

Radiación no Ionizante

“Medición de RNI”



CIE-Rosario 8 de mayo de 2019

Dr. Ing. Anibal Aguirre



DESARROLLO

*RNI-EMC-EMI (Distintos entornos).

*Conocimiento de las fuentes de RNI

*El problema de la medición según el entorno.

*El problema de la existencia (o no) de normativas.

* El factor humano.



Los Próceres

Adolfo Portela: especialista en Biofísica, creador y jefe de INDEBIO-CONICET, autor principal de «Prospección de Radiación Electromagnética Ambiental no Ionizante» Vol I y II

Ing. Víctor Padula Pintos: Ingeniero en Telecomunicaciones (UNLP), creador del CAERCEM, ITBA-CONICET

Ing. Jorge Skvarca: Ingeniero Electrónico (UBA). OMS/OPS. Ex Director de Radiofísica Sanitaria del MS de la Nación. Co-autor de los manuales ya citados



El problema de los entornos

RNI (militar, ocupacional, poblacional)

EMC (militar, comercial, poblacional)

EMI (civil (no intencionada, intencionada), militar)

MEDIR EL CAMPO ELÉCTRICO:

RMS, PICO o QP

(bien)

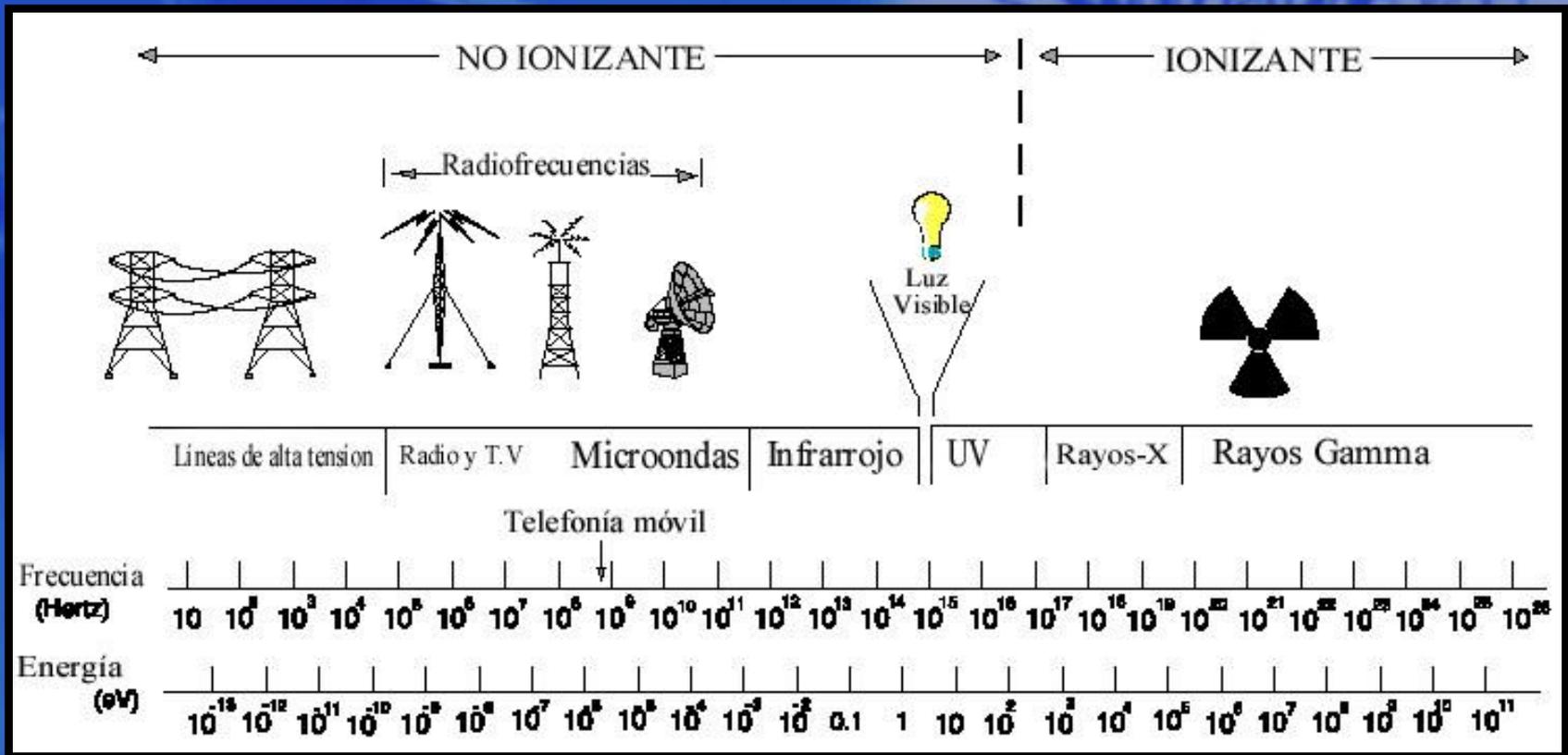


El problema de la medición «RADIADA» (entorno civil ocupacional o poblacional)

- El conocimiento aproximado de la situación de las RNI en el sitio.
- Las restricciones geométricas del entorno.
- El método elegido (banda ancha o banda angosta)
- El instrumental y su calibración.
- La norma de medición (si existe).
- Los límites a verificar.



Fuentes de Radiaciones no Ionizantes



Radiaciones no Ionizantes

Tres Grupos

LAS ELF* (50 Hz)

LAS RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS

LAS RADIACIONES OPTICAS (IR-Vis-UV)

*Estrictamente, según la ITU, las ELF comprenden entre los 3 y 30Hz, pero es habitual o utilizar el término ELF para el espectro entre los 3Hz y los 3kHz.



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

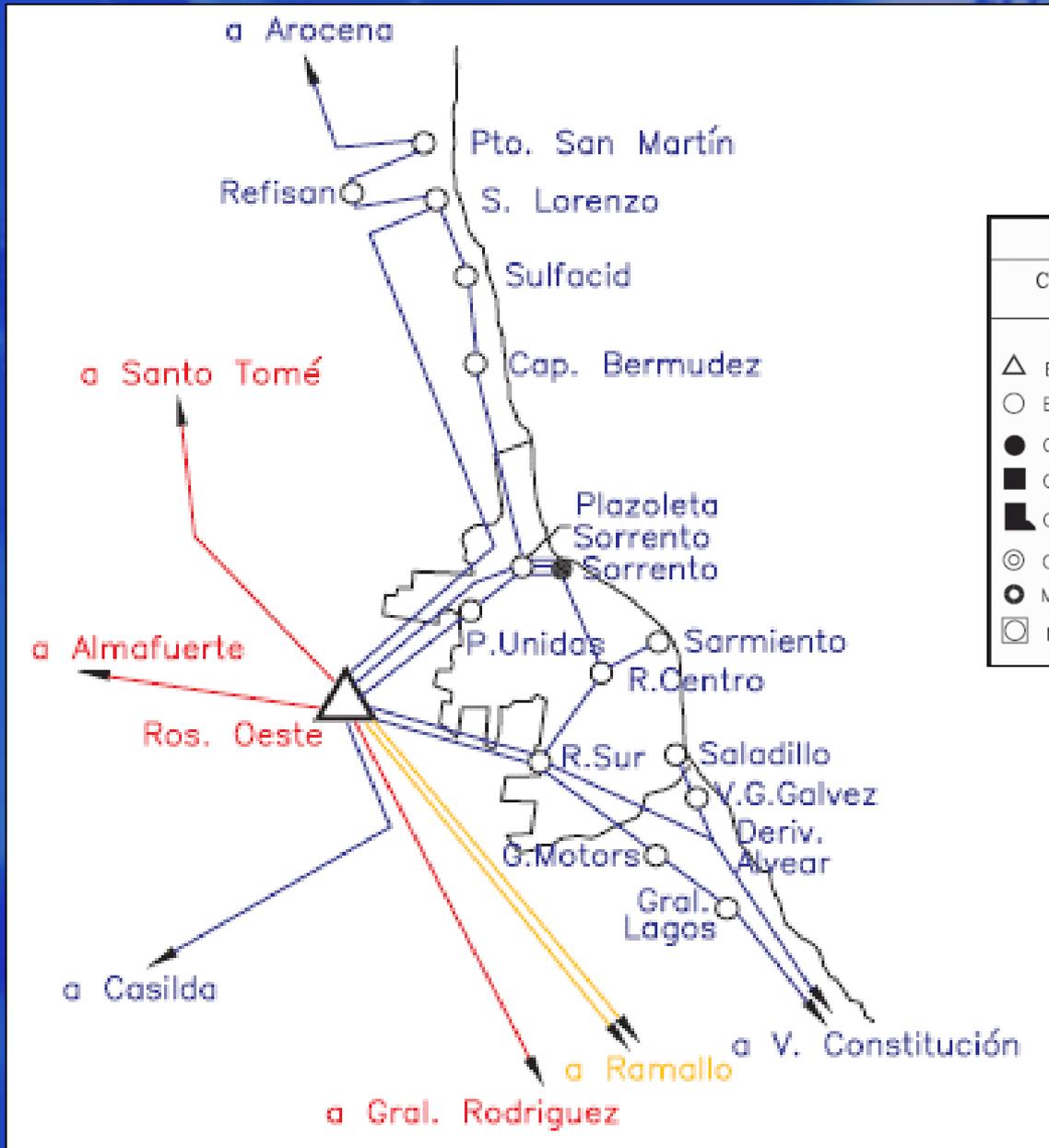
Establecer: valores límites de exposición para resguardar la salud de la población.

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.



LAS ELF 50Hz



REFERENCIAS	
Centrales y Estaciones Transformadoras	Líneas
△ 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



Las ELF (50Hz) (en rigor 30-300Hz)

- Fuentes: sistemas: que generan, transportan o consumen energía eléctrica: industrial o domiciliaria.
- Se verifica el nivel de E y B (o H) [3kV/m; 25μT]
- $[\bar{E}] = \text{V/m}$ ó kV/m ; $[\bar{B}] = \mu\text{T}$; $[\bar{H}] = \text{A/m}$
- Recordar que $\bar{B} = \mu \bar{H}$, donde para el vacío $\mu = \mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$
- Donde $\text{N.A/m} = \text{T}$, Entonces $1 \mu\text{T} = 0,8 \text{ A/m}$
- La medición puede ser en 1, 2 o 3 ejes, aunque generalmente un eje es representativo del total.
- La medición es generalmente en 50Hz, aunque podrían interesar sus armónicos ( con el instrumental)

FOTOS ELF



ELF-Normas de medición

- Resolución ENRE 1724/1998

ANSI-IEEE Standard 644-1987 "IEEE Standard Procedure for Measurements of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines".

IEC 833: "Measurement of Power Frequency Electric Fields"
[2].

International Labour Office, "Protection of Workers from Power Frequency Electric and Magnetic Fields: A Practical Guide",
1984.



ESTARÍA FALTANDO..

IEEE Std 1460-1996

IEEE Guide for the Measurement of Quasi-Static Magnetic and Electric Fields

Sponsor

**IEEE Standards Coordinating Committee
on Non-Ionizing Radiation (SCC28)**

Approved 10 December 1996

IEEE Standards Board

Abstract: A listing of possible measurement goals related to characterizing quasi-static magnetic and electric fields and possible methods for their accomplishment is provided.

Keywords: measurement protocols, power frequency, power frequency harmonic fields, quasi-static magnetic and electric fields

ELECCIÓN DEL INSTRUMENTO

¿Medición en una dimensión o isotrópica?



SIEMPRE CALIBRADO...



Laboratorio de Ensayos y Calibración de Antenas

San Juan Bautista de La Salle 4397, Villa Martelli, B1603ALO Buenos Aires, Argentina
Tel.: 54-11-4709-8226 Fax: 54-11-4709-8236 Web: www.citedef.gob.ar

Jefe De Laboratorio: Ing. Norberto Dalmas Di Giovanni

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 00684CIT HOJA 1 DE 3

VERIFICACIÓN

Objeto de Ensayo: ELF FIELD STRENGTH MEASUREMENT SYSTEM.

Datos del Objeto: Marca: Holaday Inc.

Modelo: HI-3604

N° de Serie: 86570

Realizado en: Laboratorio de Ensayos y Calibración de Antenas.

SOLICITANTE

Nombre / Razón Social: Interno.

Dirección: -

Contacto / e-mail: -

Teléfono: -

Tipo de Ensayo: Verificación de sonda para campo B y E en 50 Hz.

Normas de Referencia: IEEE 1308/1994.

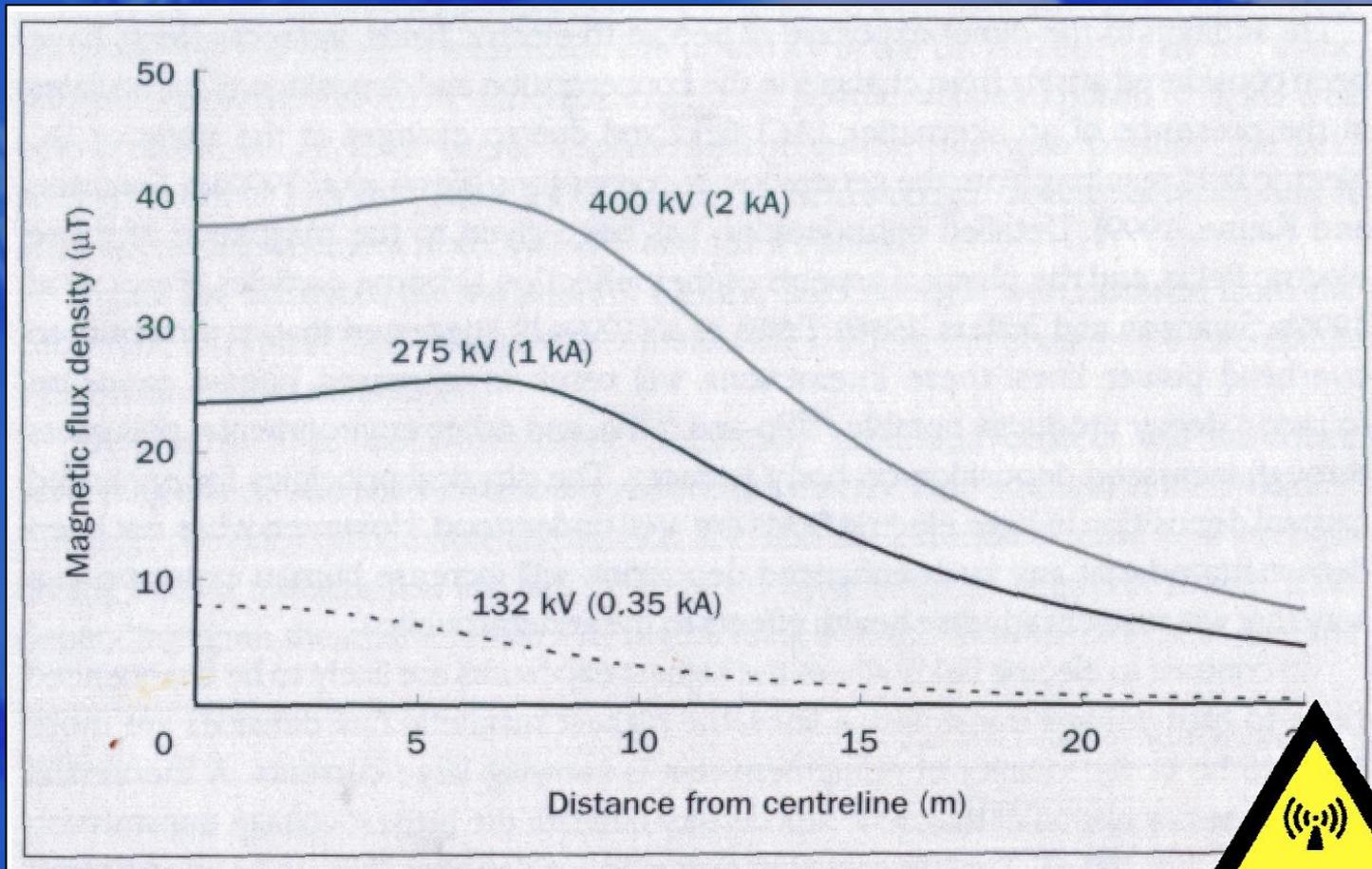
RESULTADOS

Fecha de realización: 02/11/2017

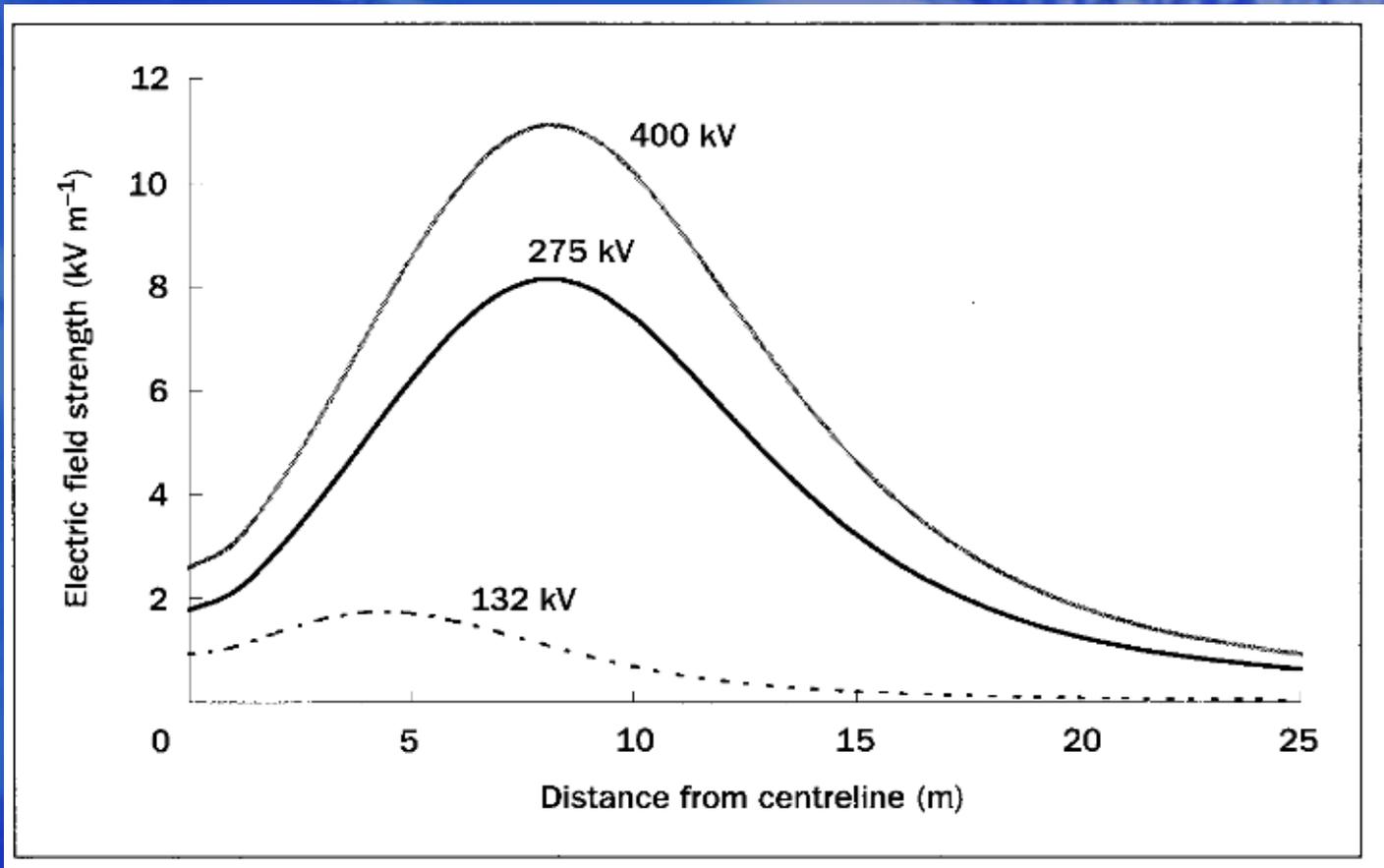
Verificación valida hasta: 02/05/2019



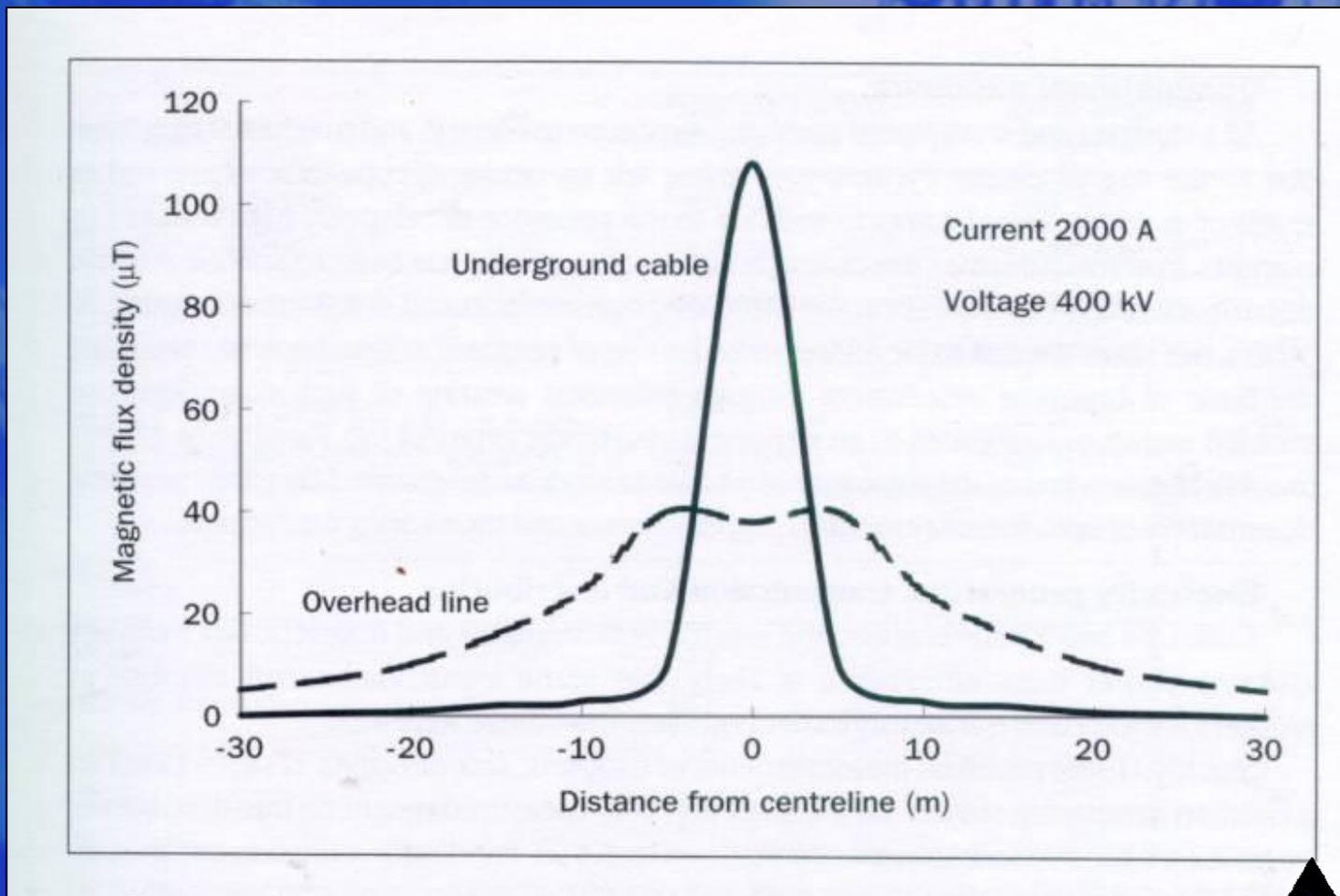
Nivel de campo Magnético en proximidades a líneas de alta tensión



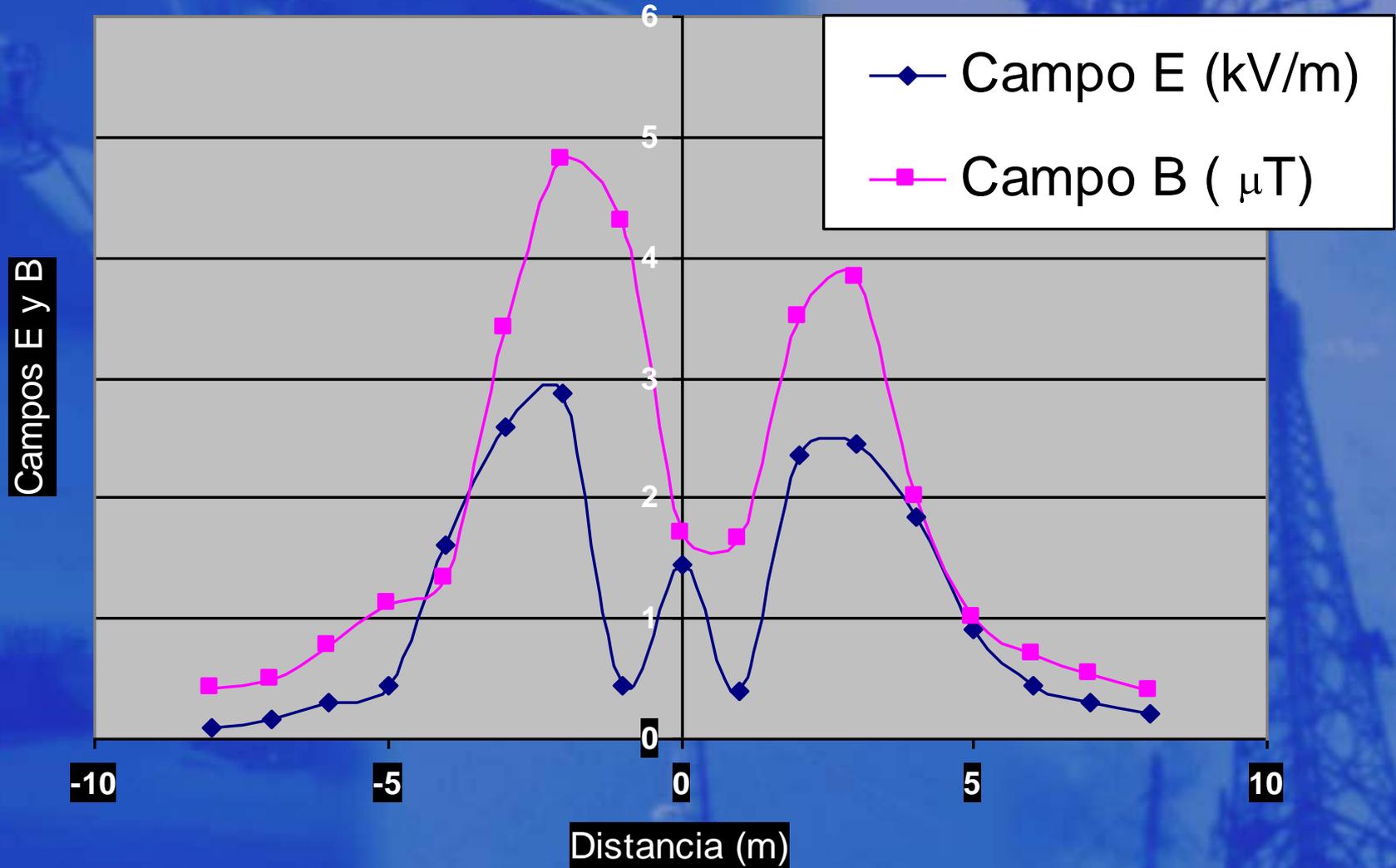
Nivel de Campo Eléctrico en proximidades a líneas de alta tensión



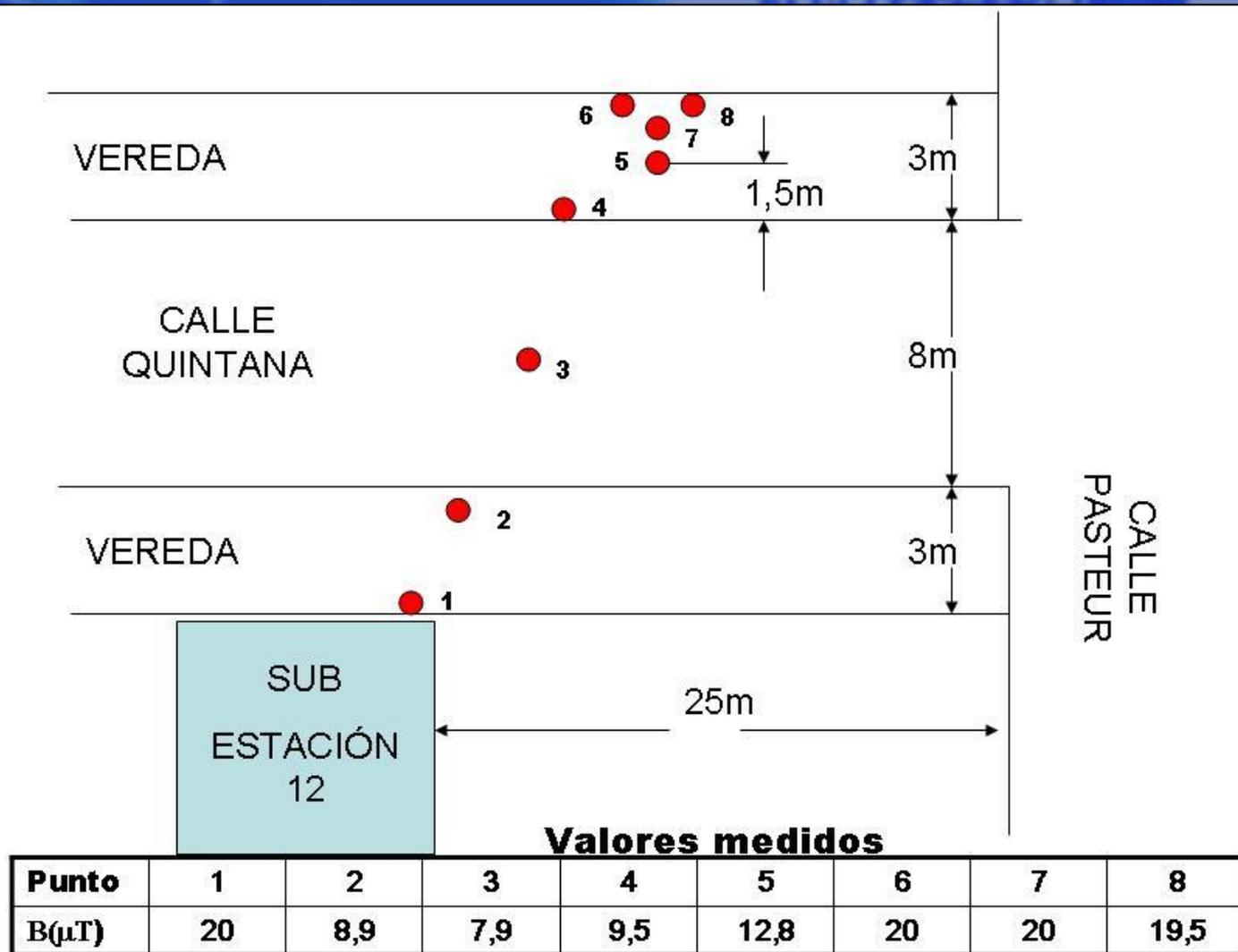
Comparación: aéreo-soterrado



Medición bajo líneas de transmisión

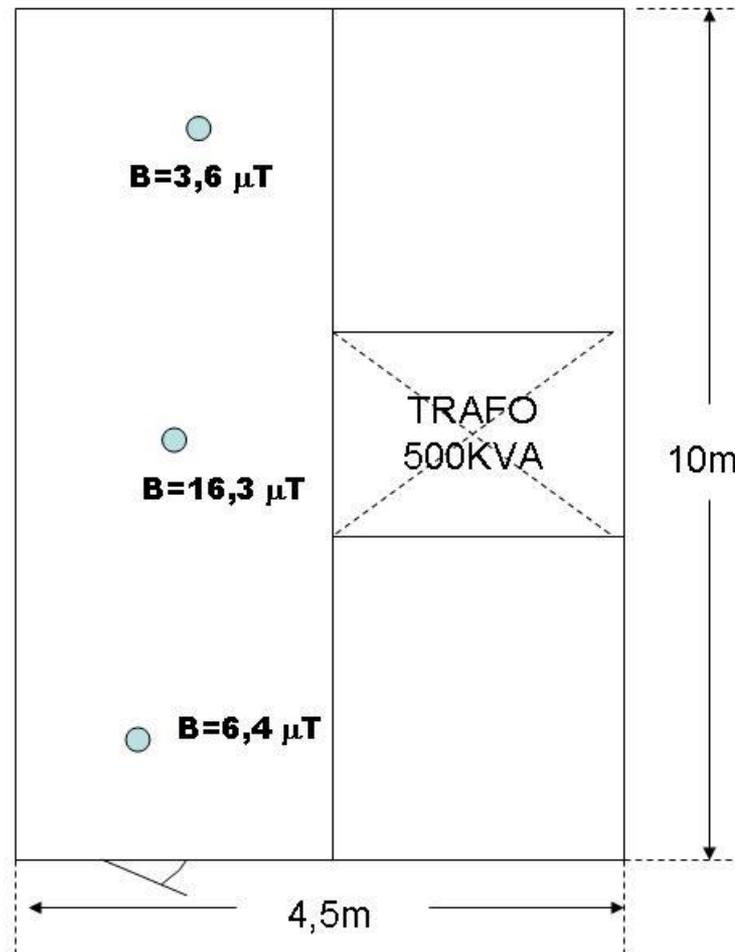


Medición Sub-Estación MT



TODOS LOS VALORES DE CAMPO ELÉCTRICO MEDIDOS FUERON MENORES A 10V/m

Medición Sub-Estación MT



TODOS LOS
VALORES DE
CAMPO ELÉCTRICO
MEDIDOS FUERON
MENORES A
15V/m



Medición en artefactos domiciliarios

<i>domicilio</i>			
APARATO	Campo magnético de 50Hz (μ T)		
	α 10 cm	α 30 cm	α 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-

LAS RF Y MW 3kHz-300GHz



Las RF y Microondas (3kHz-300GHz) I

- Fuentes: sistemas de comunicaciones fijos o móviles, radiodifusión, radares, o dispositivos industriales que utilizan campos EM.
- Se verifica el nivel de E , H ó S
- $[\bar{E}] = V/m$ ó kV/m ó $dB\mu V/m$; $[\bar{H}] = A/m$; $[\bar{S}] = mW/cm^2$
- Recordar que $\bar{S} = \frac{1}{2} \bar{E} \times \bar{H}$ ó $\bar{S} = \bar{E}^2/377$ EN CAMPO LEJANO
- La medición puede ser en 1,2 o 3 ejes, NO SIEMPRE un eje es representativo del total.
- La medición es generalmente en «BANDA ANCHA», aunque podría interesar SOLO fuentes individuales lo que implicaría medir en «BANDA ANGOSTA»,
( con el instrumental)

Las RF y Microondas (3kHz-300GHz) II

NO SE MIDE EMISIÓN NI INMISIÓN, SE MIDE: Campo Eléctrico, Campo Magnético o Densidad de Potencia en un punto del espacio.

La densidad de potencia suele ser un cálculo interno del instrumento, habiendo sensado E ó H, solo en pocas ocasiones existe la medición directa de la potencia de la señal (típicamente con bolómetros)



Las RF y Microondas (3kHz-300GHz)III

En Antenas Lineales de un solo elemento el CAMPO CERCANO SE EXTIENDE APROXIMADAMENTE HASTA LAS 3λ .

En Arreglos de Antenas Lineales o Antenas de Superficie, el CAMPO CERCANO SE EXTIENDE HASTA LOS $2.D^2/\lambda$, siendo «D» la dimensión máxima del sistema radiante.



Medición RF-Telefonía móvil+FM



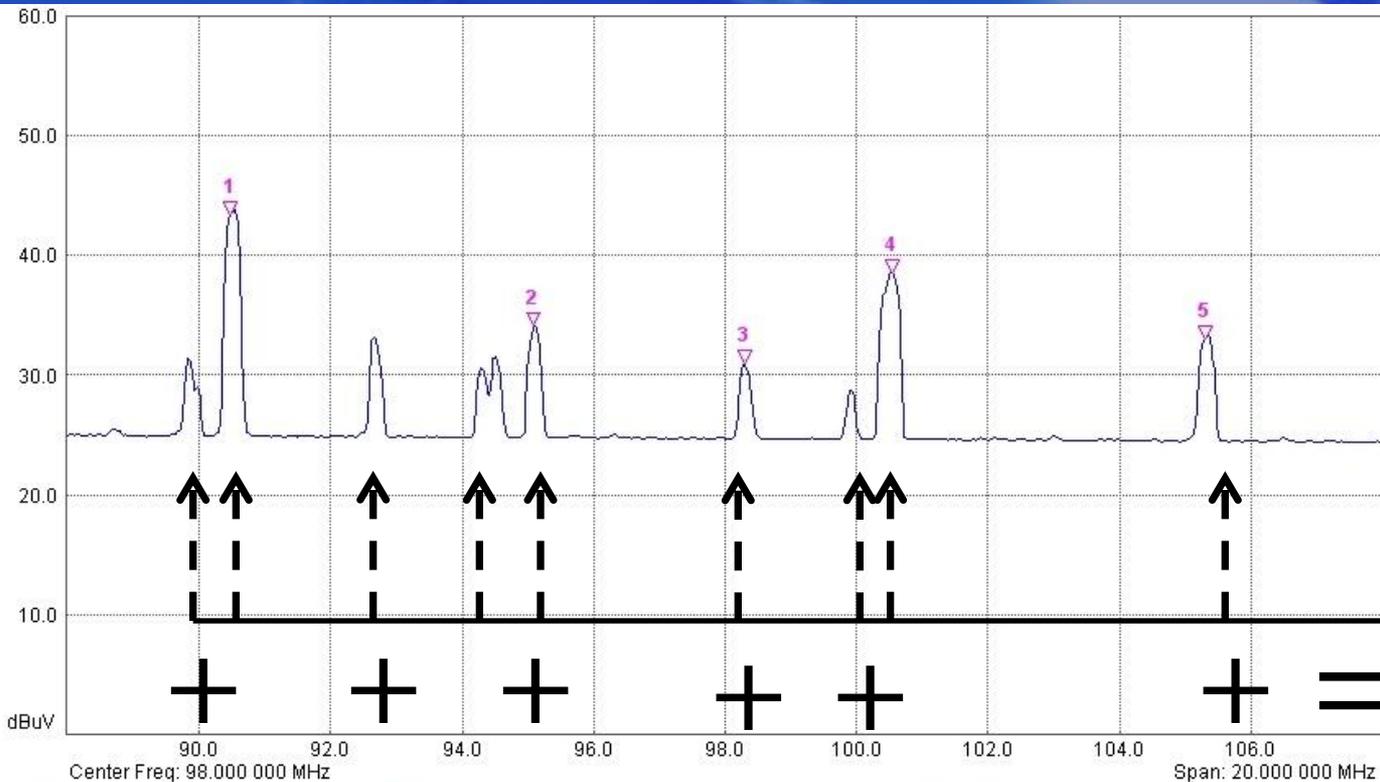
Las RF y Microondas (3kHz-300GHz) IV

- Medición en «Banda Ancha»: resultante vectorial de la suma de todos los valores RMS de las señales comprendidas en el ancho de banda del instrumento utilizado: ejemplos Campo Eléctrico entre 100kHz-3GHz, Campo Magnético entre 30MHz-300MHz, Densidad de Potencia entre 100kHz-40GHz...entre otros.
- Esta suma puede ser en 1,2 o tres ejes.



Las RF y Microondas (3kHz-300GHz) V

Ejemplo de medición en «Banda Ancha»: sumo todas las estaciones indicadas y solo muestro el valor resultante total, en las unidades que corresponda



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

Mkr	Ref	Delta	Ref Freq	Ref Amp	Delta Freq	Delta Amp
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	90.472 7 MHz	43.38 dBuV	--	--
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	95.090 9 MHz	34.13 dBuV	--	--
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	98.290 9 MHz	30.98 dBuV	--	--
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100.545 5 MHz	38.55 dBuV	--	--
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	105.309 1 MHz	33.01 dBuV	--	--



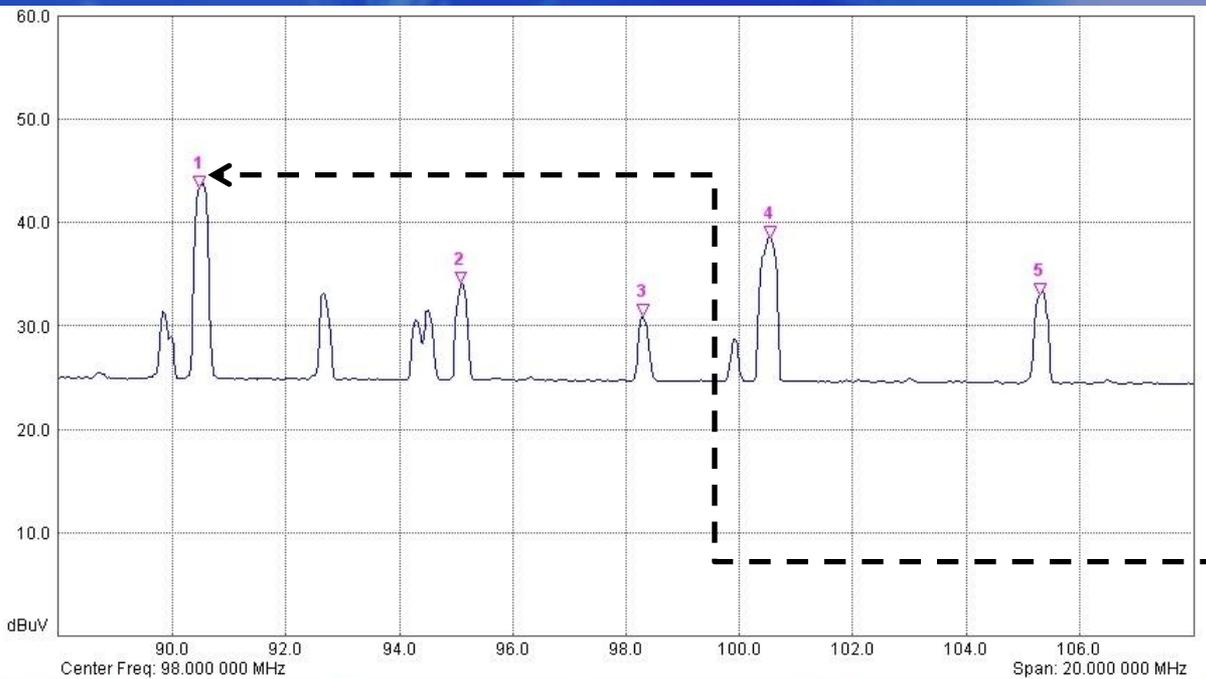
Las RF y Microondas (3kHz-300GHz) VI

- Medición en «Banda Angosta»: Valor RMS obtenido de la integración frecuencial del espectro de LA fuente de interés.
- Esta integración puede ser en 1,2 o tres ejes.
- La antena utilizada debe estar calibrada para la frecuencia Y EL ENTORNO DE UTILIZACIÓN.
- Para entornos confinados debe tenerse especial cuidado y utilizar «antenas cortas».
- La incertidumbre asociada suele ser alta (>a 5dB) debido al instrumento, la antena y el método



Las RF y Microondas (3kHz-300GHz) VII

Ejemplo de medición en «Banda Angosta»: solo se computa el nivel de Campo Eléctrico, o Magnético o Densidad de Potencia de la Fuente de interés.



$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = \text{valor en dB}\mu\text{V} + \text{AF (dB)}$

$E \text{ (V/m)} = 10^{(E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} / 20)}$



Las RF y Microondas (3kHz-300GHz) VIII

Instrumento para medir en «banda ancha»



Las RF y Microondas (3kHz-300GHz) IX

Instrumento para medir en banda angosta



Analizador de espectro



Antenas



Las RF y Microondas Normas de medición

**Nacional: establecida por Resolución CNC
(actual ENACOM) 3690/2004**

Internacional: IEEE C95.3

IEC 61566

CISPR 18 (solo para RI)



FOTOS RF y MW



Medición RF-Telefonía móvil



Medición RF-Telefonía móvil



Referencias:

▲ Emplazamiento

● Punto Medido

		Densidad de Potencia $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Nivel máximo permitido $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
1	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
2	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
3	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
4	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
5	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
6	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
7	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
8	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
9	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
10	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
11	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
12	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
13	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
14	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
15	Punto Adicional	Menor a 0,265	200
16	Punto Adicional	Menor a 0,265	200

Medición RF-Telefonía móvil+FM



Referencias:

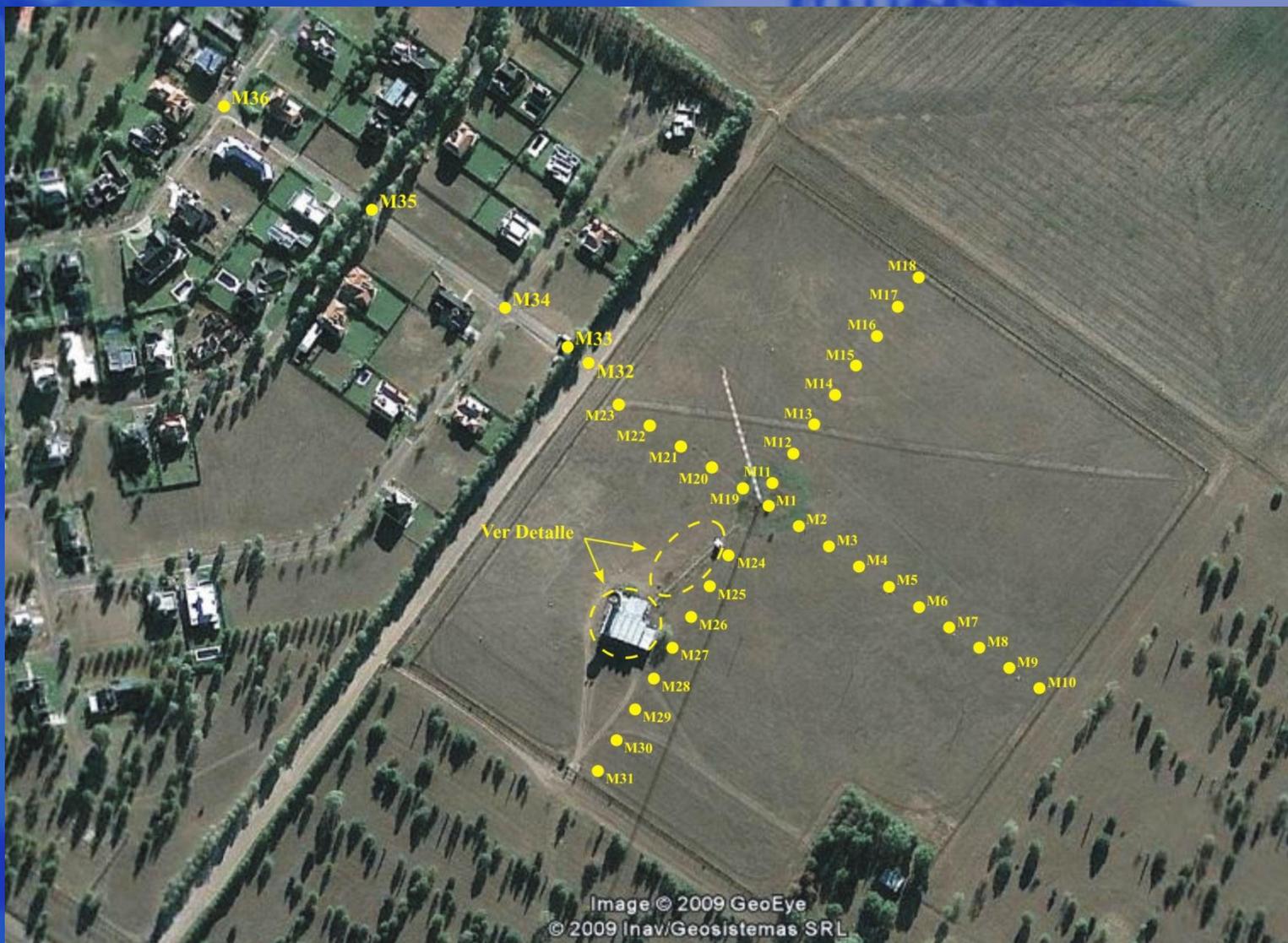
- ▲ Emplazamiento
- Antena de Radiodifusión de FM
- Punto Medido

	Campo Eléctrico V/m	Nivel máximo permitido V/m
1	19	27,5
2	6	27,5
3	6	27,5
4	11,64	27,5
5	6,69	27,5
6	4,07	27,5
7	3,47	27,5
8	2,12	27,5
9	24,56	27,5
10	14	27,5
11	6,72	27,5
12	7	27,5
13	1.2	27,5
14	21	27,5
15	13,7	27,5
16	9	27,5

Medición RF-AM



Medición RF-AM



	Campo Eléctrico V/m	Nivel máximo permitido V/m	Campo Magnético mA/m	Nivel máximo permitido mA/m
M1	42	614	560	1620
M2	42	614	180	1620
M3	27	614	90	1620
M4	20	614	77	1620
M5	16	614	82	1620
M6	9	614	77	1620
M7	7,5	614	74	1620
M8	7	614	75	1620
M9	5,8	614	72	1620
M10	5,6	614	74	1620
M11	51	614	770	1620
M12	31	614	140	1620
M13	17	614	85	1620
M14	11	614	74	1620
M15	8,2	614	75	1620
M16	7,3	614	80	1620
M17	7,3	614	77	1620
M18	7,3	614	81	1620
M19	75	614	1000	1620
M20	68	614	280	1620
M21	34	614	120	1620
M22	22	614	80	1620
M23	13	614	80	1620
M24	240	614	520	1620
M25	120	614	230	1620
M26	46	614	96	1620
M27	15	614	76	1620
M28	12	614	100	1620
M29	11	614	85	1620
M30	9,2	614	79	1620
M31	8,3	614	82	1620
M32	6	87	73	250
M33	3,5	87	70	250
M34	6,2	87	70	250

M35	3,8	87	68	250
M36	4	87	70	250
M37	160	614	520	1620
M38	130	614	270	1620
M39	150	614	240	1620
M40	140	614	210	1620
M41	160	614	240	1620
M42	105	614	185	1620
M43	4,9	614	73	1620
M44	22	614	110	1620
M45	5,6	614	77	1620
M46	15	614	98	1620
M47	11	614	360	1620

Las RNI «ópticas»: IR-Vis-UV



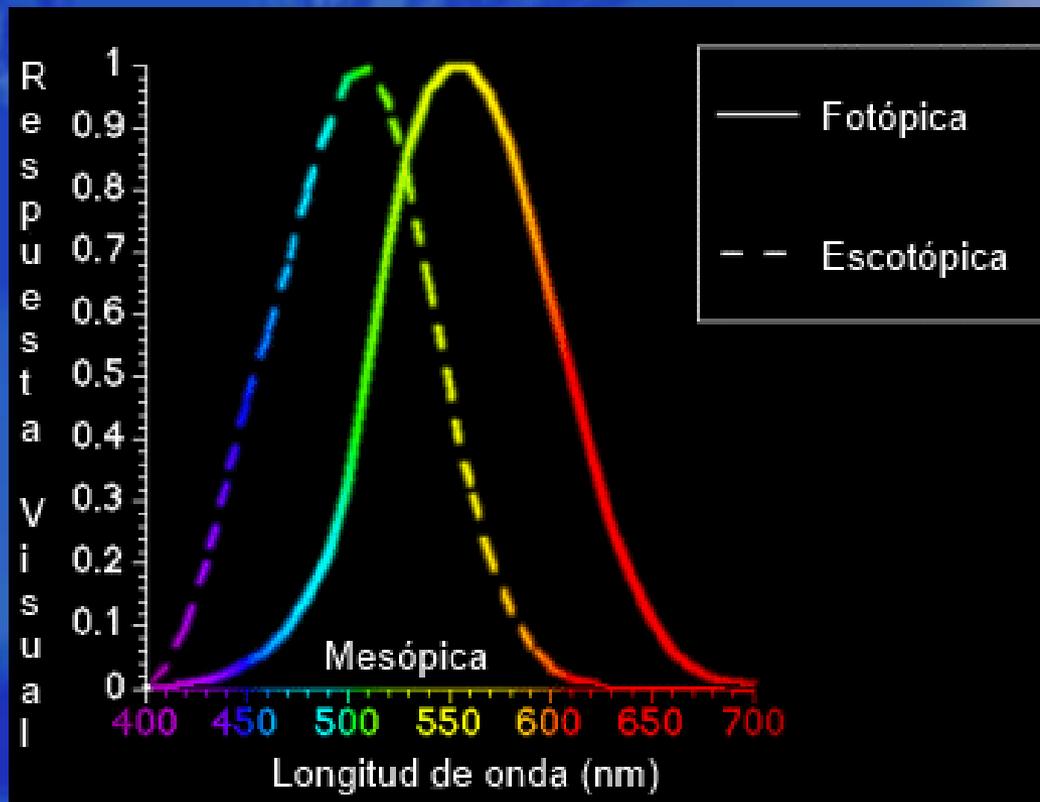
Las RNI «ópticas» I

- Fuentes: generadores de IR, UV, Vis, coherentes y no coherentes, mediante distintos mecanismos.
- Se verifica el nivel de IRRADIANCIA (W/m^2) (MAGNITUD RADIOMÉTRICA), según Res MTESS 295/2003
- Se verifica el nivel de LUMINANCIA (lux) (MAGNITUD FOTOMETRICA), SEGÚN Dec 351/79. MUCHO  !!!!!!! A LA CONFUSIÓN.



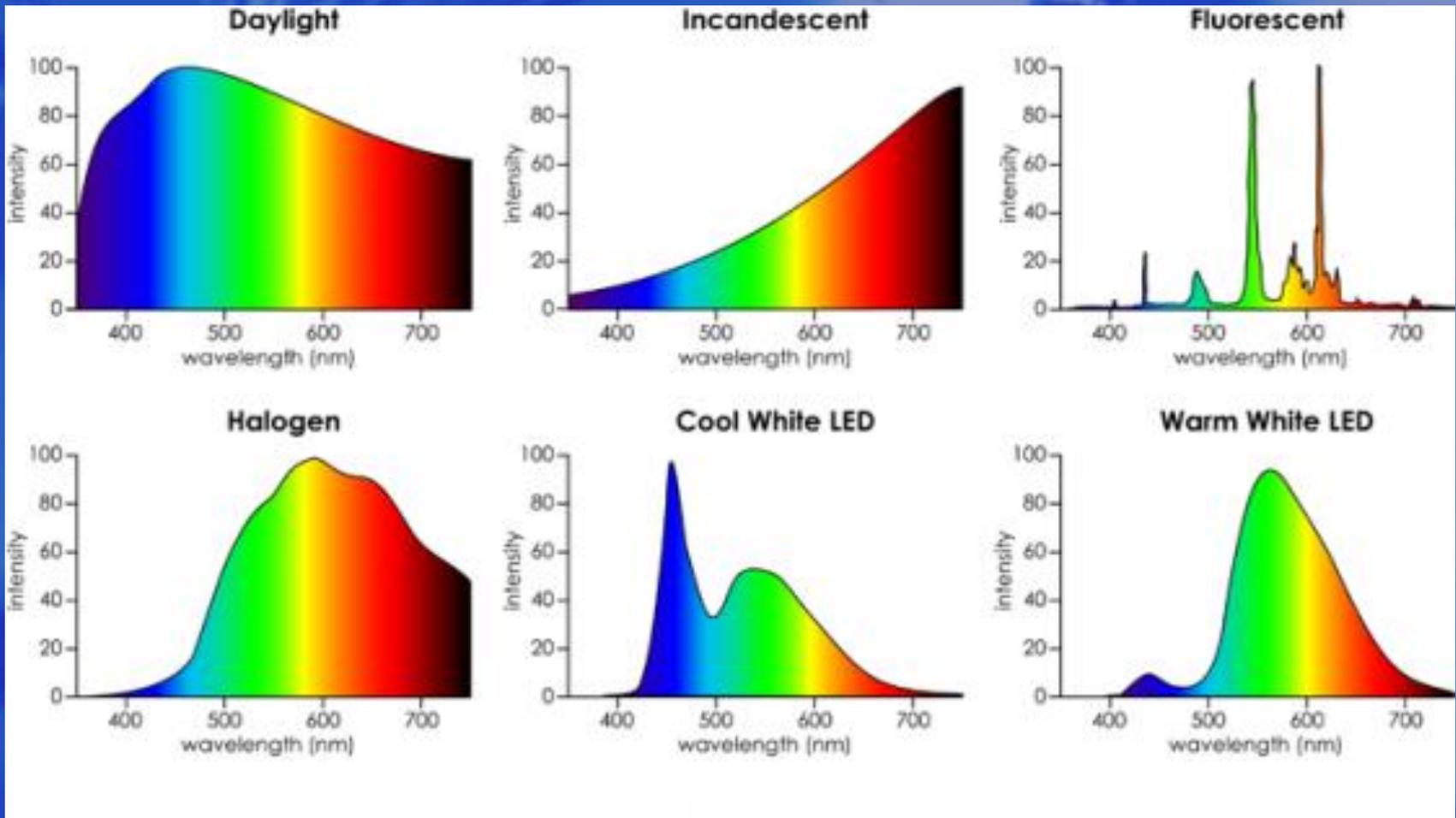
Las RNI «ópticas» II

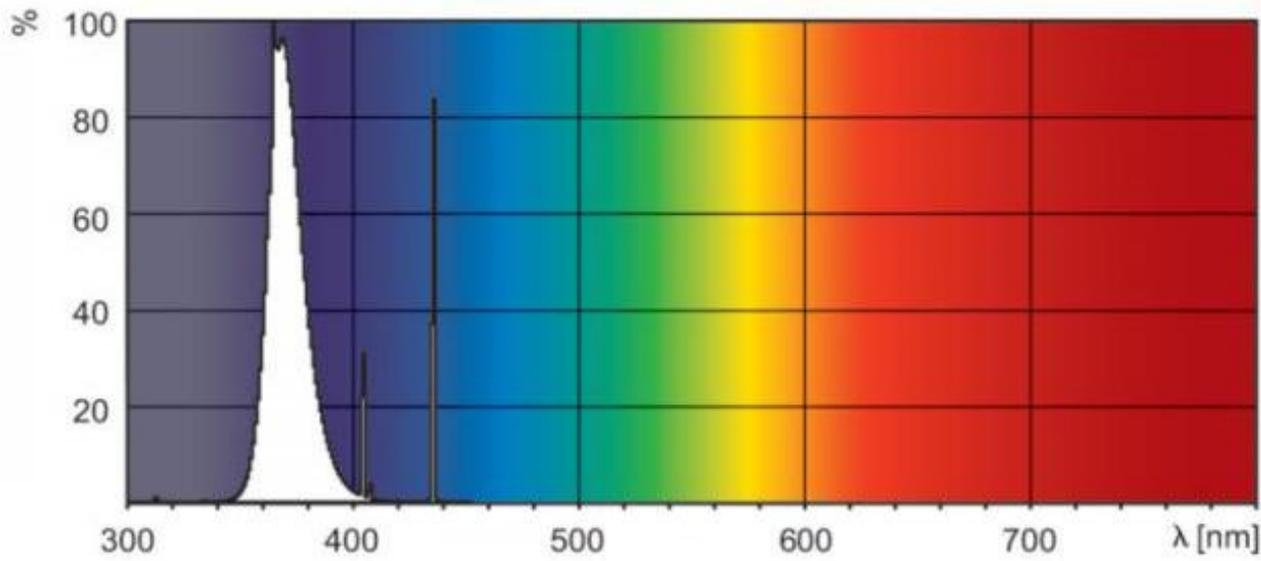
- La medición Fotométrica siempre es en el espectro visible y en «banda ancha»



Las RNI «ópticas» III

- La medición Radiométrica abarca el espectro IR-Vis-Uv , y puede ser en «Banda Ancha o Banda Angosta»

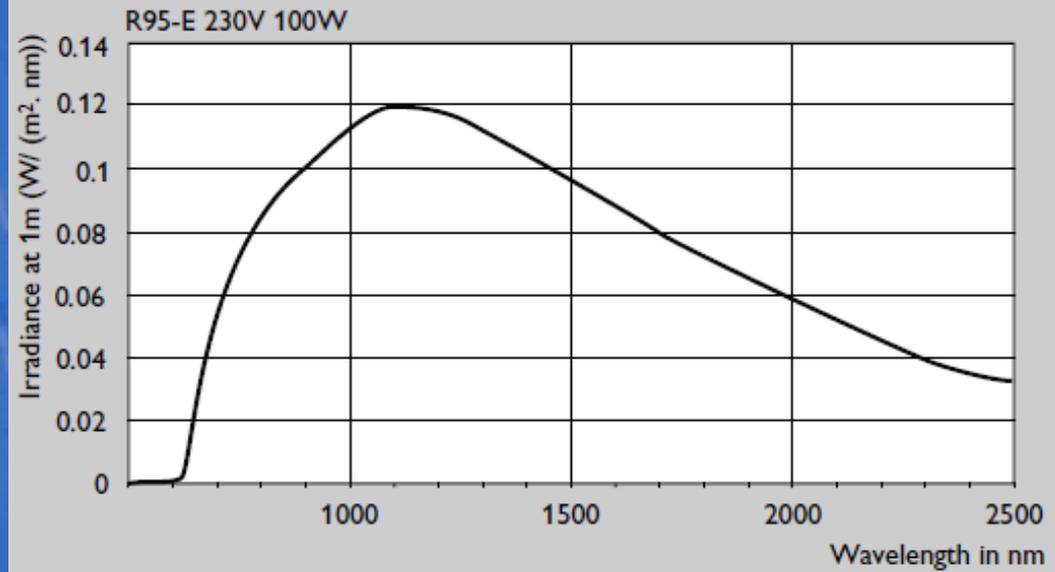




«luz negra»



Lámpara IR



Las RNI «ópticas» IV

- La medición Radiométrica abarca el espectro IR-Vis-Uv , y puede ser en «Banda Ancha o Banda Angosta»



Las RNI «ópticas»

Procedimientos de medición: IRAM AADL, NIST, CIE.



Fotos UV- IR



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



www.radiacionesni.com.ar