

# Radiación no Ionizante

“Análisis normativo de RNI en entornos  
Poblacionales”

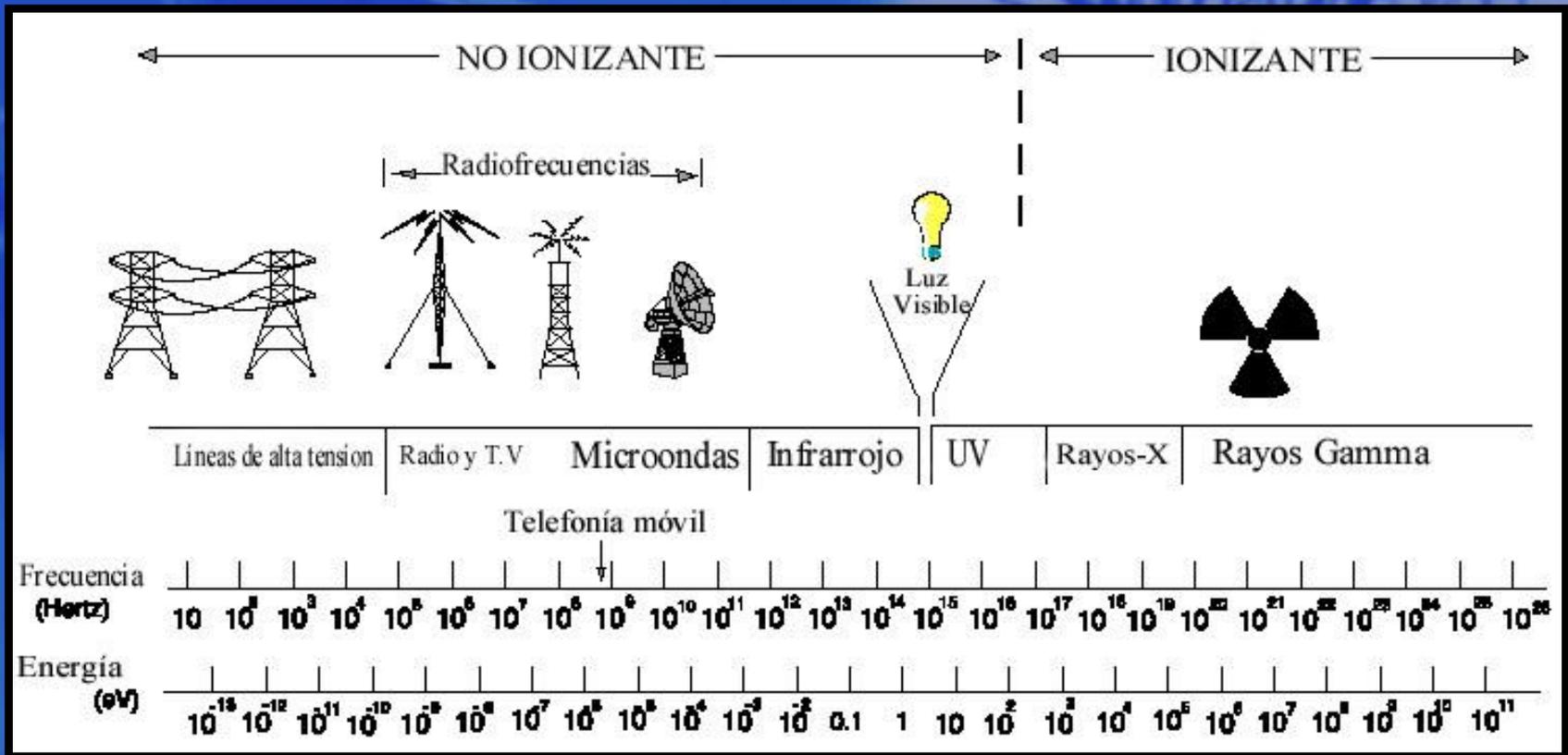


# DESARROLLO

- \*Conocimiento de las fuentes de RNI
- \*Conocimiento de la legislación vigente
- \*Conocimiento de la aplicación de la normativa a cada tipo de fuentes.
- \*Consideraciones de orden práctico y política de manejo de riesgos



# Fuentes de Radiaciones no Ionizantes



# Radiaciones no Ionizantes

Tres Grupos\*

**LAS ELF (50 Hz)**

**LAS RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS**

**LAS RADIACIONES OPTICAS (IR-Vis-UV)**

\*Se incluye el ultrasonido que es una Perturbación Mecánica y los campos Estáticos que por su naturaleza NO son Radiantes.



# Radiaciones no Ionizantes

## Tipos de Exposición

### **PÚBLICO EN GENERAL (POBLACIONAL)**

- **No está sujeta a límite de tiempo (24hs-365 días)**
- **No está sujeta a conocimiento por parte del individuo expuesto.**
- **Posee normas y límites propios.**

### **TRABAJADORES (OCUPACIONAL)**

- **Esta limitada en tiempo de exposición (según actividad)**
- **Los trabajadores están concientes de la exposición, el riesgo asociado y las medidas de protección**
- **Posee normas y límites propios.**



# Fuentes de Radiaciones no Ionizantes

## Descripción general.

- Líneas de media tensión (hasta 13,2kV), centrales de transformación y distribución de energía eléctrica (50/60Hz)
- Estaciones transmisoras de Radiodifusión por AM (535kHz-1750kHz).
- Maquinas soldadoras por radiofrecuencia (28MHz)
- Estaciones transmisoras de Radiodifusión por FM (88-108MHz).
- Estaciones transmisoras de Televisión VHF y UHF (“por aire”)
- Sistemas de Radiocomunicaciones móviles (“handies”) en VHF y UHF



# Fuentes de Radiaciones no Ionizantes

- Sistemas de Telefonía móvil por celdas , PCS y Trunking (~800MHz y ~1900MHz)
- Hornos de Microondas (2,4Ghz)
- Sistemas de Radar: Meteorológicos, Navegación y Vigilancia Aérea (5GHz, 9GHz, 1-3GHz)
- Sistemas de Radioenlaces de microondas para comunicaciones. (1-40GHz)
- Fuentes diversas de Radiación Infrarroja, Visible y UV (coherente: LASER, no coherente: Solar)



# Otras fuentes (espacios controlados)

- Puestos de Trabajo con Computadoras Personales (monitores y fuentes conmutadas)
- Equipamiento de tecnología médica (kinesiológia, LASER, UV...)
- Resonancia Magnética Nuclear
- Camas solares



# El Triángulo de Regulaciones

**Establecer: valores límites de exposición para resguardar la salud de la población.**

**Establecer: protocolos de medición que permitan verificar el cumplimiento de los valores límite**

**Establecer: normas que regulen las condiciones para los emplazamientos de las fuentes.**



# Fuentes de Radiaciones no Ionizantes -Descripción-

## CAMPOS ESTÁTICOS (0Hz)



## CAMPOS ESTÁTICOS (0Hz)

**Observaciones: NO constituye un campo de radiación. Es un Campo Estático.**

Aplicaciones principales:

- \*Resonadores magnéticos como instrumental de Diagnóstico Médico.
- \*Aceleradores de partículas.
- \*Industrias con procesos electrolíticos.

Trabajadores expuestos:

- Operador del resonador (el paciente no cuenta por estar sometido a la regla de costo-beneficio).
- Personal técnico (de cada industria).



## CAMPOS ESTÁTICOS (0Hz)

Efectos:

- \*Inducción magnética por movimiento del flujo sanguíneo o de la persona. (alteración **mínima** de la circulación a campos elevados, 5T)
- \*Magnetomecánicos: orientación magnética de moléculas.
- \*Subjetivos: irritabilidad, fatiga, dolor de cabeza, pérdida de apetito, baja presión....



## CAMPOS ESTÁTICOS (0Hz)

Valores límite (solo aplicable a trabajadores):

\*MT 295/2003 (promedio en 8hs-Jornada laboral)

**B = 60mT** (se admiten picos de picos de 2T)

Personas con dispositivos médicos electrónicos = **0,5mT (5G)**

\*Límites establecidos por ICNIRP (recomendados por OMS)

B=200mT (se admiten picos de 2T)

Personas con dispositivos médicos electrónicos e implantes ferromagnéticos = 0,5mT (5G)

Referencias:

OMS: Organización Mundial de la Salud

ICNIRP: Comisión Internacional para la Protección de las Radiaciones No Ionizantes.

B=Densidad de flujo magnético; E=Campo Eléctrico

Campo magnético terrestre= 30 a 70  $\mu$ T

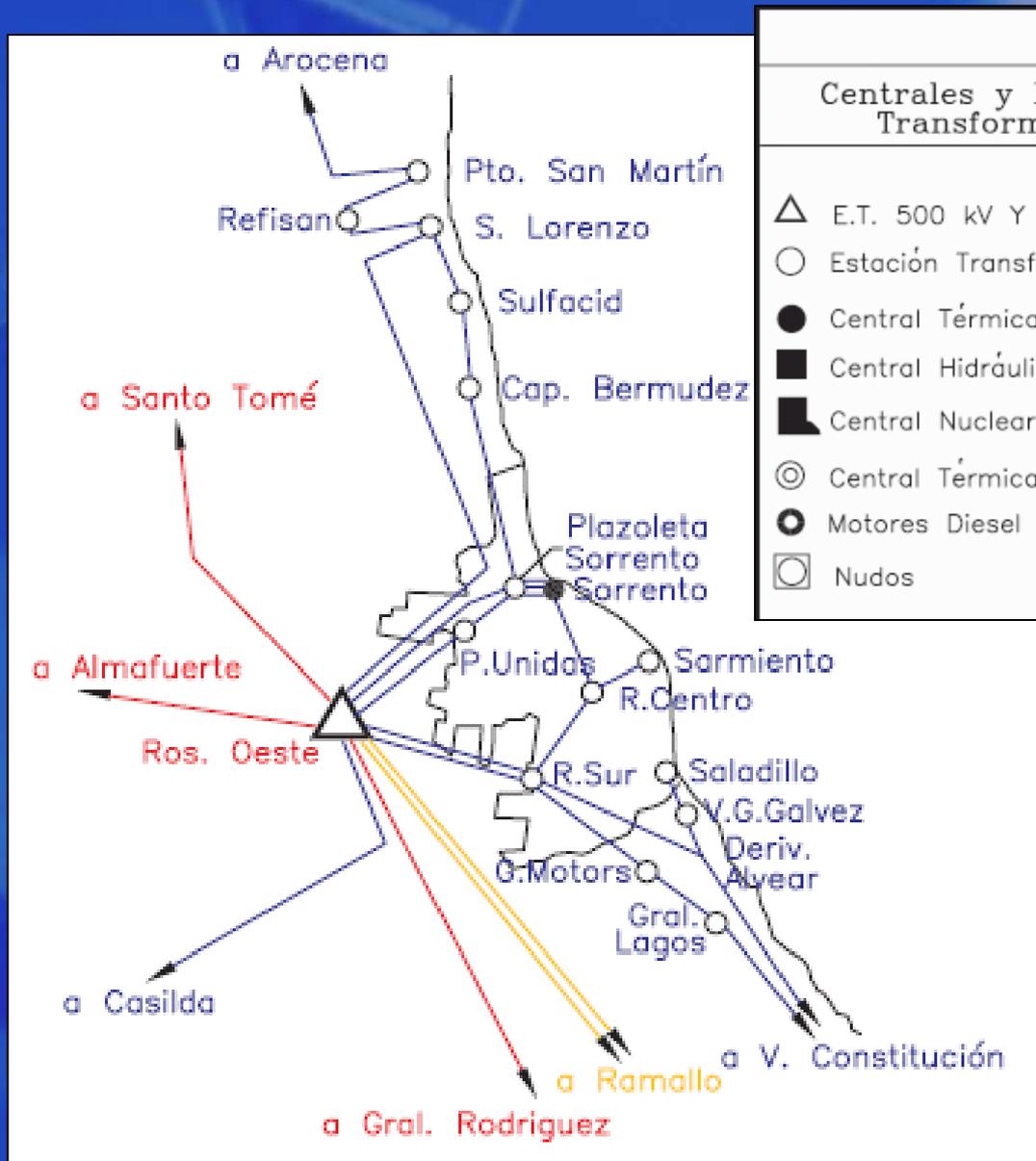
1 Tesla=10000 Gauss.



# CAMPOS de FRECUENCIAS EXTRA BAJAS (ELF-30 a 300Hz)



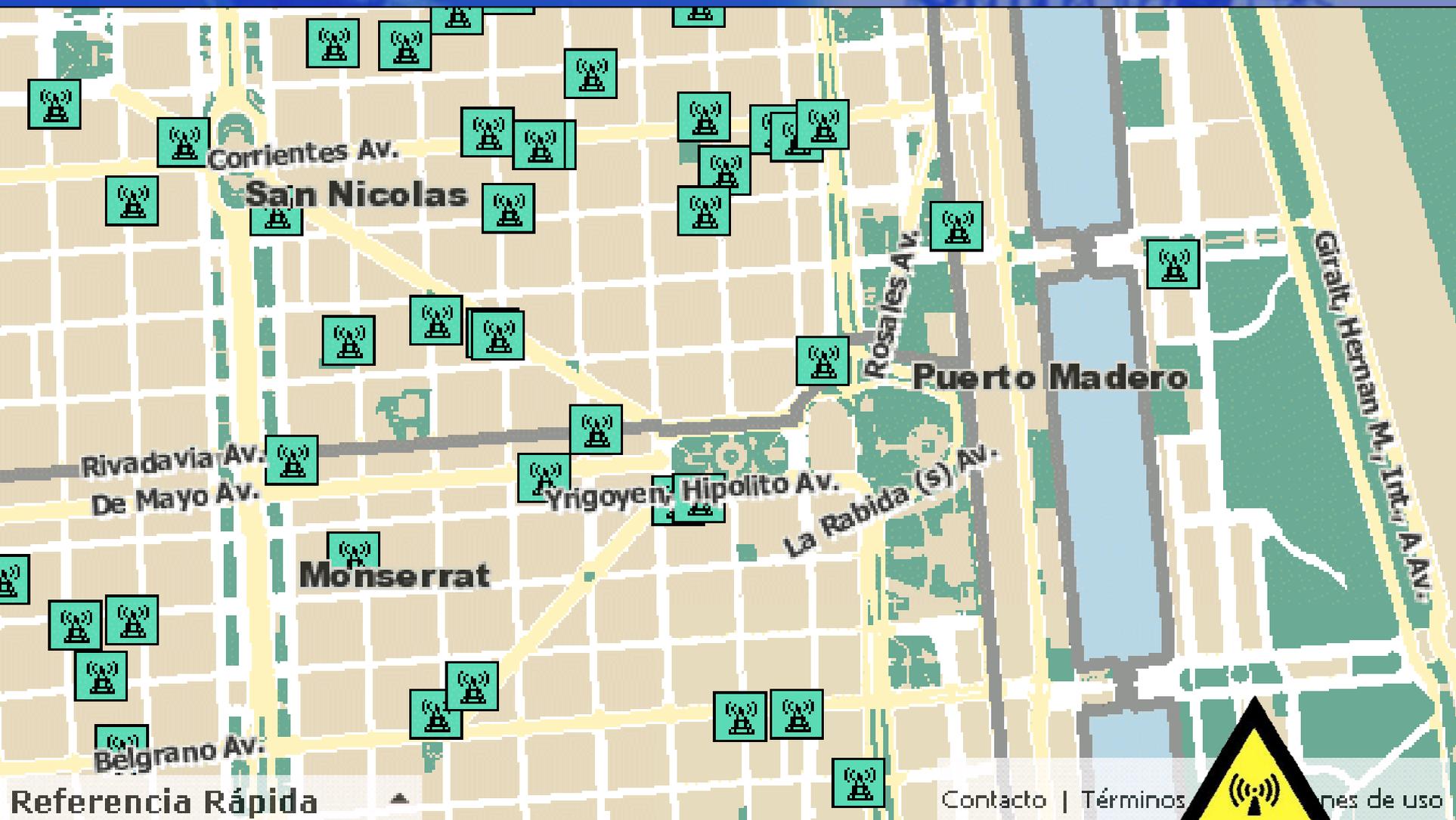
# La preocupación pública



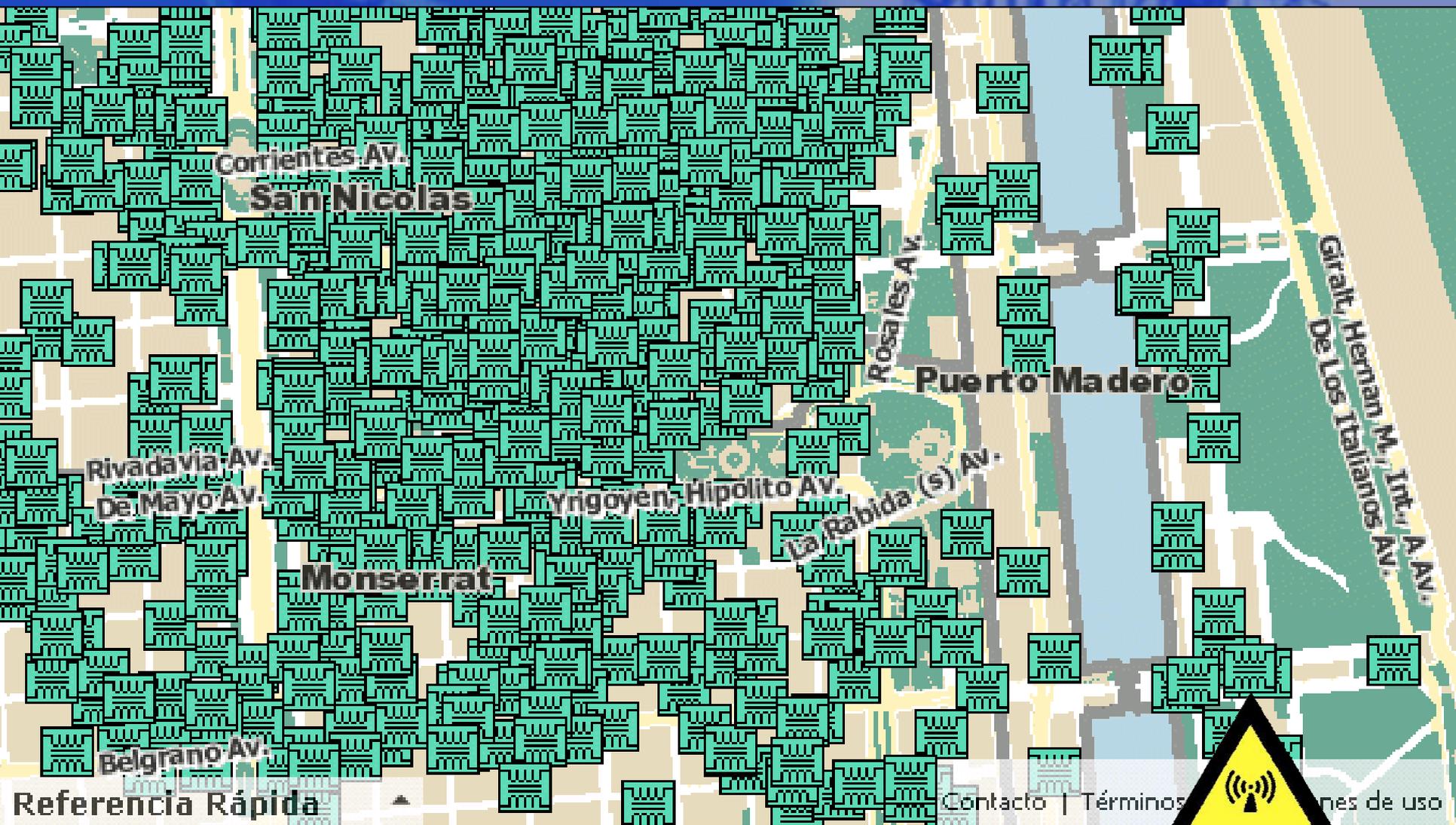
REFERENCIAS	
Centrales y Estaciones Transformadoras	Lineas
△ E.T. 500 kV Y 525 kV	--- Líneas de 525 kV
○ Estación Transformadora	— Líneas de 500 kV
● Central Térmica Vapor o TG	— Líneas de 330 kV
■ Central Hidráulica	— Líneas de 220 kV
■ Central Nuclear	— Líneas de 150 kV
⊙ Central Térmica y Motores Diesel	--- Líneas de 138 kV
● Motores Diesel	— Líneas de 132 kV
□ Nudos	--- Líneas de 110 kV
	--- Líneas de 66 kV



# La preocupación pública



# La preocupación pública??



# Sobre los efectos bajo estudio (sin comprobar)

- Inducción de corrientes (Ley de Faraday), por campo B, que pudieran afectar funciones: visuales, sistema nervioso, estimulación de tejidos excitables....(Grandes Valores de B)
- Alteraciones en el ADN (Cáncer)
- Leucemia Infantil
- Melatonina y Cáncer de mama
- Efectos en el comportamiento humano (largo plazo)



# Sobre la Leucemia Infantil

*British Journal of Cancer* (2000) **83**(5), 692–698

© 2000 Cancer Research Campaign

doi: 10.1054/bjoc.2000.1376, available online at <http://www.idealibrary.com> on IDEAL®

## A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia

A Ahlbom<sup>1</sup>, N Day<sup>2</sup>, M Feychting<sup>1</sup>, E Roman<sup>3</sup>, J Skinner<sup>2</sup>, J Dockerty<sup>4</sup>, M Linet<sup>5</sup>, M McBride<sup>6</sup>, J Michaelis<sup>7</sup>, JH Olsen<sup>8</sup>, T Tynes<sup>9</sup> and PK Verkasalo<sup>10,11,12</sup>

<sup>1</sup>Division of Epidemiology, National Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institute, Sweden; <sup>2</sup>Strangeways Research Laboratory, University of Cambridge, UK; <sup>3</sup>Leukaemia Research Fund Centre for Clinical Epidemiology, University of Leeds, UK; <sup>4</sup>Childhood Cancer Research Group, University of Oxford, UK; <sup>5</sup>Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, USA; <sup>6</sup>Cancer Control Research Programme, British Columbia Cancer Agency, Canada; <sup>7</sup>Institute of Medical Statistics and Documentation, University of Mainz, Germany; <sup>8</sup>Institute of Cancer Epidemiology, Danish Cancer Society, Denmark; <sup>9</sup>Institute of Epidemiological Cancer Research, Norway; <sup>10</sup>Department of Public Health, University of Helsinki, Finland; <sup>11</sup>Finnish Cancer Registry; <sup>12</sup>Department of Public Health, University of Turku, Finland

**Summary** Previous studies have suggested an association between exposure to 50–60 Hz magnetic fields (EMF) and childhood leukaemia. We conducted a pooled analysis based on individual records from nine studies, including the most recent ones. Studies with 24/48-hour magnetic field measurements or calculated magnetic fields were included. We specified which data analyses we planned to do and how to do them before we commenced the work. The use of individual records allowed us to use the same exposure definitions, and the large numbers of subjects enabled more precise estimation of risks at high exposure levels. For the 3203 children with leukaemia and 10 338 control children with estimated residential magnetic field exposures levels < 0.4  $\mu$ T, we observed risk estimates near the no effect level, while for the 44 children with leukaemia and 62 control children with estimated residential magnetic field exposures  $\geq$  0.4  $\mu$ T the estimated summary relative risk was 2.00 (1.27–3.13), *P* value = 0.002). Adjustment for potential confounding variables did not appreciably change the results. For North American subjects whose residences were in the highest wire code category, the estimated summary relative risk was 1.24 (0.82–1.87). Thus, we found no evidence in the combined data for the existence of the so-called wire-code paradox. In the wire-code category, the 99.2% of children residing in homes with exposure levels < 0.4  $\mu$ T had estimates compatible with no increased risk, while 99.2% of children with exposures  $\geq$  0.4  $\mu$ T had a relative risk estimate of approximately 2, which is unlikely to be due to random variation. The selection bias for the elevated risk is unknown, but selection bias may have accounted for some of the increase. © 2000 Cancer Research Campaign

# Sobre los efectos bajo estudio

Efectos (entornos laborales):

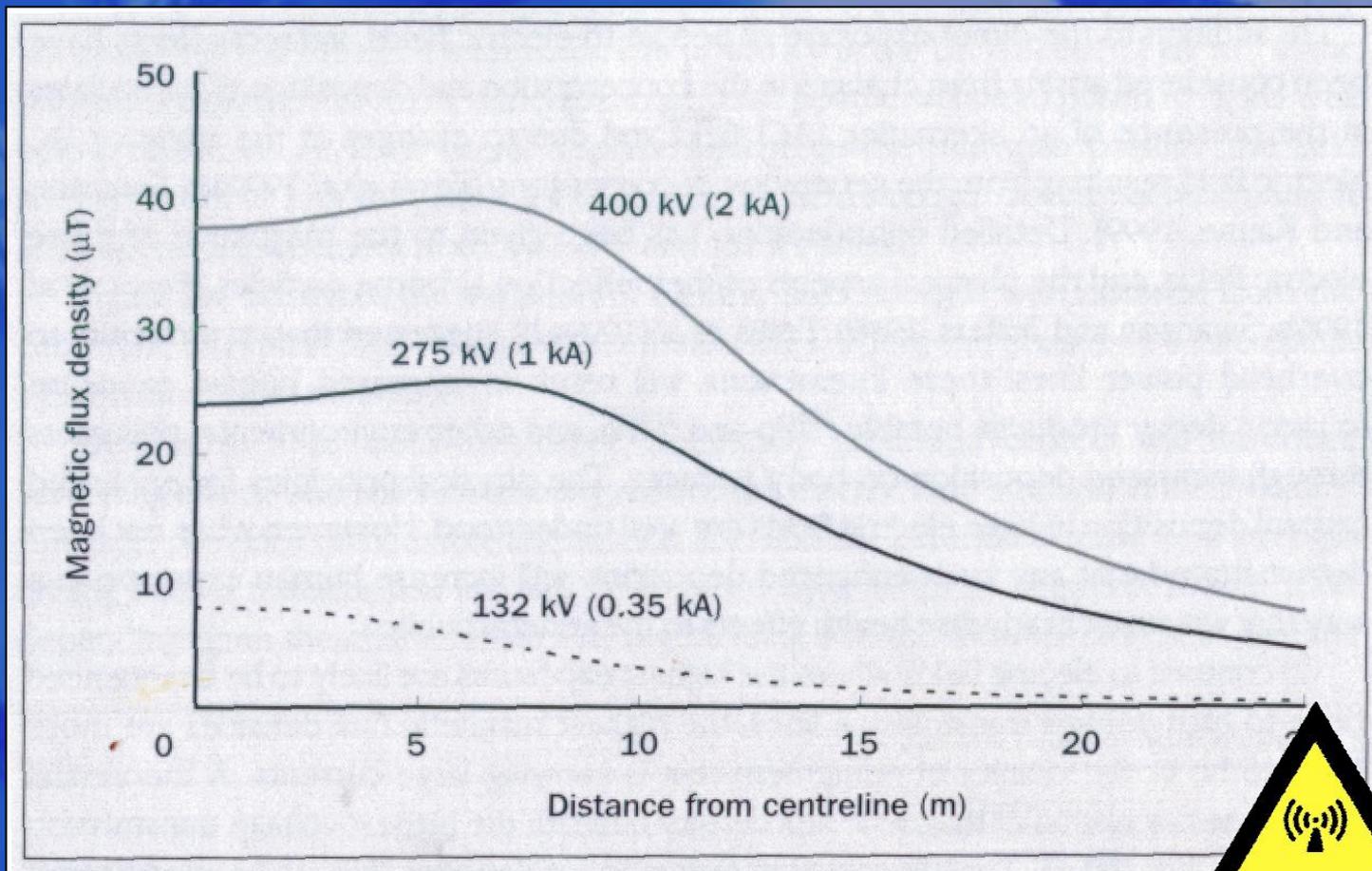
\*La incidencia de los campos de ELF en afecciones como el cáncer, esta, aún LEJOS, de ser corroborada, aun así los tipos de cáncer mas probables son la leucemia y el cáncer de cerebro. Se hace necesario la realización de estudios de mayor “potencia” estadística.

\*La situación en entornos de público en general es más controvertida, puesto que el tiempo de exposición es infinito. Actualmente se realizan estudios de exposición de “bajo nivel y largo plazo”.

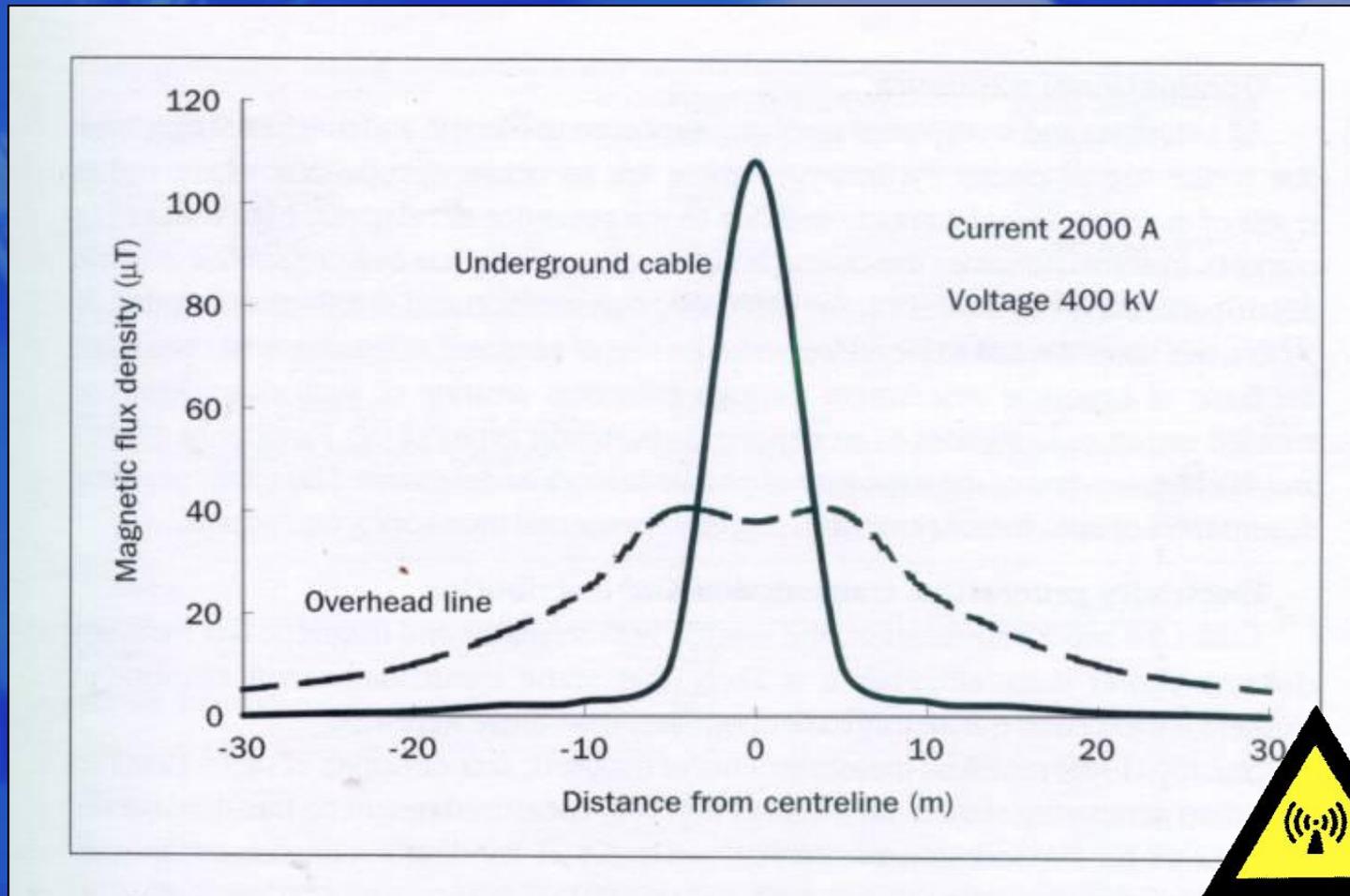
Fuente: NRPB: National Radiation Protection Board. (actual hpa)



# Nivel de campo Magnético en proximidades a líneas de alta tensión



# Nivel de campo Magnético en proximidades a líneas de alta tensión



# Límites vigentes en la República Argentina para RNI de 50Hz

Resolución Secretaría de Energía 77/1998

Válida para tensiones  $\geq 13,2\text{kV}$

$B=25\mu\text{T}$  (250mG)       $E=3\text{kV/m}$

*Norma medición Resolución ENRE 1724-1998 (IEEE 644-1987)*

Resolución Ministerio de Trabajo 295/2003

Solo válido para entornos ocupacionales

$B=1,2\text{mT}$       (con Marcapasos  $B=100\mu\text{T}$ )

$E=25\text{ kV/m}$  (con Marcapasos  $E=2\text{kV/m}$ )

Límites ICNIRP (recomendados por la OMS)

$B=500\mu\text{T}$  (Ocupacional)       $B=100\mu\text{T}$  (Poblacional)

$E=10\text{kV/m}$  (Ocupacional)       $E=5\text{kV/m}$  (Poblacional)

Límites Rusia (Poblacional)

$E=500\text{V/m}$        $B=10\mu\text{T}$

$E=1000\text{V/m}$        $B=50\mu\text{T}$  (Áreas exteriores para el público)



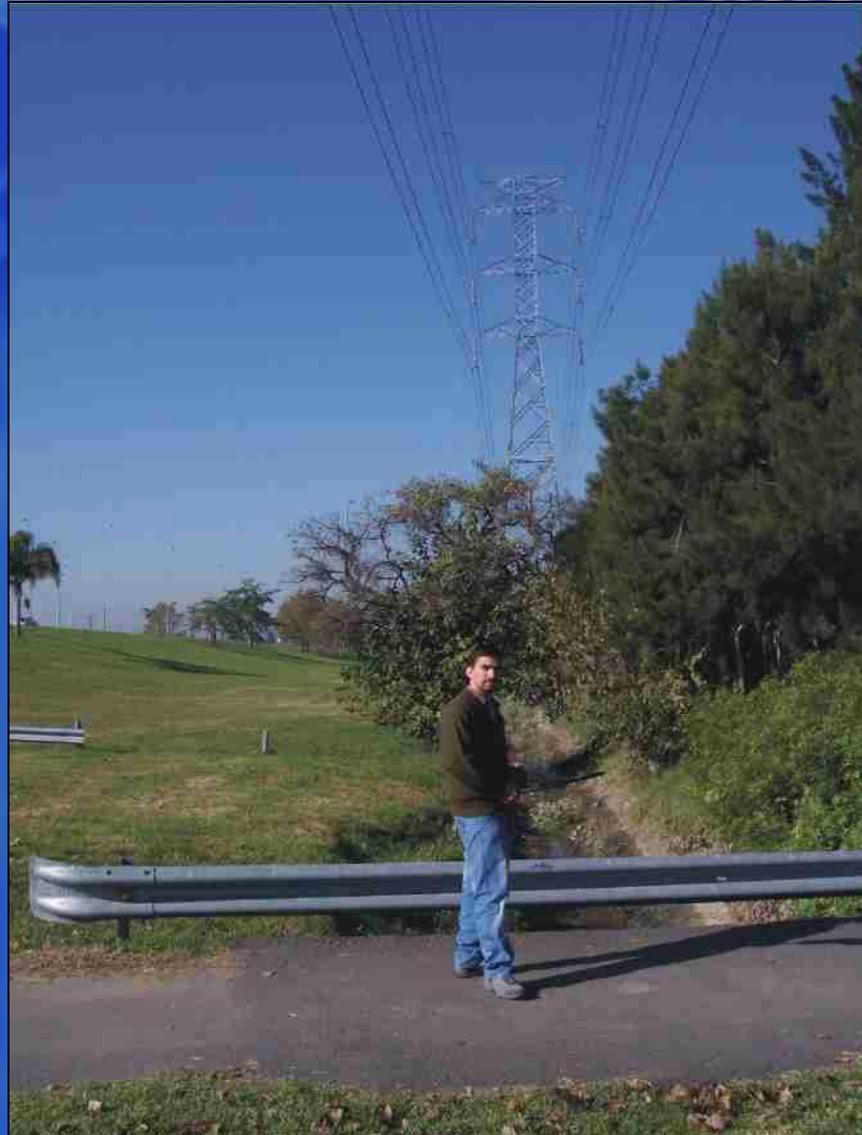
[radiacionesni.com.ar](http://radiacionesni.com.ar)

# El problema de la medición

¿Medición en una dimensión o isotrópica?



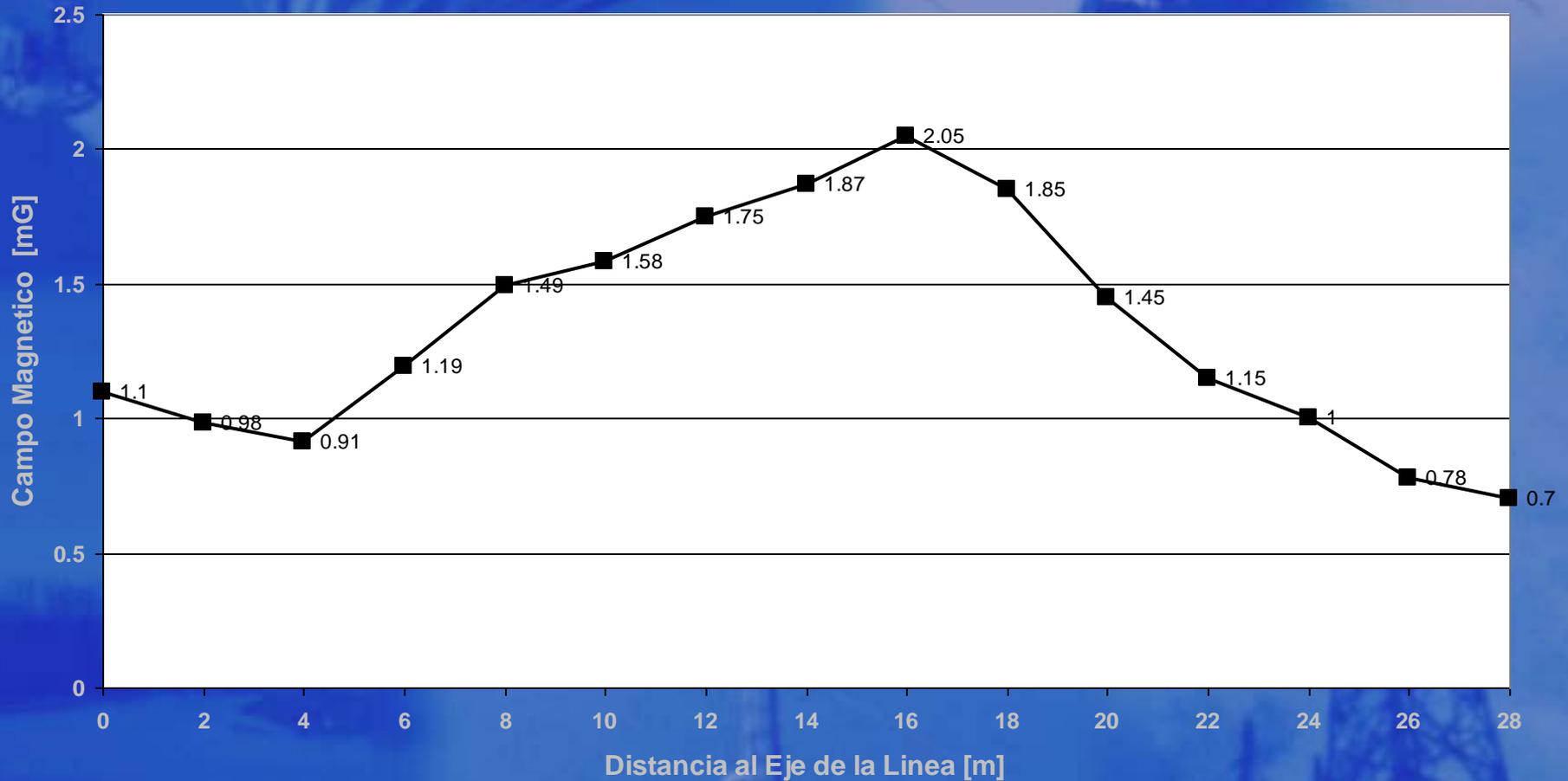
# Medición bajo líneas de transmisión



**Límite  
Permitido:  
250mG**



# Nivel de campo Magnético bajo línea de media tensión.

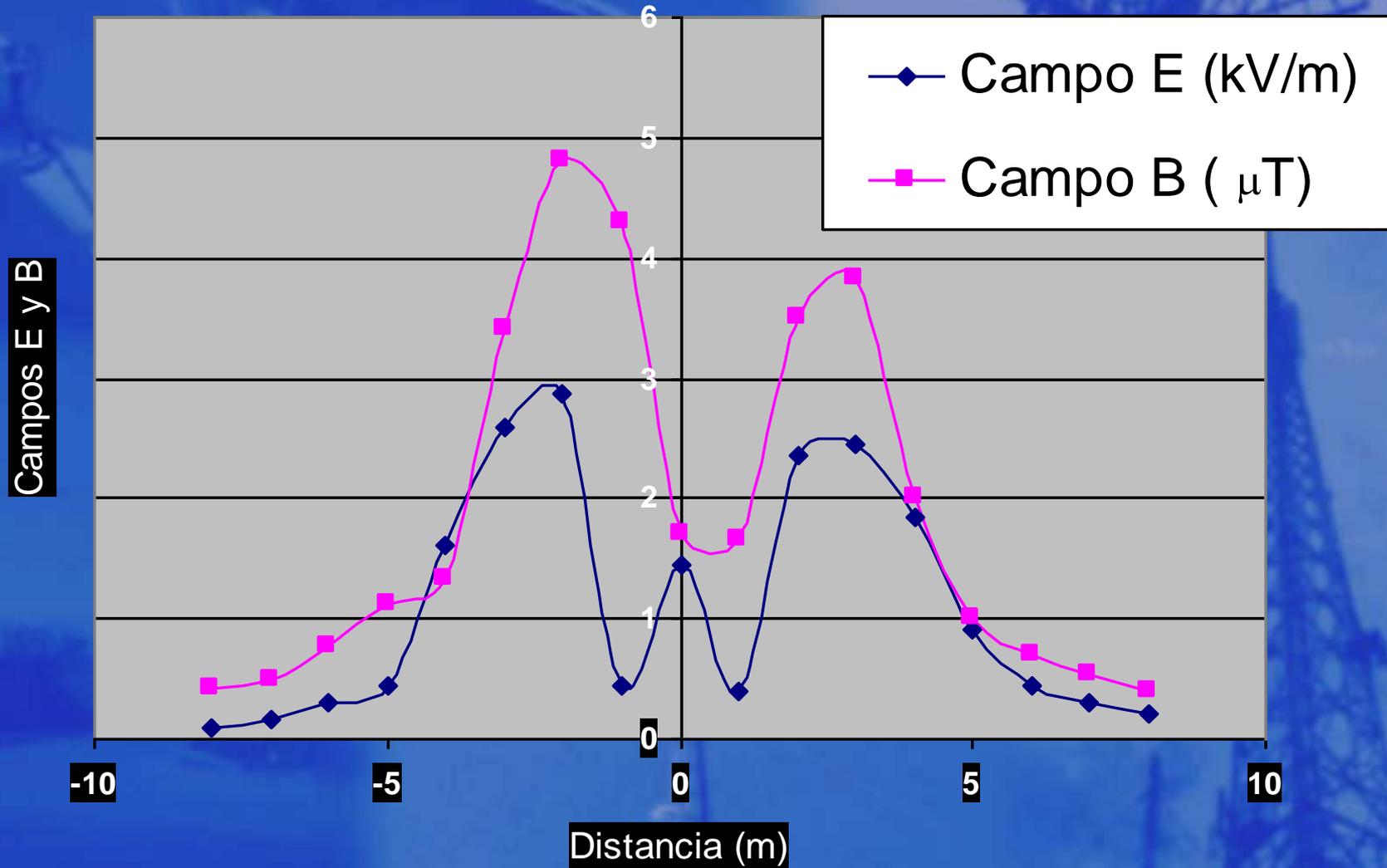


..sobre la igualdad....



[radiacionesni.com.ar](http://radiacionesni.com.ar)

# Medición bajo líneas de transmisión

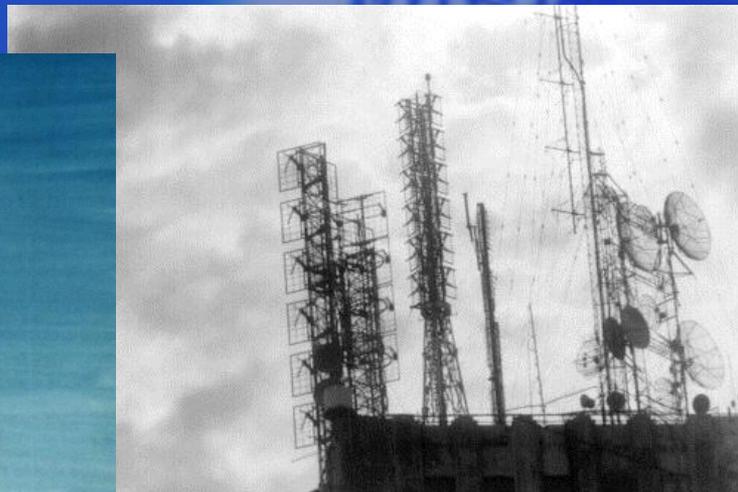
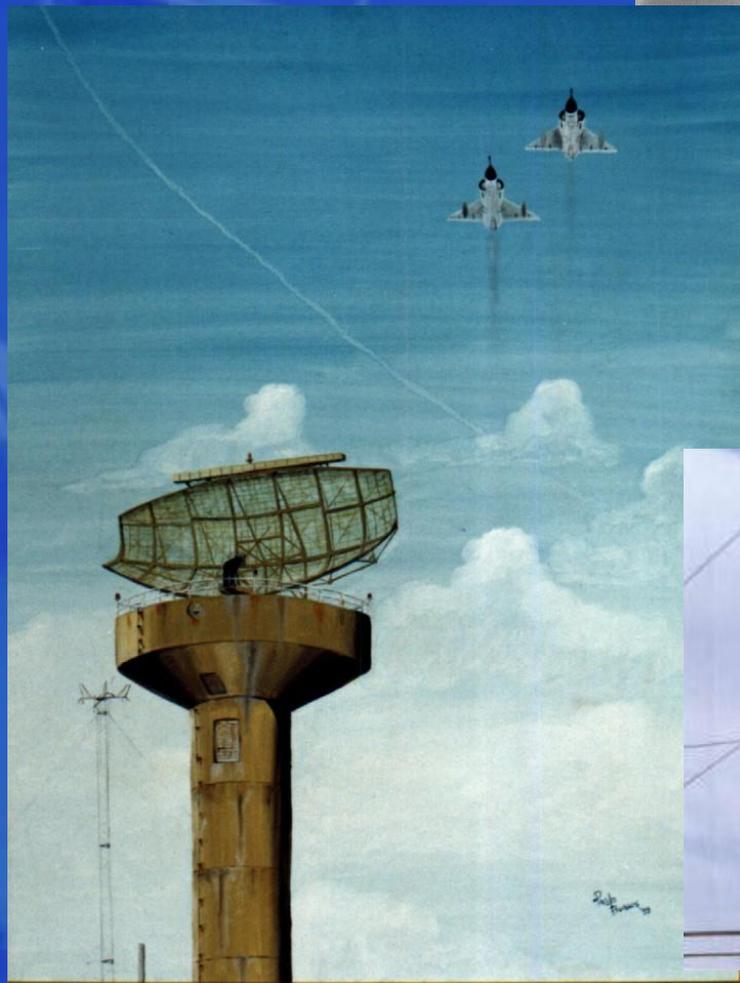


# Medición en artefactos domiciliarios

<i>domicilio</i>			
APARATO	Campo magnético de 50Hz ( $\mu$ T)		
	a 10 cm	a 30 cm	a 1 m
▶ Frigorífico	0,06	0,05	0,02
▶ Afeitadora	0,24	0,01	0,01
▶ Cocina eléctrica	0,29	0,11	0,03
▶ Reloj despertador	0,59	0,23	0,03
▶ Teléfono portátil	0,80	0,02	0,02
▶ Tostadora	1,14	0,13	0,00
▶ Secador de pelo	1,34	0,20	0,01
▶ Televisor	1,40	0,50	0,09
▶ Freidora	1,70	0,08	0,01
▶ Acondicionador	1,80	0,38	0,12
▶ Picadora	2,84	0,33	0,04
▶ Suelo radiante	3,01	0,38	0,02
▶ Aspiradora	5,16	1,52	0,31
▶ Lámpara halógena	10,64	1,42	0,14
▶ Lavadora	16,14	8,20	2,38
▶ Zona de acometida	16,82	9,52	2,76
▶ Hornos de microondas	30,04	6,04	0,61

Fuente: "Campos Eléctricos y magnéticos de 50HZ-Análisis del Estado Actual de Conocimientos"-2001-

# RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30KHZ a 300GHz)



# RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30KHZ a 300GHz)

**Observaciones:** el espectro de Radiofrecuencias (RF) y Microondas (MO) puede dividirse en 3 zonas, acorde a la clase de efectos que produce la exposición a RNI.

\*Zona 1: **30kHz a 10MHz** : fenómenos de corrientes superficiales inducidas y baja absorción (la absorción aumenta conforme la frec.  $\Rightarrow$  10MHz)

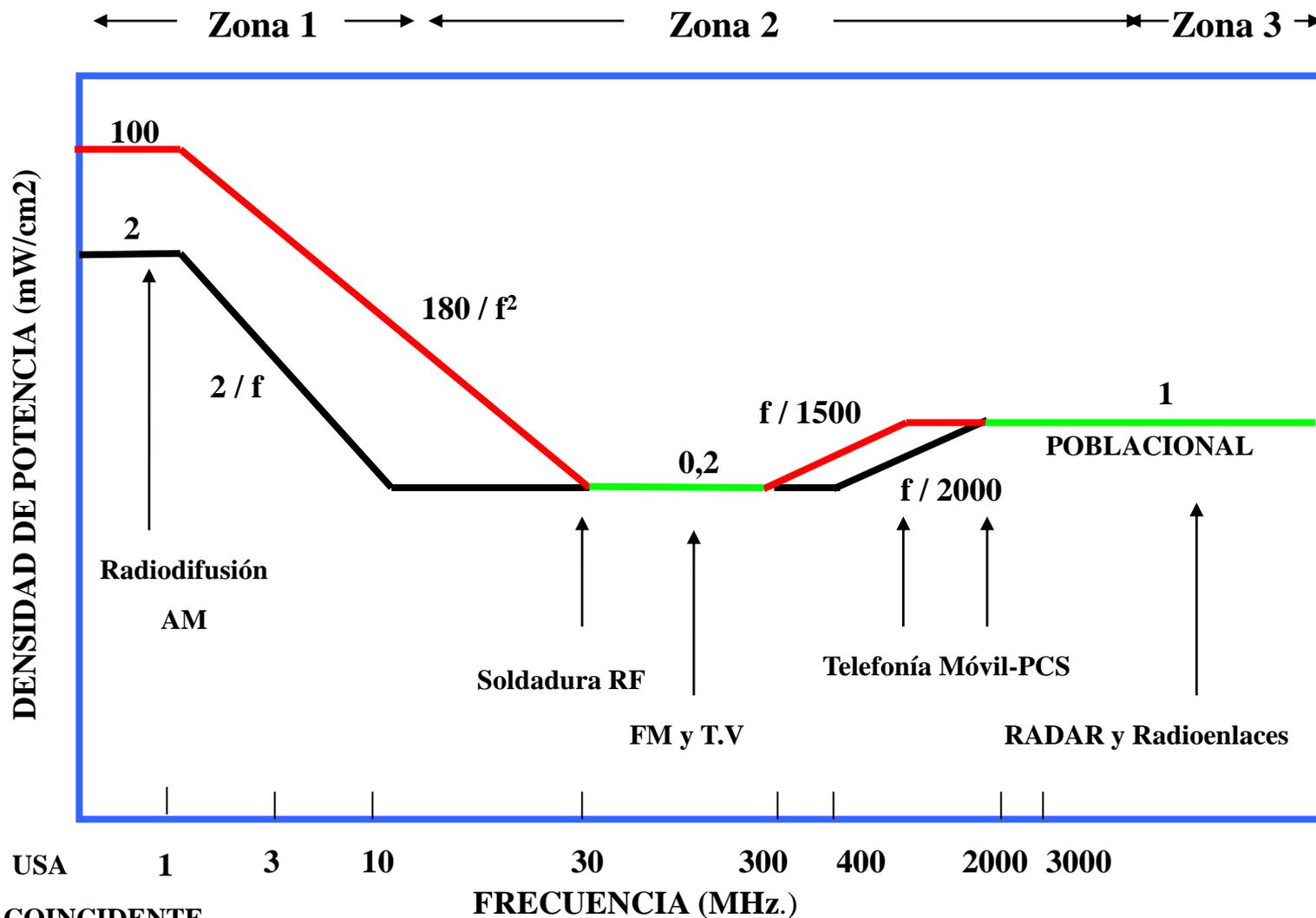
\*Zona 2: **10MHz –10GHz** : fenómenos de absorción de CEM (con elevación térmica) **a nivel del cuerpo entero (30MHz-300MHz)** ó más localizado, conforme frec.  $\Rightarrow$  10GHz.

Zona 3: **10GHz-300GHz**: fenómenos de absorción **superficial** localizada (con elevación térmica)



# RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30kHz a 300GHz)

## Identificación de zonas y fuentes de RNI



USA

1

3

10

30

300

400

2000

3000



COINCIDENTE



MS 202/1995 (VIGENTE)

# RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30kHz a 300GHz)

## RADIODIFUSIÓN POR AM (530kHz-1735kHz)

**Observaciones:** en RF, es usual que el nivel de RNI medido sea la densidad de potencia (S), medida en  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , pero en caso particular de AM, a distancias menores de  $5\lambda$ , deben medirse los campos E y H, por ser esta una situación de CAMPO CERCANO.

Personas Expuestas:

Todos aquellos que residan en las inmediaciones de la planta transmisora (la distancia dependerá del nivel de POTENCIA TRANSMITIDA)



# RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30KHZ a 300GHz)

## RADIODIFUSIÓN POR FM (88-108 MHz)

### Observaciones:

- \*La cantidad de emisoras de FM es importante (Legales y clandestinas)
- \*Algunas emisoras emiten grandes potencias (mas de 30kw)
- \*Debe prestarse atención si los sistemas irradiantes NO están muy elevados (ideal más de 60mts.), respecto del área de trabajo o de tránsito.

Personas expuestas: (DEPENDE FUNDAMENTALMENTE DEL TIPO DE EMPLAZAMIENTO Y POTENCIA RADIADA)



# RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30KHZ a 300GHz)

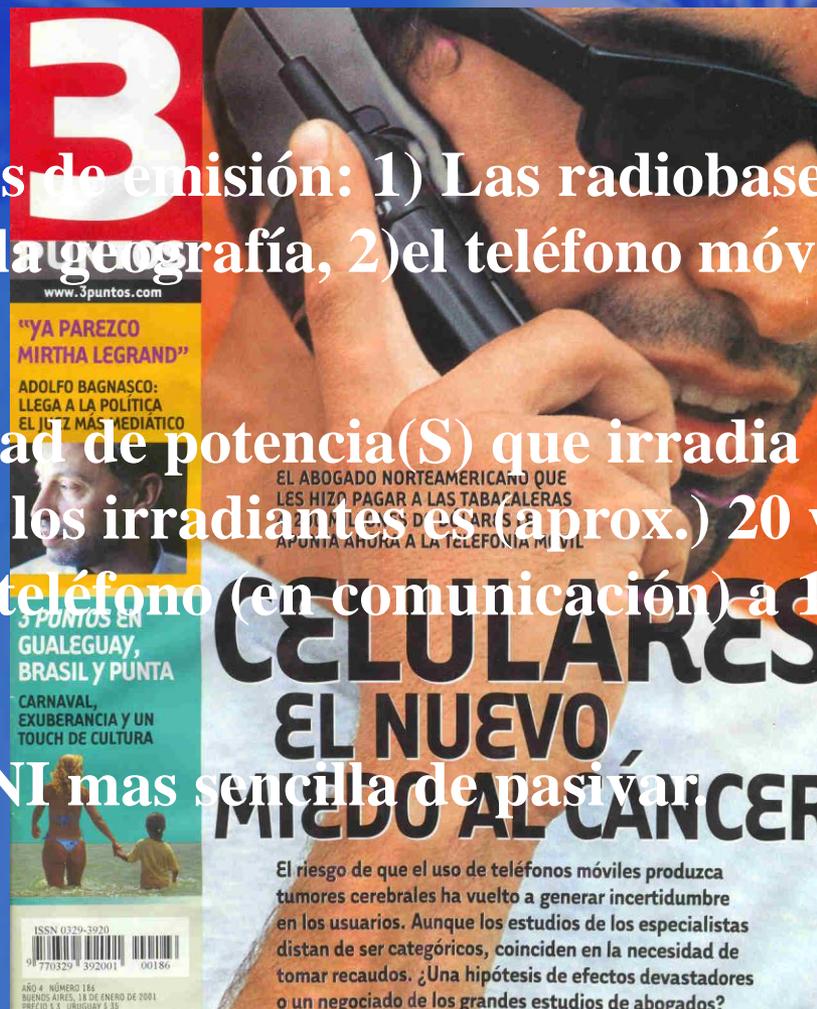
## TELEFONÍA CELULAR MÓVIL (800MHz) –PCS(1800MHz)

### Observaciones:

\*Poseen dos fuentes de emisión: 1) Las radiobases (o celdas) distribuidas sobre la geografía, 2) el teléfono móvil de los abonados.

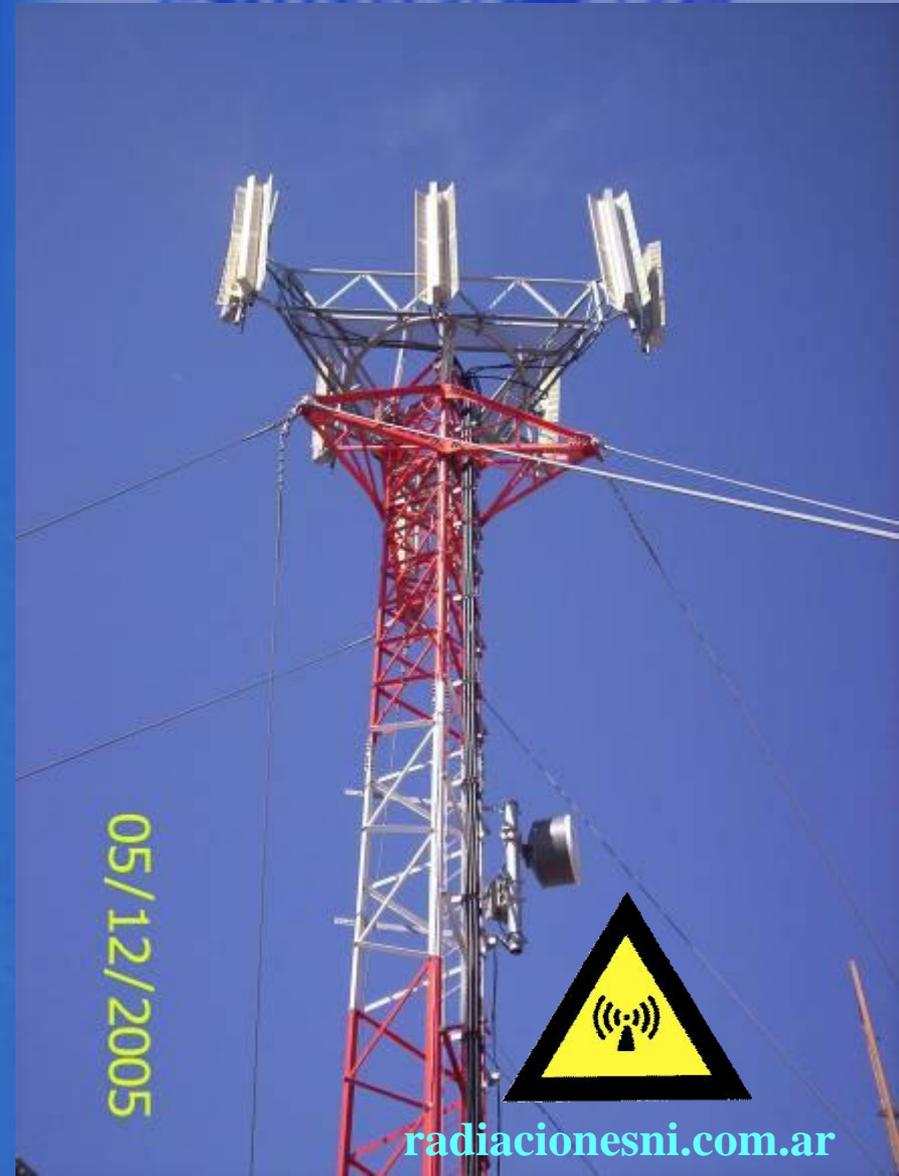
\*El nivel de densidad de potencia(S) que irradia una radiobase, medido a 60mts de los irradiantes es (aprox.) 20 veces menor que el irradiado por el teléfono (en comunicación) a 1 cm. de la cabeza.

\*Es la fuente de RNI mas sencilla de pasar



# Tipos de Emplazamientos

## -Torres-



# Tipos de Emplazamientos

## -Monoposte-



02/12/2005



# Tipos de Emplazamientos

## -Pedestales-



12/12/2005



# Tipos de Emplazamientos

## -Pedestales-



# Tipos de Emplazamientos

## -Microceldas de Calle-



# Tipos de Emplazamientos

## -Microceldas de Interior-

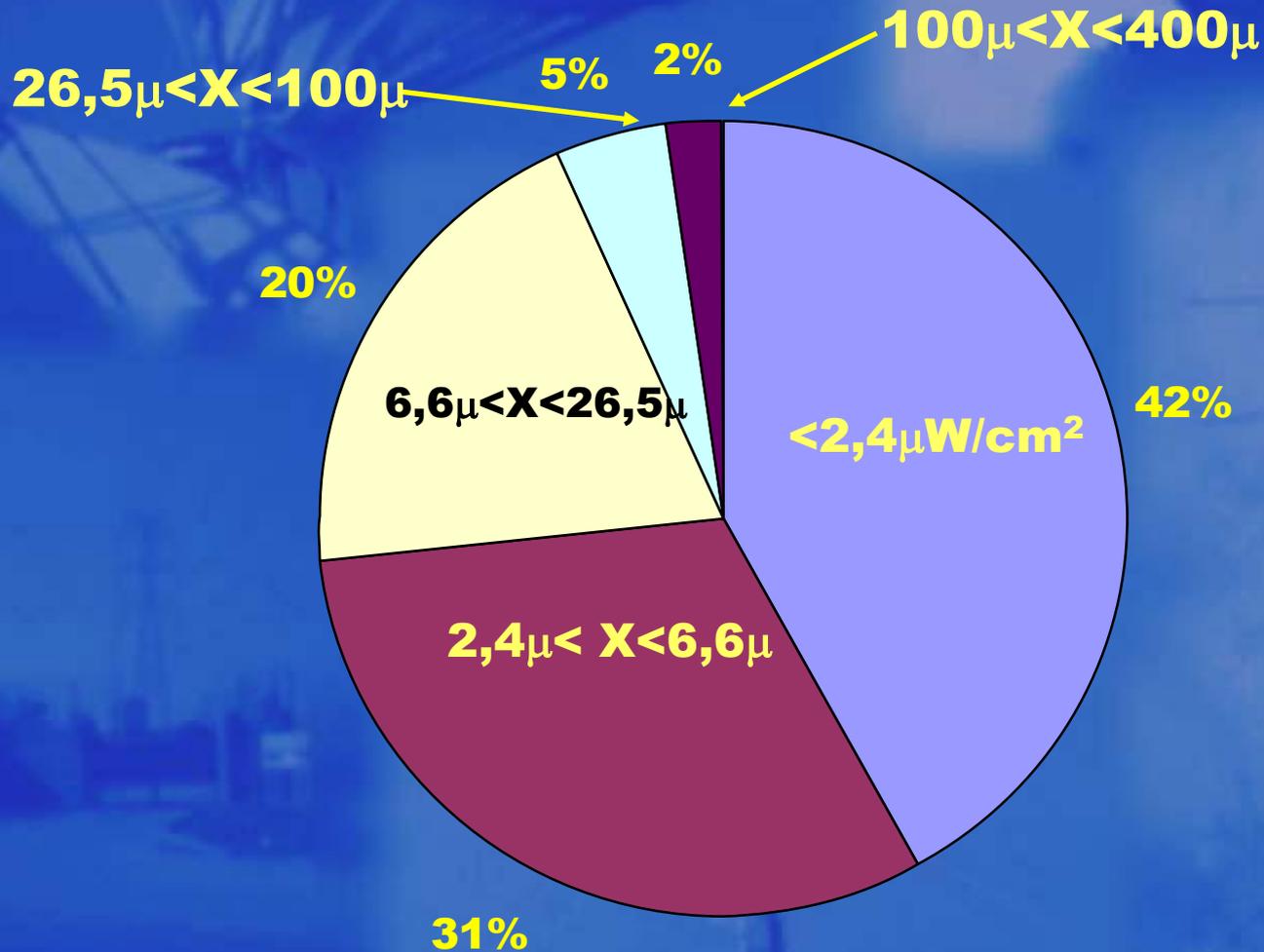


# CUADRO DE RESULTADOS

Total de sitios: 606

Porcentaje de cumplimiento de Resolución GCABA 244/2001: 99,5%

Valor Límite para entornos poblacionales: 400 $\mu$ W/cm<sup>2</sup> (800MHz)



# RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UVA-UVB-UVC)

## Observaciones y Definiciones:

\*Se define radiación UVA al espectro comprendido entre 315-400nm

UVB

280-315nm

UVC

100-280nm

\*La radiación UV proviene de fuentes artificiales con una excepción, el SOL (también irradia IR, visible y radiación cósmica).



\*La mayoría de las fuentes de UV solo irradian un solo tipo (UVA, UVB, o UVC), lo cual simplifica el análisis respecto de los efectos, como el SOL, las camas solares y otros irradian 2 tipos de radiación UV.



\*Algunos ejemplos de aplicación: Iluminación, fotocopiado, fabricación de químicos, endurecimiento de recubrimientos, fabricación de circuitos integrados, análisis de materiales (magnaflux), soldaduras de arco, desinfección, purificación de agua, tratamiento de la psoriasis, ronceado artificial....



# RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UVA-UVB-UVC)

Efectos asociados: Los efectos de estas radiaciones se producen en la piel y en los ojos.

\*UVA y UVB producen eritema, esto es un enrojecimiento inicial de la piel que puede devenir en quemadura si la exposición se prolonga.(ejemplo exposición solar sin protección). En los ojos producen lesiones en la córnea (keratitis) y cristalino (cataratas)

\*UVB y UVC: provocan mayor daño superficial debido a su mayor energía, como contraparte la penetración en los tejidos es baja (pocos micrones)

\*Cáncer: para el caso de radiación solar existe correlación entre el aumento de la población expuesta y el aumento de cáncer de piel, para el caso de trabajadores expuestos a fuentes artificiales NO.

**\*Debe evitarse la exposición de personas bajo tratamiento prolongado con medicación que produzca fotosensibilidad.**

**\*Contramida: barrera física de material adecuado (ropa, lentes, parasoles, crema protectoras ..etc..etc)**



# RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UVA-UVB-UVC)

Valores límite: ICNIRP-OMS

Duration of Exposure Per Day		Effective Irradiance	
		$E_{\text{eff}}(\text{W}/\text{m}^2)$	$E_{\text{eff}}(\mu\text{W}/\text{cm}^2)$
8	hr	0.001	0.1
4	hr	0.002	0.2
2	hr	0.004	0.4
1	hr	0.008	0.8
30	min	0.017	1.7
15	min	0.033	3.3
10	min	0.05	5
5	min	0.1	10
1	min	0.5	50
30	sec	1.0	100
10	sec	3.0	300
1	sec	30	3,000
0.5	sec	60	6,000
0.1	sec	300	30,000

**NOTA:** Para la evaluación más específica de los valores límites de Radiación UV. Ver MT 295/2003



**GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN**



[www.radiacionesni.com.ar](http://www.radiacionesni.com.ar)