

Radiación no Ionizante

“Análisis normativo de RNI en entornos Ocupacionales”



DESARROLLO

***Conocimiento de las fuentes de RNI**

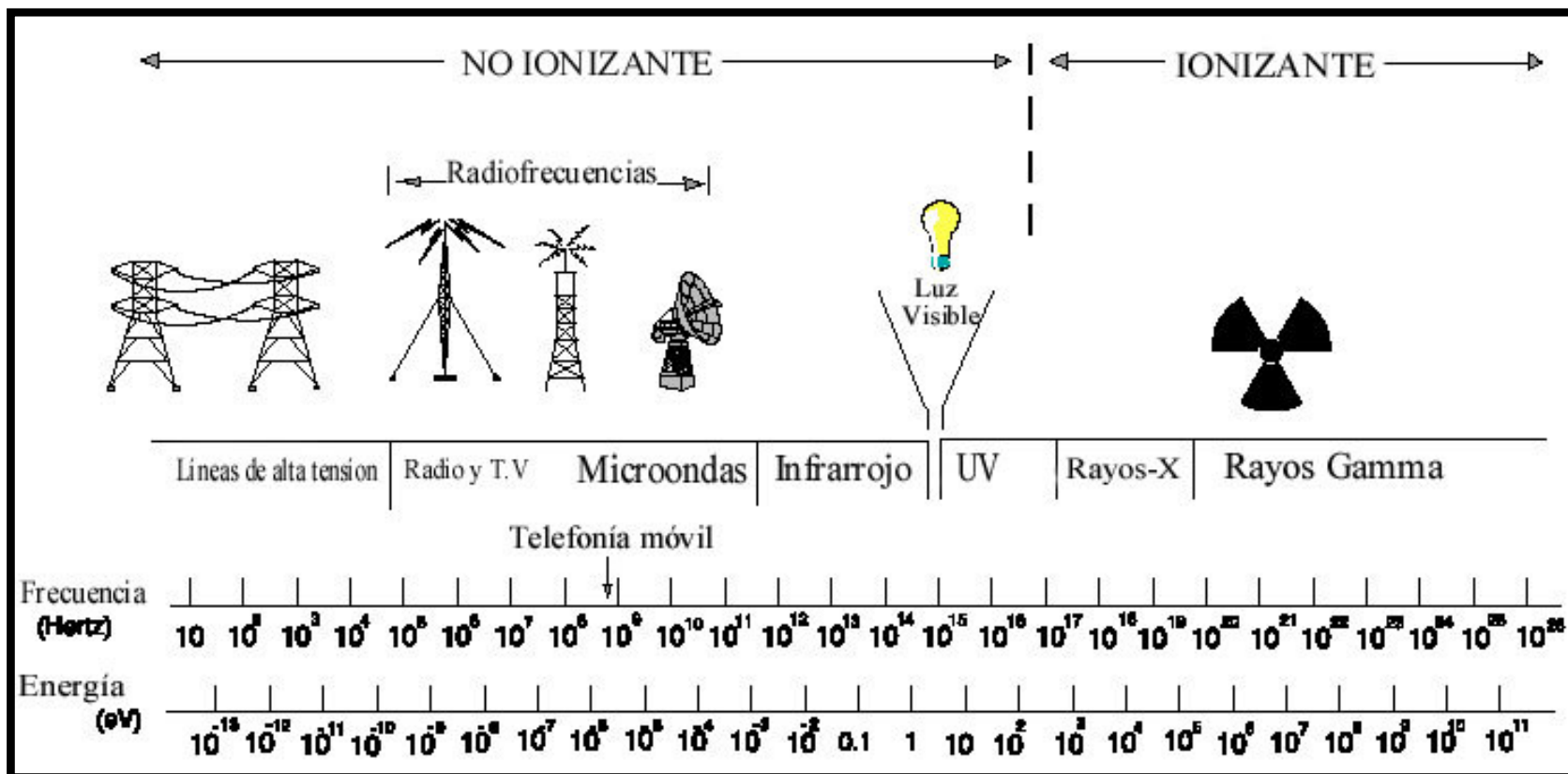
***Conocimiento de la legislación vigente : MT 295-2003 y otras.**

***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



Fuentes de Radiaciones no Ionizantes

Descripción general.

- Líneas de alta y media tensión (hasta 13,2KV), centrales de transformación y distribución de energía eléctrica (50/60Hz)
- Estaciones transmisoras de Radiodifusión por AM (535KHz-1750KHz).
- Máquinas 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 (kinesiología, LASER, UV...)
- Imágenes por Resonancia Magnética (MRI)
- 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.



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 riesgo-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:

*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 μ T

1 Tesla=10000 Gauss.



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

Observaciones: cuestiones de orden práctico nos llevan a centrar el análisis en la frecuencia de línea. (50Hz)

Aplicaciones principales:

- *Transporte y distribución de Energía Eléctrica en Alta, Media y Baja Tensión.
- *Alimentación de Máquinas Eléctricas (Estáticas y Móviles)

Trabajadores expuestos:

- Personal técnico (de cada industria).
- Personal técnico y/o administrativo en situación de cercanía a las mencionadas fuentes.



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

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.



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

Valores límite:

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

B=1,2mT (con Marcapasos B=100 μ T)

E=25 kV/m (con Marcapasos E=2KV/m)

***Resolución Secretaría de Energía 77/1998. Válida para V >13,2kV**

B=25 μ T

E=3kV/m

***Límites establecidos por ICNIRP (recomendados por OMS)**

B=500 μ T ; E=10 kV/m

Referencias:

OMS: Organización Mundial de la Salud

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



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)

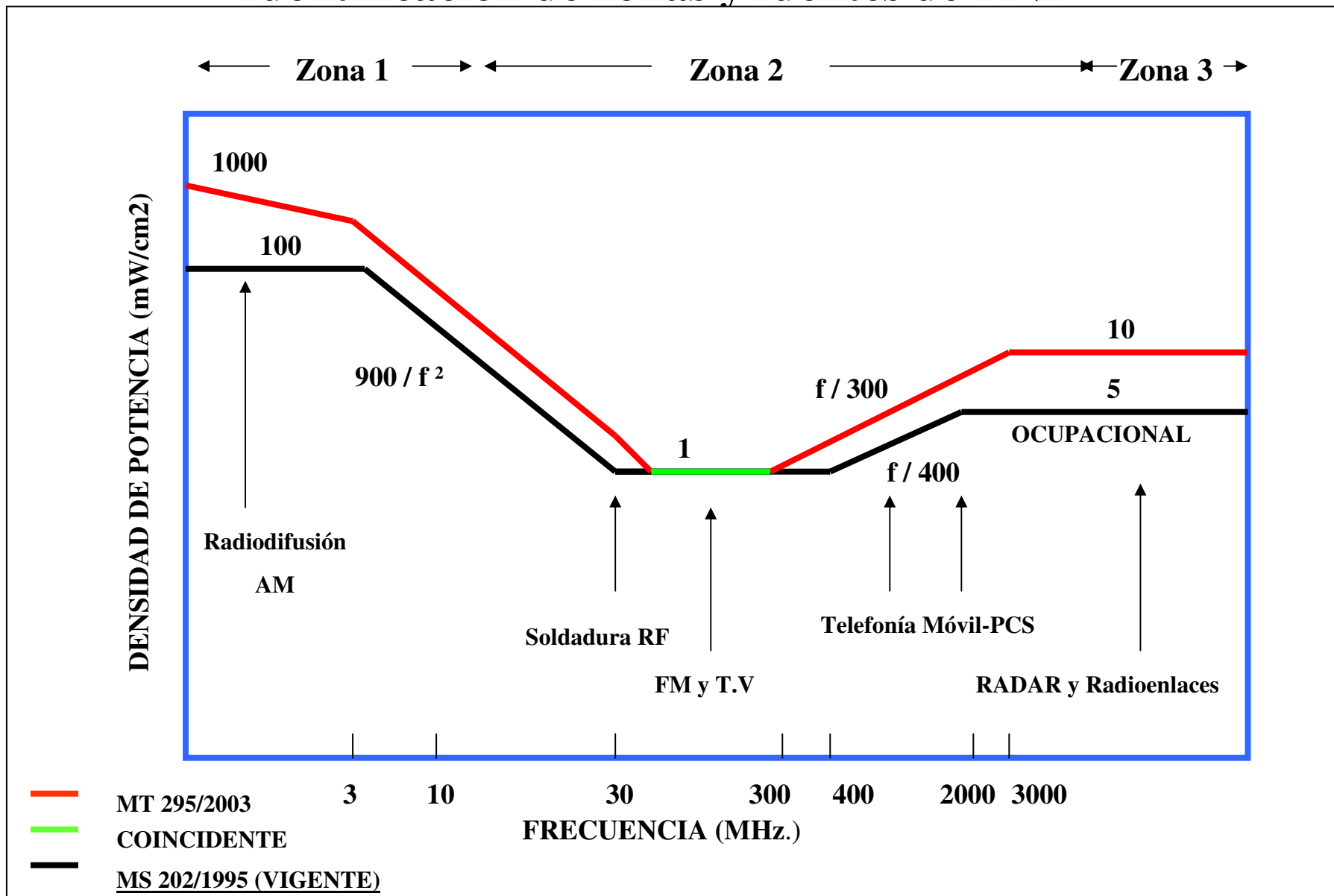
*Zona 2: **10MHz –10GHz** : fenómenos de absorción de CEM (con elevación térmica) **a nivel del cuerpo entero (30MHz-300MHz)** ó más localizado, conforme frec. \Rightarrow 10GHz.

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



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 mW/cm^2 , pero en caso particular de AM, a distancias menores de 5λ , deben medirse los campos E y H, por ser esta una situación de CAMPO CERCANO.

Trabajadores expuestos:

*Trabajadores, propia industria (radiodifusión).

*Trabajadores con puestos de trabajo en áreas circundantes a la planta transmisora.



RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30KHZ a 300GHz)

RADIODIFUSIÓN POR AM (530KHz-1735KHz)

Valores Límite:

MT 295/2003:

$$E=614 \text{ V/m} , \quad H=163/f \text{ A/m} \quad (f: \text{ frecuencia en MHz})$$

MS 202/95 y SeCom 530/2000 (en vigencia en Argentina)

$$E=614 \text{ V/m} , \quad H=1,62 \text{ A/m}$$

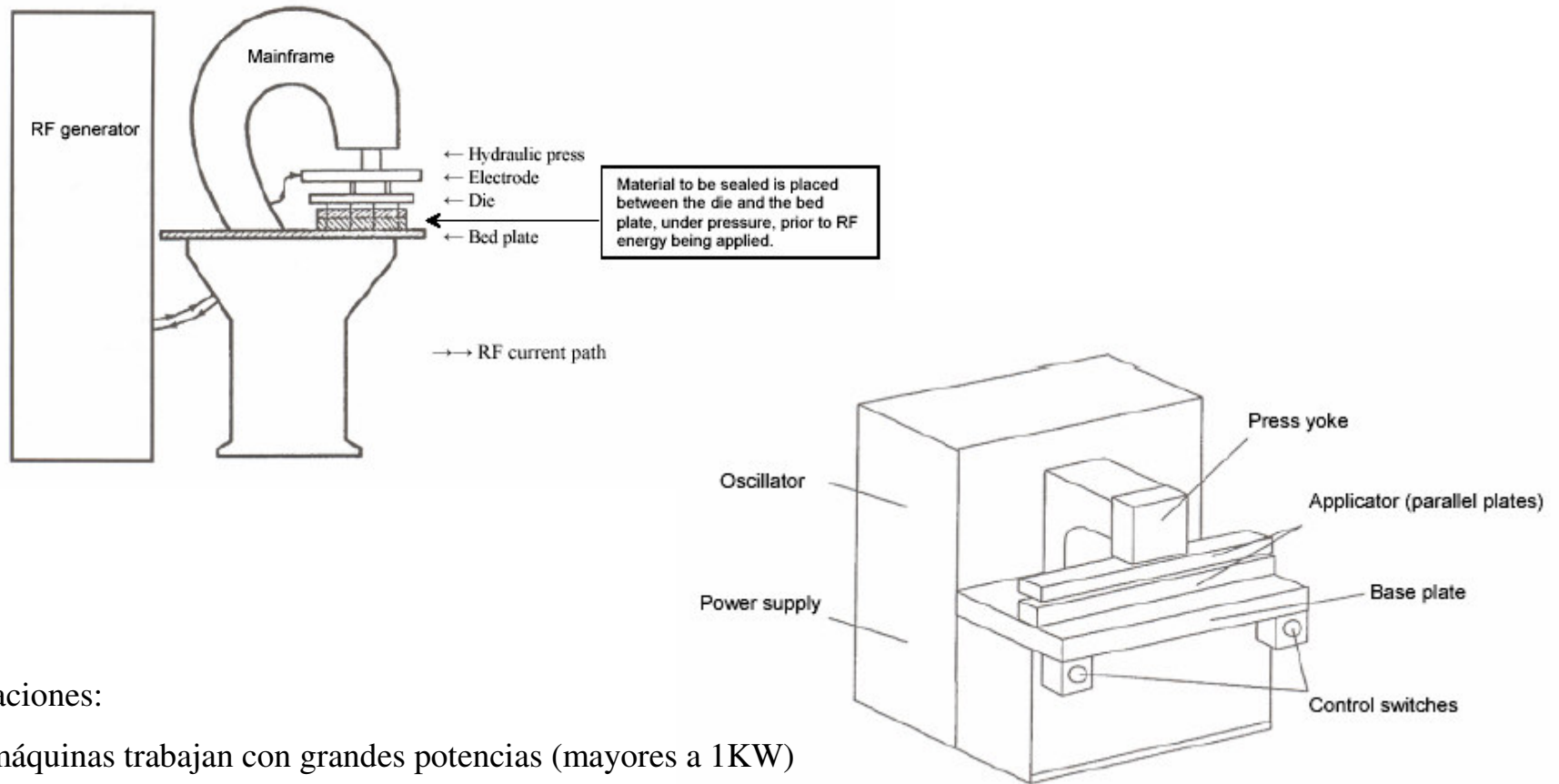
ICNIRP (recomendado por OMS)

$$E=610 \text{ V/m (hasta 1 MHz) y } 610/f \text{ V/m (entre 1 y 10MHz)}$$

$$H=1,6/f \text{ A/m}$$



SOLDADURA POR RF (27,12MHz)



Observaciones:

- Estas máquinas trabajan con grandes potencias (mayores a 1KW)
- Su frecuencia de trabajo (aprox 27MHz) se encuentra en la zona donde el límite para RNI es de $1\text{mW}/\text{cm}^2$ (**zona de máxima tasa de absorción**).
- De la experiencia práctica, ninguno de los operarios se encuentra en una zona “apantallada” del campo, mientras la máquina esta en operación.
- Los valores de Campo Eléctrico medidos superan holgadamente los $1000\text{V}/\text{m}$.



SOLDADURA POR RF (27,12MHz)



Consideraciones Practicas:

*A la frecuencia de operación de las soldadoras el campo electromagnético es difícil de confinar, sin una estructura de blindaje adecuada.

*Contra medidas: 1) blindar cuidadosamente la zona de acción de la máquina donde se introduce la pieza.
2) Apantallar el campo en la zona donde el operario acciona la máquina.
3) Evitar superficies reflectoras en las cercanías de la máquina.



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.**

Trabajadores expuestos:

***Propia industria**

***Otros que circunstancialmente deban cumplir tareas cerca del emplazamiento de la antena.**



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 pasivar.**



RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30KHZ a 300GHz)

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

Valores Límite:

MT 295/2003:

$S = f/300 \text{ mW/cm}^2$ (2,8mW/cm² a 850MHz y 6,3mW/cm² a 1900 MHz)

MS 202/95 y SeCom 530/2000 (en vigencia en Argentina)

$S = f/400 \text{ mW/cm}^2$

ICNIRP (recomendado por OMS): idem Argentina



RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS (30KHZ a 300GHz)

ENLACES DE MICROONDAS Y RADAR (1A 40GHz.)

Observaciones:

*Son sistemas que emiten energía en forma muy directiva, algunos de ellos (RADAR) de gran potencia.

*Los enlaces tienen una dirección de transmisión fija, mientras los RADARes (no todos) irradian a los 360°.

*La sola aproximación a estos sistemas mientras emiten, esta reservada a personal altamente capacitado en seguridad de RNI.

*Pueden causar daños irreversibles sobre el tejido biológico.

*Los valores límite dependen de la frecuencia de operación del sistema (en gral. $S < 10 \text{mW/cm}^2$).

*LA SEÑALIZACIÓN ES VITAL



RADIACIÓN INFRARROJA (IR) NO COHERENTE (1mm 780nm)

Observaciones:

***Las Radiaciones “ópticas” son: IR, Visible y UV.**

***Pueden ser no coherentes o coherentes (LASER)**

***MUCHAS FUENTES EMITEN LAS TRES (IR, VISIBLE, UV). (ej SOL, soldaduras)**

***Como su frecuencia es muy elevada se las caracteriza por su longitud de onda $\lambda=c/f$, medida usualmente en nanómetros (nm) o micrómetros (μm)**

***La radiación infrarroja (las “ópticas” en general) son consecuencia de la temperatura de los cuerpos. Este fenómeno fue estudiado por Planck y se lo conoce como teoría del “cuerpo negro”**



RADIACIÓN INFRARROJA NO COHERENTE (1mm 780nm)

Trabajadores expuestos: todos aquellos que cuyos puestos de trabajo se encuentre cercano a un cuerpo “caliente”. (desde un alto horno hasta una máquina de café)

Efectos asociados: quemaduras en la piel, lesiones en la córnea y cristalino(cataratas).

Valores Límite:

MT 295/2003

Para períodos $>1000\text{seg}$, $S=10\text{mW/cm}^2$

ICNIRP (recomendado por OMS): idem MT 295/2003



RADIACIÓN VISIBLE “luz” (380nm - 780nm)

Observaciones:

*Nos referimos primero a la no coherente.

*Se define como “luz azul” a la radiación comprendida entre 300 a 700nm

Trabajadores expuestos: TODOS.

Efectos asociados: daños en la retina, quemaduras en la piel y aparición de reacciones fotoquímicas.

Valores Límite: MT 295/2003 (medidos en tiempo (seg) de exposición)

$t_{\max} = 100\text{J}/(\text{cm}^2.\text{sr}) / L$, donde L es la radiancia espectral de la fuente. (depende de λ y debo conocerla)



RADIACIÓN VISIBLE “luz” (380nm - 780nm)

Valores Límite:

Si la densidad de potencia de “luz azul”(E_{azul}) sobrepasa 1mW/cm², el tiempo máximo de exposición, estará dado por

$$t_{\max} = 10\text{mJ/cm}^2 / E_{\text{azul}}$$

Nota: la norma también define una ponderación para quienes hayan sido operados de cataratas.

Ver Texto MT 295/2003



RADIACIÓN LASER (IR-visible-UV)

Observaciones:

*Los LASERes pueden ser IR, Visibles o UV. Popularmente son conocidos los visibles (Rojos).

*Los LASERes pueden emitir en forma continua o pulsada, de ahí que existan valores límite tanto para la longitud de onda (λ) de operación como para el tipo de LASER.

*Existen 4 clases de LASER, están divididos por su potencia. Los LASER clase 3 y 4 son sobre los que deben tomarse TODAS las precauciones.

*LA SEÑALIZACIÓN ES VITAL

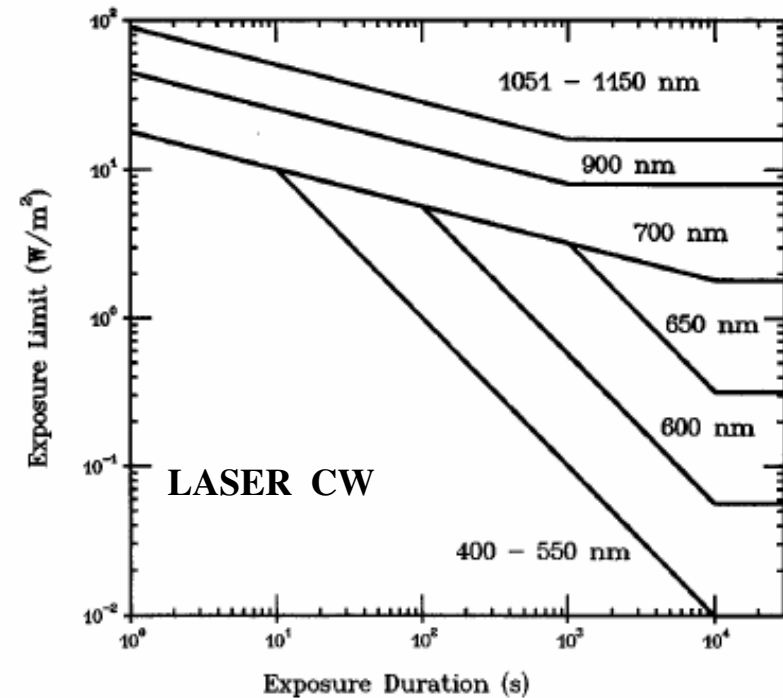
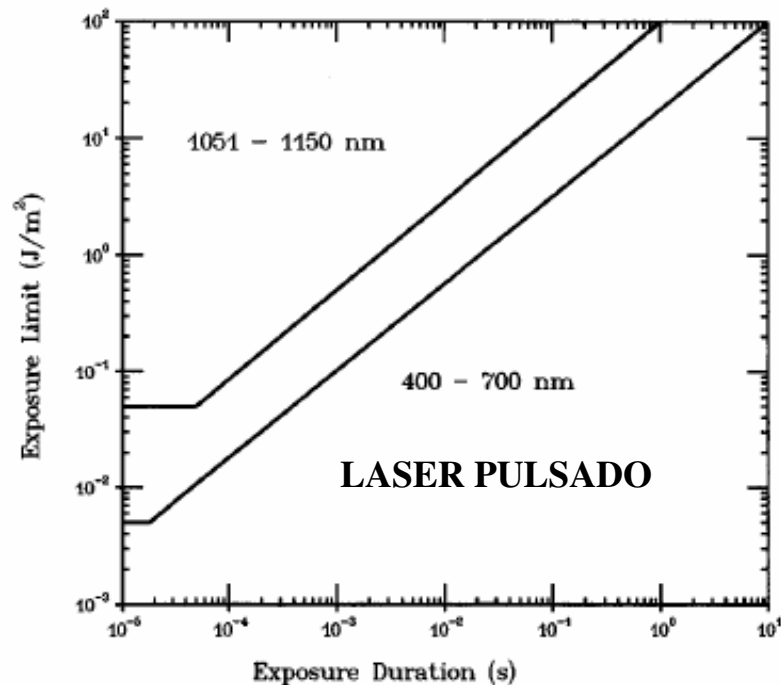
Trabajadores expuestos: Científicos, Militares, Médicos, Odontólogos, trabajadores de industria óptica, metal-mecánica, telecomunicaciones, iluminación. ..etc..



RADIACIÓN LASER (IR-visible-UV)

Efectos asociados: todos los efectos causados por radiaciones IR, UV, Visible, depende la longitud de onda de operación del LASER

Valores límite: MT 295/2003 (idem ICNIRP)



NOTA: Ver en la norma como se utilizan las curvas de LASER pulsado. Se debe tener en cuenta en número de pulsos (n) y la frecuencia de repetición de pulsos (frp)



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, pero 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 soriasis, bronceado 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.**

***Contrameditada: barrera física de material adecuado**



RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UVA-UVB-UVC)

Valores límite: MT 295/2003 (Coincide con ICNIRP)

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



CONCLUSIONES GENERALES

***La Resolución MT 295/2003, regula la exposición a todas las RNI, alguno de estos valores coinciden con los actualmente vigentes en Argentina y otros NO.**

***Las áreas donde exista potencial riesgo sobre la salud del trabajador DEBEN SEÑALIZARSE, si no existiese normativa Nacional al respecto debe tomarse algún criterio internacional.**

***Existen Contramedidas simples y económicas que disminuyen sustancialmente la exposición (ejemplo: anteojos en Radiación óptica).**

***La OMS recomienda la aplicación del “Principio de Precaución”, esto es: exponerse lo menos posible hasta que el conocimiento científico pueda determinar con precisión la correlación entre exposición y efectos nocivos.**



**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**



www.radiacionesni.com.ar