



Normativa aplicable y Regulaciones vigentes de Compatibilidad Electromagnética

Disertante:
Ing. Edmundo Gatti

© Original Artist

Reproduction rights obtainable from
www.CartoonStock.com



"ON THE PLUS SIDE, YOU'LL NEVER FIND BETTER PHONE RECEPTION."

search ID:hsc3579

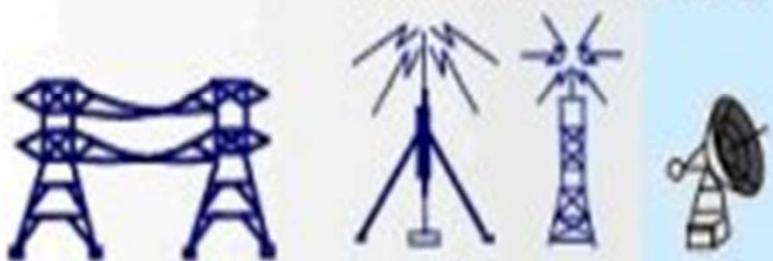




NO IONIZANTE

IONIZANTE

| ← Radiotransmisiones → |



Luz
Visible



Líneas de alta tensión

Radio y TV

Microondas

Infrarrojo

UV

Rayos - X

Rayos - Gamma

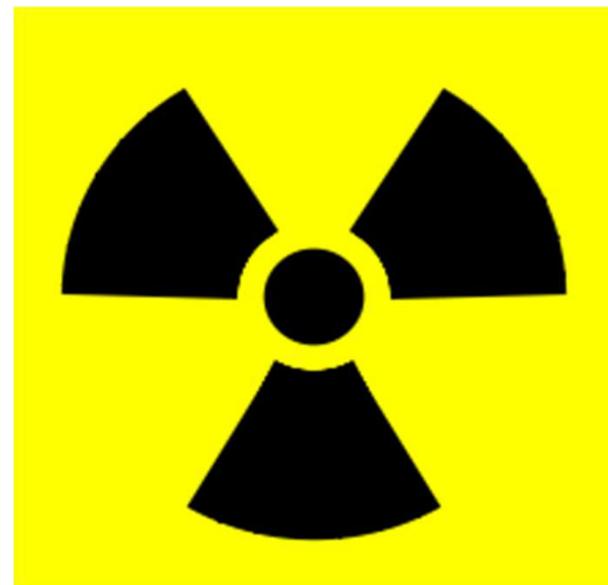
Telefonía móvil

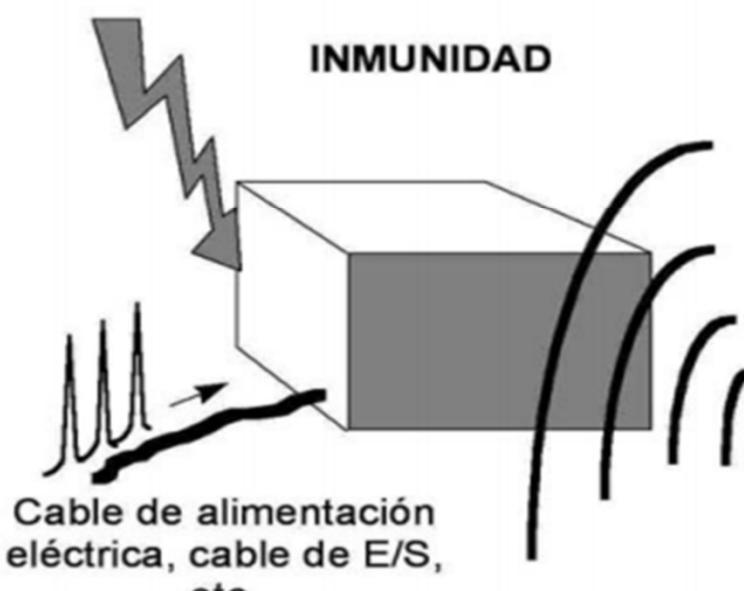
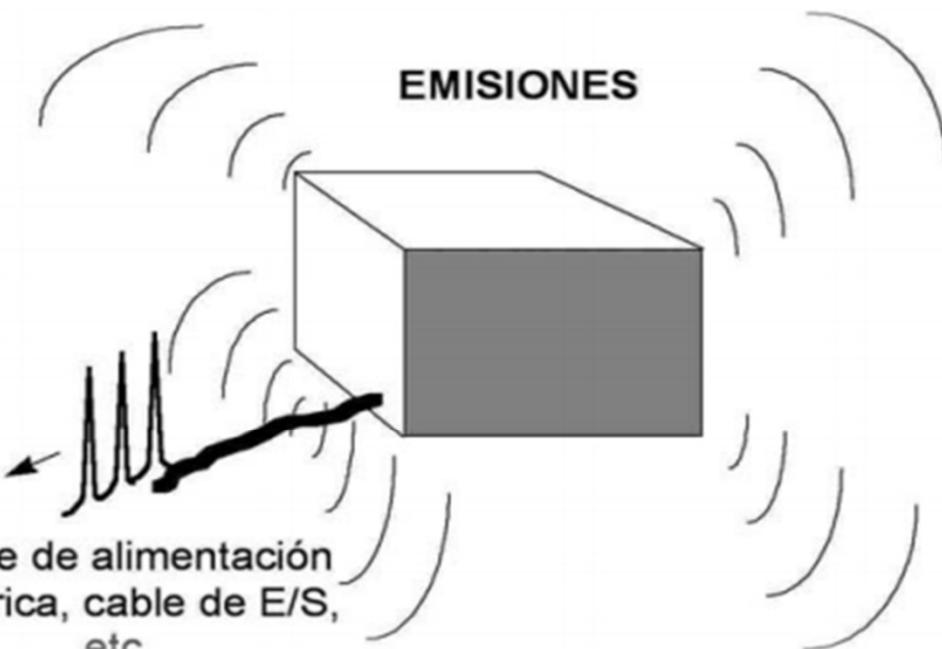
Frecuencia
(Hertz)

10 10^2 10^3 10^4 10^5 10^6 10^7 10^8 10^9 10^{10} 10^{11} 10^{12} 10^{13} 10^{14} 10^{15} 10^{16} 10^{17} 10^{18} 10^{19} 10^{20} 10^{21} 10^{22} 10^{23} 10^{24} 10^{25} 10^{26}

Energía
(eV)

10^{-15} 10^{-12} 10^{-9} 10^{-6} 10^{-3} 10^0 10^3 10^6 10^9 10^{12} 10^{15} 10^{18} 10^{21} 10^{24} 10^{27} 10^{30} 10^{33}





Definición de Compatibilidad Electromagnética – EMC (CEM)

Aptitud de un aparato ó un sistema para funcionar en forma satisfactoria en su entorno electromagnético, sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentra en dicho entorno.

Definición de Entorno Electromagnético

Es el conjunto de fenómenos electromagnéticos que existen en un lugar dado.

Este conjunto depende del tiempo y su descripción puede necesitar de un enfoque estadístico.

$$\text{EMC} = \text{EMI} + \text{EMS}$$

- # **EMC** = *Compatibilidad Electromagnética*
- # **EMI** = *Interferencia Electromagnética*
- # **EMS** = *Susceptibilidad Electromagnética*

Emisiones
EMI



Immunidad
o
Susceptibilidad
EMS

Tipos de Emisiones

- Emisiones Intencionales: son las asociadas con los sistemas de radiocomunicaciones que tienen asignada una frecuencia y un canal en el espectro radioeléctrico.
- Emisiones No Intencionales: son las asociadas a todo otro sistema o equipamiento eléctrico o electrónico utilizados en diferentes entornos: residencial, comercial, industrial, etc.

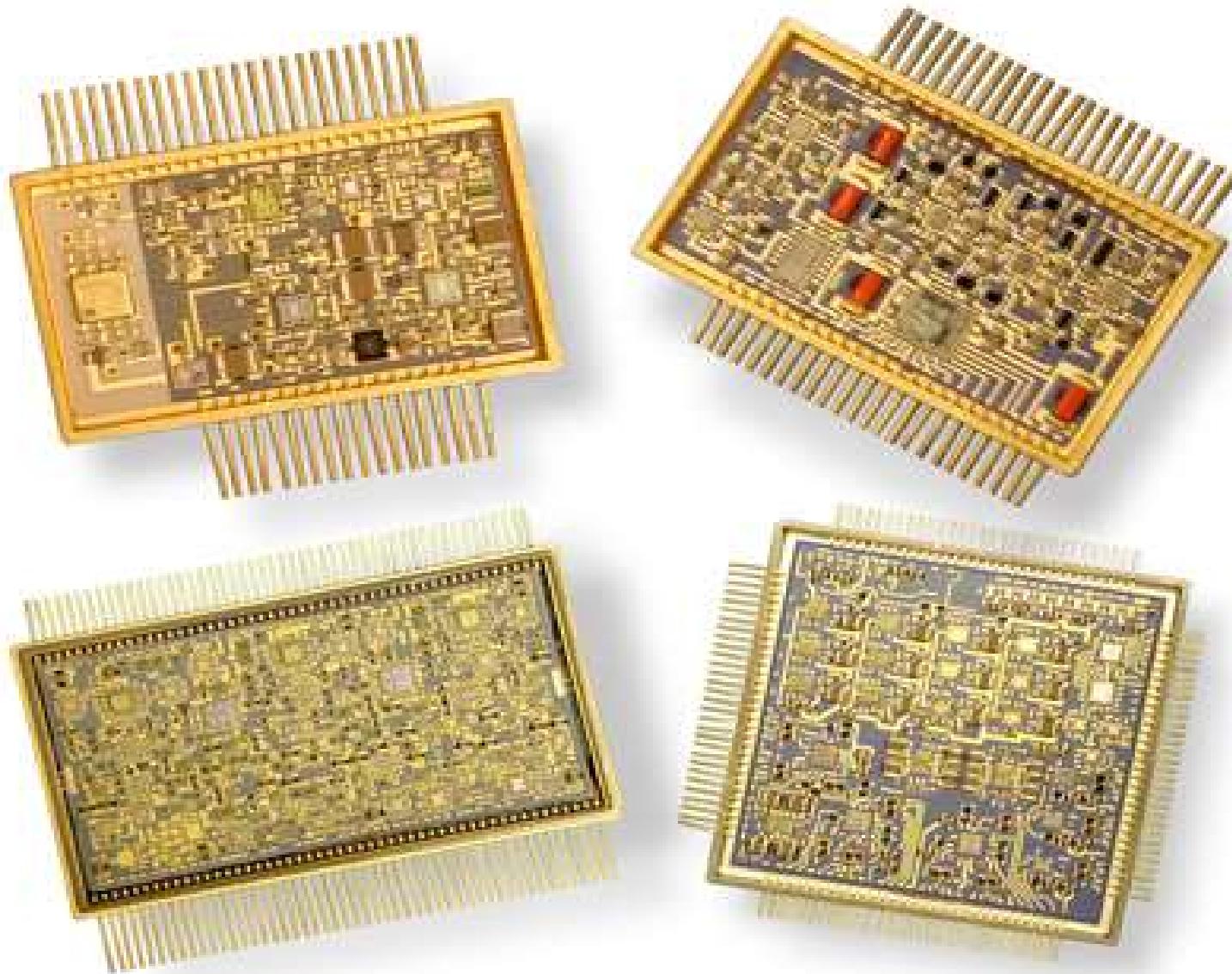
Compatibilidad Electromagnética inter-sistema y entorno



COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA INTRA-SISTEMA



Compatibilidad Electromagnética Intra-sistema



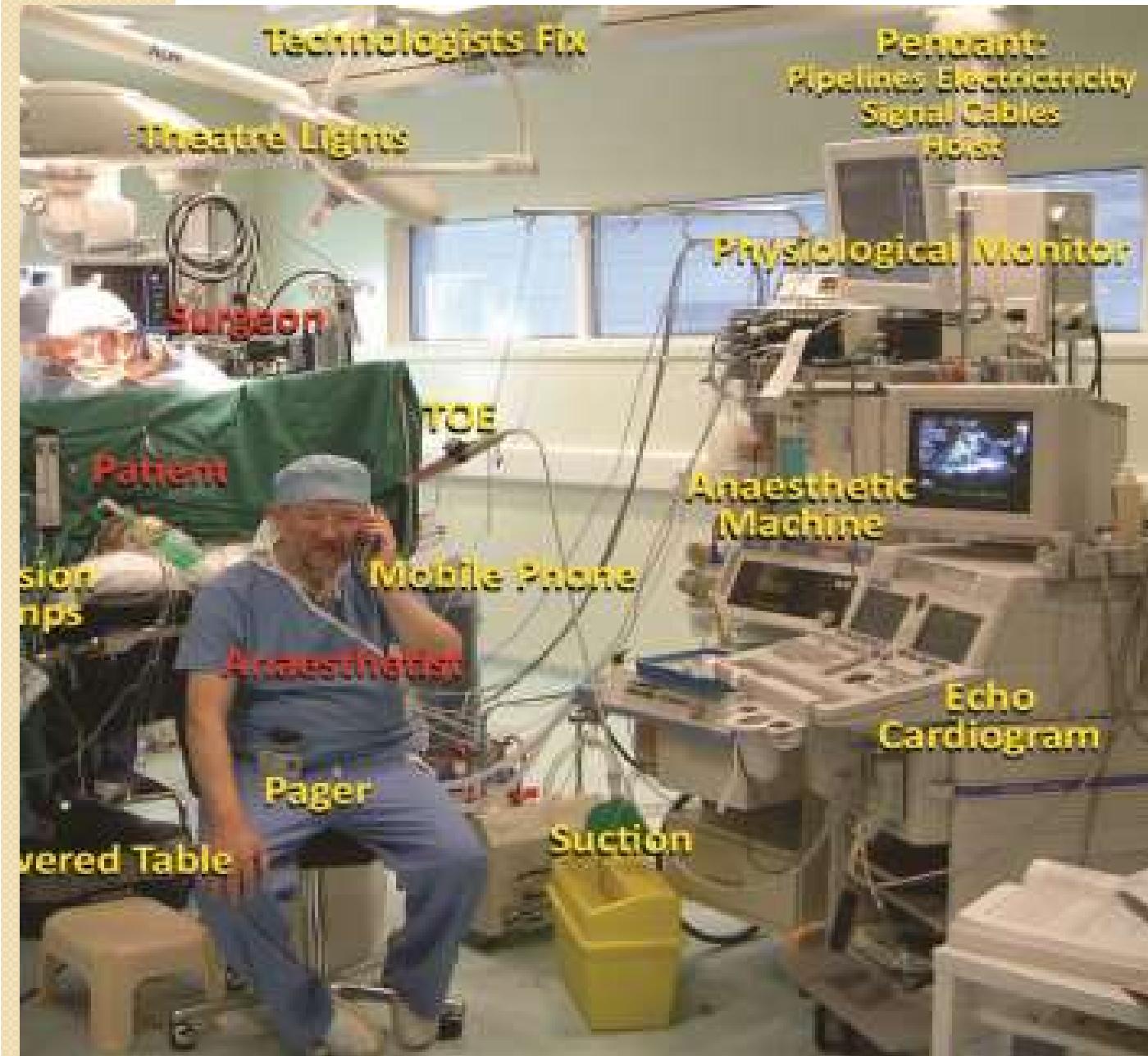
Compatibilidad Electromagnética Inter-sistema



EQUIPAMIENTO ELECTROMEDICO



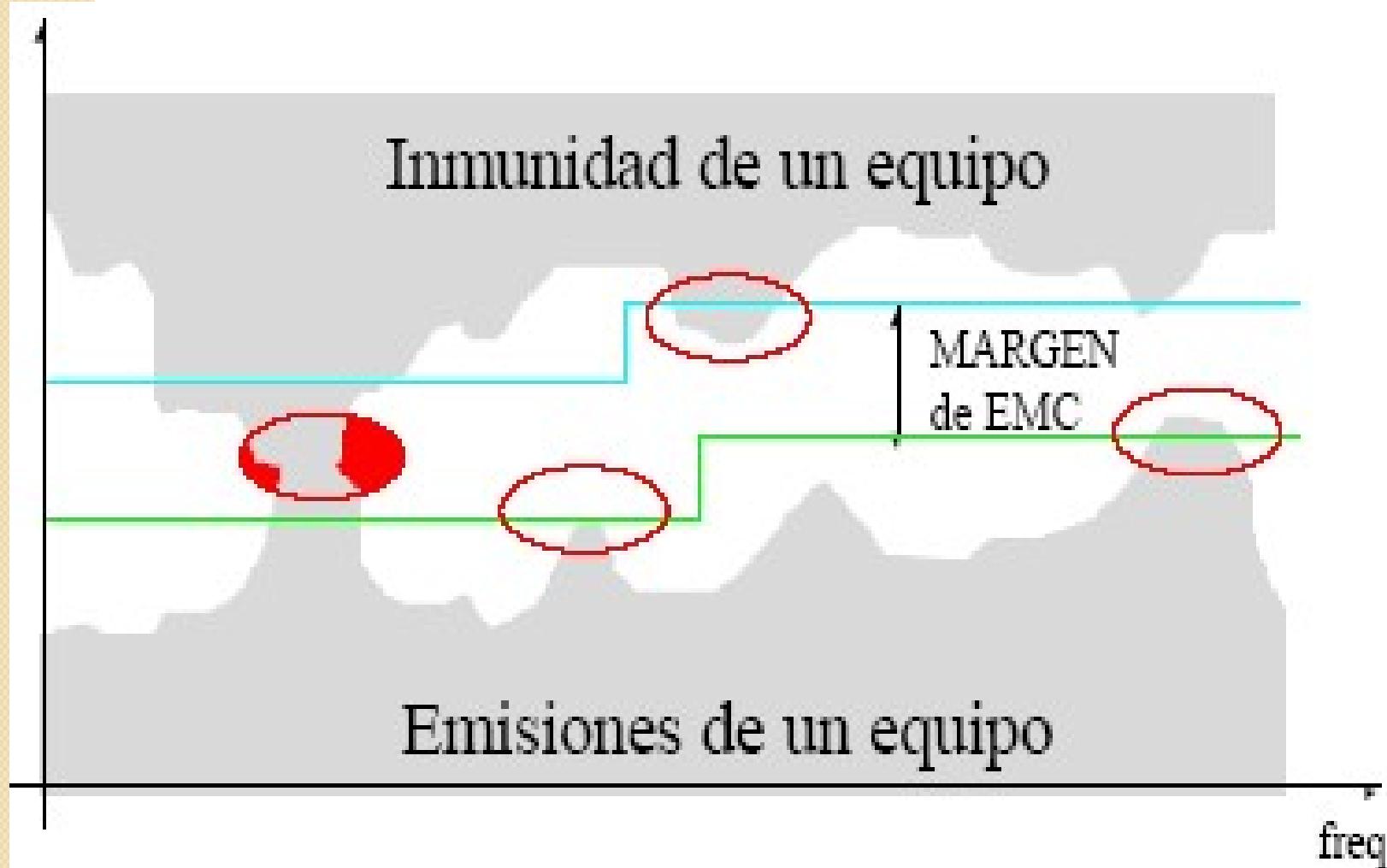
ENTORNO HOSPITALARIO COMPLEJO

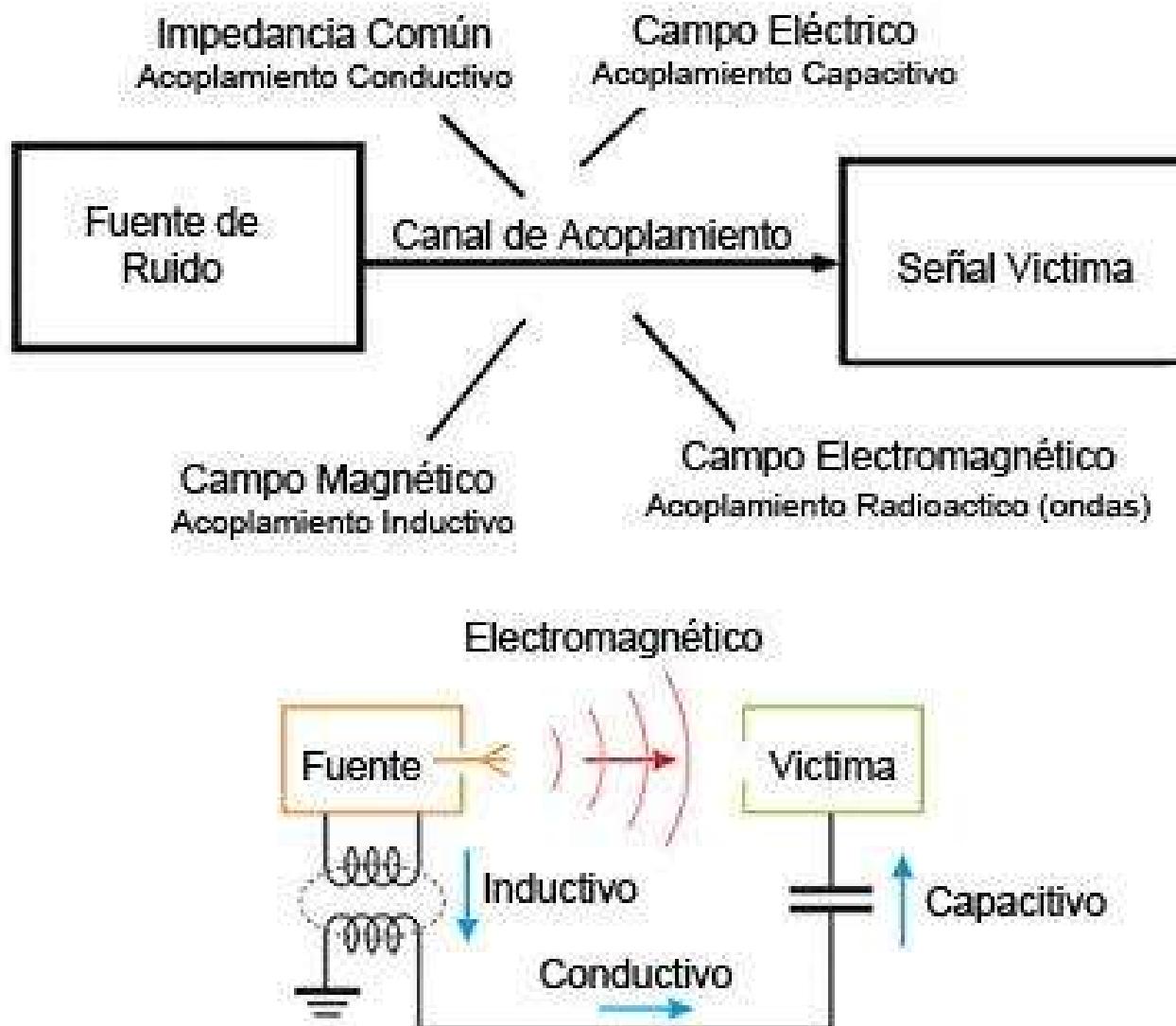


EQUIPAMIENTO EN ENTORNO HOSPITALARIO



Margen de EMC entre equipos





EMISIONES

Fuente de

energía EM



Tres áreas de estudio de la EMC

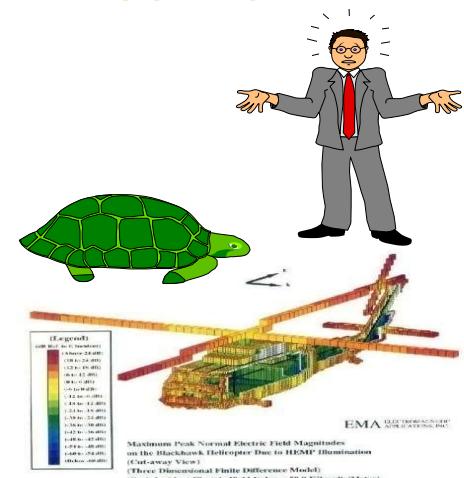
EMISOR → SUSCEPTOR

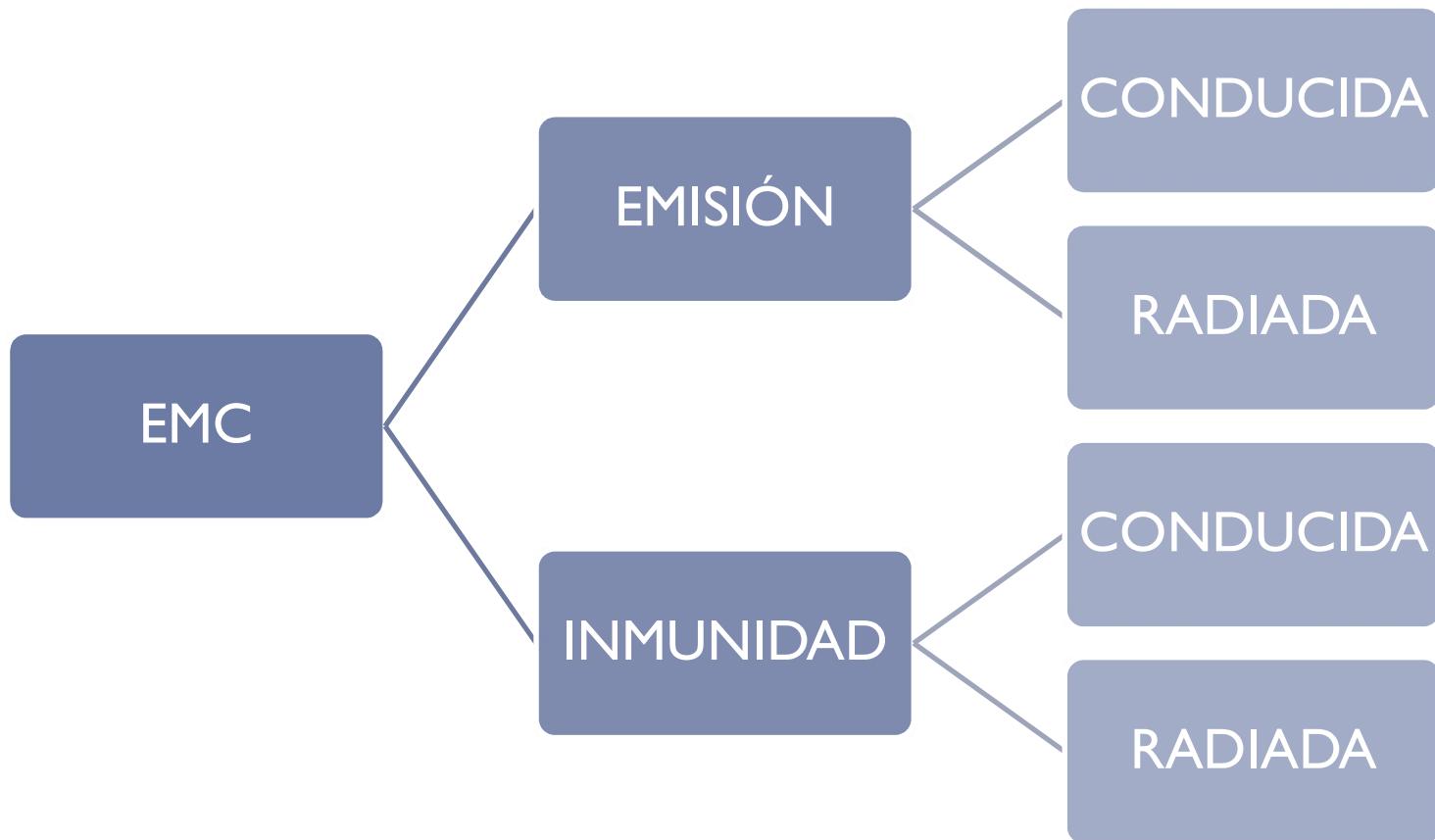
Canal de
acoplamiento

1. Conducida (corriente eléctrica)
2. Inducida magnéticamente
(campo magnético)
3. Inducida capacitivamente
(campo eléctrico)
4. Radiada (campo electromagnético)

INMUNIDAD

El receptor o la
“víctima”





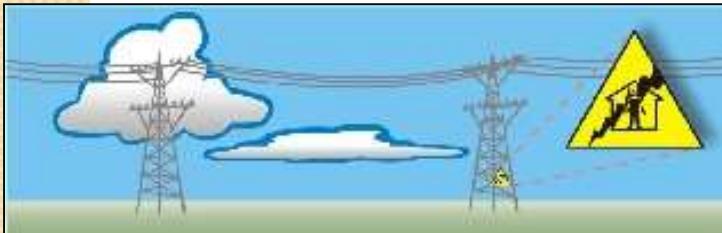
Emisiones

Emisión (electromagnética)

Fenómeno por el que una fuente proporciona energía electromagnética hacia el exterior.

Radiación (electromagnética)

Fenómeno por el que una fuente genera energía hacia el exterior en forma de ondas electromagnéticas.

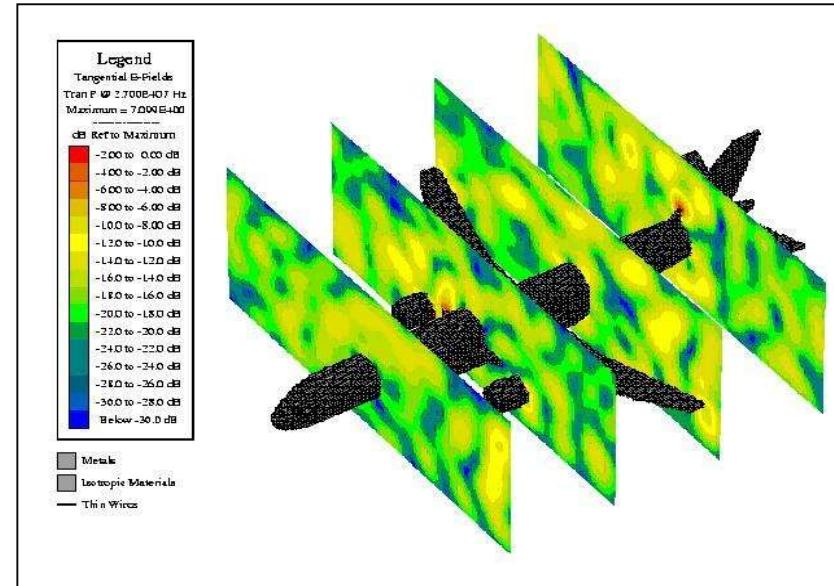


Objetivo en esta parte de la EMC:

asegurar que el equipo no perturbe a otros equipos, servicios de radiocomunicación, redes de alimentación u otros.

Inmunidad (Electromagnética):

aptitud de un dispositivo, equipo o sistema para funcionar sin degradación de su propia calidad en presencia de una perturbación electromagnética.

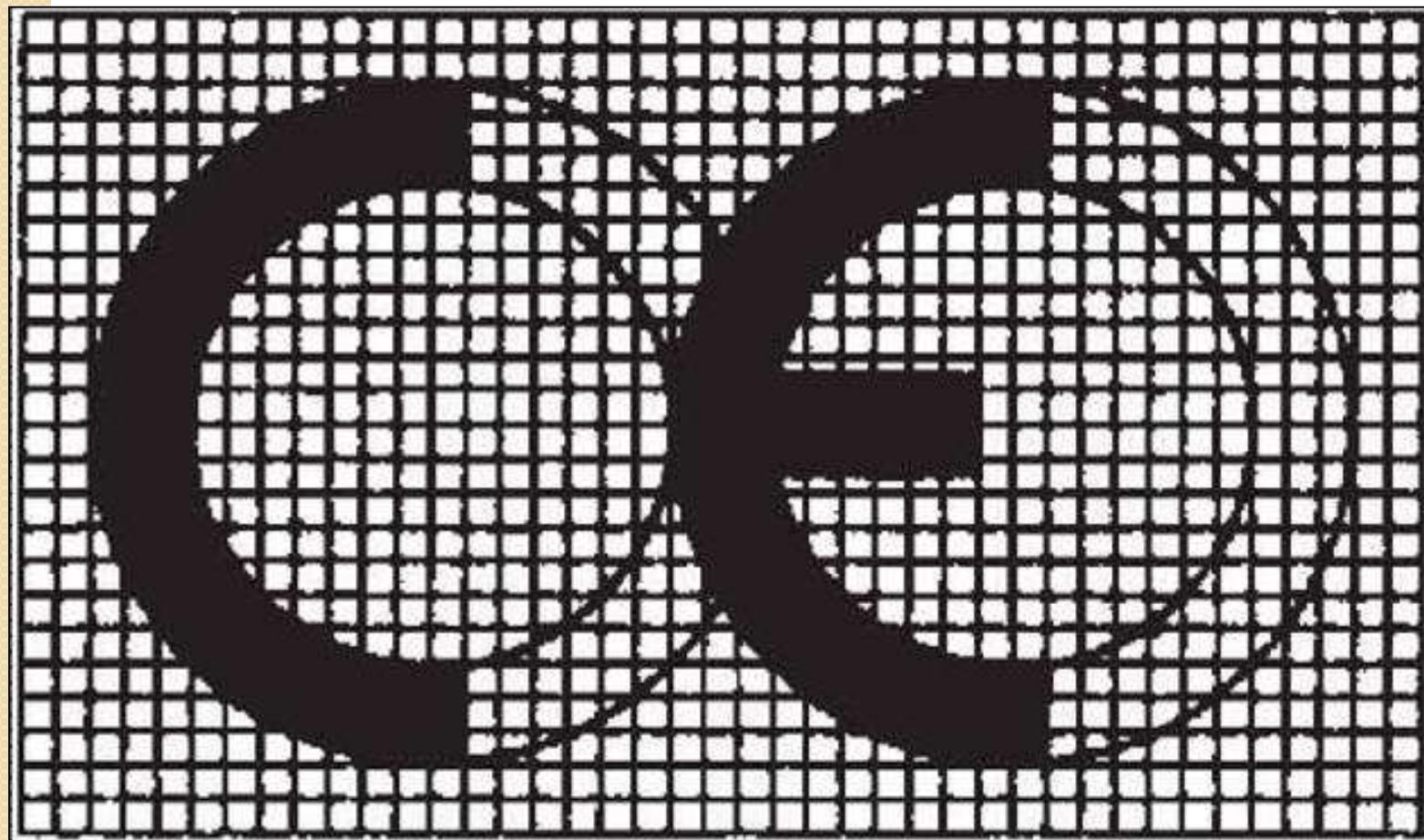


Objetivo en esta parte de la EMC: asegurar que el equipo no sea afectado por perturbaciones provenientes de, por ejemplo, radiotransmisores, líneas de alimentación, campos electrostáticos y otros fenómenos.

Normativa Internacional en Compatibilidad Electromagnética

**El cumplimiento de normas sobre
EMC es un requerimiento básico
para que cualquier dispositivo
eléctrico o electrónico entre al
mercado.**

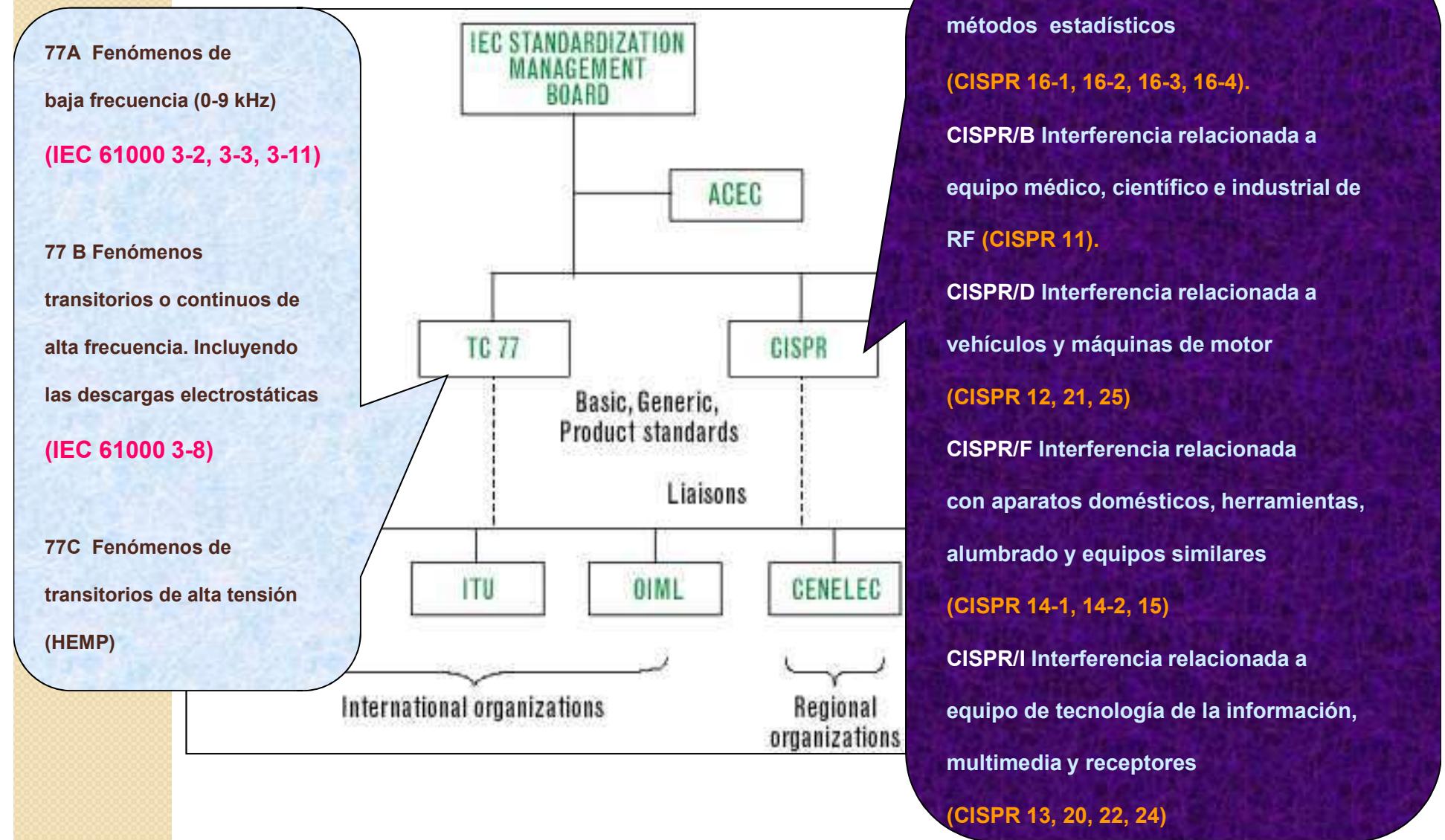
Marcado CE para la Comunidad Económica Europea



Directivas Europeas sobre EMC para el Mercado CE

- Directiva 93/42/EEC: General Medical Devices – Norma colateral armonizada EN60601-1-2 sobre EMC.
- Directiva 89/336/EEC será reemplazada por
- Directiva 2004/108/EC sobre EMC en Julio de 2007. La nueva Directiva tiene en cuenta las normas armonizadas actualizadas sobre EMC.

Organización de la IEC



Publicaciones del IEC sobre EM



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

- **Básicas**

- IEC 61000
- CISPR 16

- **Normas generales:**

Normas de producto

Normas de familia de productos

Aplican a un grupo de productos que tienen características generales comunes, que pueden operar en el mismo entorno EM.

Algunos ejemplos son:

Los dispositivos médicos

Equipo de tecnología de la información

Electrodomésticos de baja tensión

Normalización IRAM en EMC

- IRAM 2491-1-1
- IRAM 2491-2-1
- IRAM 2491-2-5
- IRAM 2491-3-2
- IRAM 2491-3-3
- IRAM 2491-3-5
- IRAM 2491-4-1
- IRAM 2491-4-2
- IRAM 2491-4-3
- IRAM 2491-4-6
- IRAM 2491-4-4
- IRAM 2491-4-11
- IRAM 2491-4-30
- **IRAM 2491-4-5**
- **IRAM 2491-4-8**
- **IRAM 4220-1-2 para Aparatos Electromédicos (Rev.) para ANMAT**

Normalización IRAM en EMC

- **IRAM-IEC CISPR 14-1**
- **IRAM-IEC CISPR 14-2**
- **IRAM-IEC CISPR 15**
- **IRAM-IEC 63547**
- **IRAM-IEC CISPR 13**
- **IRAM-IEC CISPR 11**

EMC en Campo Regulado – Programa de Metroología Legal - INTI

- Taxímetros: Resolución 169/01 exSecretaría de la competencia, la desregulación y defensa del consumidor (M. Economía)
- Cinemómetros: Resolución 753/98 exSec. de la industria, comercio y minería (M. Economía)
- Balanzas: Resolución 2307/80 exSecretaría de Comercio y Negociaciones Económicas Internacionales (M. Economía)
- Medidores de energía eléctrica
- Alcoholímetros ó etilómetros

EMC en Campo Regulado

- **Controladores Fiscales:**
Homologación de acuerdo con Resolución 219 de AFIP.
- **Impacto Ambiental:** **Medición de niveles de Radiación No Ionizante (RNI) de acuerdo con la Resolución 3690/04 de la CNC.**

Medición de nivel de radiación no ionizante (RNI)

Antenas de AM, FM, telefonía celular, radares, horno microondas, etc.



Medición de nivel de campo eléctrico y magnético de 50 Hz

Líneas de alta o media tensión, estaciones transformadoras, subestaciones de distribución, transformadores, tableros de distribución, máquinas con alto consumo de corriente, etc.



Norma IEC 60601-1-2 - 3ra.Edición 2007

- **Equipos electromédicos**
- **Parte 1-2: Requisitos generales para seguridad básica y desempeño esencial**
- **Norma colateral: Compatibilidad Electromagnética – Requisitos y ensayos.**
- **Esta norma colateral se aplica a la EMC de equipos y sistemas médicos eléctricos y electrónicos**

Norma IEC 60601-1-2

- **Esta norma colateral es complementaria de la IEC 60601-1 que es la norma general de seguridad básica.**
- **Normas particulares:** Un requisito en una norma particular tiene prioridad sobre el requisito correspondiente en esta norma colateral.

NORMAS PARTICULARES

IEC 60601-2-X



IEC 60601-2-25 : ELECTROCARDIOGRAFOS

IEC 60601-2-26 : ELECTROENCEFALOGRAFOS

**IEC 60601-2-27 : MONITOREO
ELECTROCARDIOGRAFICO**

**IEC 60601-2-47 : ELECTROCARDIOGRAFOS
AMBULATORIOS**

IEC 60601-2-49 : MONITOREO MULTIPARAMETRICO

Requisitos de gestión de riesgos en la norma colateral IEC 60601-1-2 Ed. 3, 2007

- Compatibilidad Electromagnética EMC
- Esta versión de la norma requiere alcanzar el **Desempeño Esencial ...**
- ***Lo que implica un análisis de riesgo***
- Sin embargo un análisis de riesgo a las perturbaciones electromagnéticas no es un requisito explícito en la Ed. 3 ,2007.
- No alcanzaría con pasar solamente los ensayos de EMC establecidos.

Requisitos de gestión de riesgos en la norma colateral IEC 60601-1-2 Ed4, 2014

- Compatibilidad Electromagnética EMC
- La edición 4, 2014 establece acerca del análisis de riesgos para EMC, requisitos específicos:
- Incluye ensayos de Inmunidad de EMC similares a los de las versiones anteriores pero alcanzando la **Seguridad básica** y el **Desempeño Esencial** durante y después de los ensayos de inmunidad.

Requisitos de gestión de riesgos en la norma colateral IEC 60601-1-2 ed. 4, 2014

- Compatibilidad Electromagnética EMC
- La **Seguridad básica** y el **Desempeño Esencial** deben ser mantenidos durante todo el **ciclo de vida** esperado en el uso del equipo o sistema, en el entorno electromagnético al que está destinado.
- Los efectos derivados del uso, envejecimiento, corrosión se tendrán en cuenta en el análisis de riesgos, desde la etapa de diseño en EMC, para su validación y verificación.

Norma IEC 60601-1-2 : EMISION

- **CISPR 11 – Emisiones de RF: Grupo I ó 2,
Clase A ó B**
- **CISPR 14-1 – Emisión de RF**
- **CISPR 15 – Emisión de RF**
- **IEC 61000-3-2 – Emisiones de armónicas**
- **IEC 61000-3-3 – Emisiones de flicker y
fluctuaciones de tensión**

Norma IEC 60601-1-2: EMISION

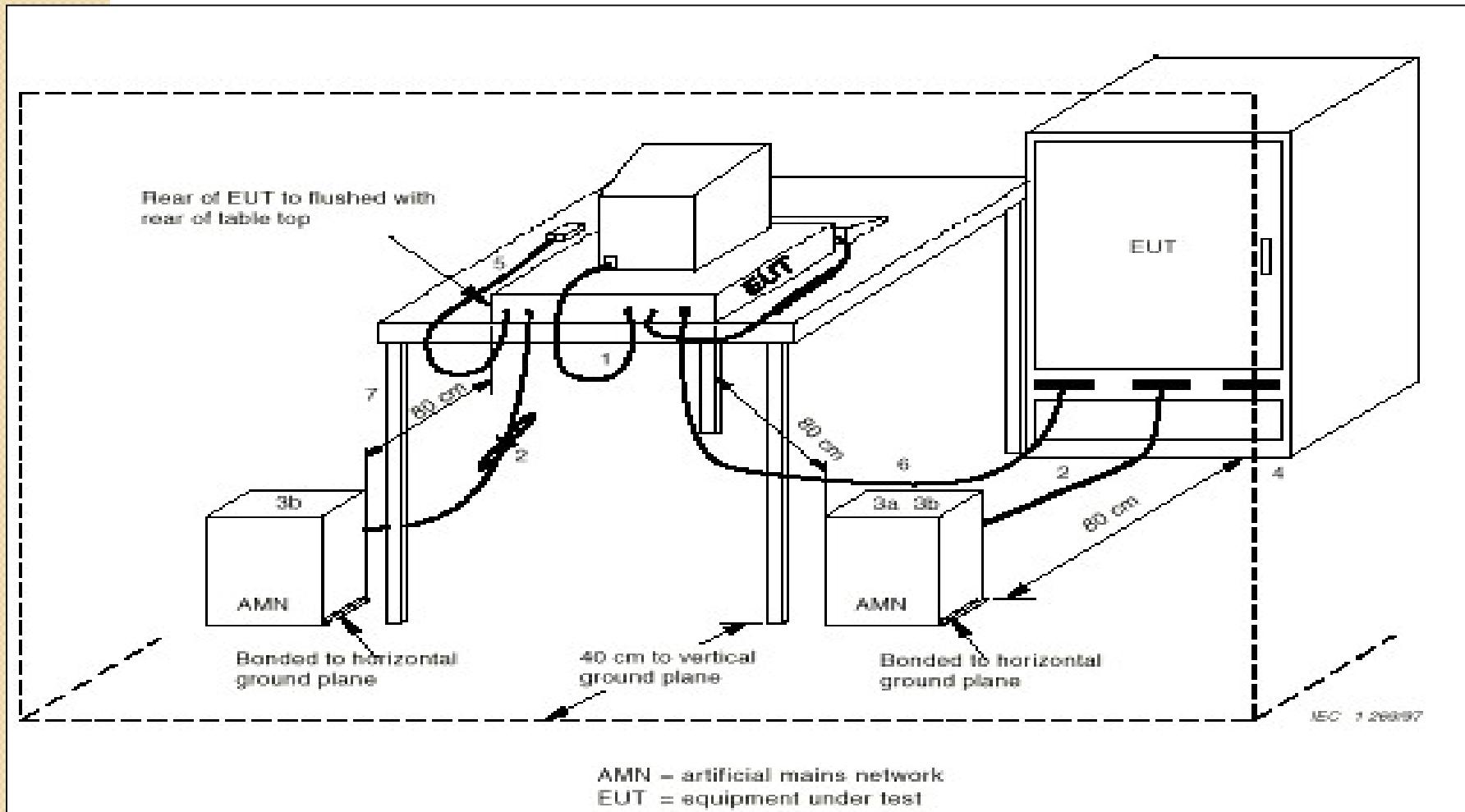
- CISPR II- Emisiones de RF
- CISPR II- Grupo 1: El equipo ó sistema EM utiliza sólo energía de RF para su función interna. La emisión de RF es suficientemente baja como para no afectar equipos electrónicos cercanos.
- CISPR II – Grupo 2: El equipo ó sistema EM debe emitir energía electromagnética con el objeto de desempeñar su función específica. Puede interferir equipos electrónicos cercanos.

Norma IEC 60601-1-2: EMISION

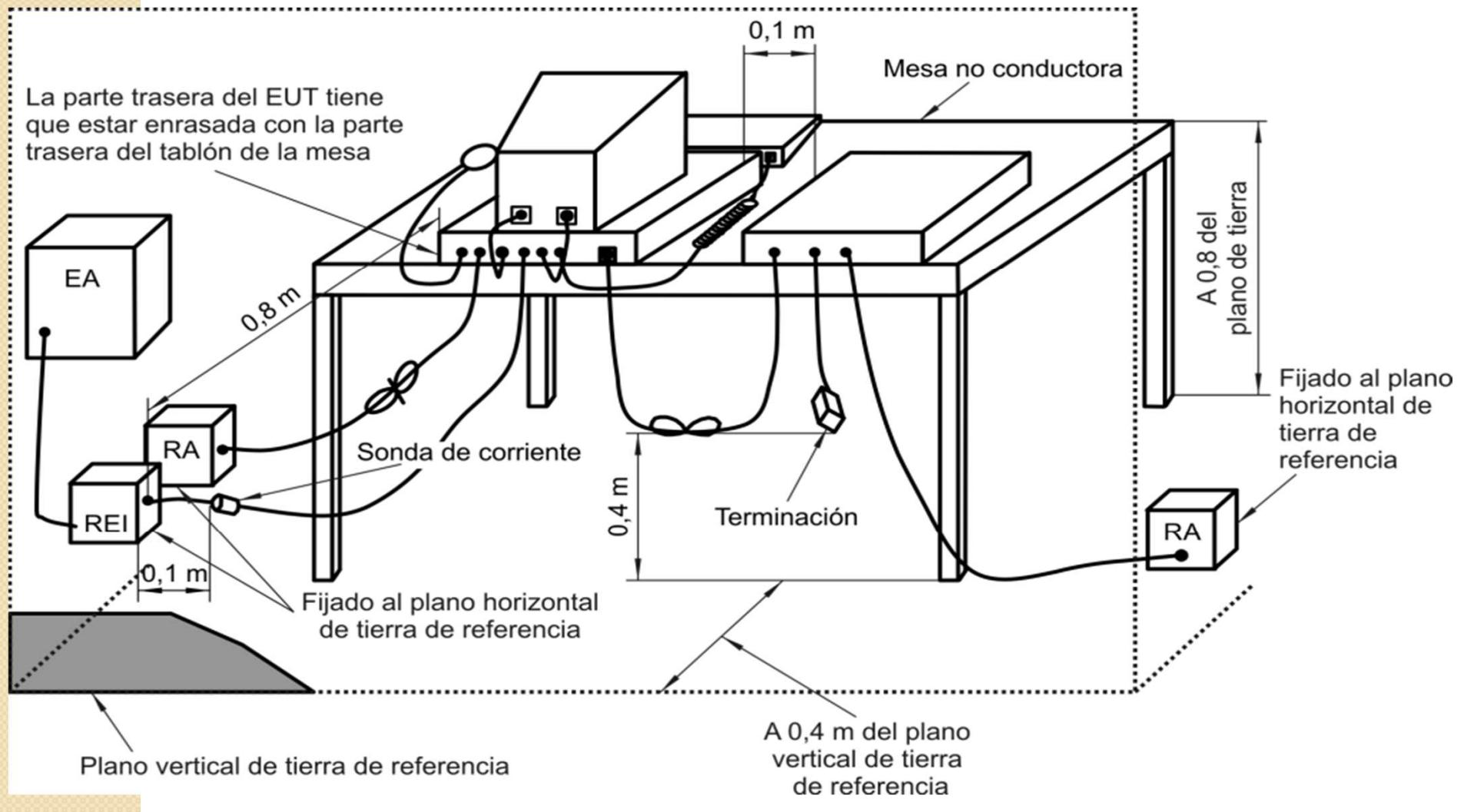
- **CISPR II: Emisiones de RF**
- **CISPR II: Clase A incluye el equipo ó sistema EM de tipo A profesional.**
- **CISPR II: Clase B cuando se intenta justificar su uso en entorno doméstico ó con acceso a la red pública de alimentación.**

- Condiciones que debe cumplir cualquier ensayo
- **R**ealístico
- **R**ealizable
- **R**epetible

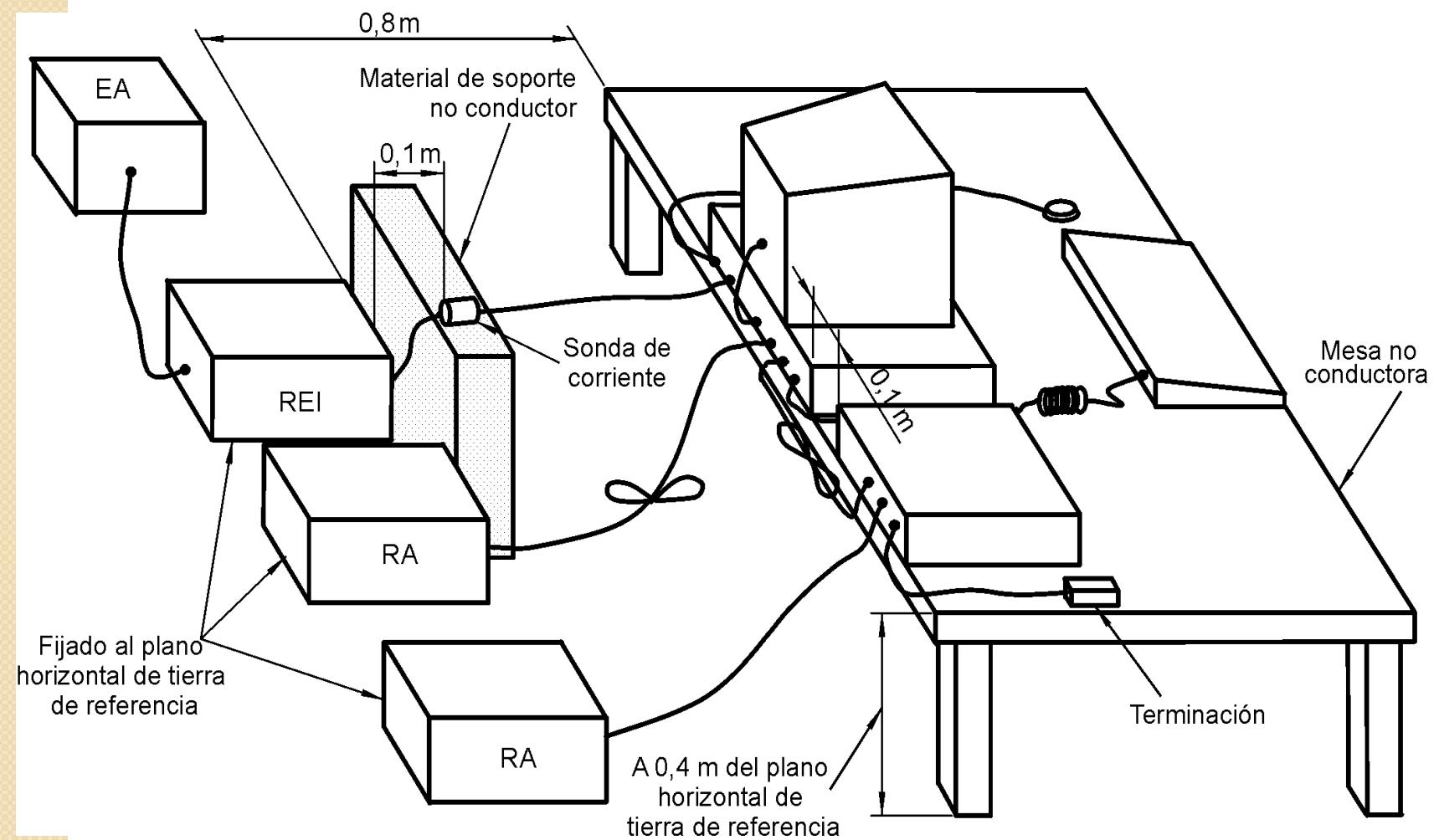
Ensayo de EMISIÓN CONDUCIDA (CISPR 16/CISPR 11/CISPR 22)



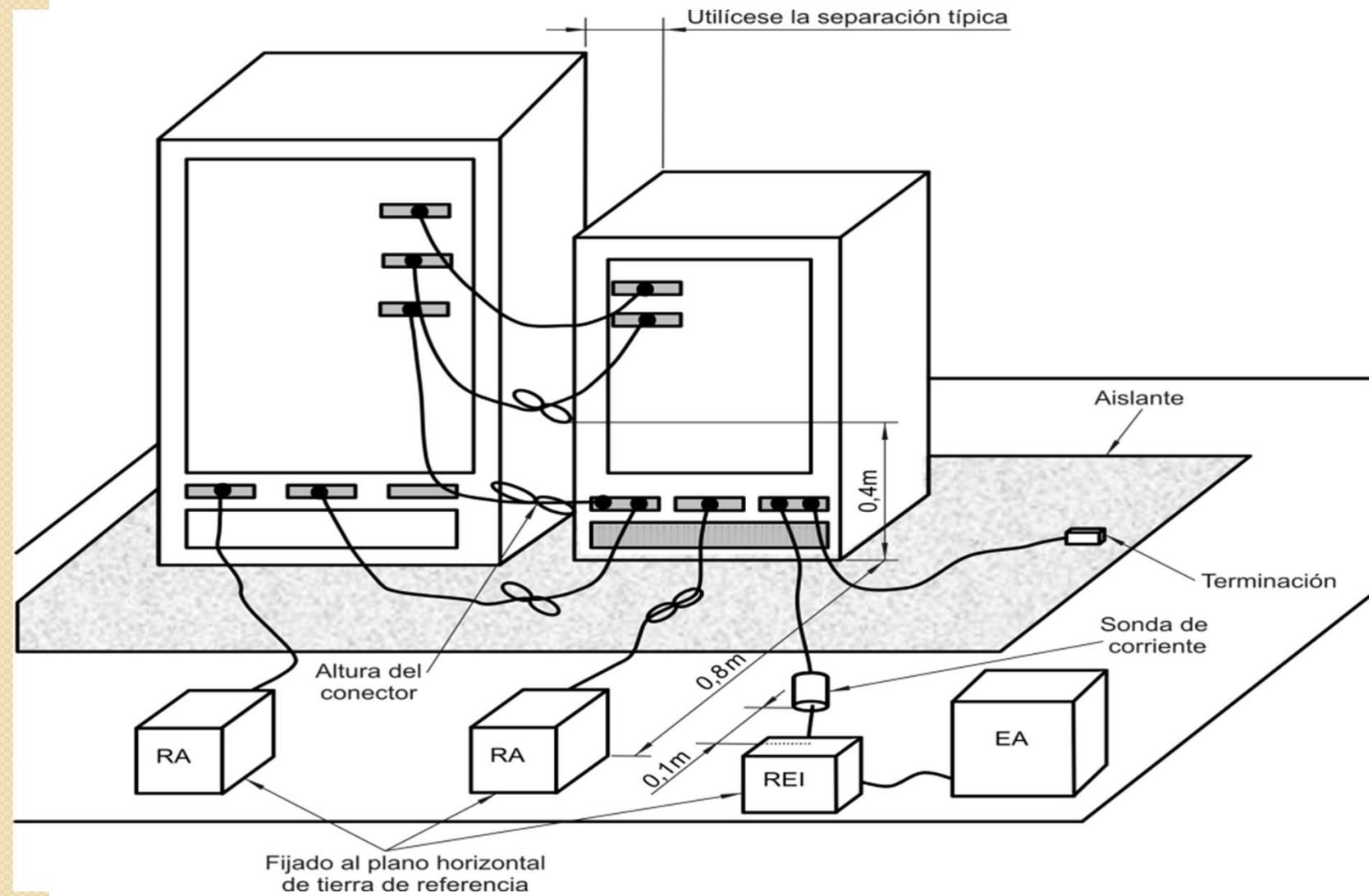
Ensayo de EMISIÓN CONDUCIDA (IRAM CISPR 22)



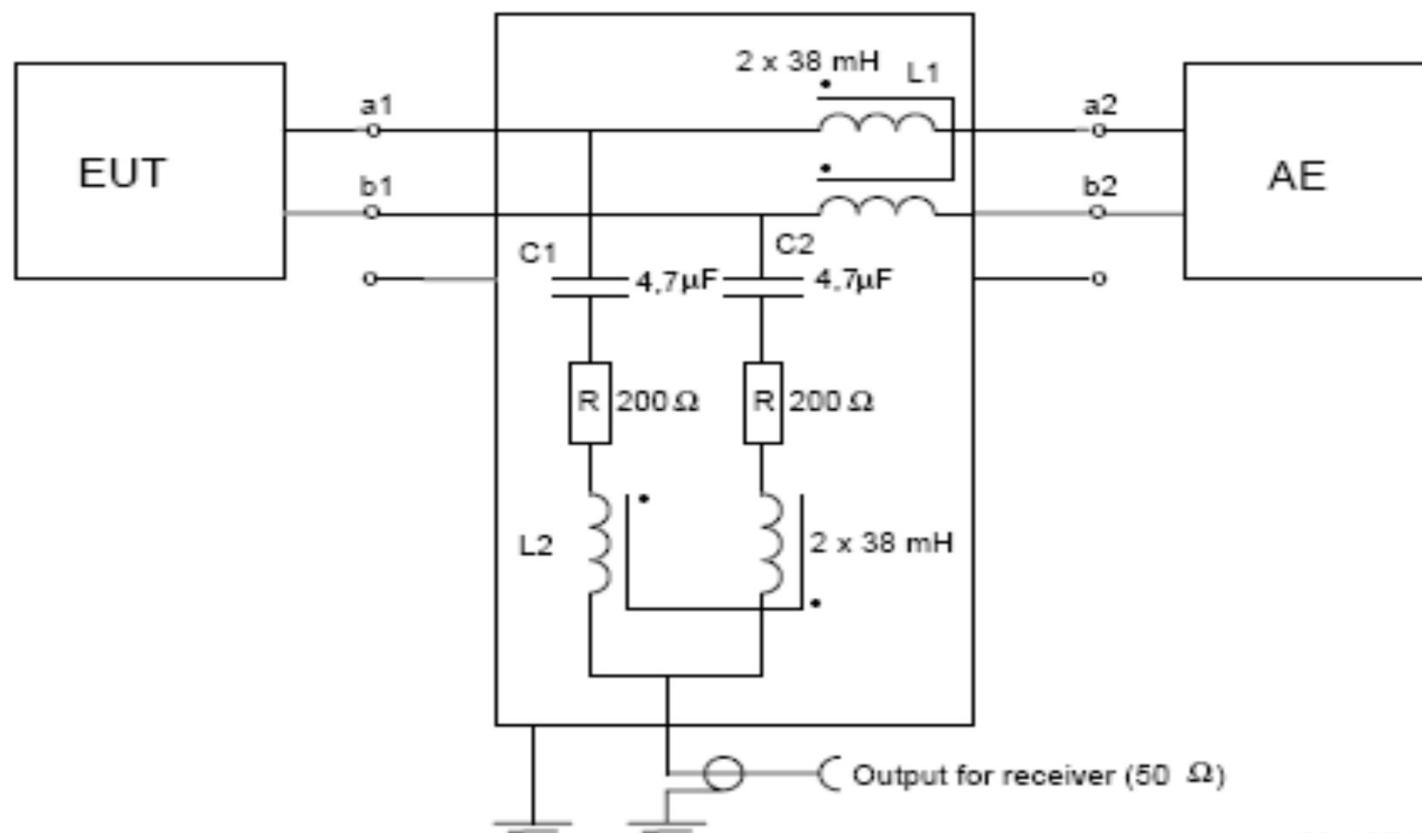
Ensayo de EMISIÓN CONDUCIDA (IRAM CISPR 22 – Disposición de ensayo alternativa para equipos sobre mesa)



Ensayo de EMISIÓN CONDUCIDA (IRAM CISPR 22 – Disposición de ensayo alternativa para equipos sobre piso)



Red de acoplamiento artificial normalizada según CISPR



IEC 1279/97

AE - Associated equipment
EUT - Equipment under test

Analizador de EMI según Norma CISPR 16

- Instrumento especialmente diseñado para comprobar el cumplimiento de normas EMC
 - Analizador de espectro
 - Mayor sensibilidad
 - Mayor resolución

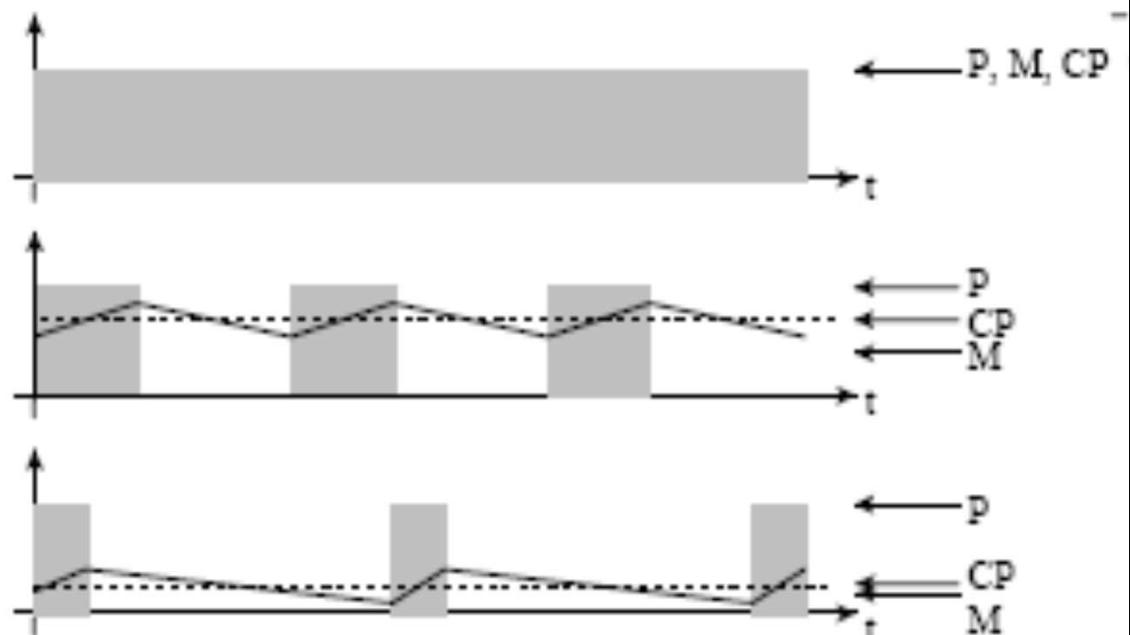


Analizador de EMI según norma CISPR 16



DETECTORES DE EMI NORMALIZADOS

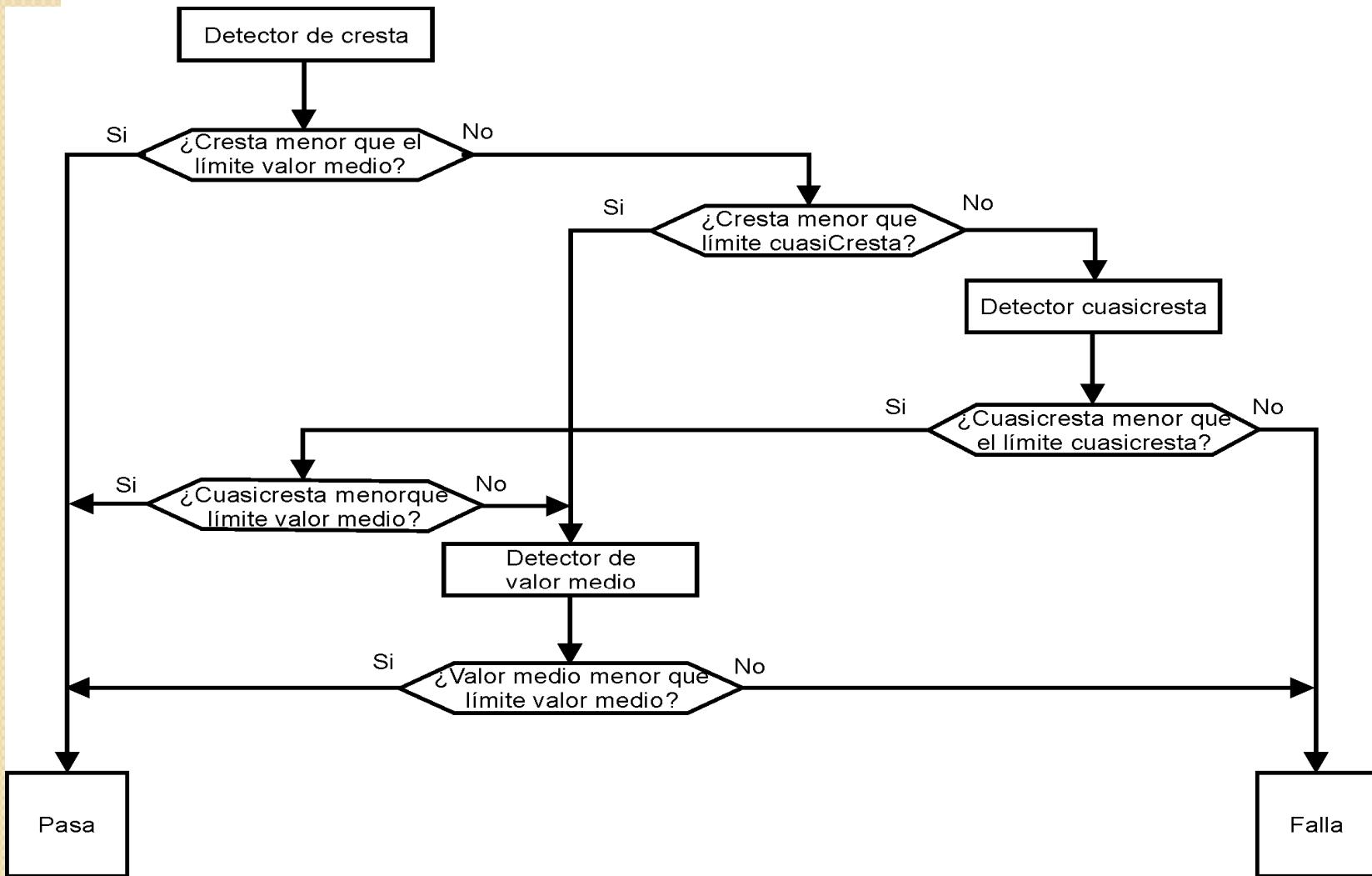
- Pico
 - Pico instantáneo
 - Std. militares
 - Rápido, precertificaciones
- Media
 - Penaliza emisiones continuas
- Cuasi-pico
 - CISPR



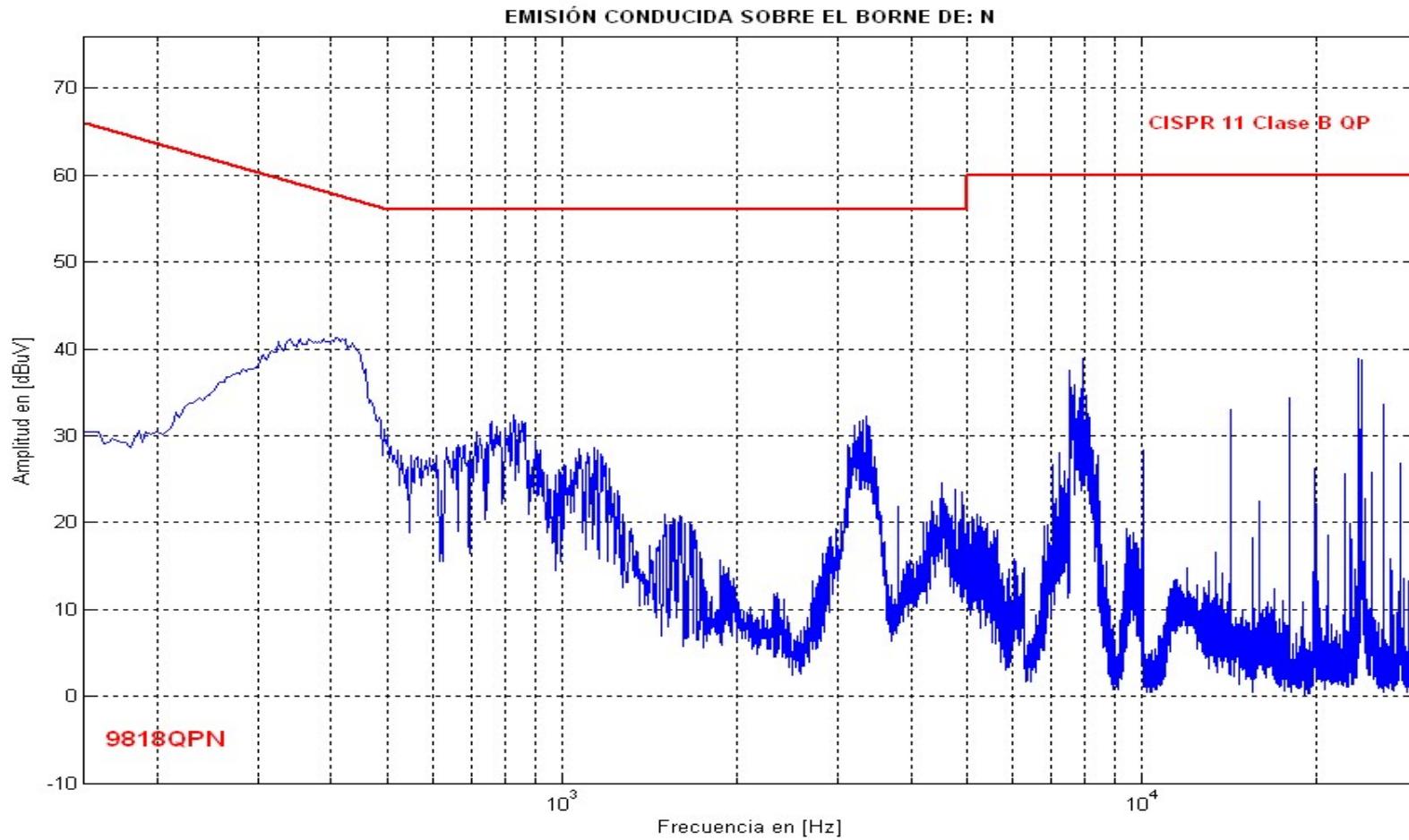
Detector cuasipico según norma CISPR 16

- **Para emisión conducida desde 150 kHz hasta 30 MHz:**
 - **Ancho de banda CISPR: 9 kHz**
 - **Tiempo de subida 1 ms**
 - **Tiempo de bajada 160 ms**

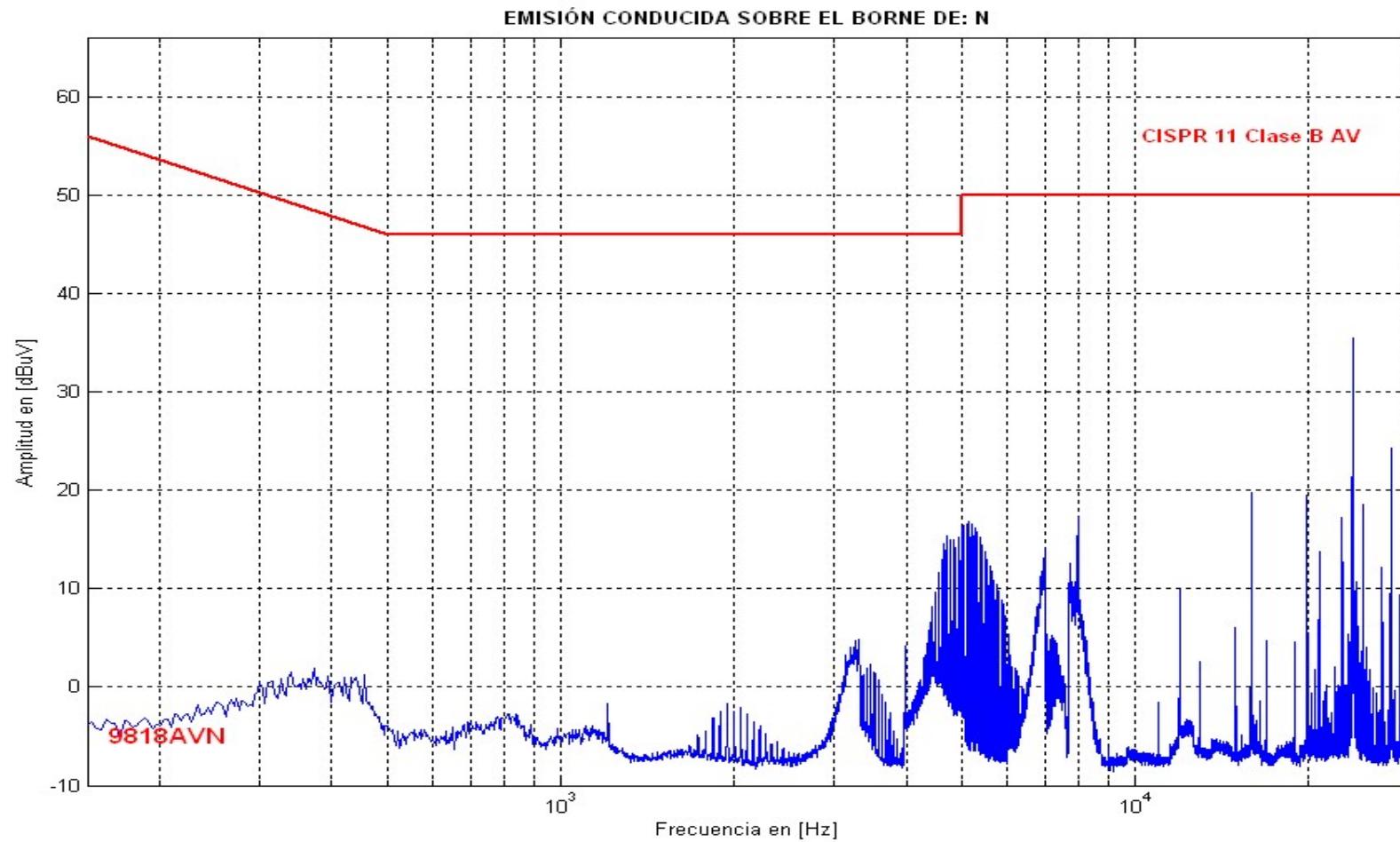
USO DE LAS FUNCIONES DETECTORAS-Árbol de decisión



Emisión Conducta - Detector cuasípico - CISPR 22-Clase B



Emisión Conducida – Detector valor medio – CISPR 22 Clase B

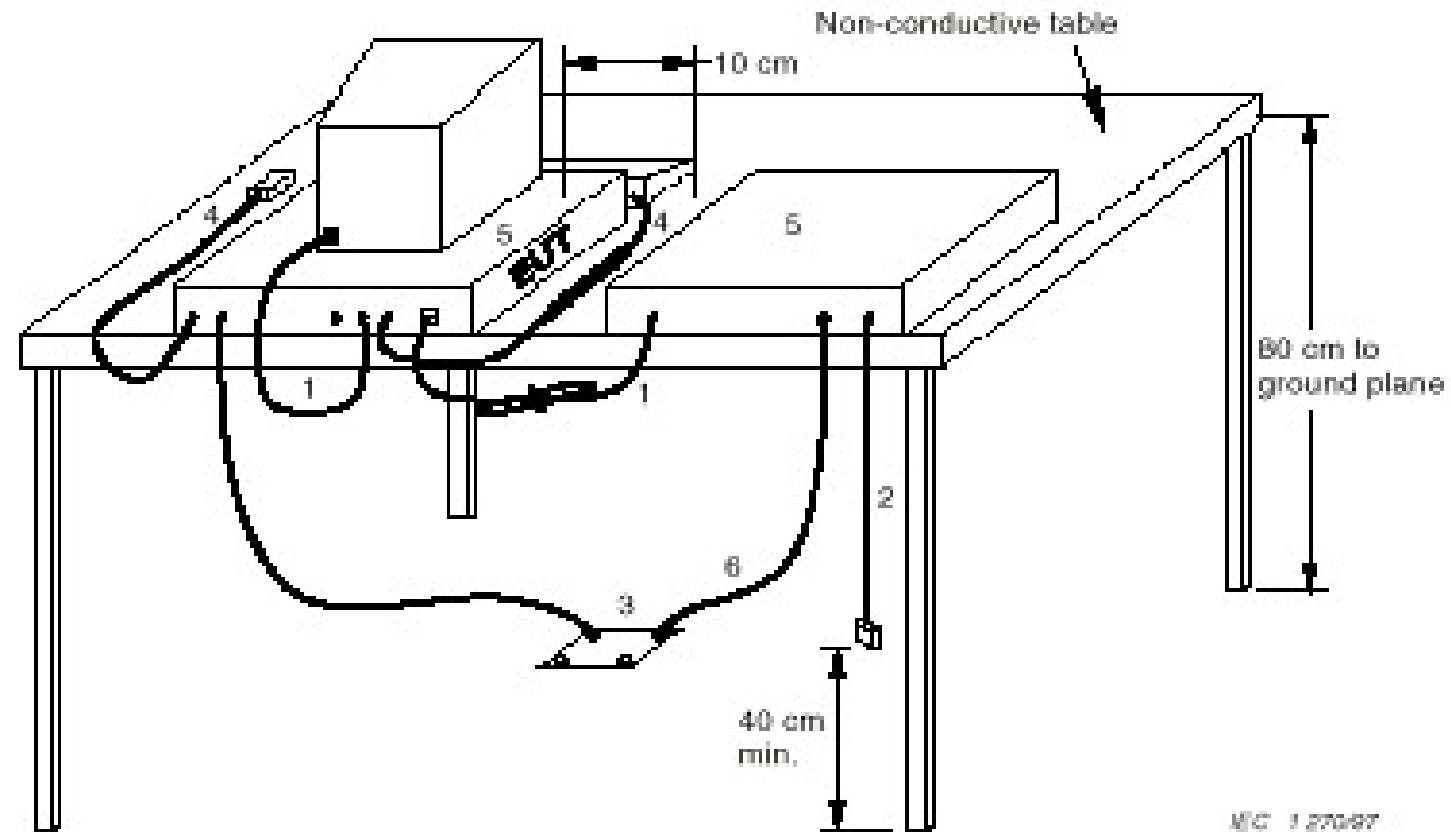


Emisión Conducida – Límites en bornes de alimentación según CISPR 22-Clases A y B

Banda de frecuencias MHz	Límites dB (μ V)	
	Cuasi-cresta	Valor medio
0,15 a 0,50	79	66
0,50 a 30	73	60
NOTA. El límite inferior debe aplicarse a la frecuencia de transición.		

Banda de frecuencias MHz	Límites dB (μ V)	
	Cuasi-cresta	Valor medio
0,15 a 0,50	66 a 56	56 a 46
0,50 a 5	56	46
5 a 30	60	50
NOTA 1. Para la frecuencia de transición se aplica el límite inferior. NOTA 2. Entre 0,15 MHz y 0,50 MHz el límite decrece linealmente con el logaritmo de la frecuencia		

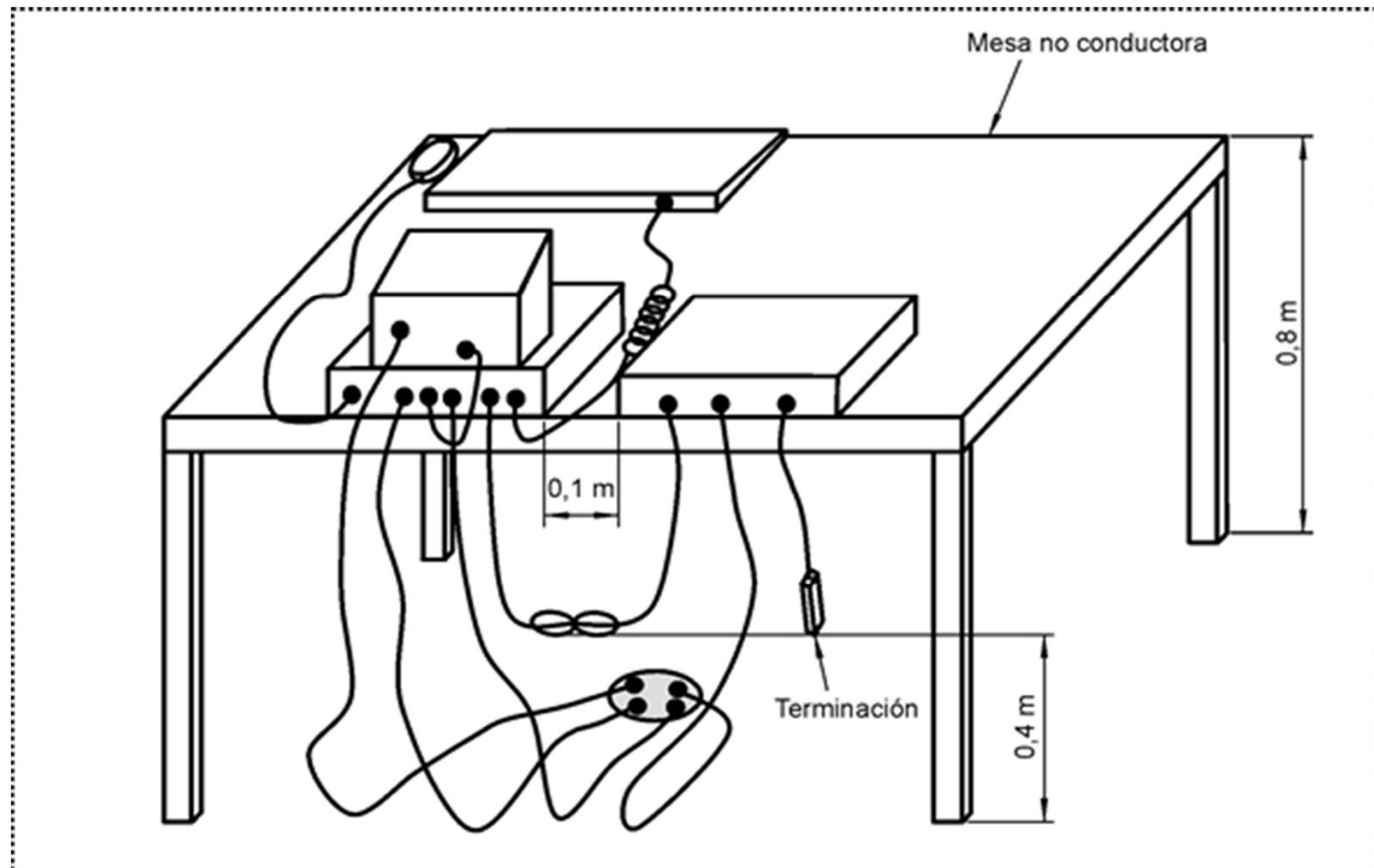
Disposición de ensayo para Emisión Radiada



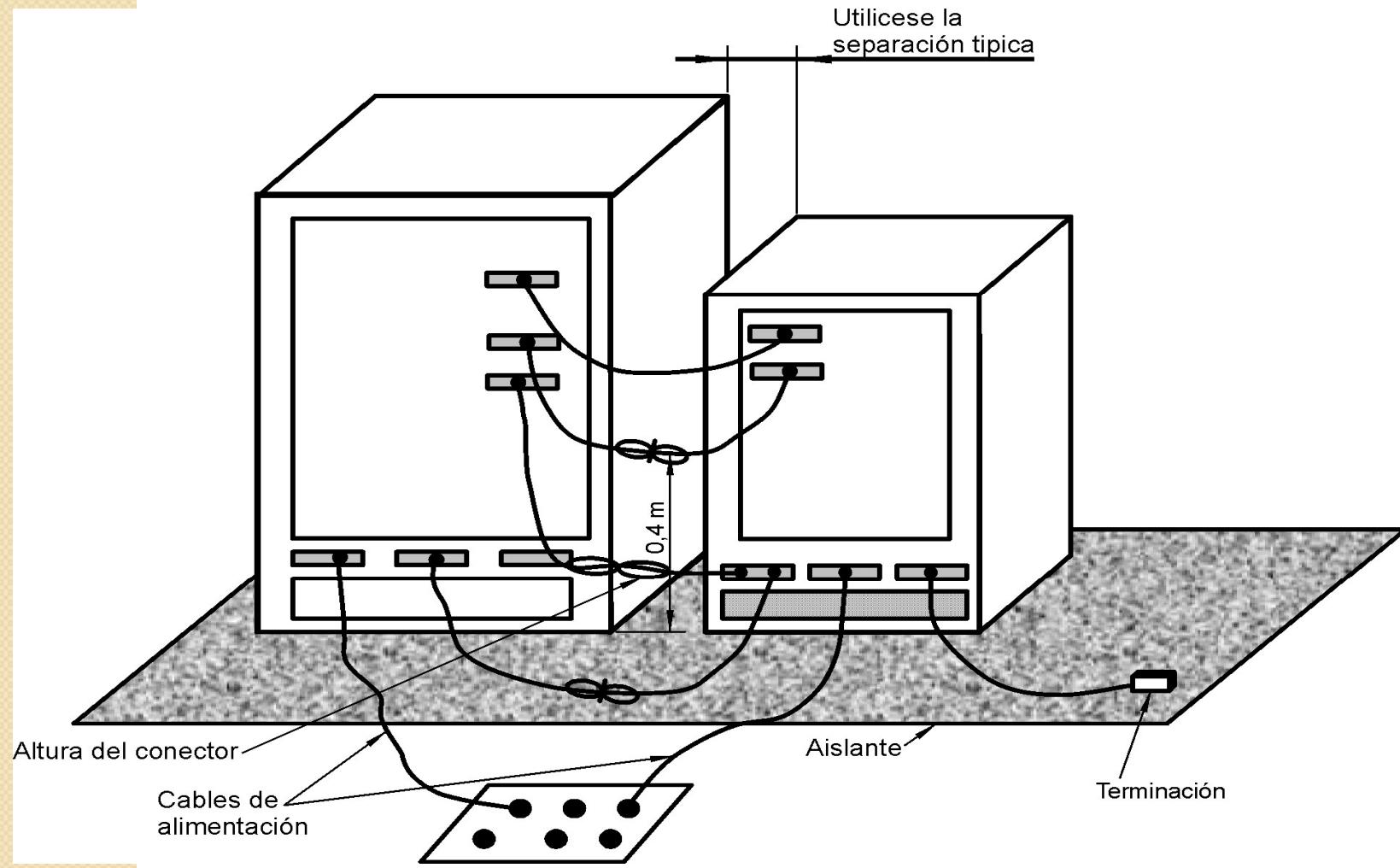
IEC 1270-87

EUT = equipment under test

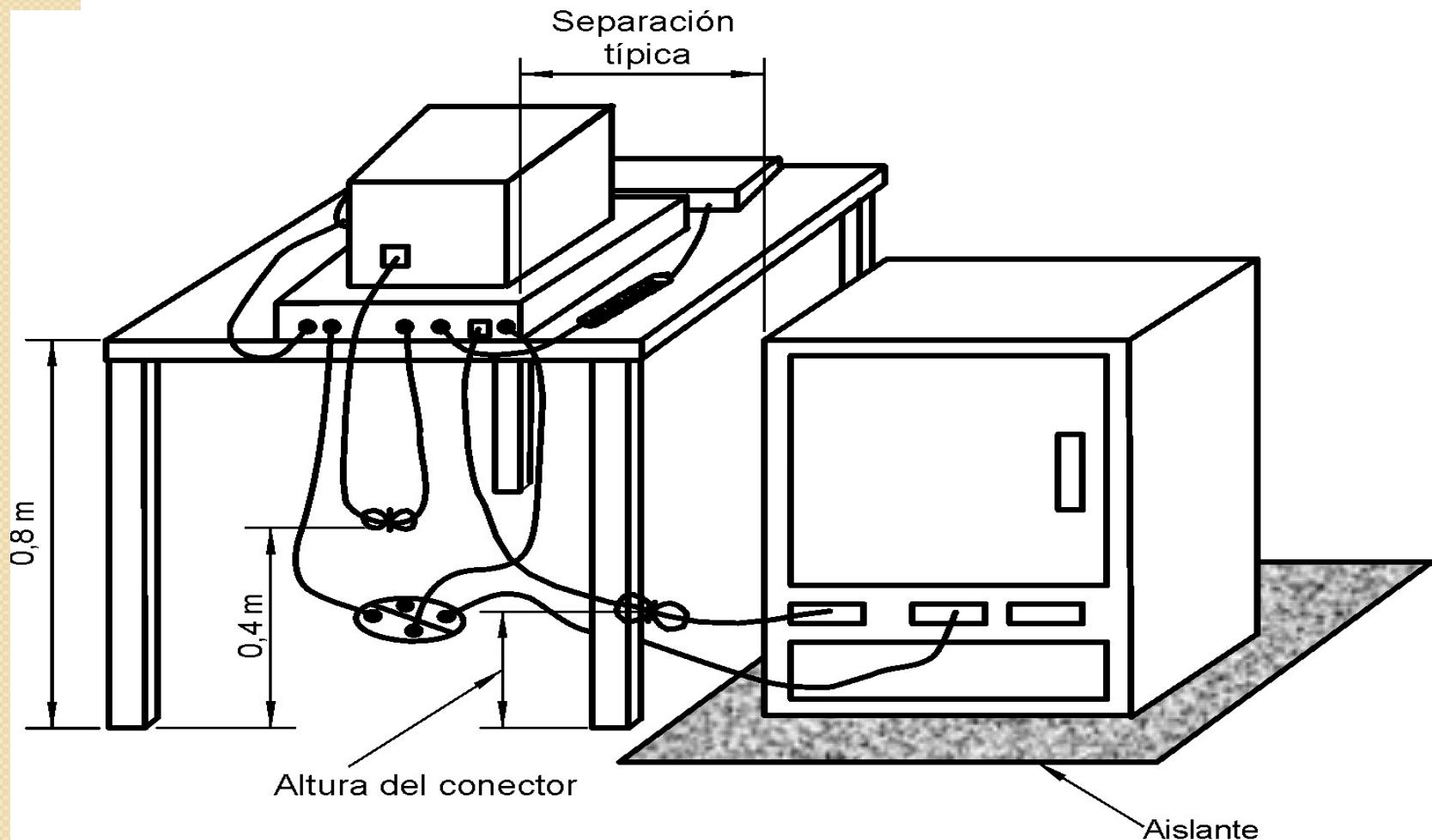
Disposición de ensayo para Emisión Radiada-Equipo sobre mesa



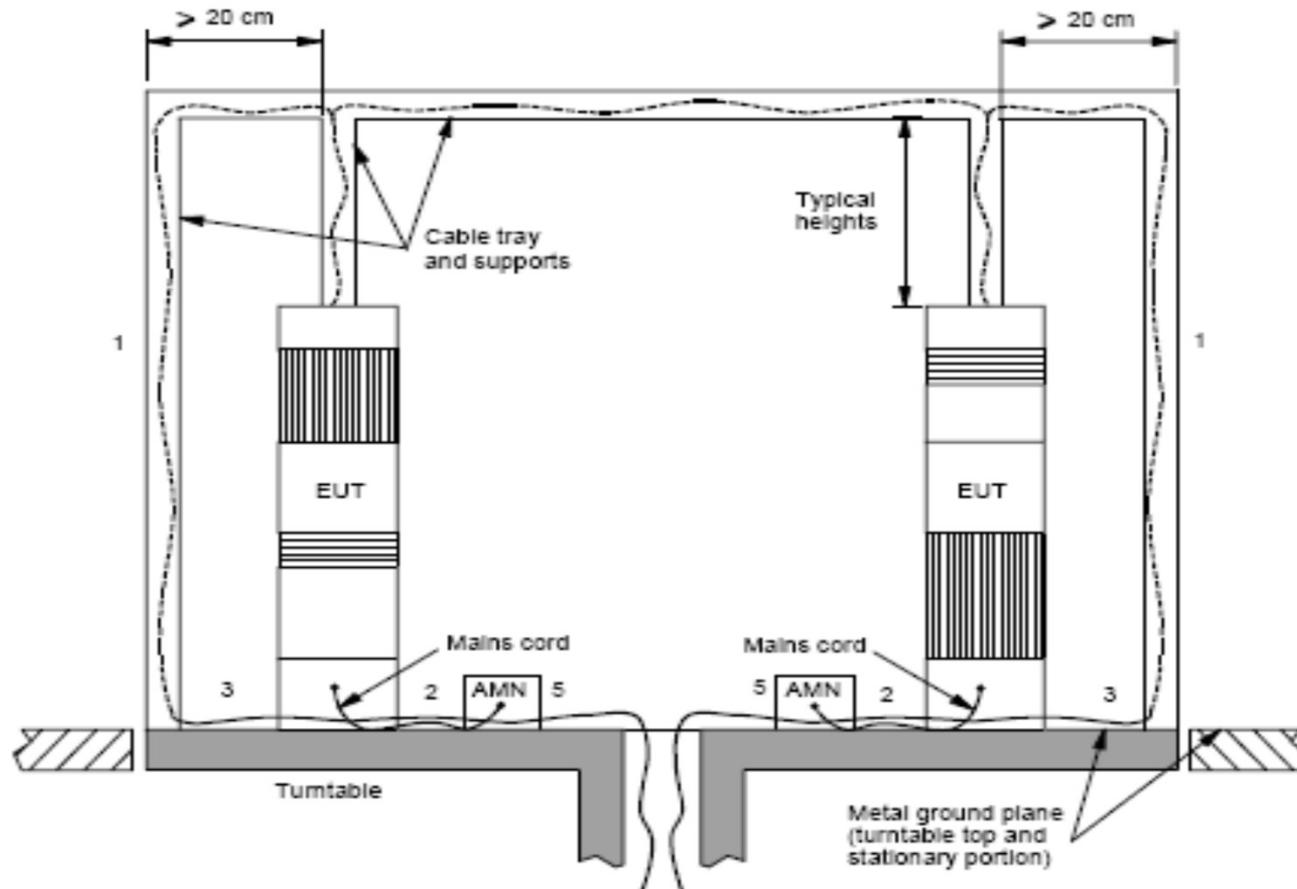
Disposición de ensayo para Emisión Radiada-Equipo sobre piso



Disposición de ensayo para Emisión Radiada-Equipo combinado



Disposición de ensayo para emisión radiada

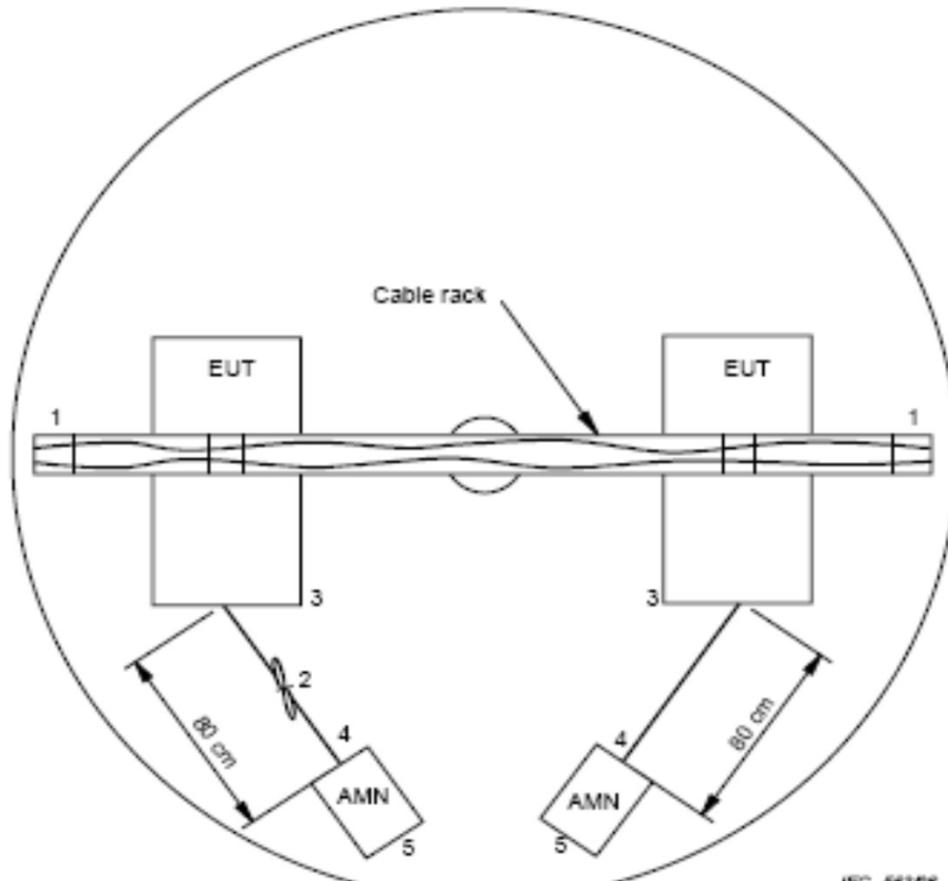


I/O cables to remote peripherals and/or auxiliary equipment.
These cables may be terminated, if required, with correct Impedance

IEC 127297

AMN = artificial mains network
EUT = equipment under test

Disposición de ensayo para emisión radiada



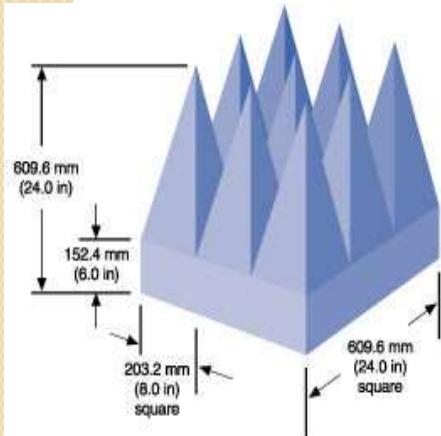
IEC 68368

AMN = artificial mains network
EUT = equipment under test

Detector cuasipico para emisión radiada

- **Para la medición de la emisión radiada desde 30 MHz hasta 1000 MHz:**
- **Ancho de banda CISPR: 120 kHz**
- **Tiempo de subida: 1 ms.**
- **Tiempo de bajada: 550 ms.**

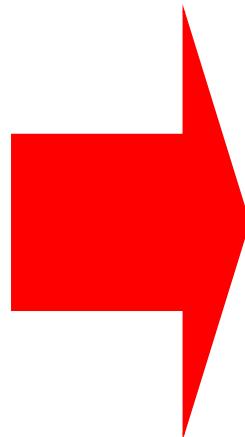
Tipos de absorbentes para distintas cámaras de medición



Microondas

Absorbente piramidal.

EMC, EHP, CRV.



Perdida eléctrica

Preferentemente para alta frecuencia. Pueden usarse a baja frecuencia si el tamaño aumenta o si se usa material curvilineo

Tipos de absorbentes de ondas electromagnéticas



Absorbente híbrido .

Pérdida eléctrica y magnética



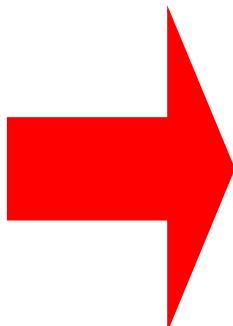
Preferente para EMC

La espuma tiene un contenido bajo de carbono para un buen acoplamiento con la ferrita. A altas frecuencias la absorcion es menor que el absorbente tradicional piramidal con alto contenido de carbono.

Tipos de absorbentes de ondas electromagnéticas

Azulejo de Ferrita .

Pérdida magnética



Preferentemente para bajas frecuencias por debajo de 1.5GHz

No funciona a altas frecuencias.

Conos de ferrita en plástico funcionan a altas frecuencias pero son muy caros. Y necesitan azulejo para las frecuencias bajas.

Absorbente curvilíneo

Absorbente híbrido .



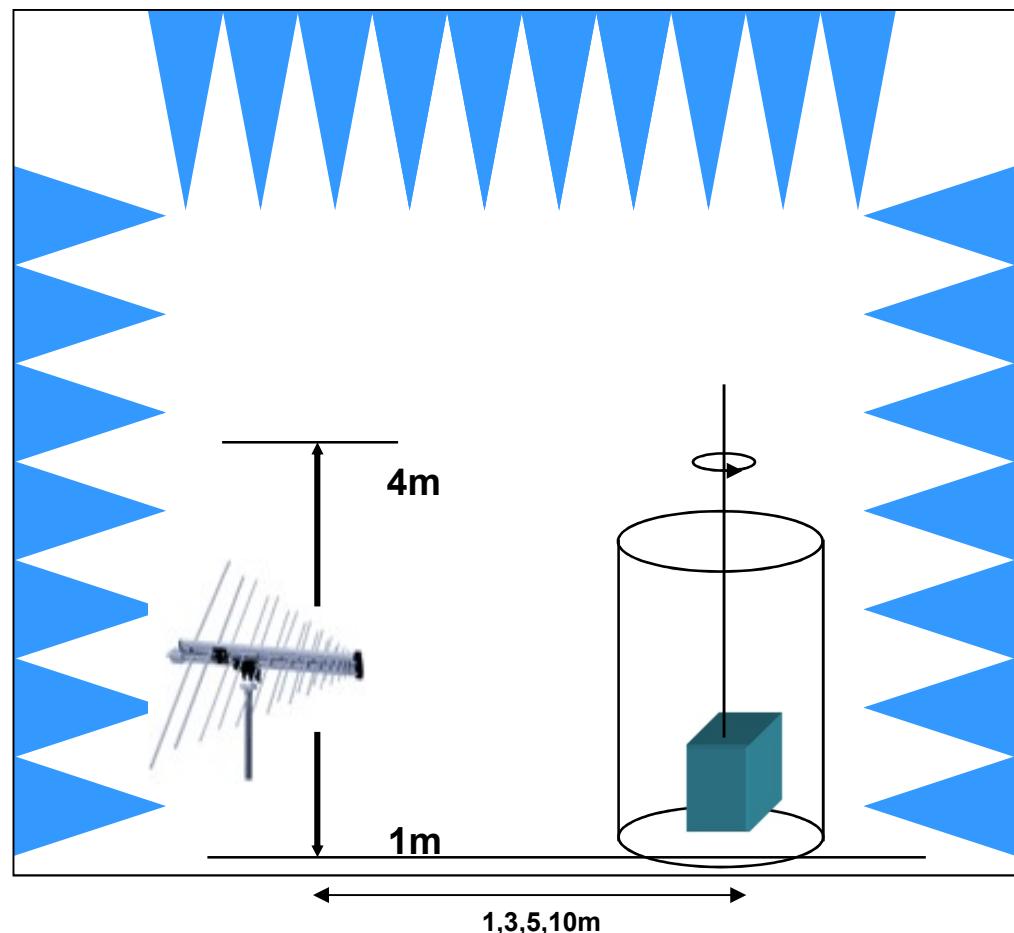
Perdida electrica y magnetica

**Introducción de la tecnología curvilinea al
absorbente híbrido.**

**Originalmente diseñado para los standares
de la ETSI**

Cámaras para Compatibilidad Electromagnética

- # Diseño está dirigido por normativas y estándares
- # A que distancia se hace el ensayo? Estamos midiendo emisiones o inmunidad?
- # La cámara debe simular un área abierta
- # La medición del NSA indica la calidad de la cámara y como compara con el área abierta.

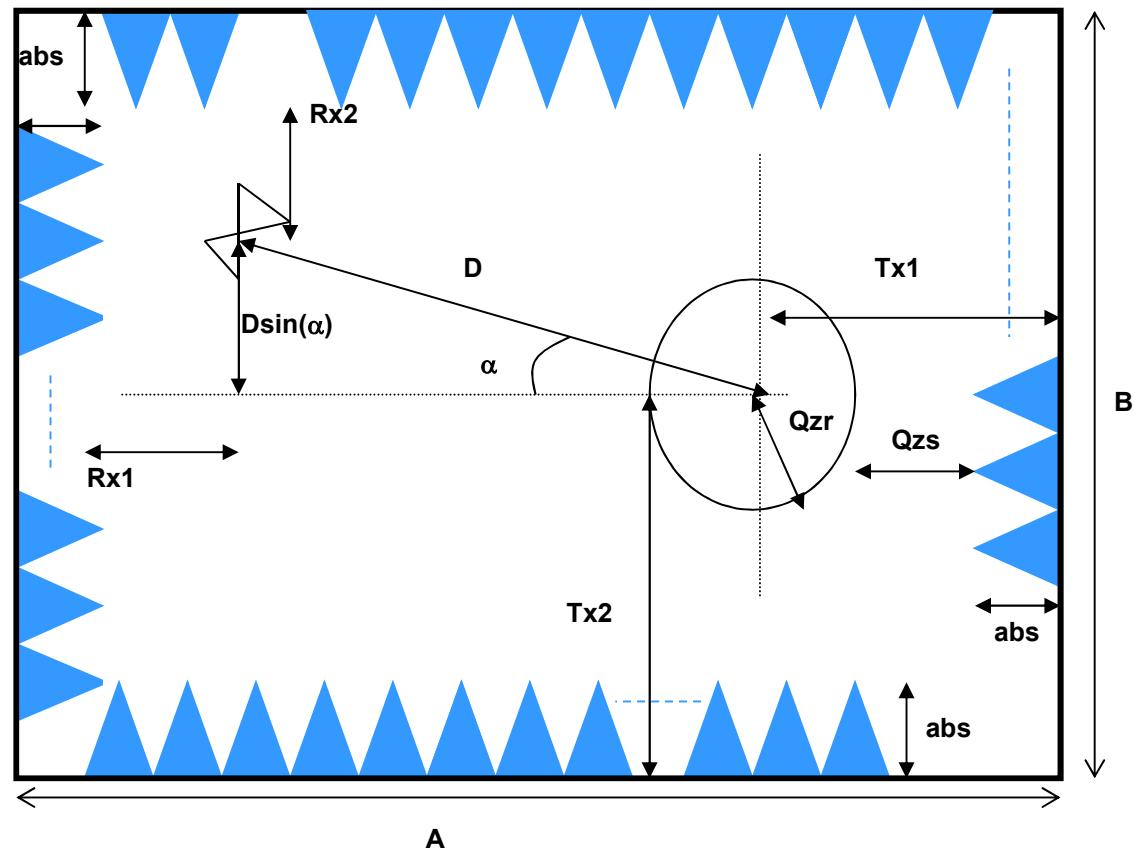


Cámaras para Compatibilidad Electromagnética

He aquí algunas reglas simples para estimar el tamaño de una cámara

$$A = D + 2 \cdot Q_{zR} + Rx_1 + Q_{zs} + 2 \cdot abs$$

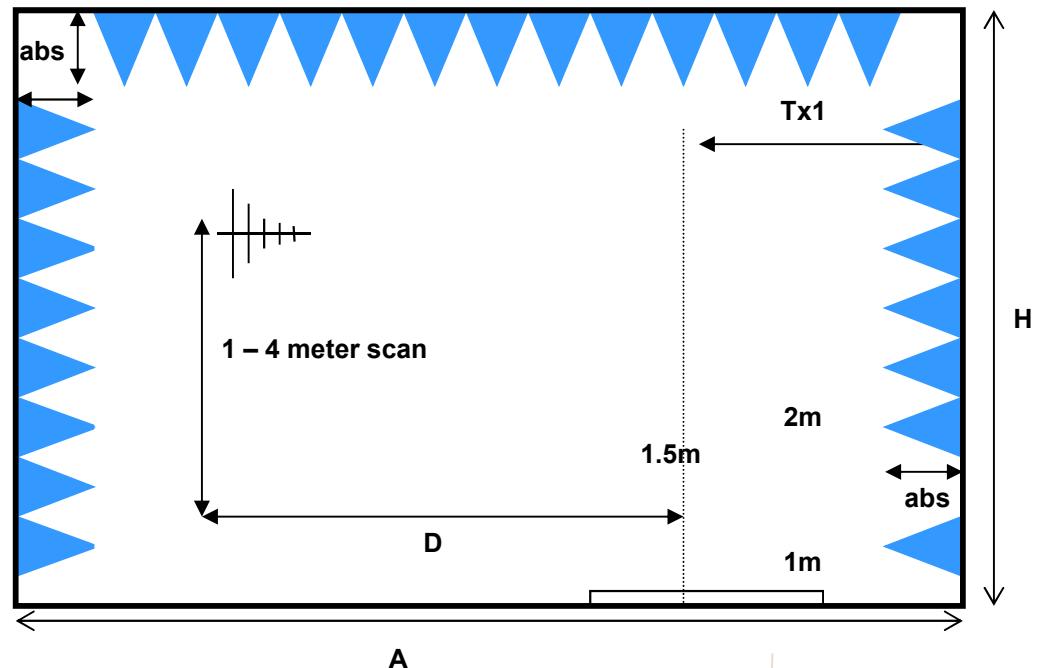
donde $Rx_1 = 2m$, $Q_{zs} = 1m$



Es importante mantener $\alpha > 0$

Cámaras para Compatibilidad Electromagnética

Para la altura de la cámara ésta debe acomodar un barrido de 1 a 4m de altura y los elementos de la antena deben estar al menos a 1 metro de las puntas del absorbente



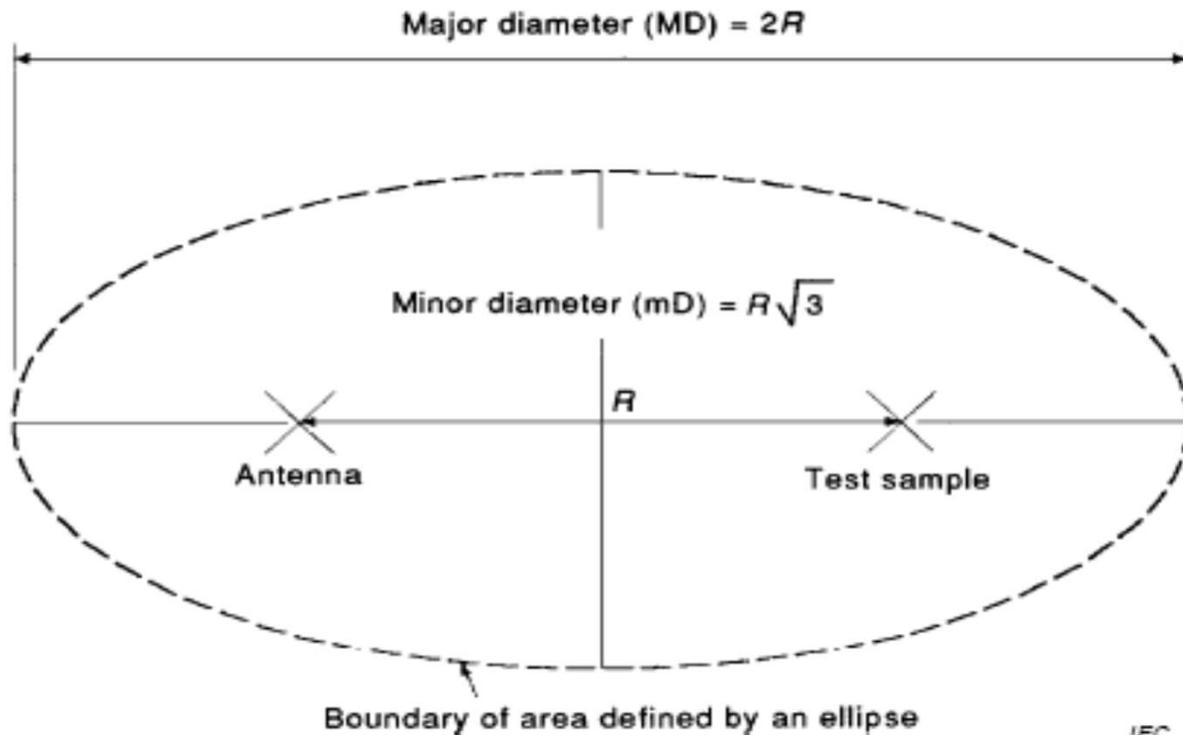
Cámaras para Compatibilidad Electromagnética

Que dicen los estándares internacionales (CISPR 16) o Nacionales (ANSI/IEEE C63.4 o EN 50147-2)

- # Típicamente tendrán una proposición similar a ésta:
 - ANSI C 63.4-1992 § 5.4.2, Alternate test Sites: Measurements can be made at a location other than an OATS, ... Provided that the alternate site meets the site attenuation requirements of 5.4.6 over the volume occupied by the EUT, ... and the ground plane requirements of 5.4.3

Lo que quiere decir es que la cámara deberá comportarse como un área abierta de ensayos (OATS: Open Area Test Site).

Emplazamiento de ensayo para Emisión Radiada



Volume above earth to be free of reflecting objects.

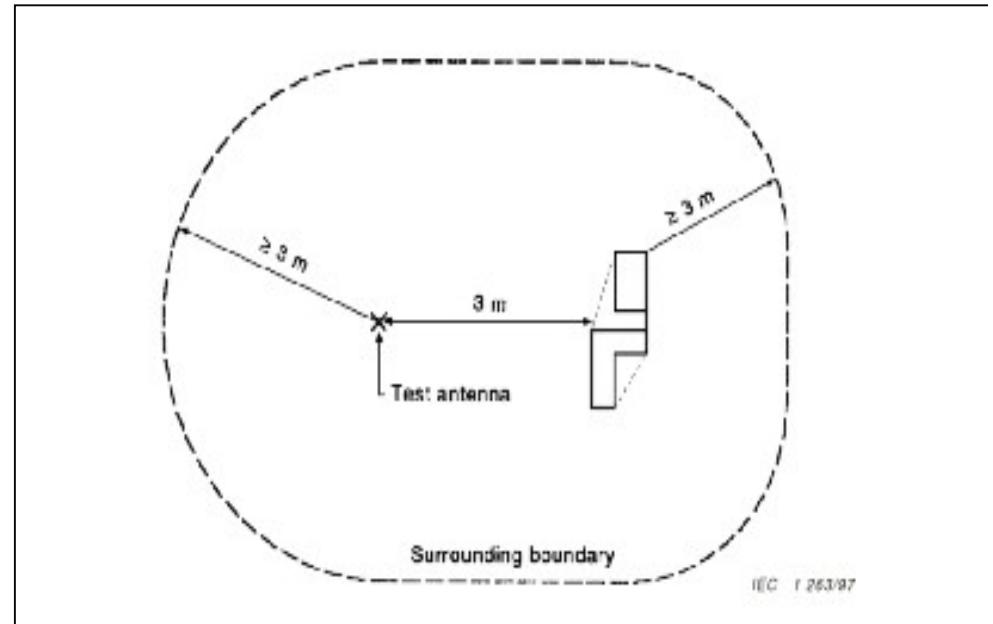
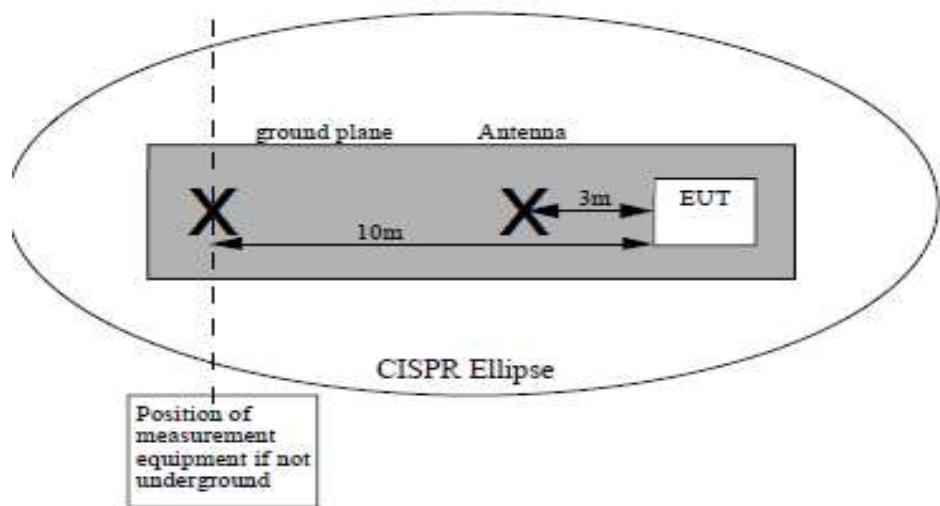
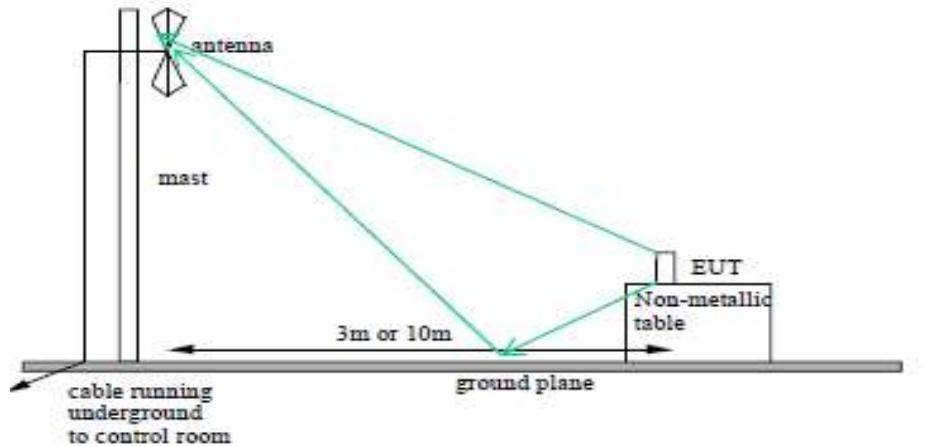
NOTE – Characteristics of test site described further in 10.3. See also clause 6 for the value of R .

Figure 1 – Test site

OATS: Open Area Test Site



Emplazamiento de ensayo para Emisión Radiada



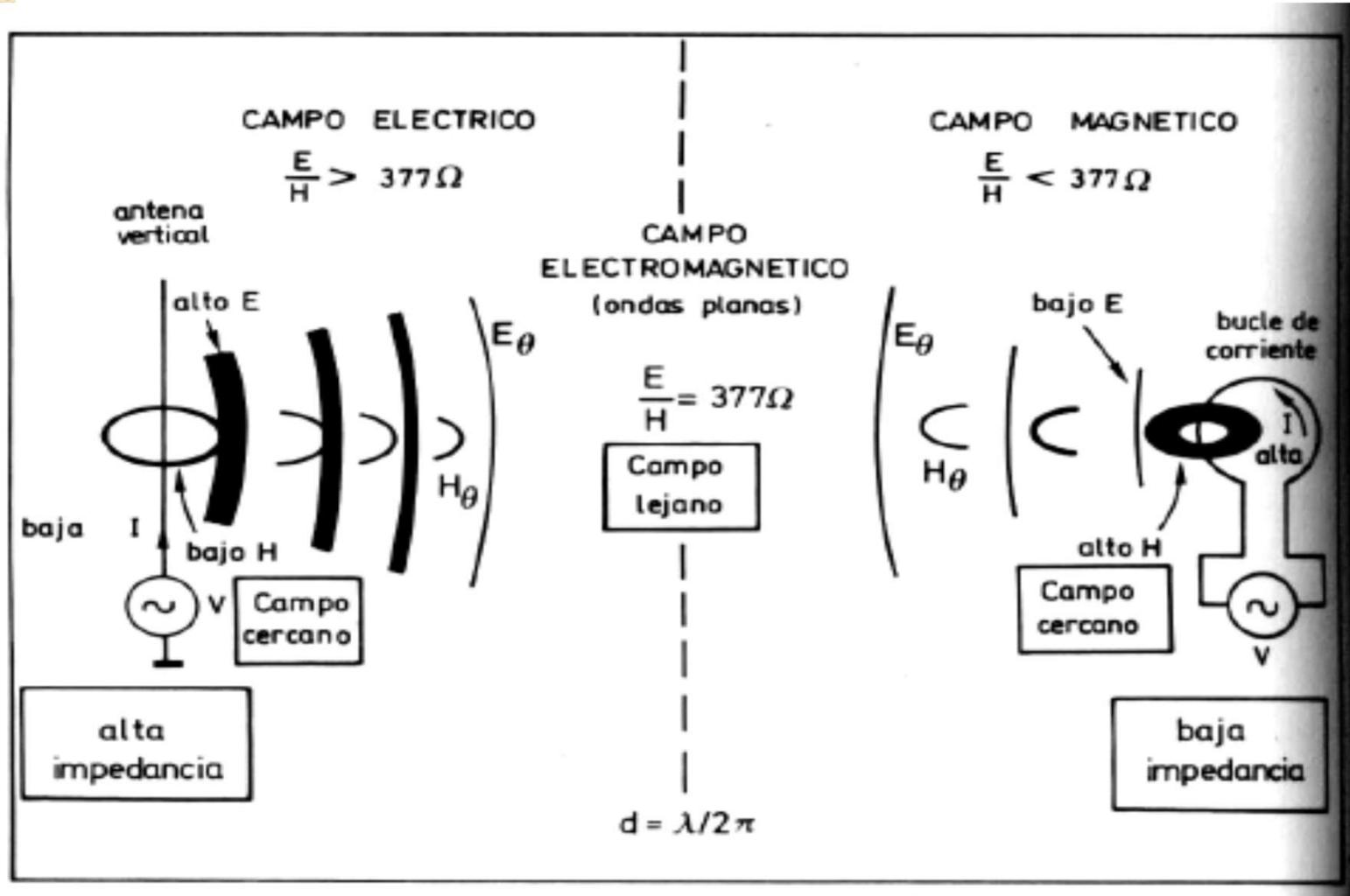
Condiciones de medición para Emisión Radiada

- **Campo cercano ó campo de inducción:** **Región ó zona de Fresnel, donde la impedancia de onda dada por la relación $Z = E / H$ es variable, dependiendo de la fuente irradiante.**
- **Campo lejano ó campo de radiación:** **Región ó zona de Fraunhoffer, donde la impedancia de onda es constante e igual a la del espacio libre $Z=377 \text{ Ohm}$**

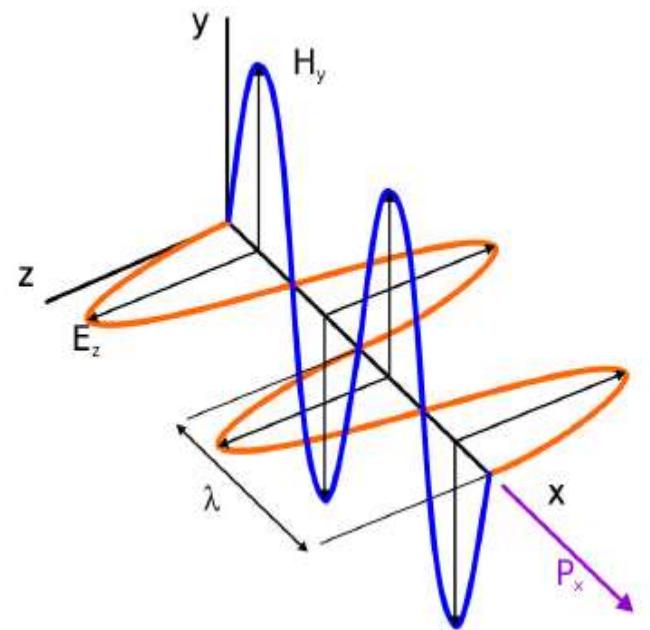
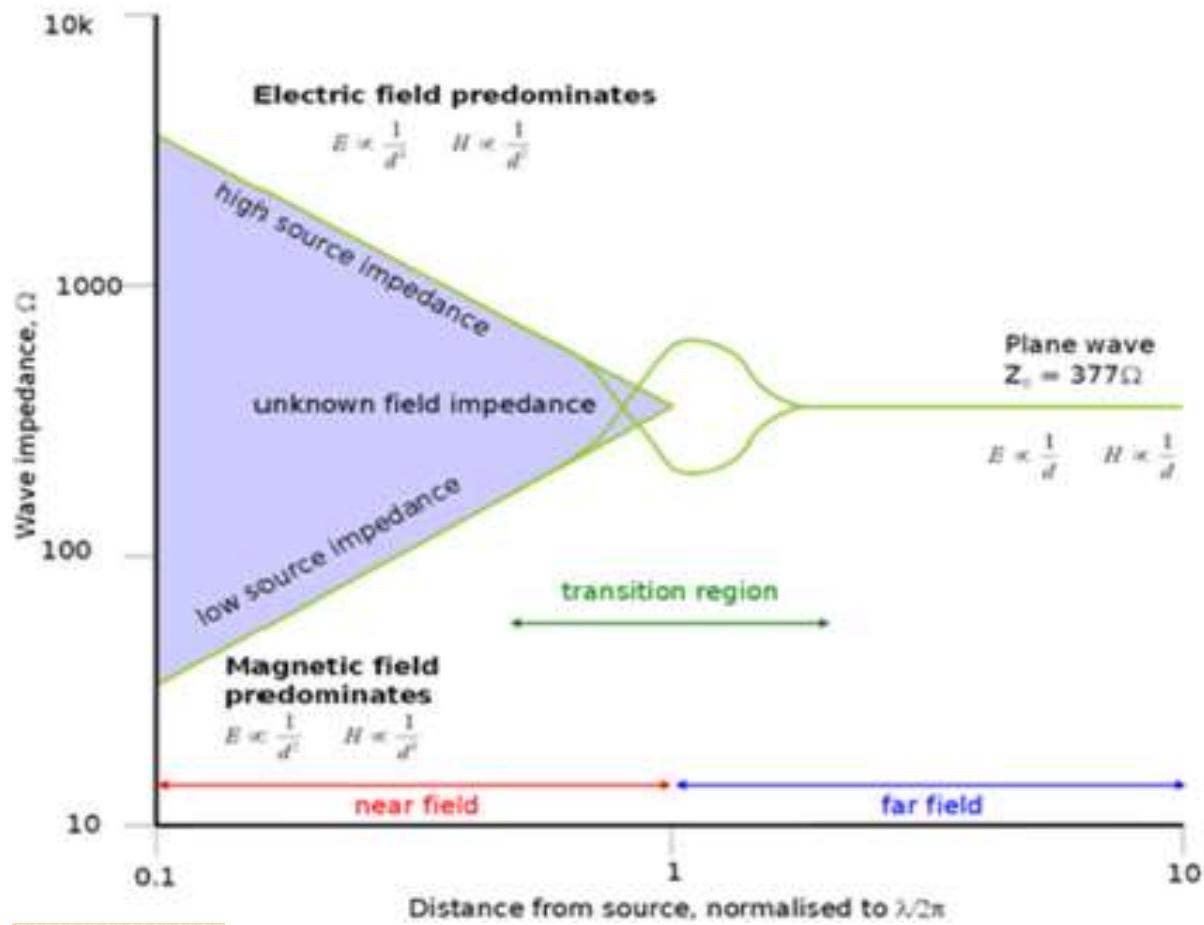
Interfase Campo Cercano - Campo Lejano

- **La distancia de separación R entre campo lejano y cercano para una fuente puntual es igual a $R = \lambda / 2\pi$**
- **La distancia de separación R para una fuente de dimensión D es igual a $R = D_2 / \lambda$, considerando una curvatura de $\lambda / 8$**

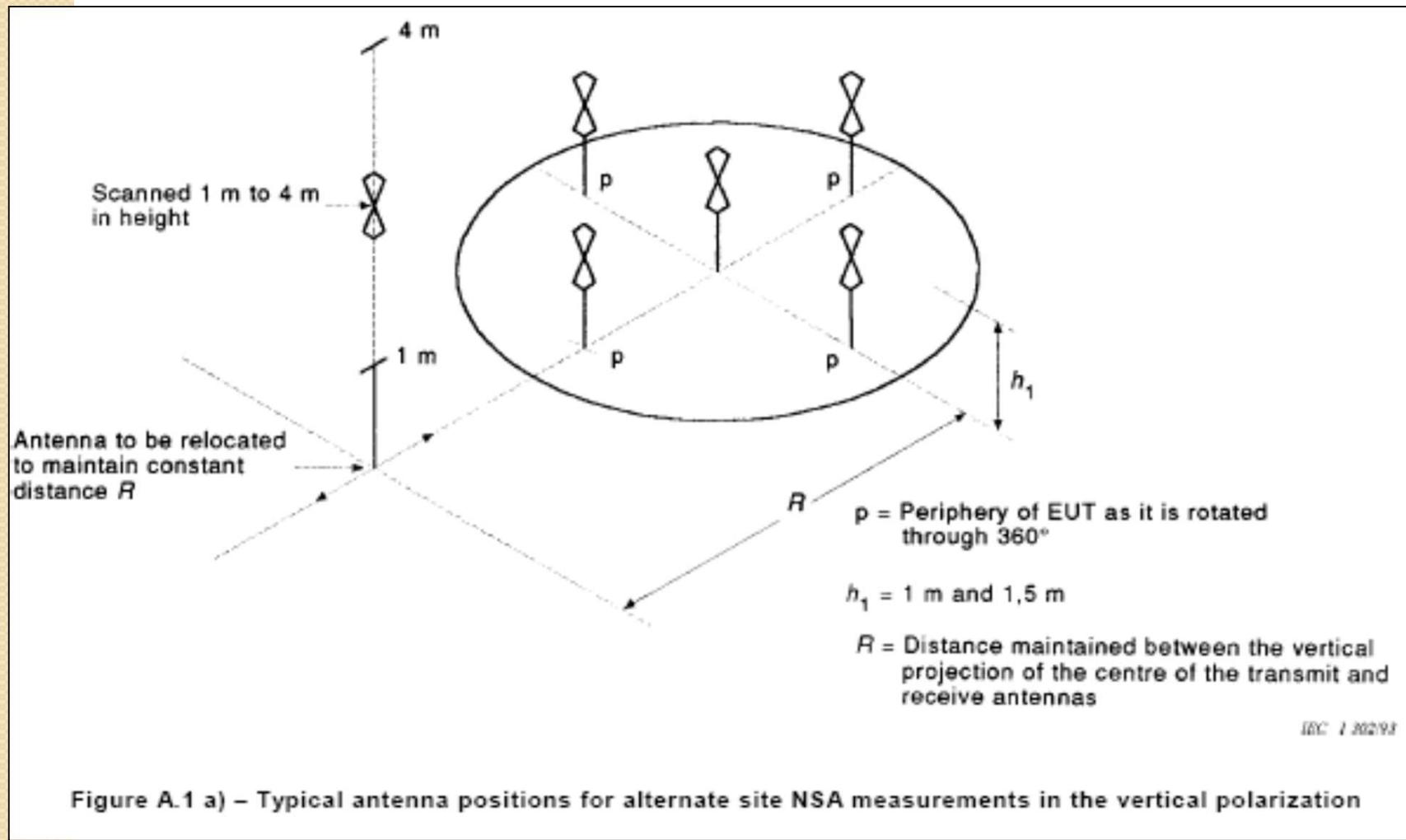
Interfase Campo Cercano – Campo Lejano



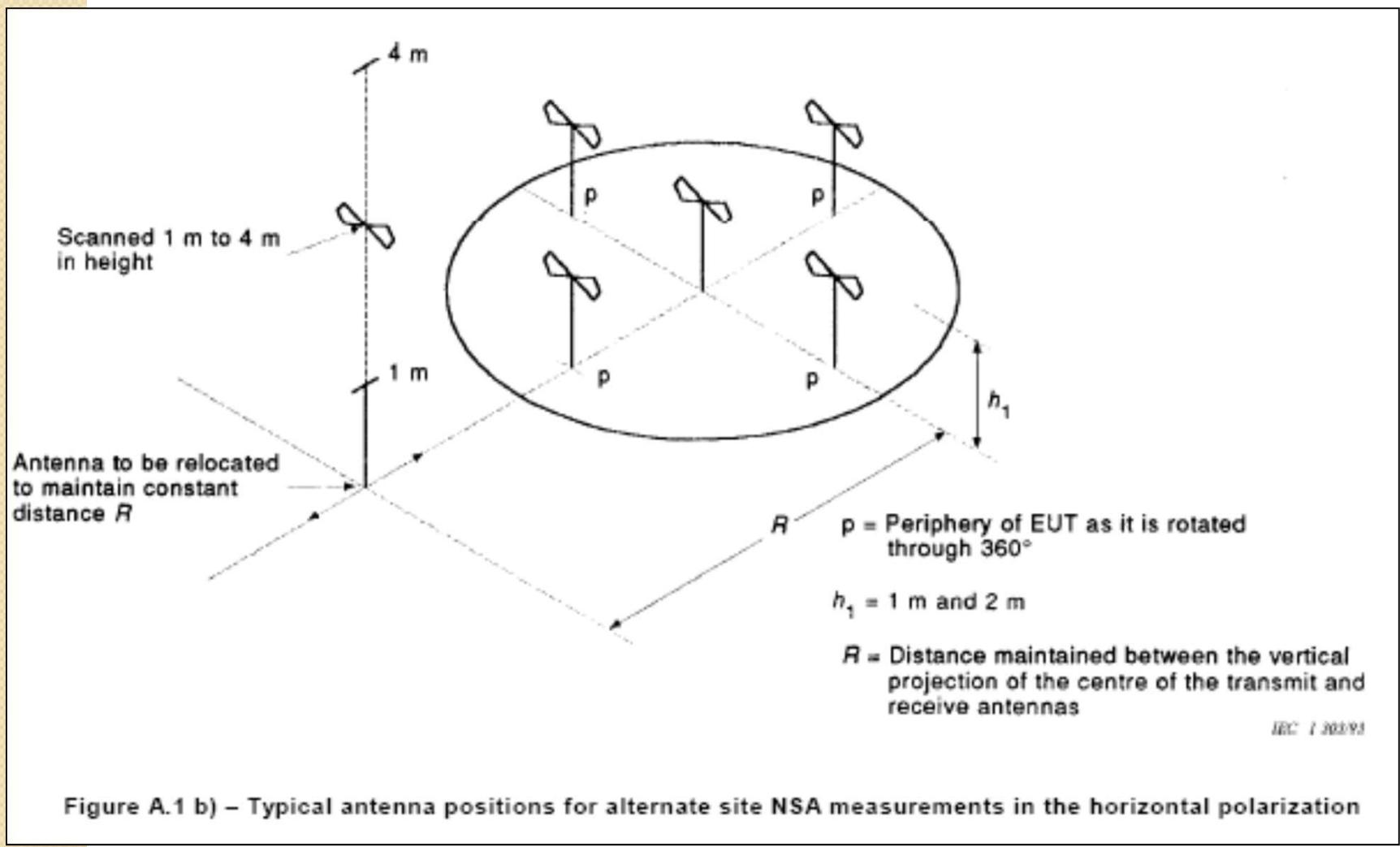
Interfase Campo Cercano – Campo Lejano



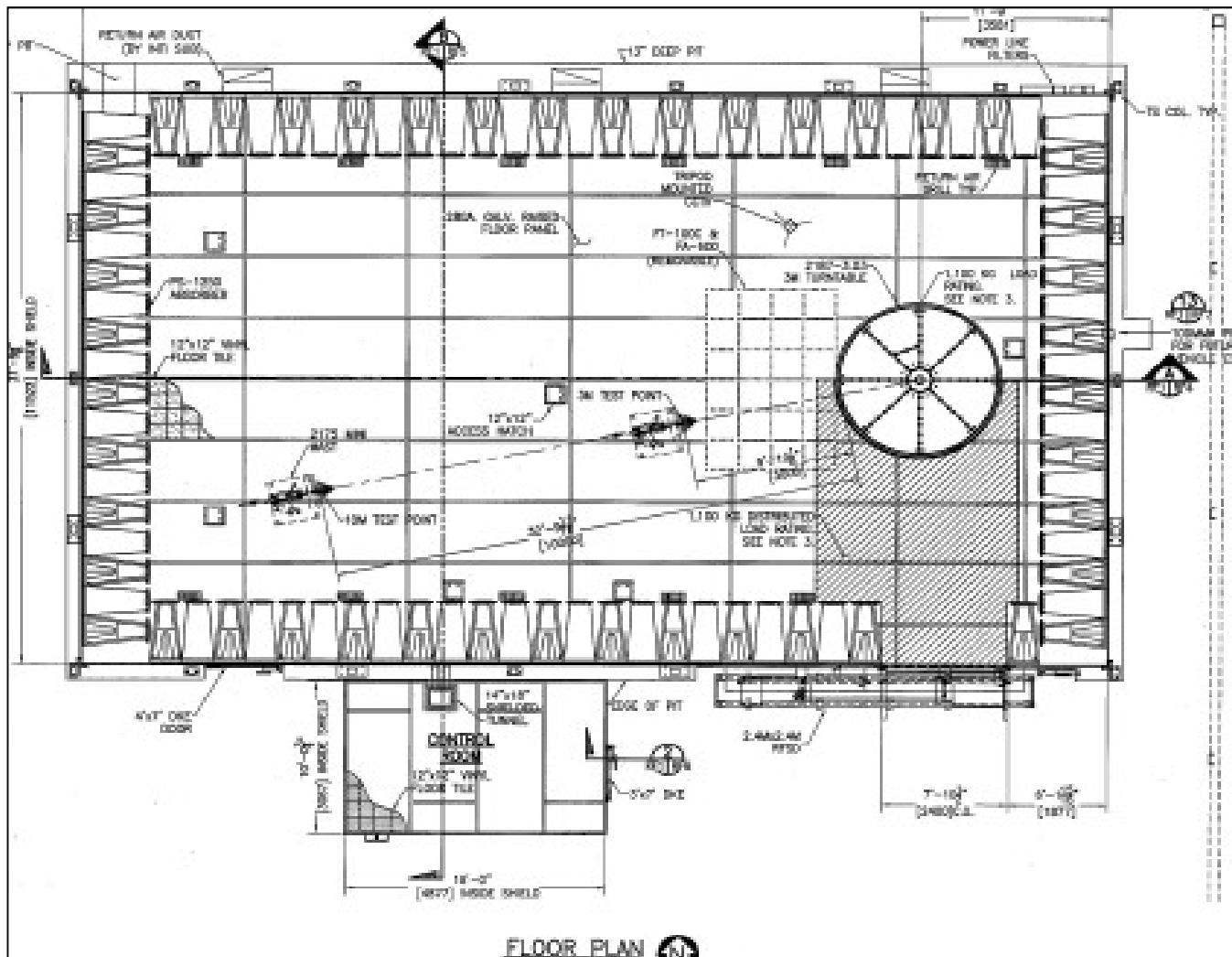
Atenuación del emplazamiento normalizado (NSA)



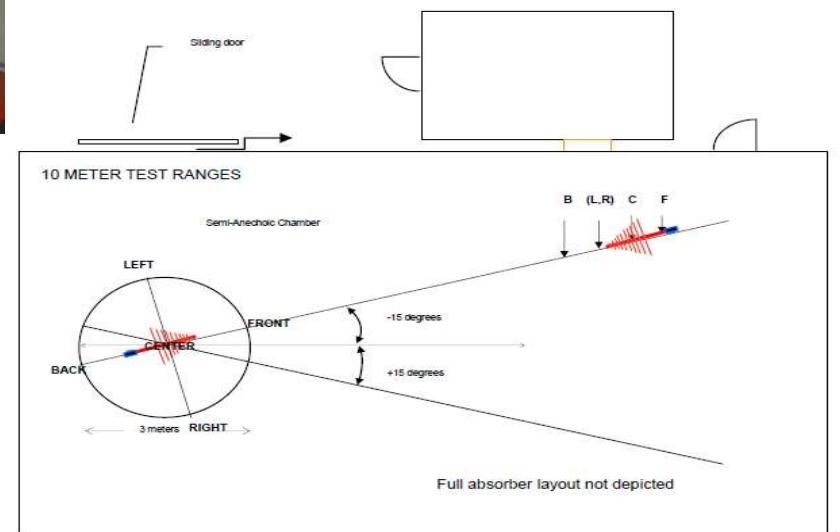
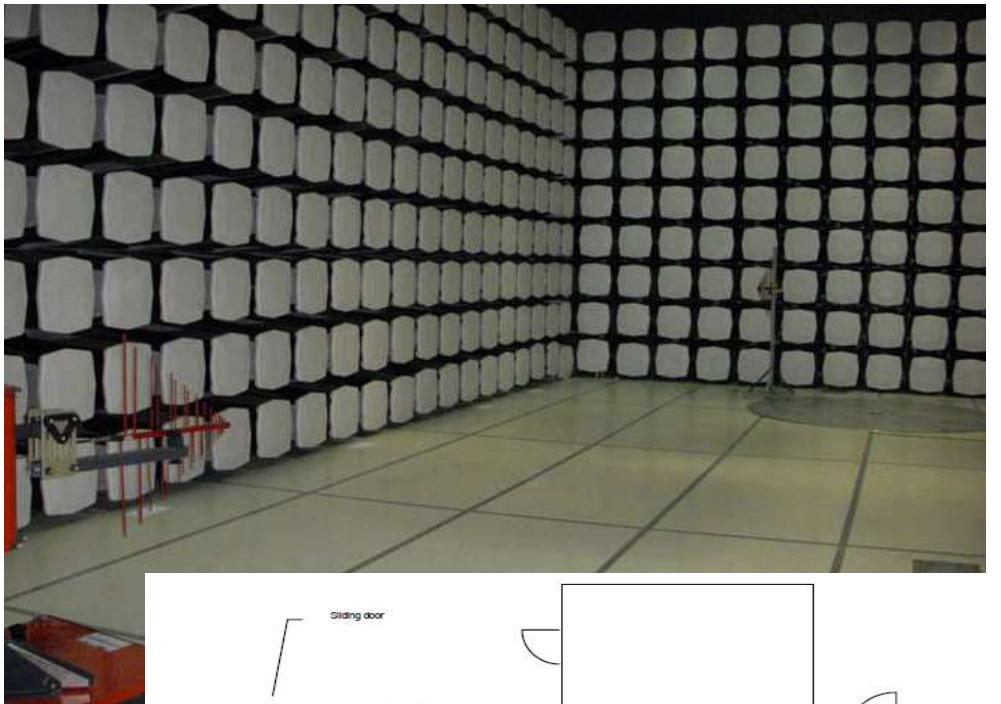
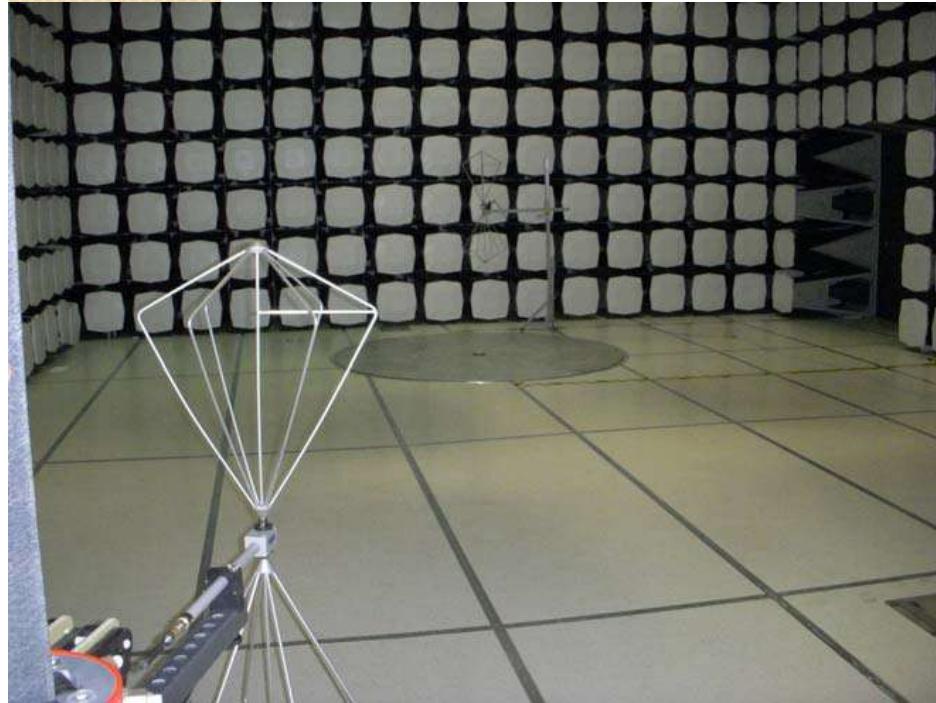
Atenuación del emplazamiento normalizado (NSA)



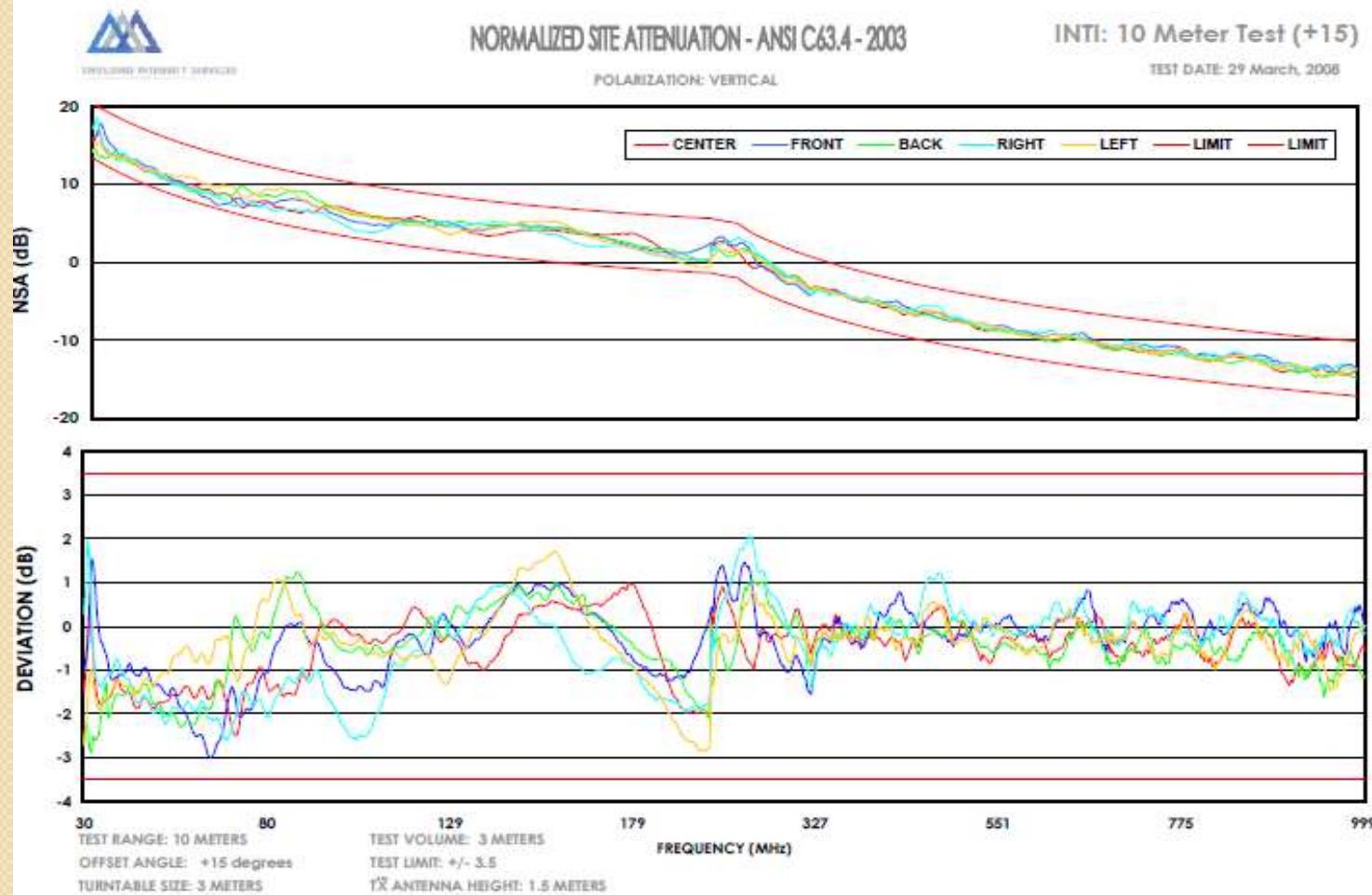
Cámara Semianecoica INTI



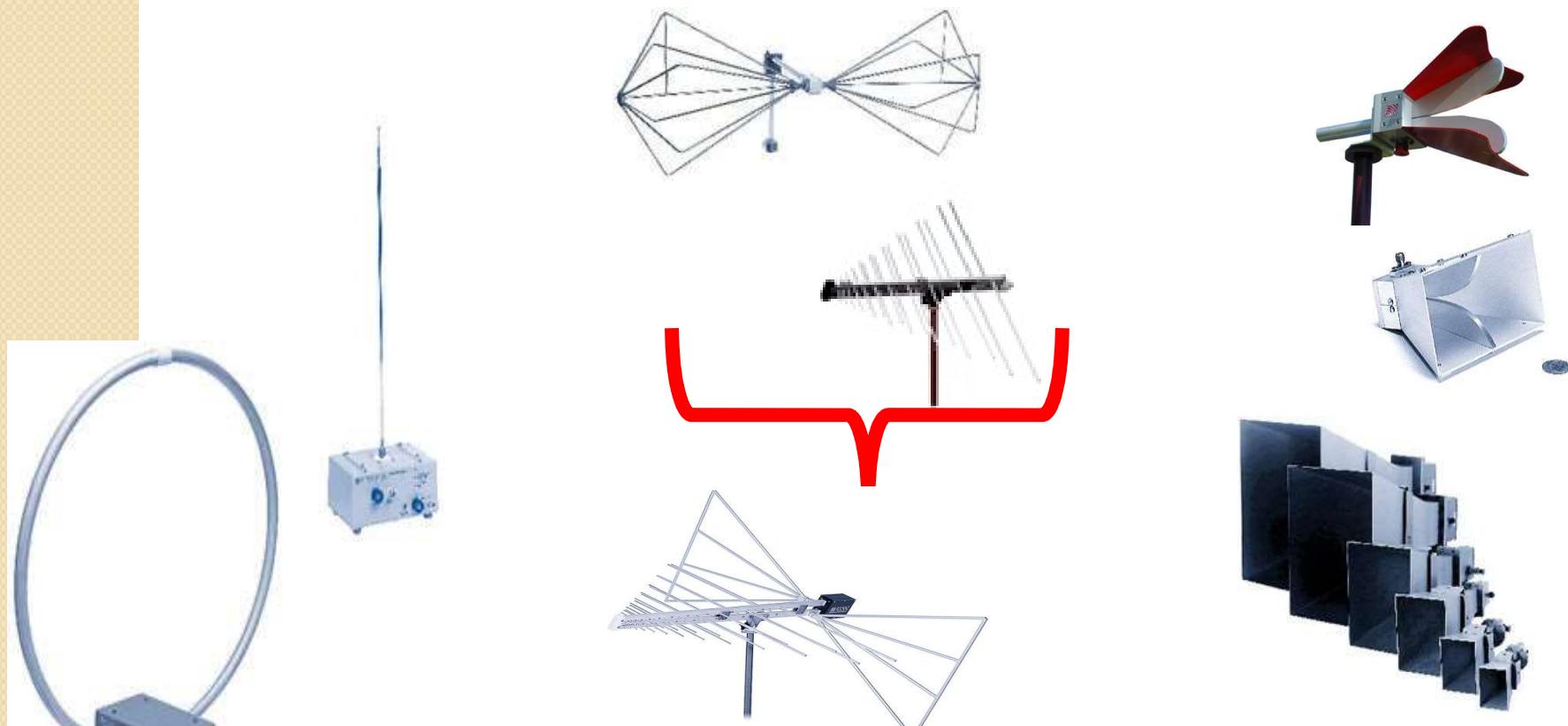
Medición de la Atenuación del emplazamiento normalizado



Medición de la Atenuación del emplazamiento normalizado



Antenas normalizadas para medir Emisión Radiada

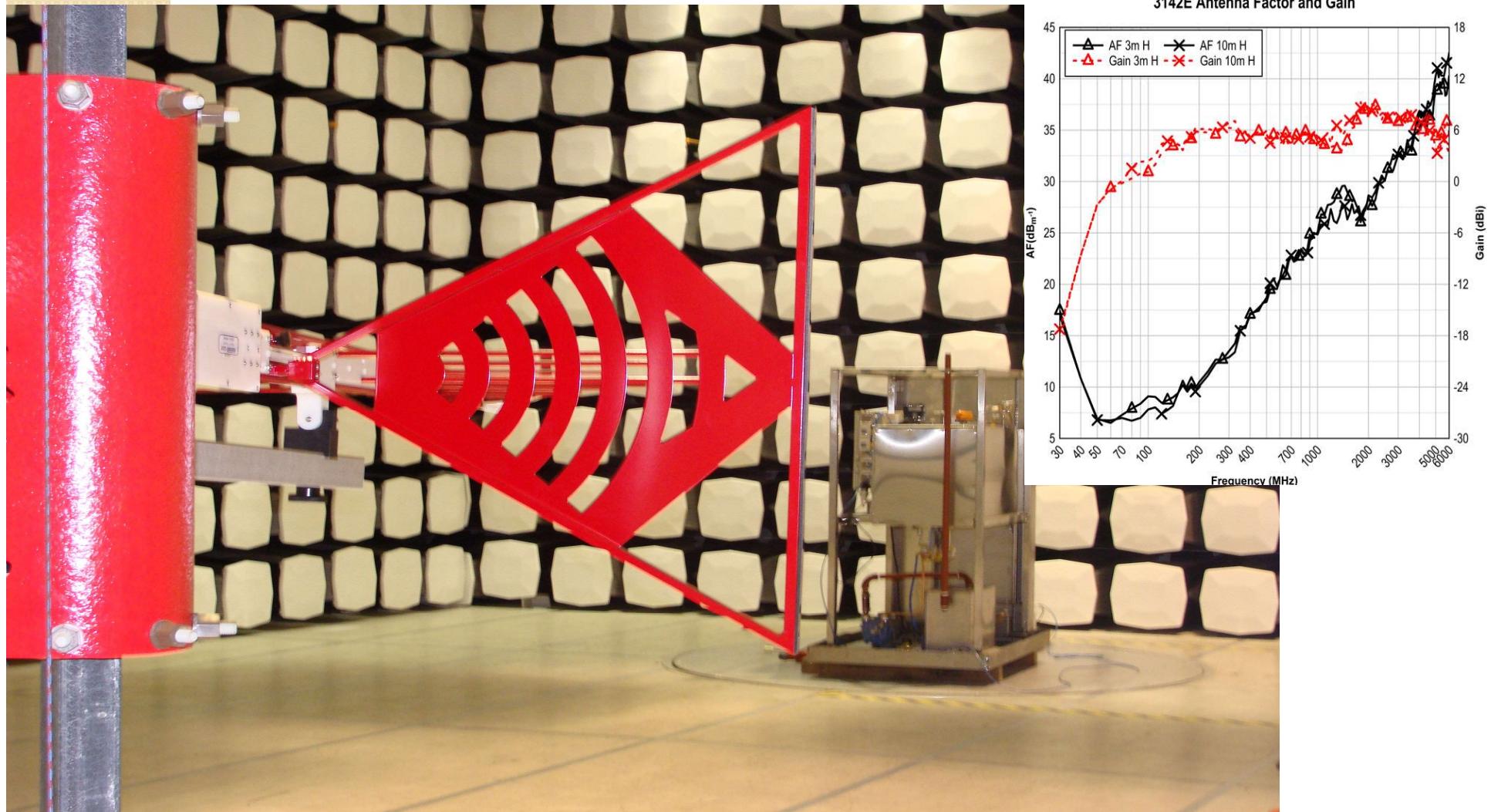


Antenas para cubrir toda la banda de frecuencias

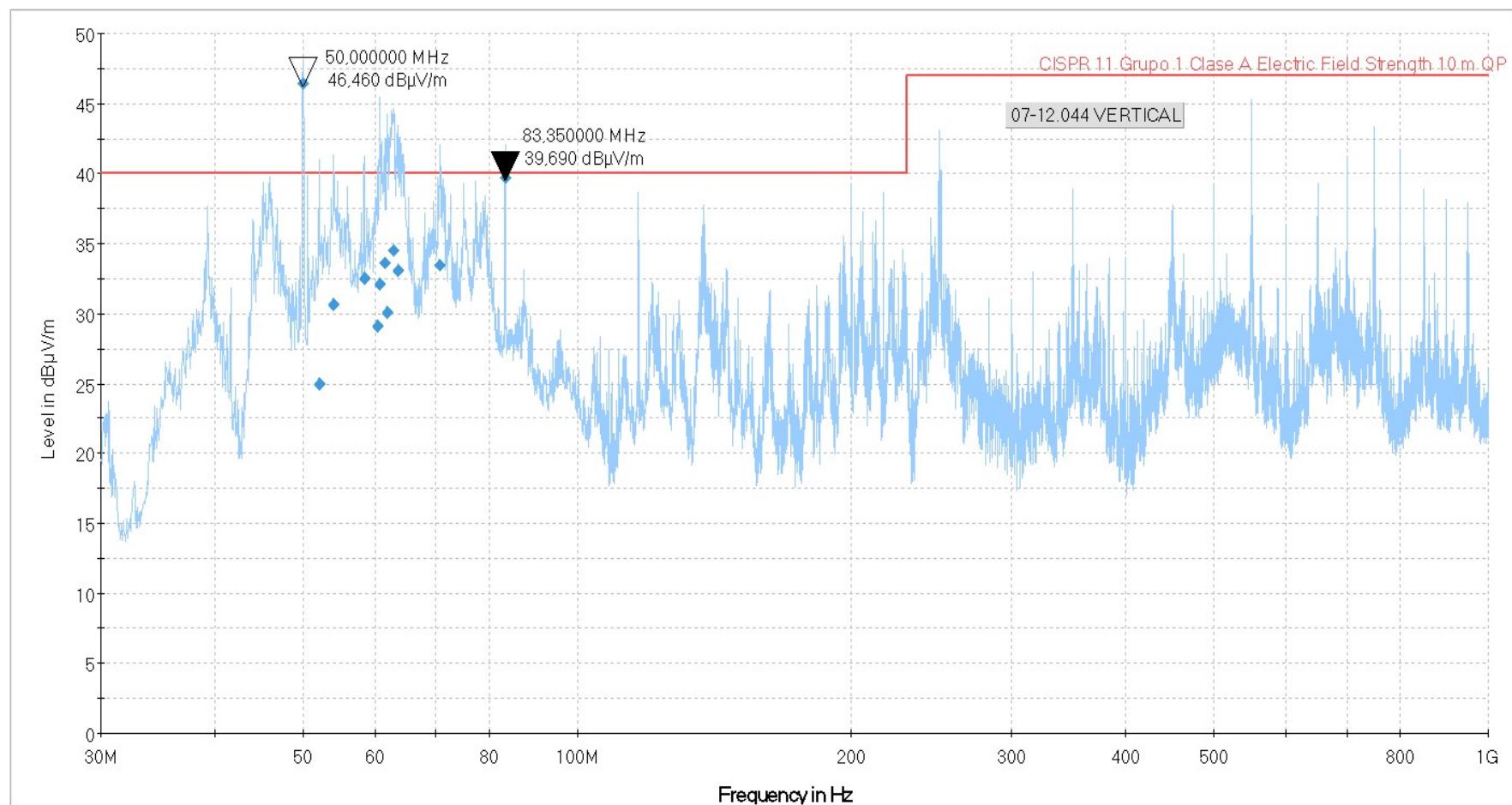
Equipo adicional para ensayo de Emisión Radiada



Ensayo de Emisión Radiada



Medición de Emisión Radiada según CISPR II



Emisión Radiada según IRAM CISPR II-Niveles Grupo I

Clase A

Gama de frecuencias MHz	Distancia de medición de 10 m potencia de entrada nominal		Distancia de medición de 3 m Potencia de entrada nominal ^{b)}	
	Menor o igual a 20 kVA	Menor a 20 kVA ^{a)}	Menor o igual a 20 KVA	Mayor a 20 kVA a
	Cuasi-cresta dB(μ V/m)	Cuasi-cresta dB(μ V/m)	Cuasi-cresta dB(μ V/m)	Cuasi-cresta dB(μ V/m)
30 - 230	40	50	50	60
230 - 1000	47	50	57	60

En un emplazamiento de ensayo, la medida de los equipos de clase A puede realizarse a una distancia de 3m, 10 m o de 30 m. Debe utilizarse un factor inversamente proporcional de 20 dB por década para normalizar los datos medidos a la distancia especificada para determinar la conformidad.

En la frecuencia de transición, debe aplicarse el límite más exigente.

^{a)} Estos límites se aplican a los equipos de potencia de entrada asignada > 20 kV A destinados a utilizarse en los emplazamientos en que la distancia es superior a 30 m entre el equipo y las comunicaciones radio sensibles de terceras partes. El fabricante debe indicar en la documentación técnica que este equipo se destina a utilizarse en los lugares en que la distancia de separación con relación a los servicios radio sensibles de terceras partes es > 30 m. Si el fabricante no incluye las condiciones particulares de utilización del equipo en la documentación técnica del usuario, deben aplicarse los límites para el equipo cuya potencia de entrada asignada es ~ 20 kVA.

^{b)} Los límites especificados para una distancia de 3 m de separación se aplican solo a pequeños equipos con un tamaño definido en 3.10

Emisión Radiada según IRAM CISPR II-Niveles Grupo I

Clase B

Gama de frecuencias MHz	Distancia de medición de 10m	Distancia de medición de 3 m ^{a)}
	Cuasi-cresta dB(μ V/m)	Cuasi-cresta dB(μ V/m)
30 - 230	30	40
230-1000	37	47

En un emplazamiento de ensayo, la medición de los equipos de clase B puede realizarse a una distancia de 3 m o de 10m.
La medición a distancias menores que 10 m es permitida solo a equipos comprendidos según el punto 3.10
En frecuencia de transición se aplica el límite más estricto

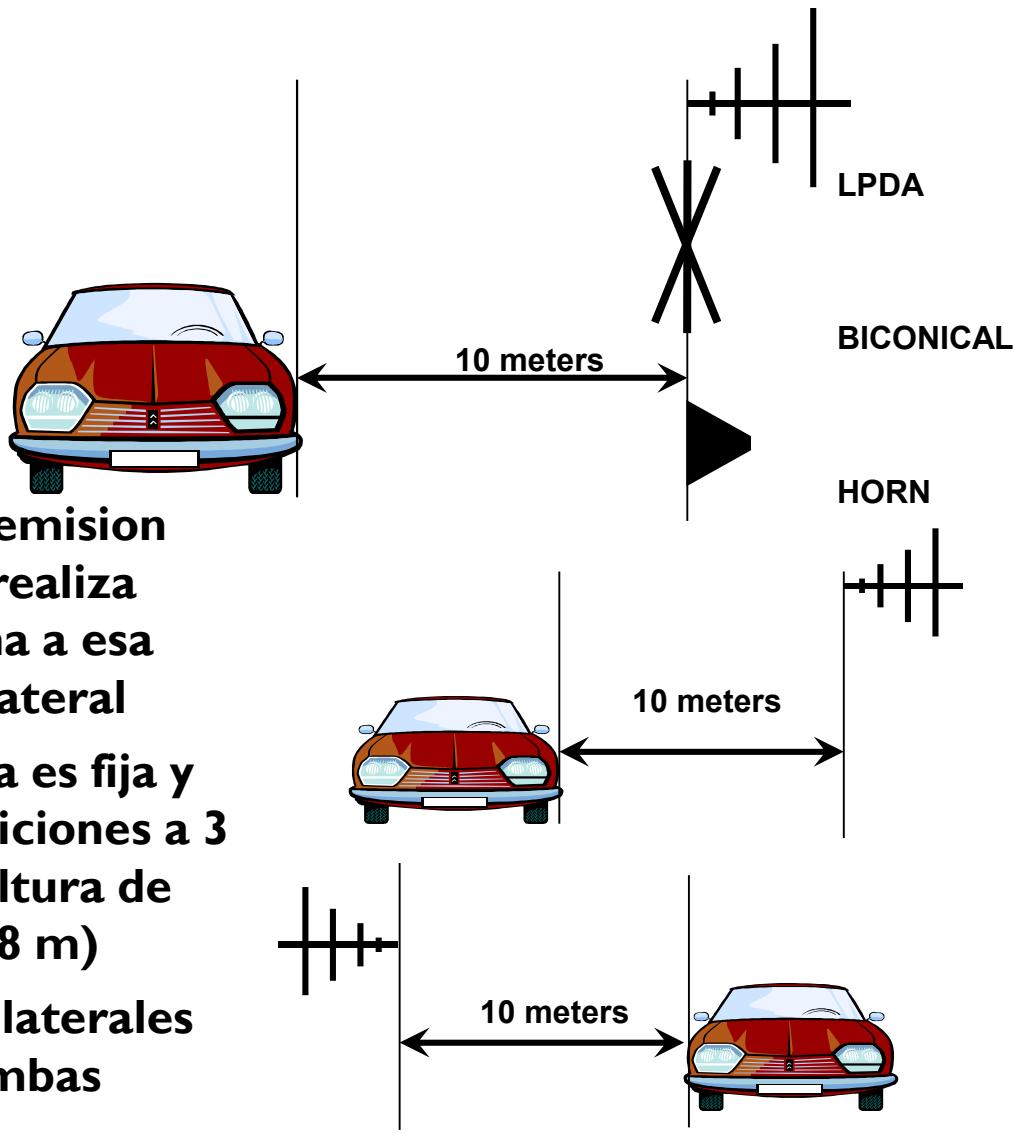
^{a)} Los límites especificados para m de distancia de separación se aplican solo a pequeños equipos cuyo tamaño se encuentra definido en 3.10

Emisión Electromagnética Radiada – CISPR 12

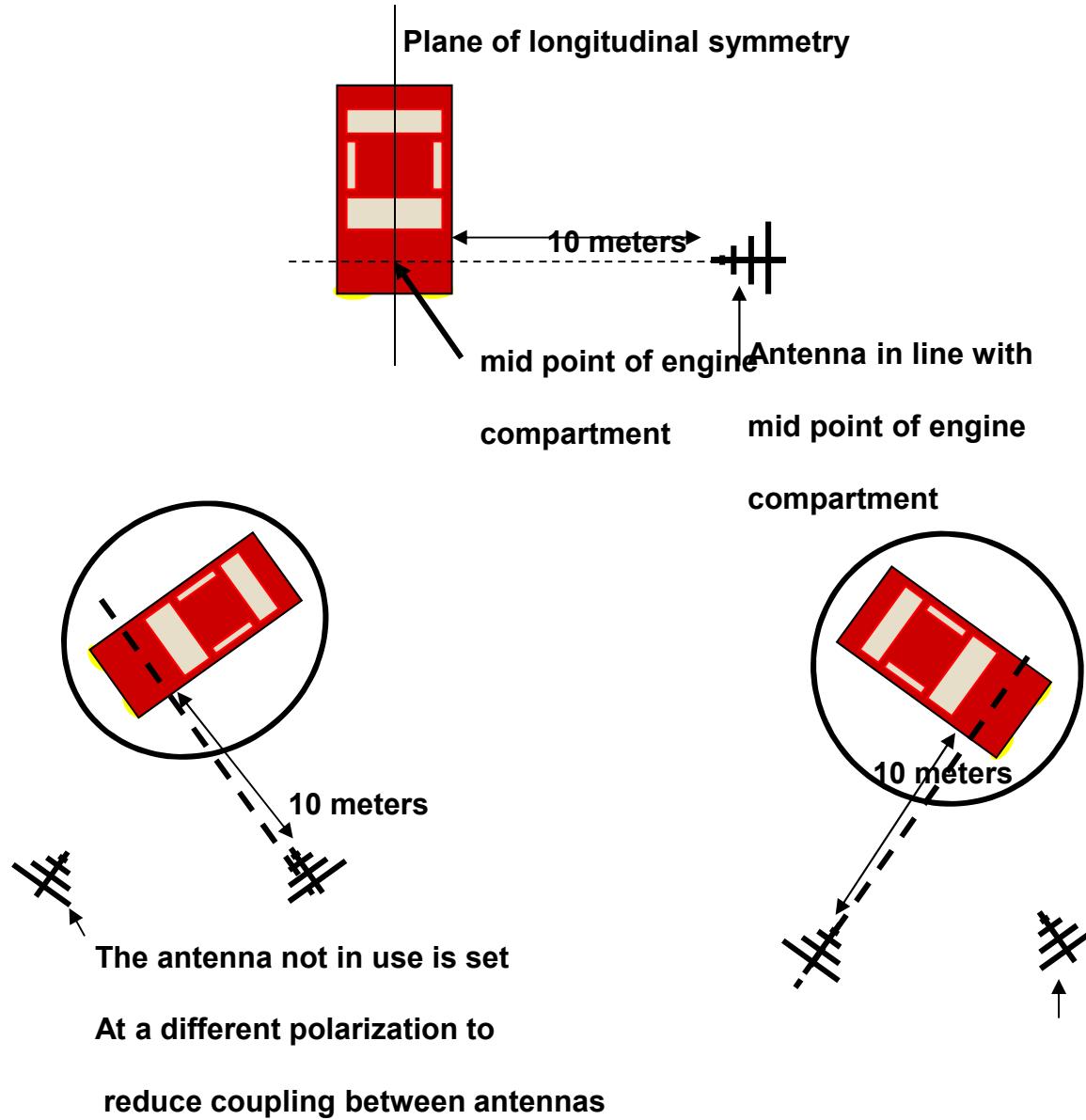


Ensayos de vehículos en área abierta o dentro de cámara semianecoica

- La medición de la emisión radiada a 10 m se realiza colocando la antena a esa distancia del lado lateral
- La altura de antena es fija y de 3 m (Para mediciones a 3 m de distancia la altura de antena se fija en 1,8 m)
- Se ensayan ambos laterales del vehículo con ambas polarizaciones.



Ensayos de vehículos en área abierta o dentro de cámara semianecoica





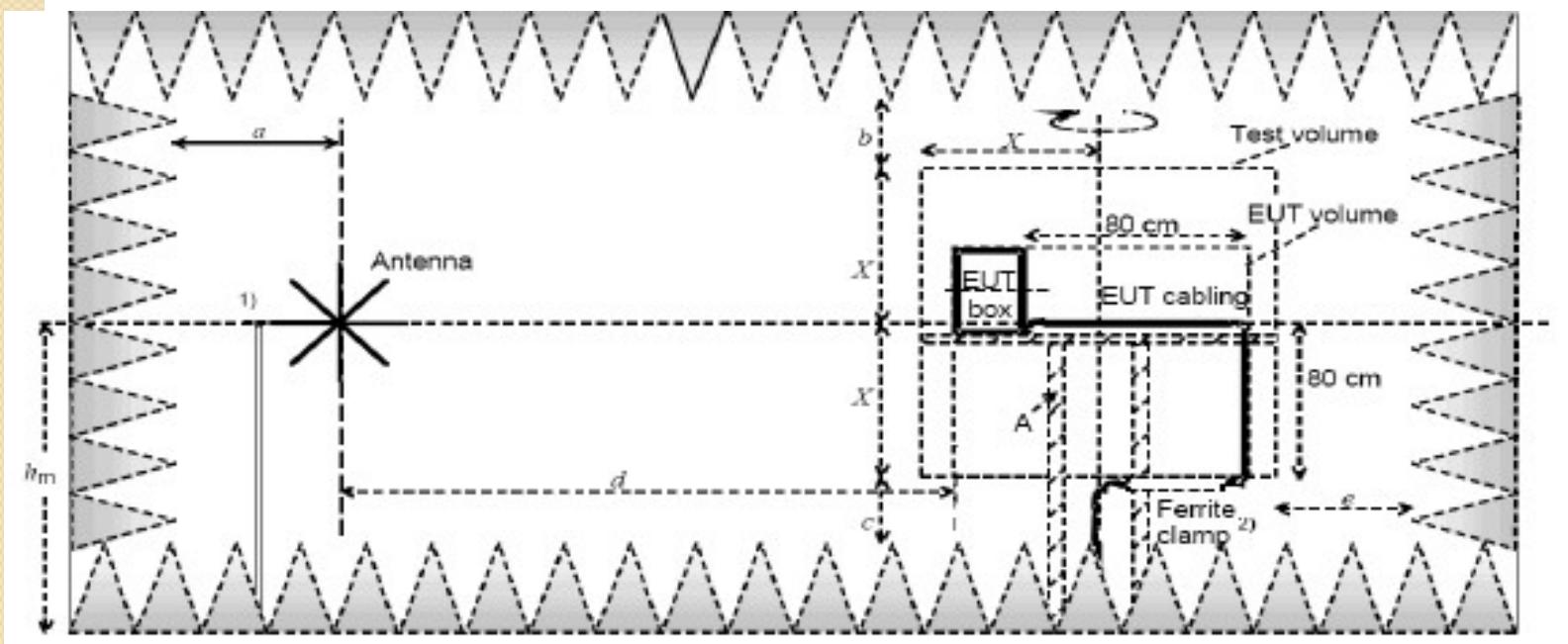


Typical Shielding Access Panel (wall mounted)



Typical Floor Connection Panel

FAR – Fully Anechoic Room



A = turntable and EUT-support

2) $X = 1.5$ m; 2.5 m; 5 m, i.e. corresponds to test distance used (3 m, 5 m, or 10 m respectively)

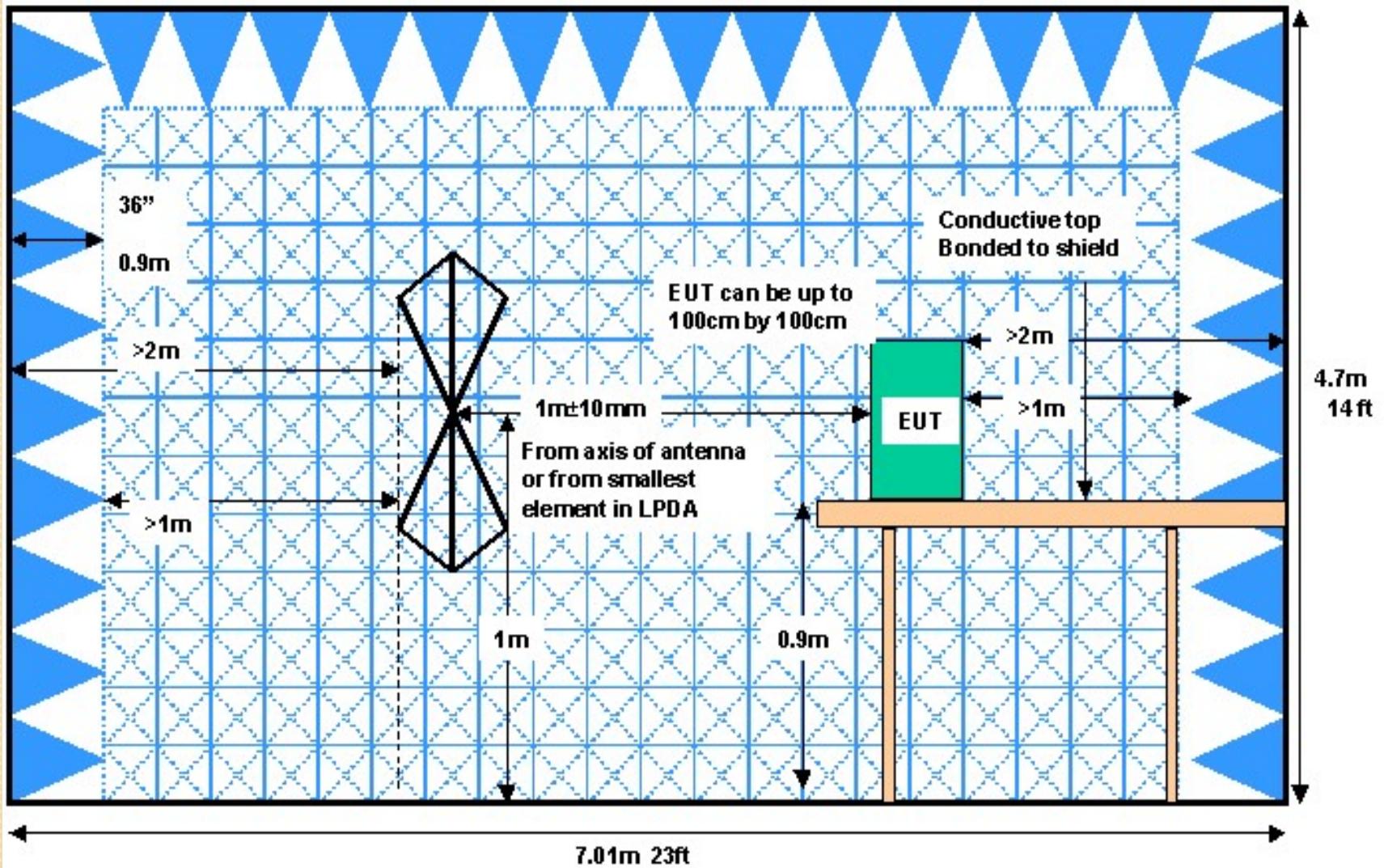
h_m = middle level of the test volume

a, b, c and $e \geq 0.5$ m recommended (≥ 1 m is more convenient), the actual value is consistent with the FAR calibration procedure of CISPR 16-2-3.

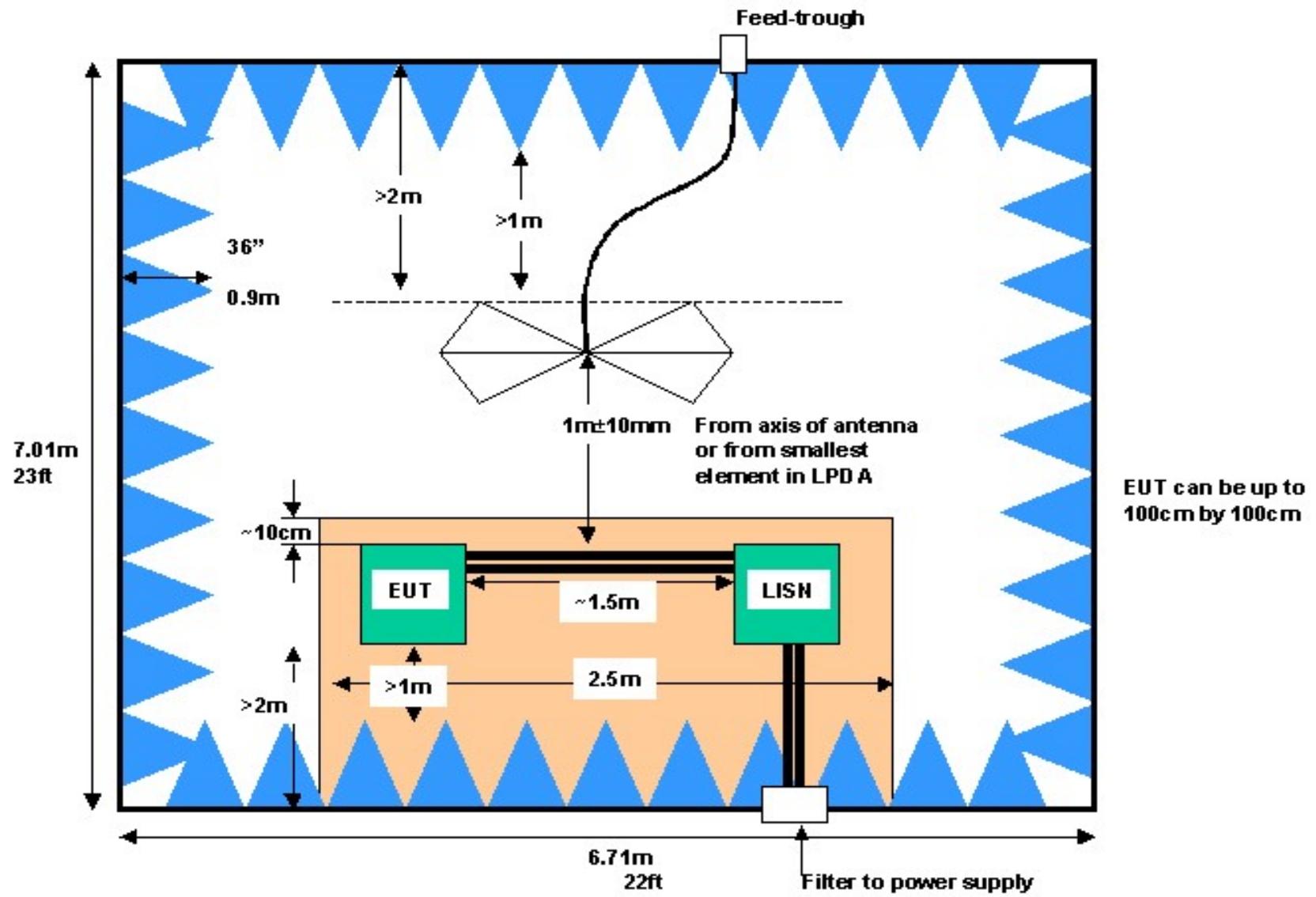
$d = 3$ m; 5 m or 10 m

- 1) The antenna and cable lay-out shall be validated together and used in the same configuration during EUT-test.
- 2) Ferrite clamps are to be used in accordance with the applicable product standard. Their possible use (if required) must be documented in the test report.

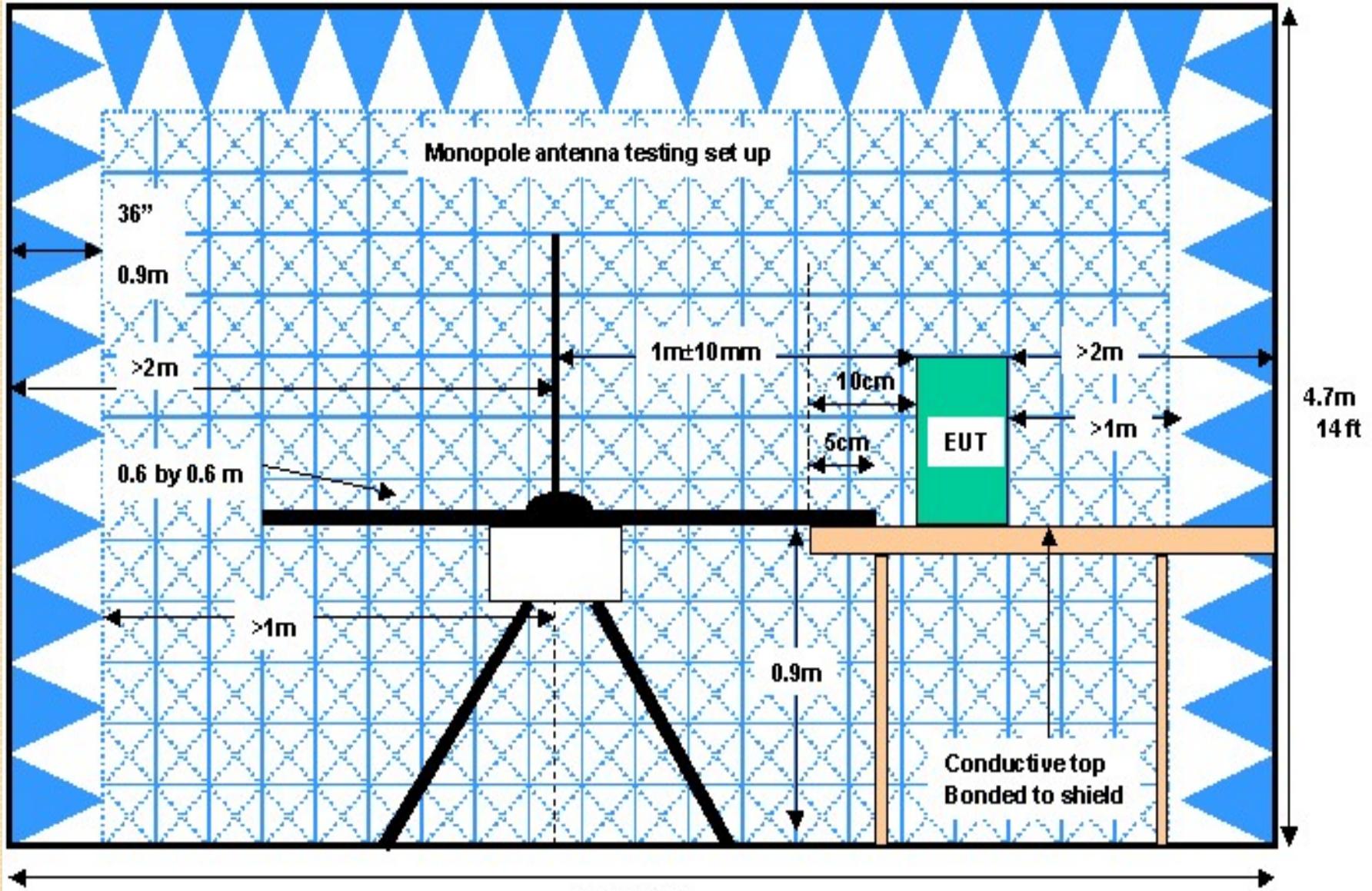
CAMARA para CISPR 25



CAMARA para CISPR 25

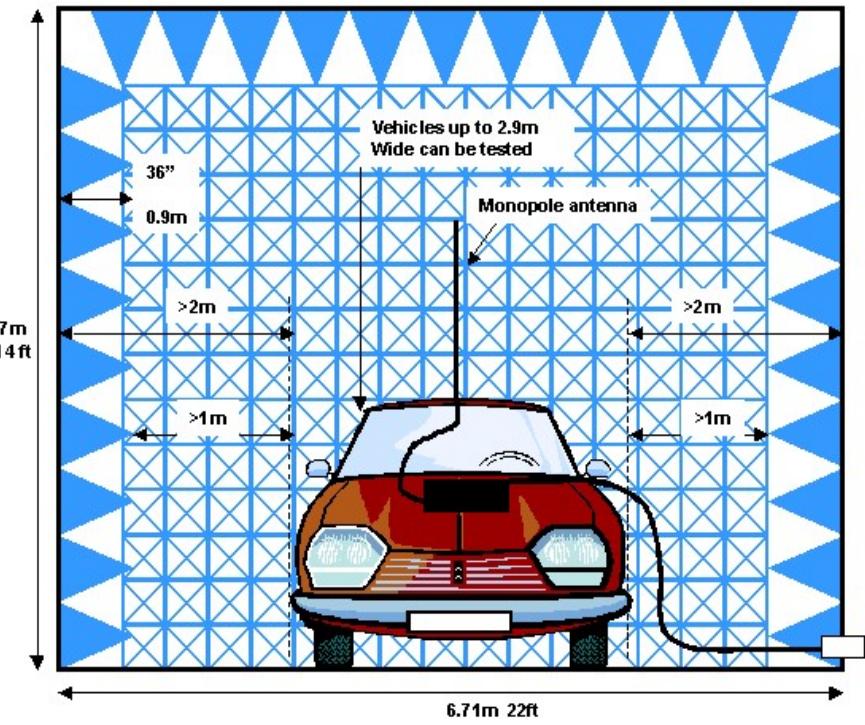
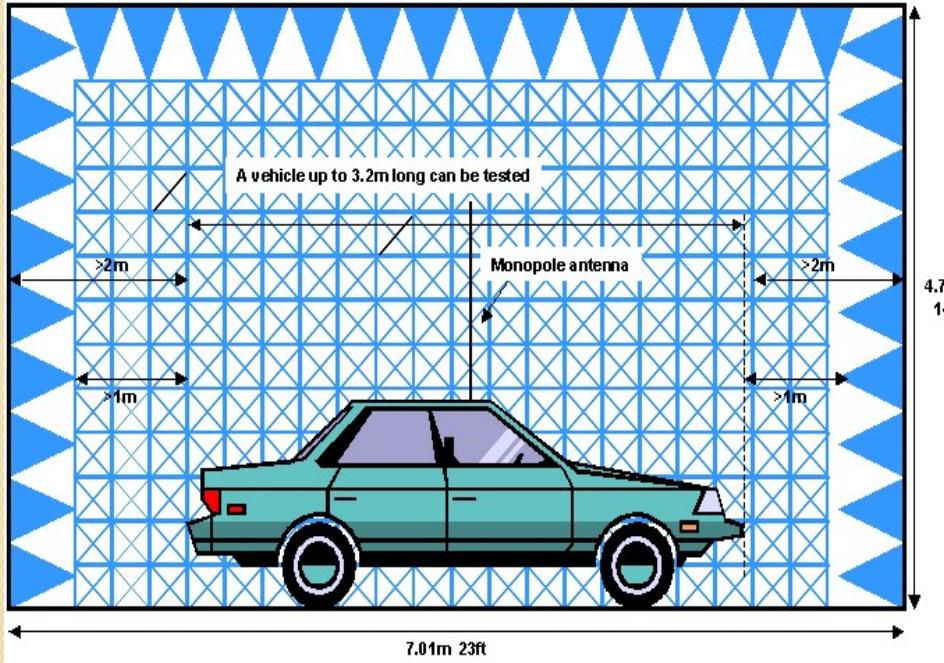


CISPR 25-Ensayo con monopolio

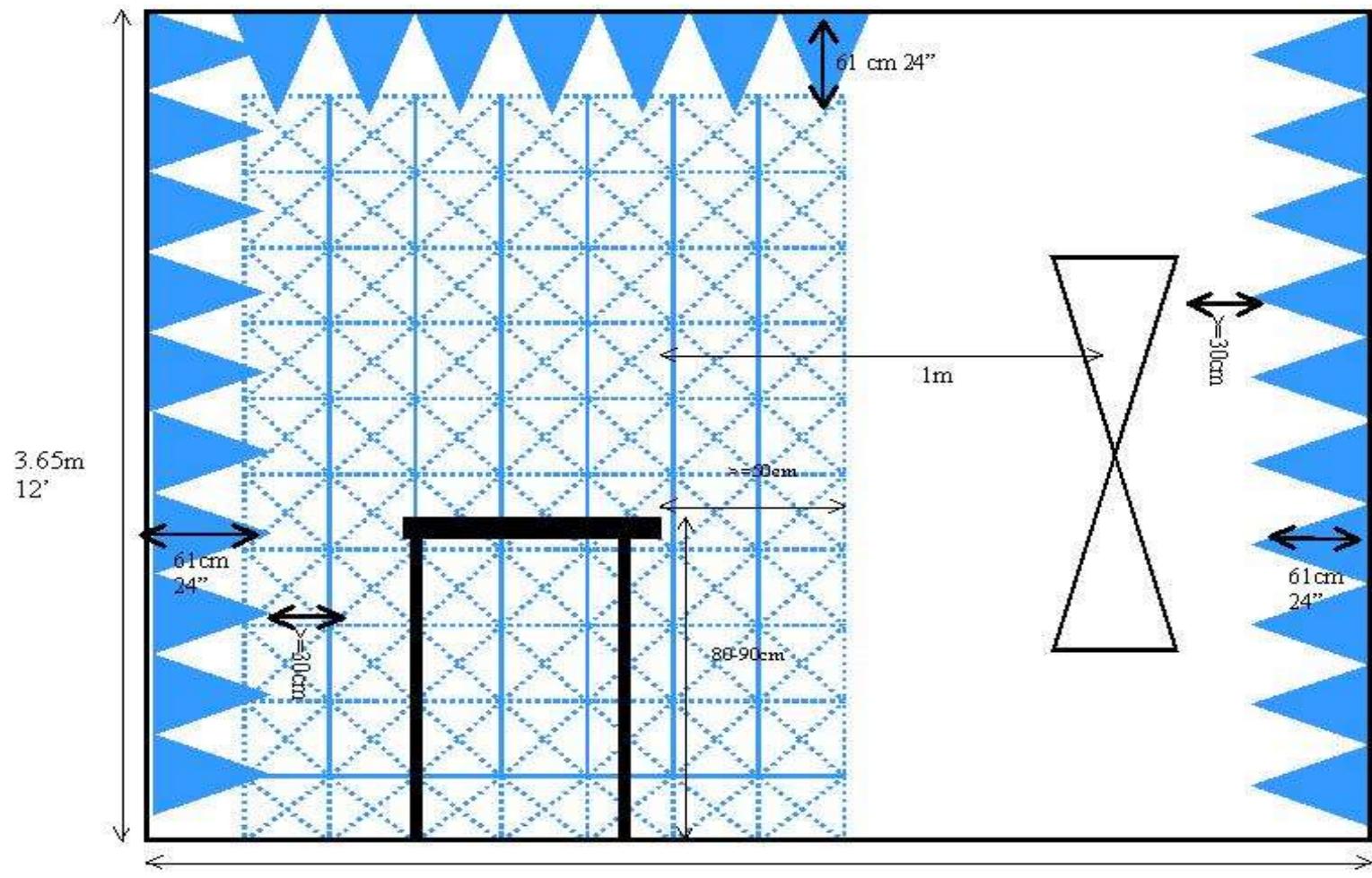


CAMARA para CISPR 25

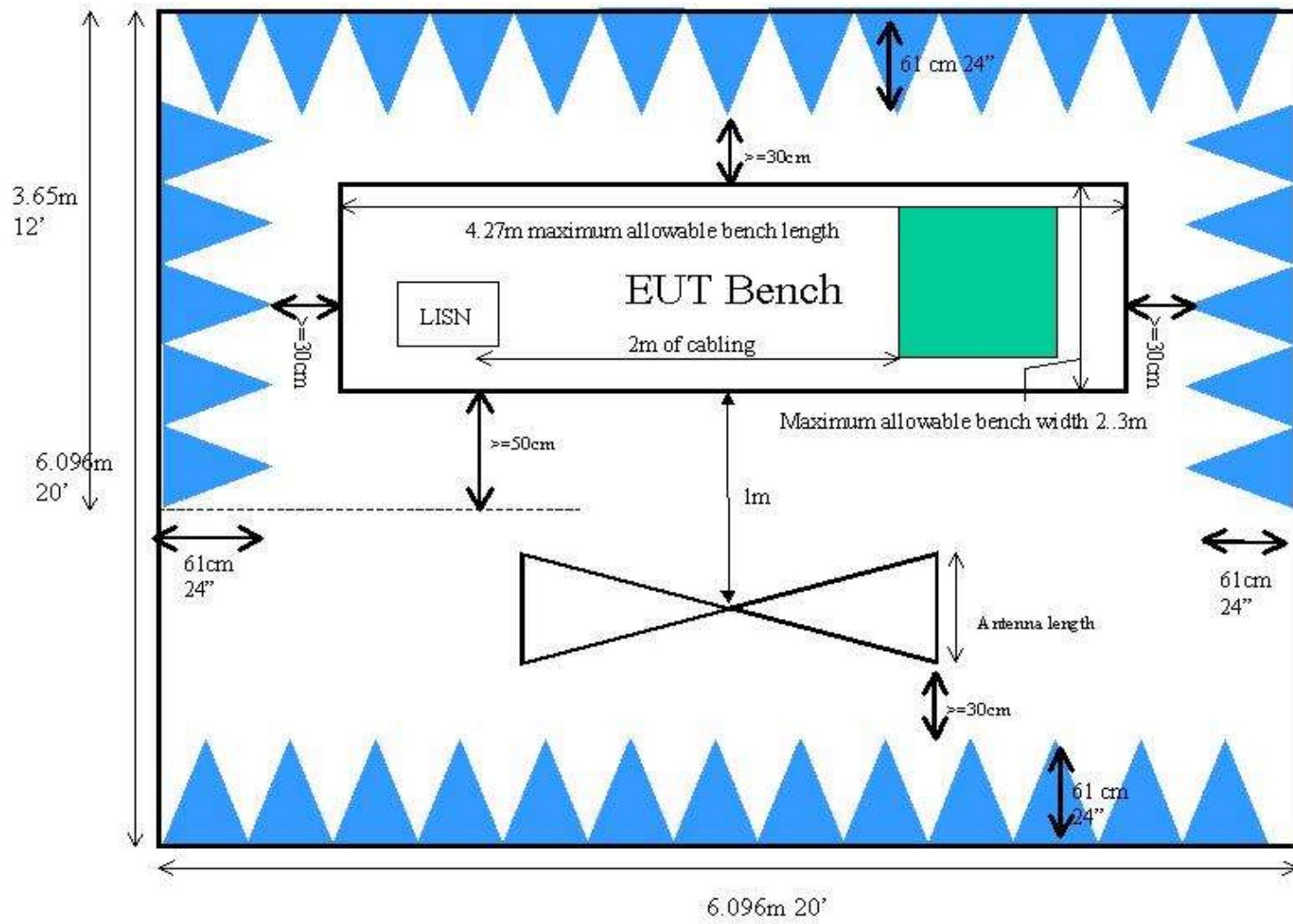
- Además del ensayo según CISPR 25 de los módulos , componentes ó autopartes, si el piso se instala reforzado se suele ensayar la autoparte a bordo del vehículo



CAMARA para norma MIL-STD 461



CAMARA para norma MIL-STD 461



EMS – Electromagnetic Susceptibility



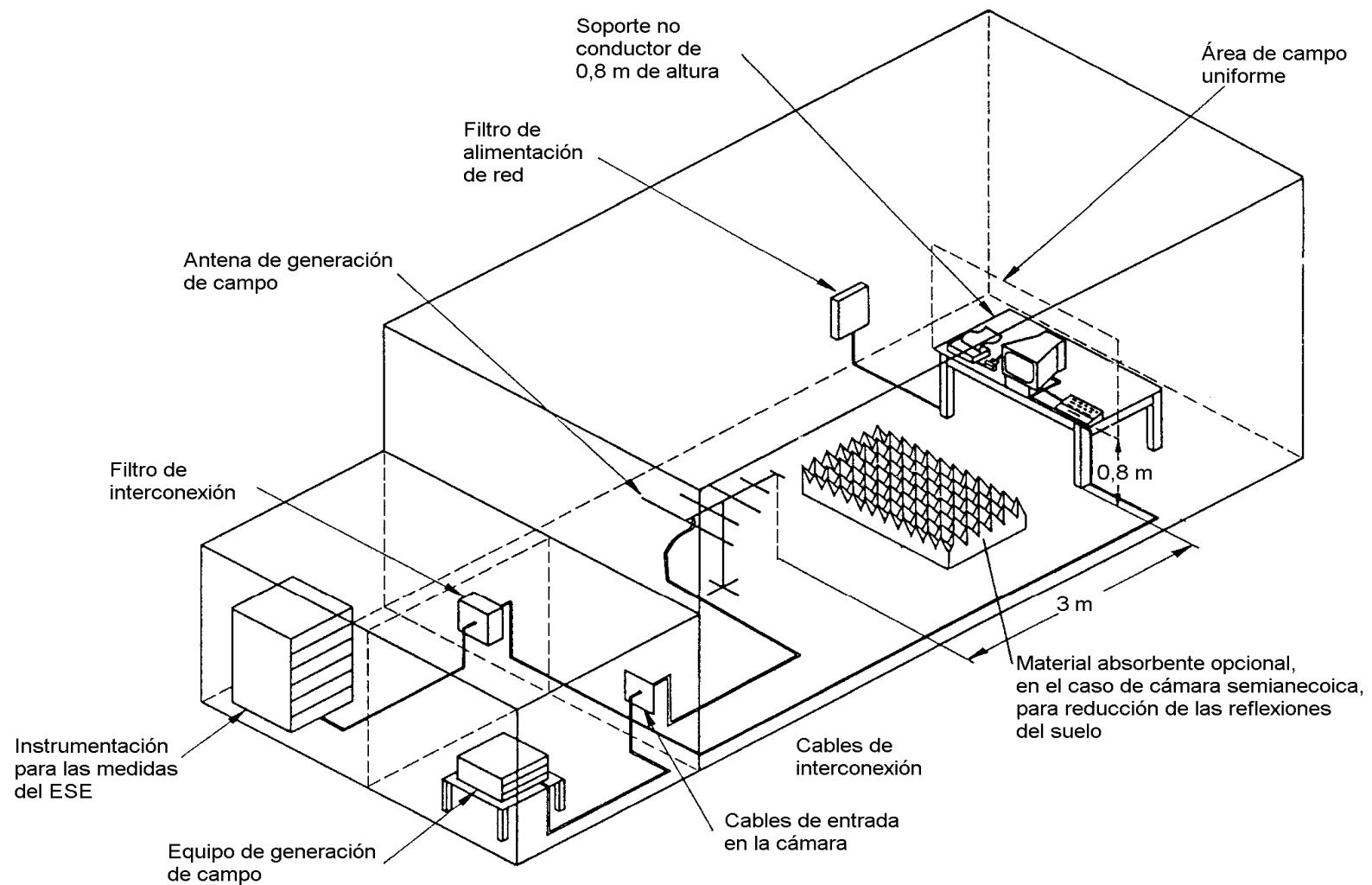
EMS – Electromagnetic Susceptibility



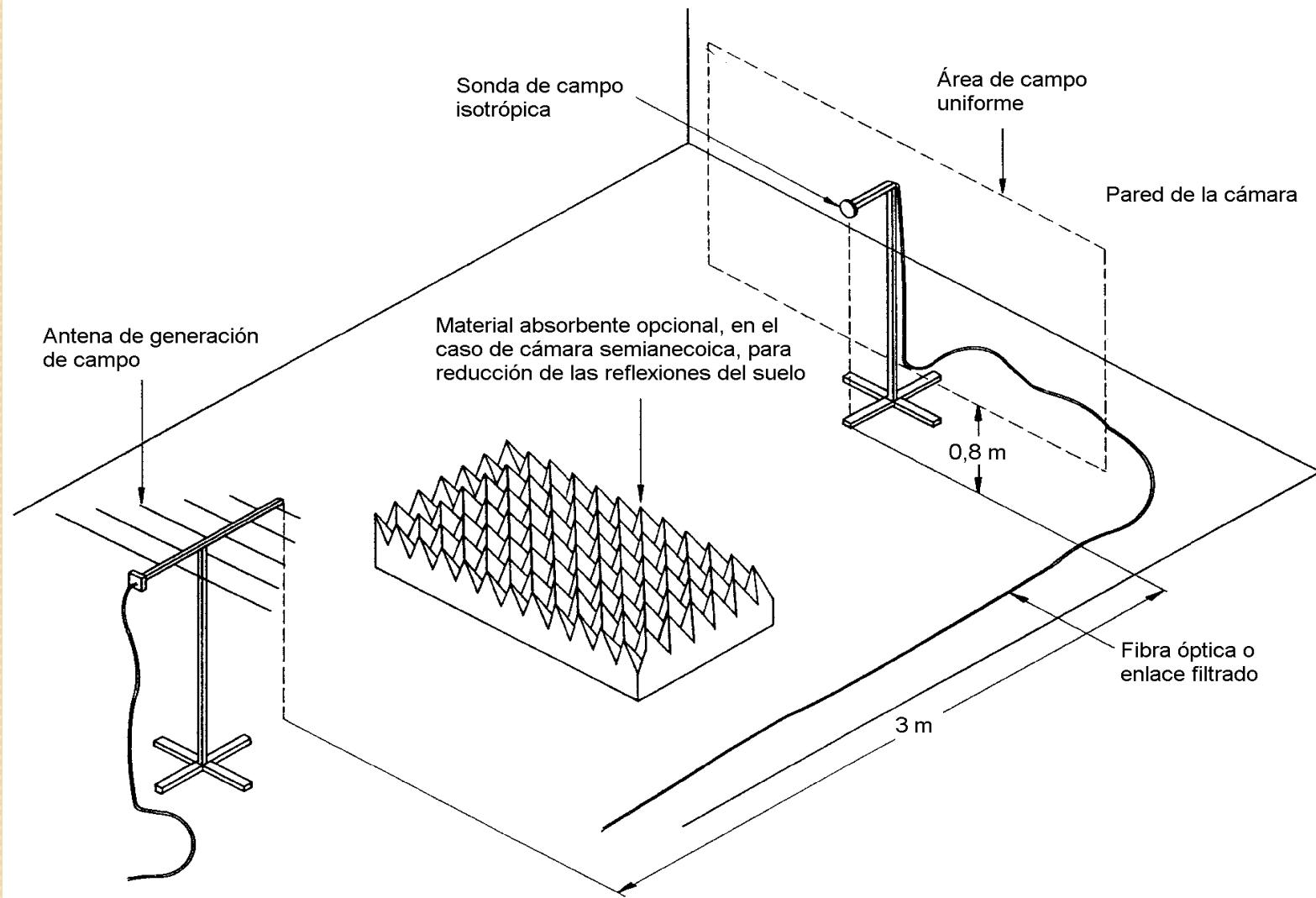
IEC 60601-1-2- Requisitos de Inmunidad

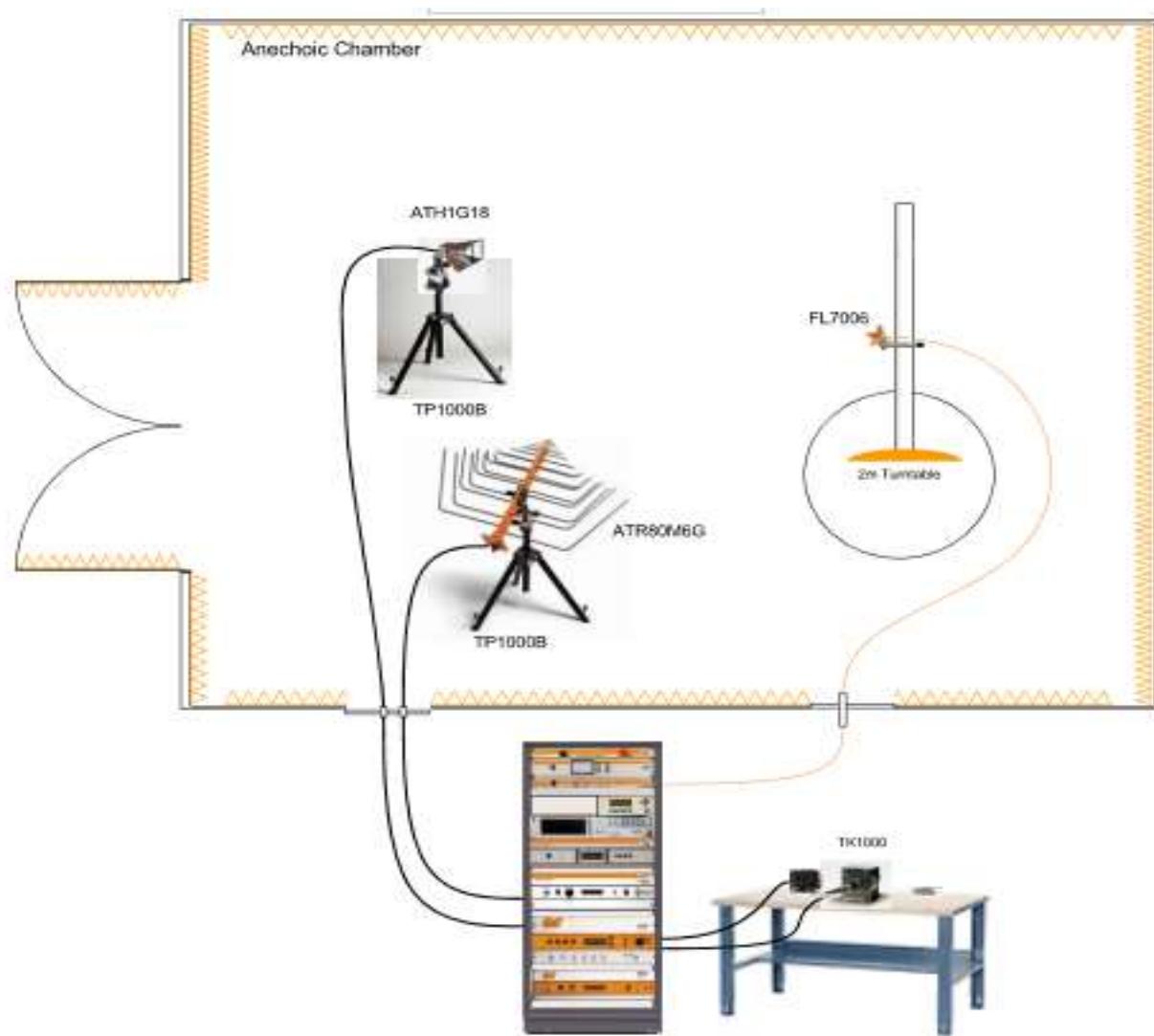
- **IEC 61000-4-2: Descarga Electrostática – ESD**
- **IEC 61000-4-3: Campos Radiados de RF**
- **IEC 61000-4-4: Transitorios rápidos eléctricos**
- **IEC 61000-4-5: Onda de choque**
- **IEC 61000-4-6: Inyección de RF conducida**
- **IEC 61000-4-8: Campo Magnético de 50 Hz**
- **IEC 61000-4-11: Microcortes y huecos de tensión**

IEC 61000-4-3: Inmunidad a campos radiados de alta frecuencia

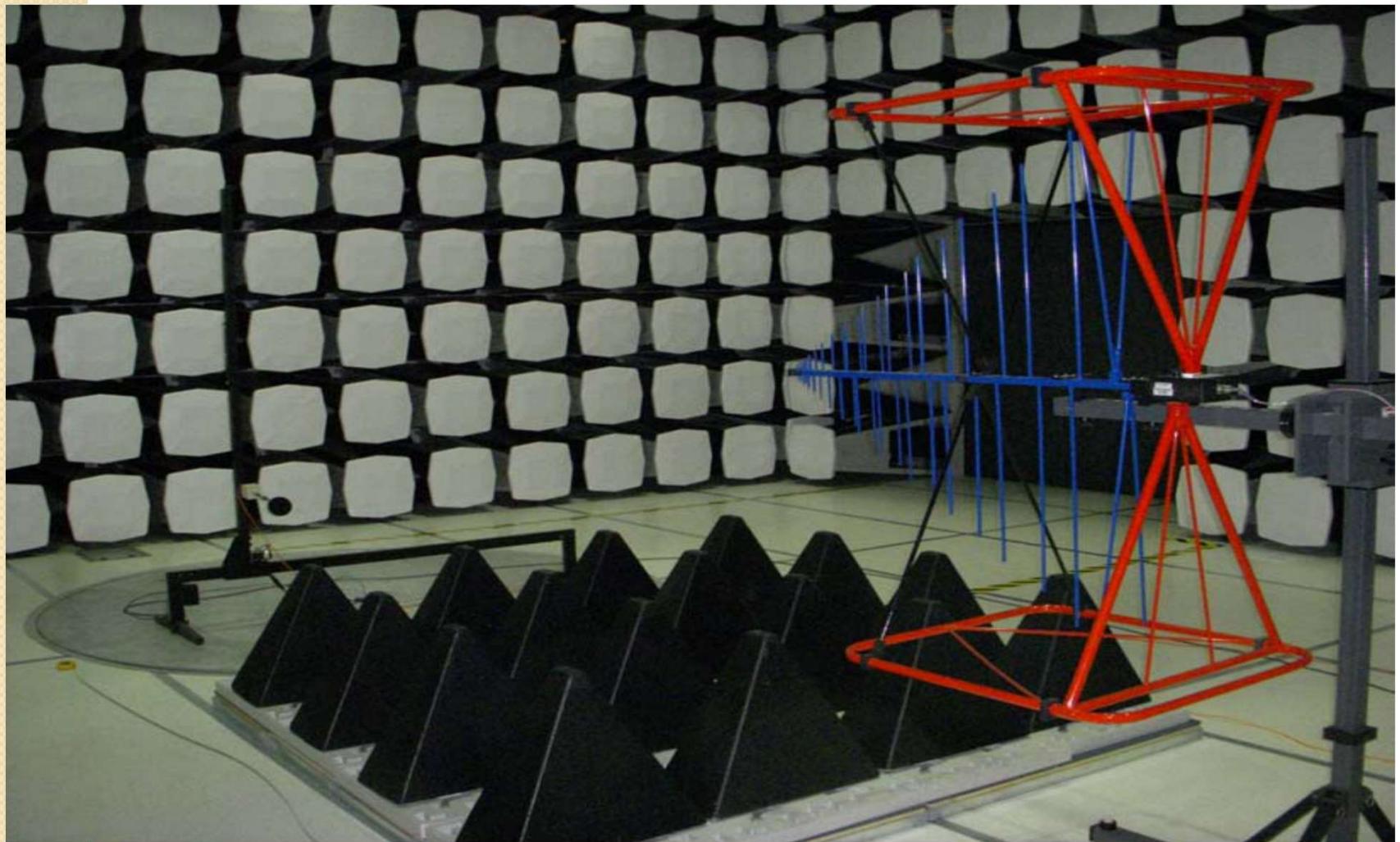


IEC 61000-4-3: Inmunidad a campos radiados - Calibración



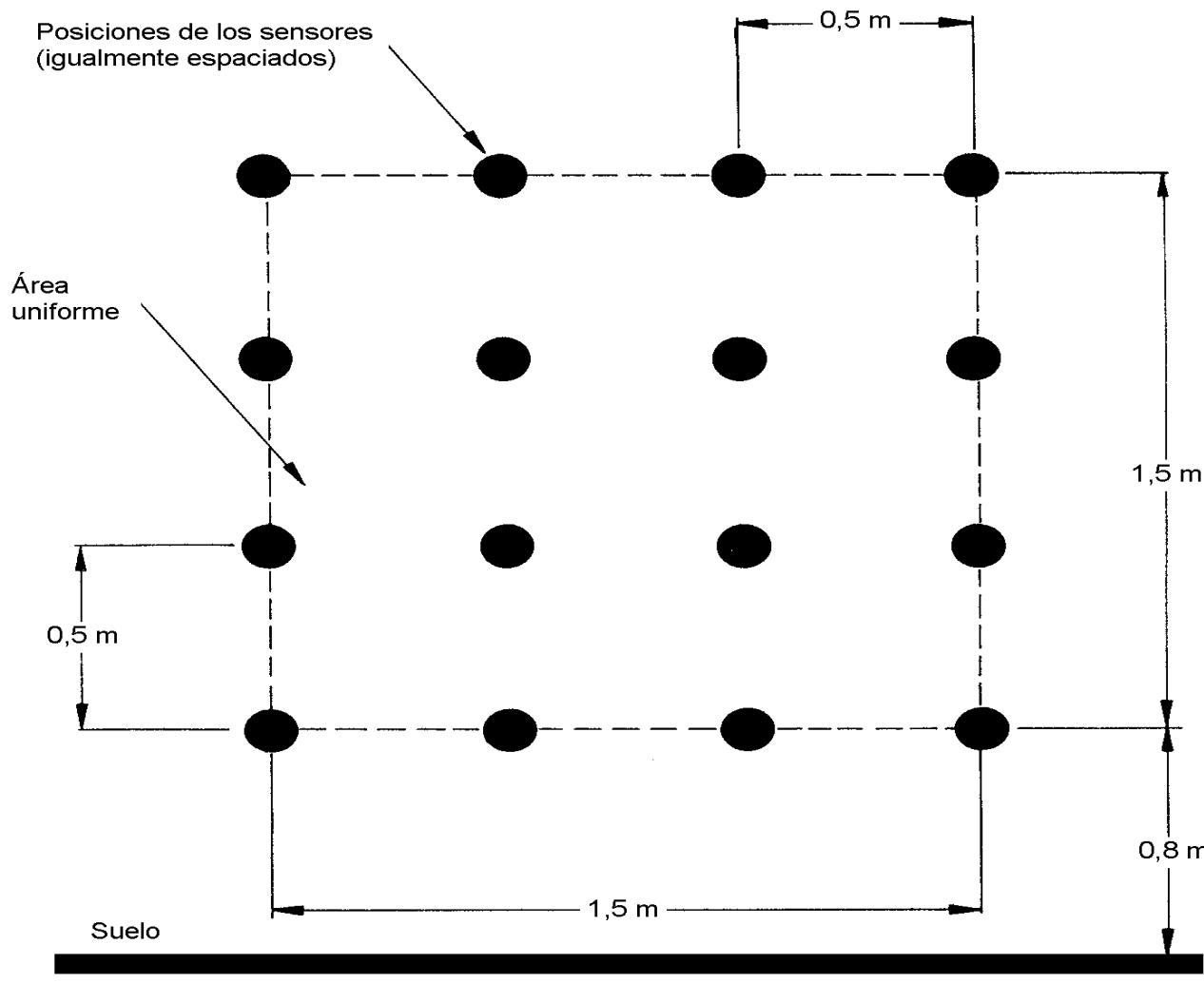


Inmunidad Radiada: Área de campo uniforme





IEC 61000-4-3:Área de campo Uniforme - Calibración



IEC 61000-4-3:Area de campo Uniforme

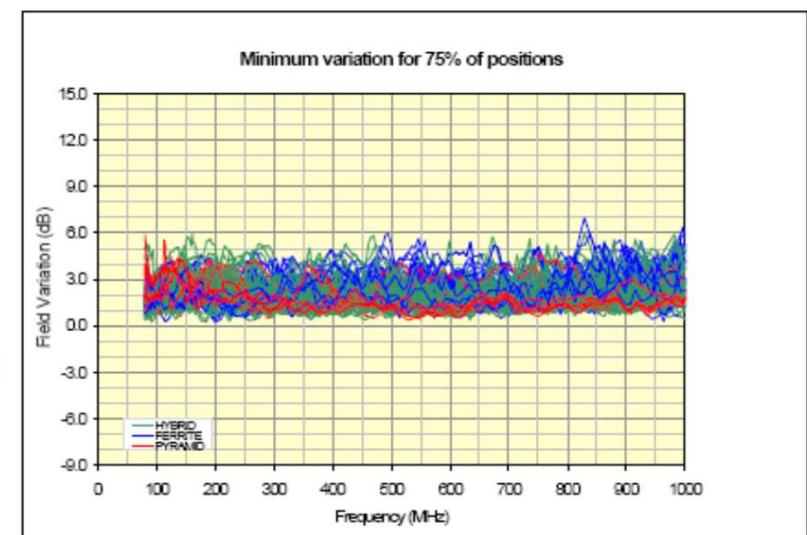
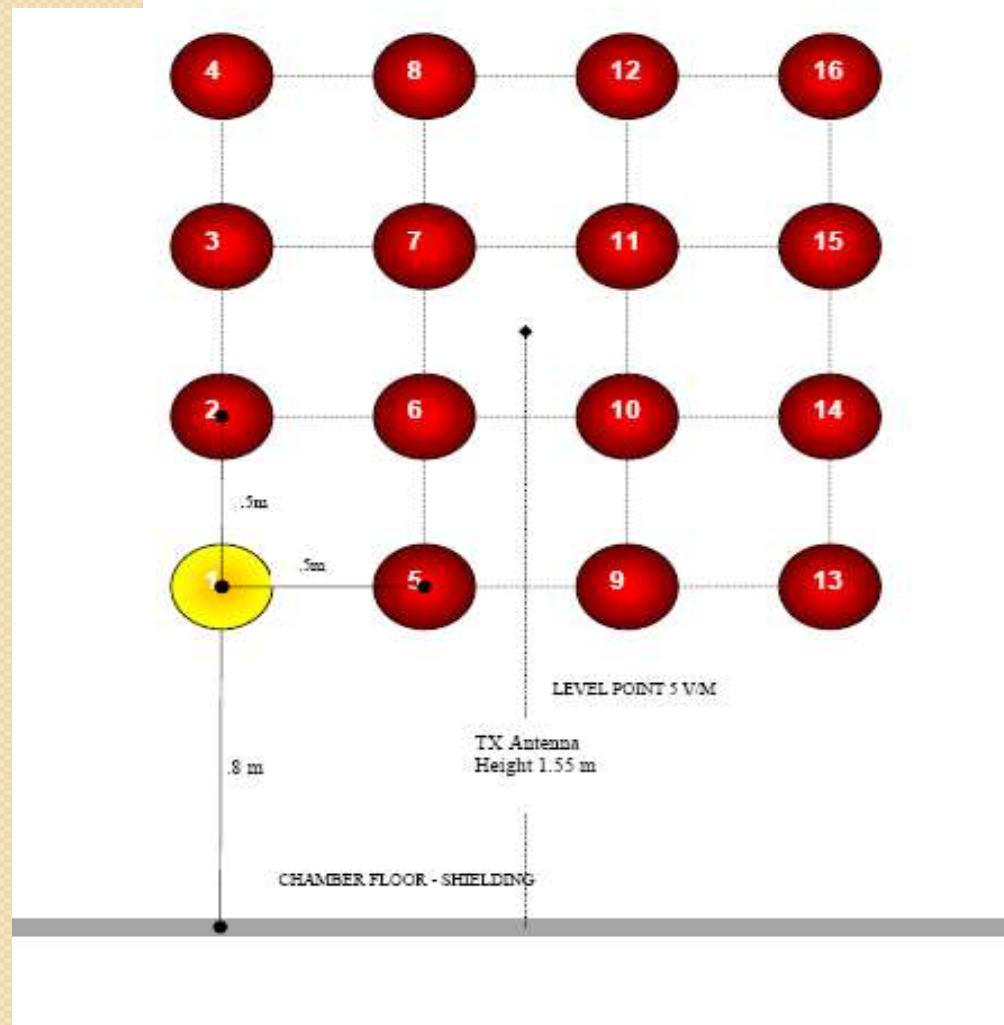


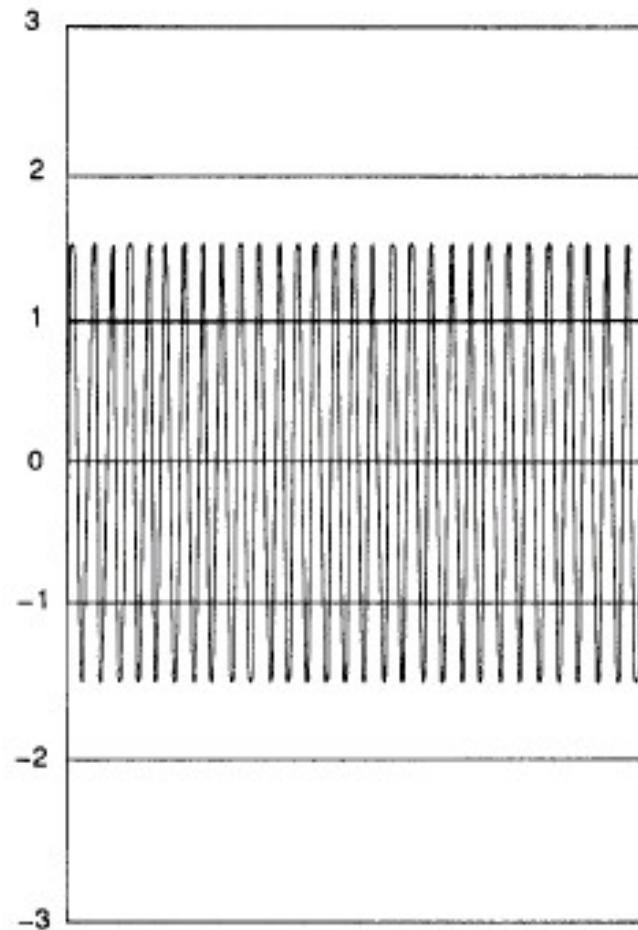
Figure 17 Chamber measurements – 75% of positions

IEC 61000-4-3:Area de campo Uniforme – Niveles de ensayo

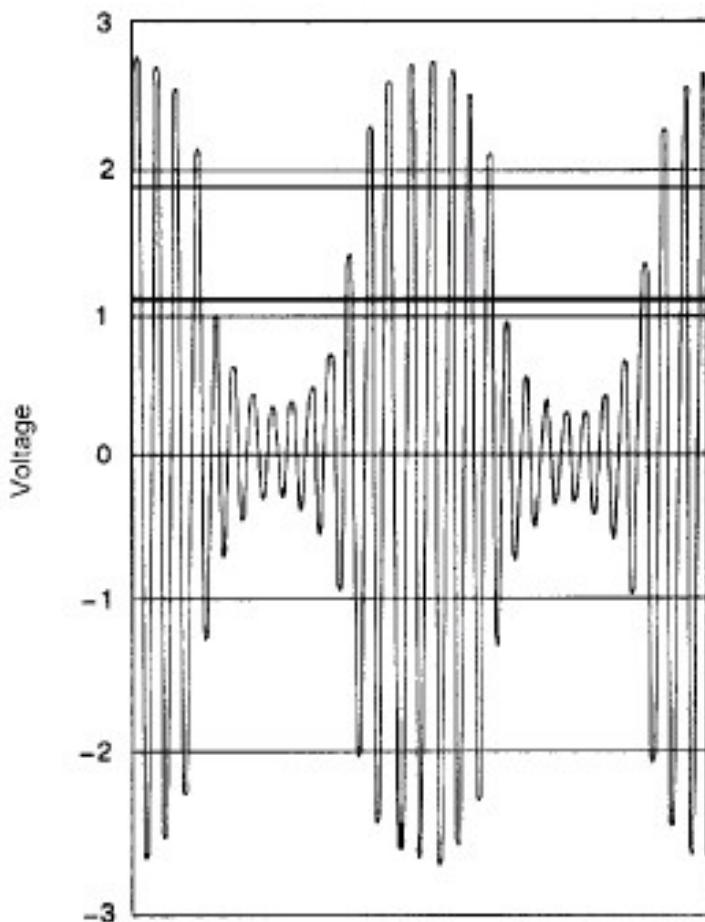
Nivel	Intensidad de campo del ensayo V/m
1	1
2	3
3	10
4	30
X	Especial

NOTA x es un nivel abierto y la intensidad de campo asociado puede ser cualquier valor. Este nivel puede venir indicado en la norma de producto.

IEC 61000-4-3: Señal de ensayo normalizada



a) Unmodulated RF-signal



b) Modulated RF-signal 80 % AM

IEC 61000-4-3: Inmunidad Radiada

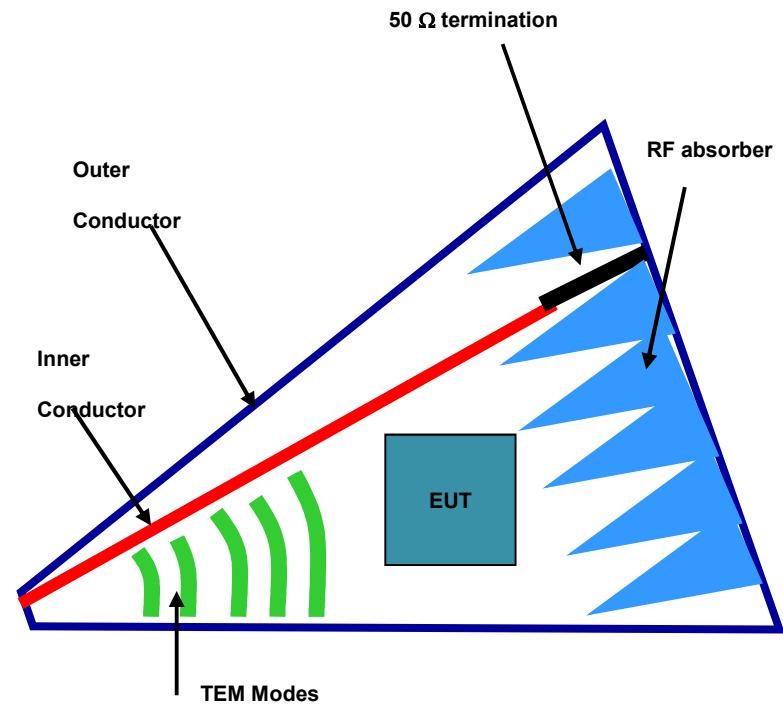
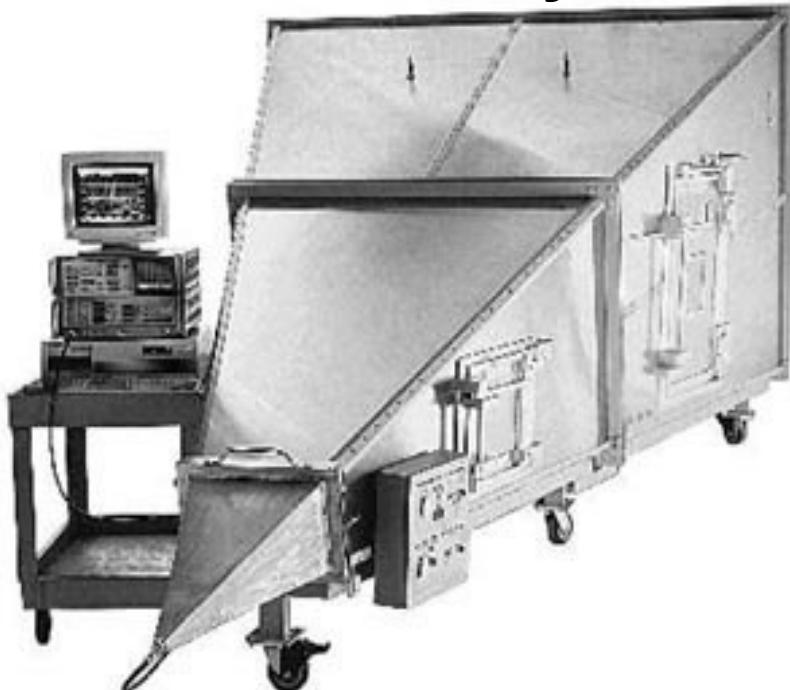


Requisitos para Inmunidad Radiada

- # **IEC 61000-4-3**
- # **Nivel de ensayo según IEC 60601:**
- # **10 V/m desde 80 MHz hasta 2,5 GHz para equipos y sistemas EM que son soporte de vida.**
- # **3 V/m desde 80 MHz hasta 2,5 GHz para equipos y sistemas EM que no son soporte de vida.**

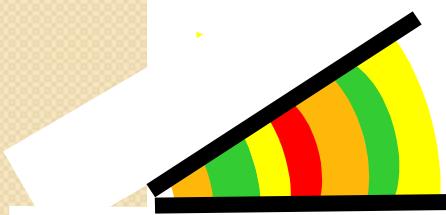
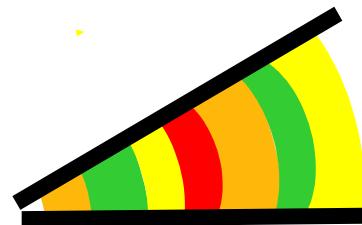
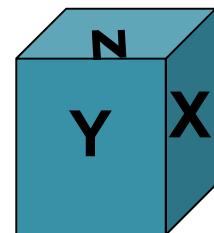
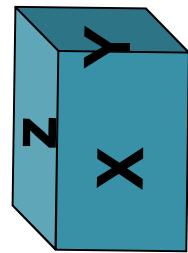
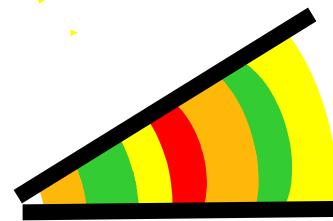
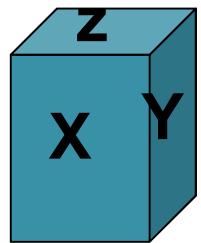
Celdas GTEM

Una GTEM es una linea de transmisión coaxial de 50 Ohm, cuyo interior es accesible y es usada para mediciones preliminares de inmunidad y emisión en EMC

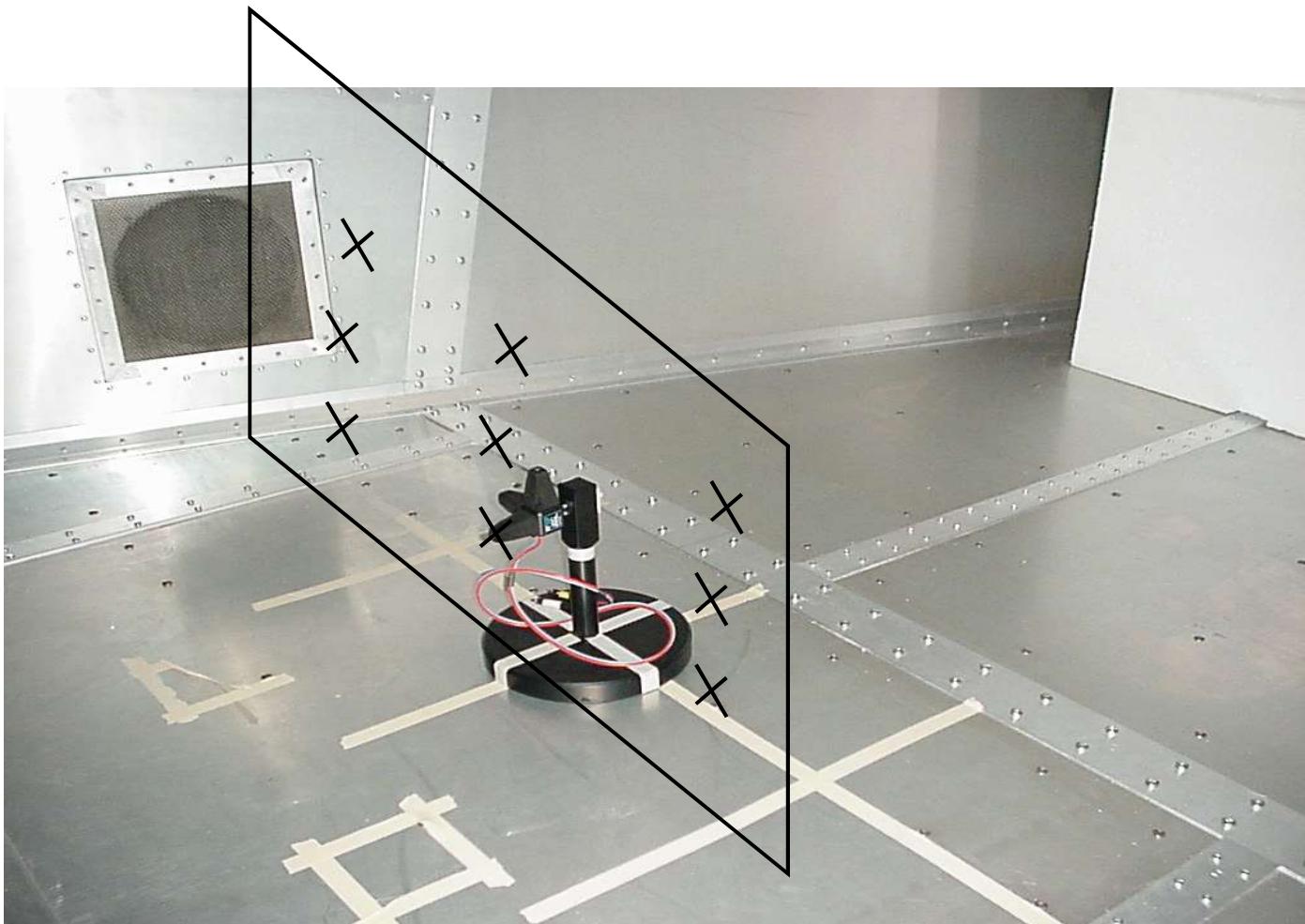


Uso de la celda GTEM

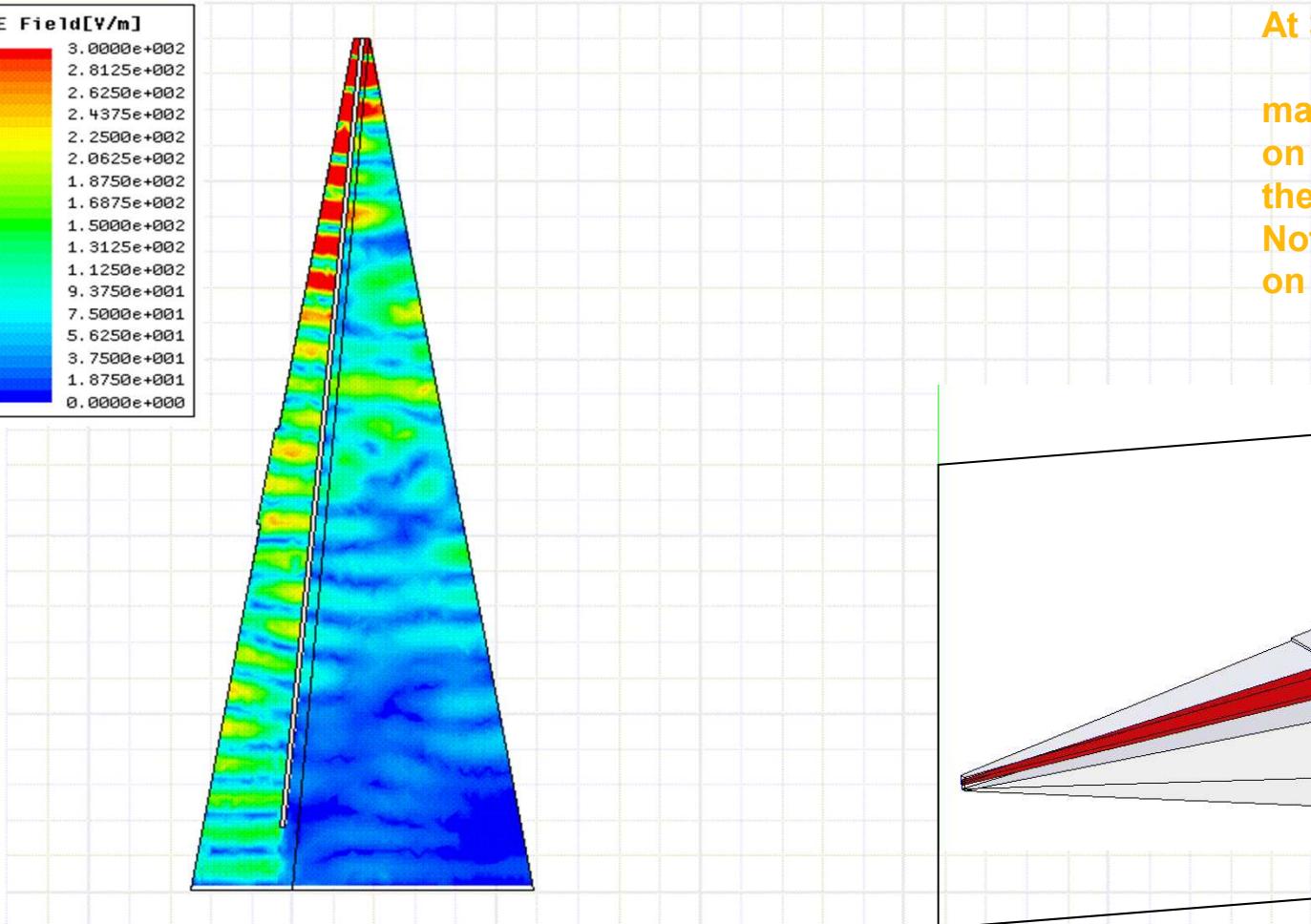
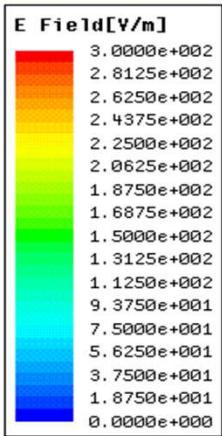
Tanto para emisión como para inmunidad la EUT es rotada, de manera de ser iluminada por la radiación en todas direcciones, como asimismo se tome la emisión de las mismas en un receptor conectado a su entrada. La norma referida a GTEM es la IEC 61000-4-20.



Campo uniforme en una GTEM

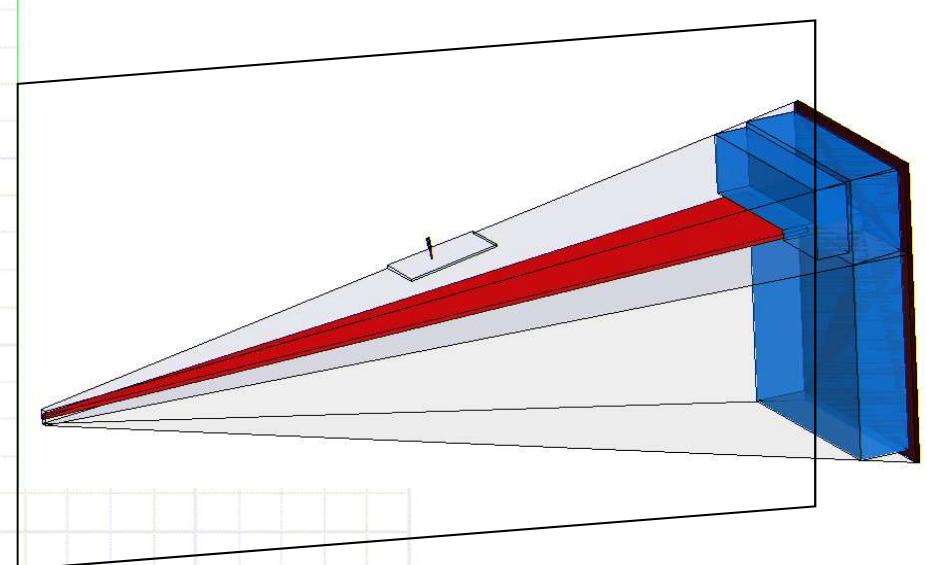


Campo dentro de una GTEM



At 3GHz.

magnitude of the Electric field
on a plane cutting the cell at
the middle of the test port.
Notice TEM wave propagation
on the upper portion of the cell

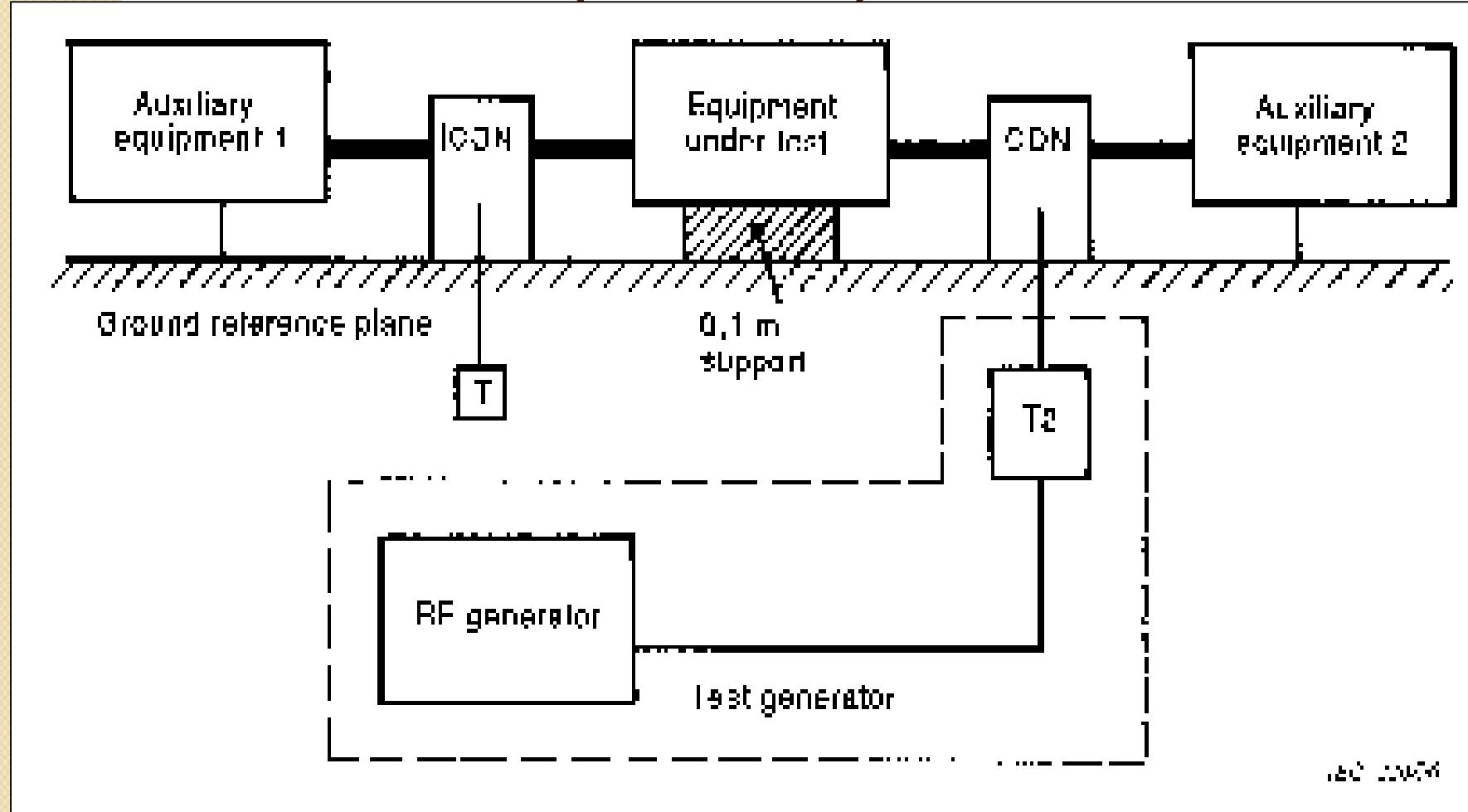


Inmunidad Radiada-Cámara Reverberante(IEC 61000-4-21)

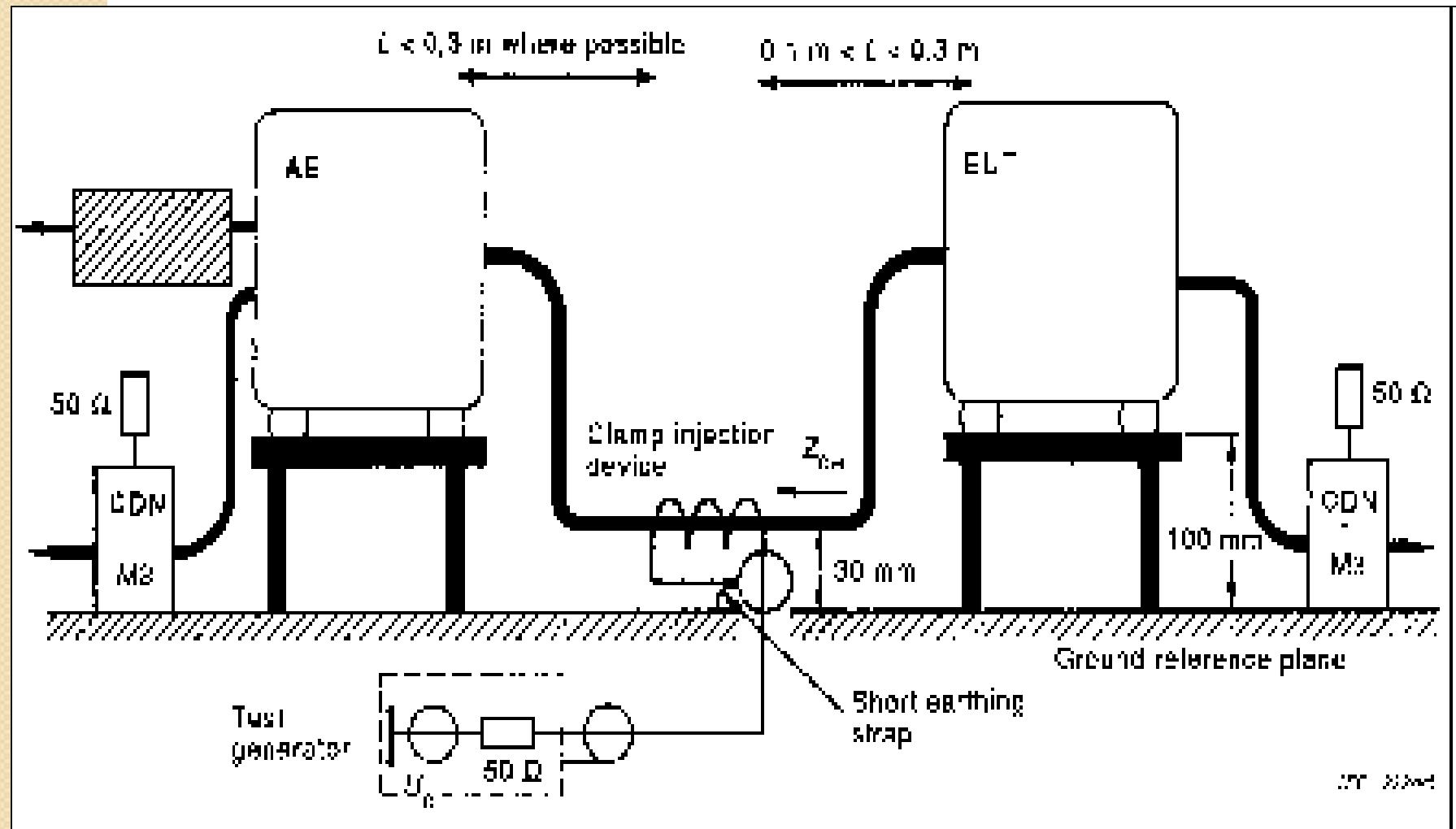
Algunas normas aceptan para Inmunidad Radiada la cámara reverberante donde el rango de frecuencias es 200MHz a 40GHz



IEC 61000-4-6: Inmunidad a la inyección de RF conducida (tensión)



IEC 61000-4-6: Inmunidad a la inyección de RF conducida (corriente)



IEC 61000-4-6: Niveles de ensayo establecidos según norma EM

- **IEC 61000-4-6**
- **Nivel de ensayo según IEC 60601:**
- **Desde 150 kHz hasta 80 MHz**
- **Para equipos y sistemas EM que son soporte de vida: 3 V fuera de las bandas ISM
10 V dentro de las bandas ISM**
**Para equipos EM que no son soporte de vida:
3 V en toda la banda.**

IEC 61000-4-6: Inmunidad a la inyección de RF

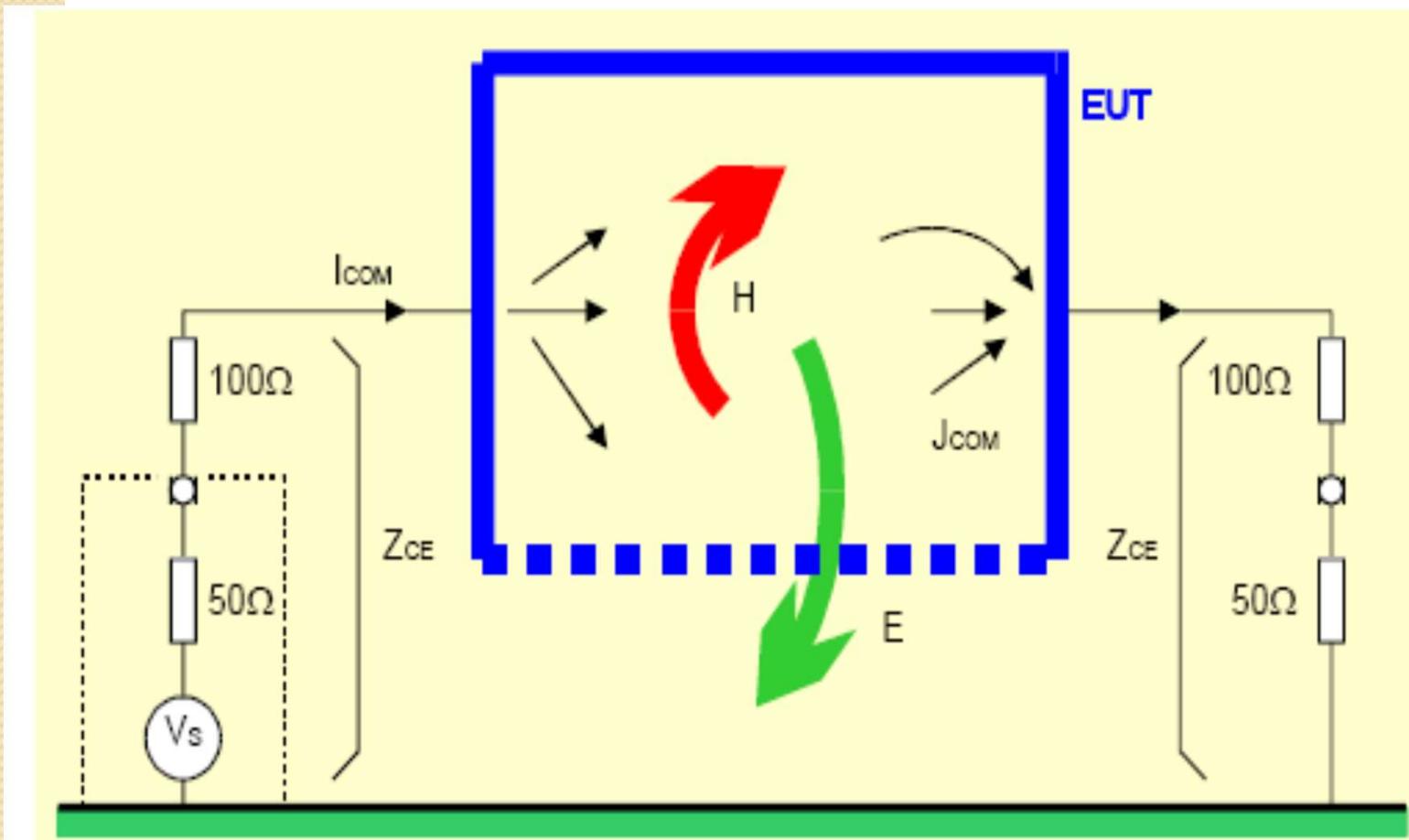


Figure 1: principle of applied stress (after IEC 61000-4-6 Fig 2a)

IEC 61000-4-6:Acoplamiento via CDN (Inyección Directa)

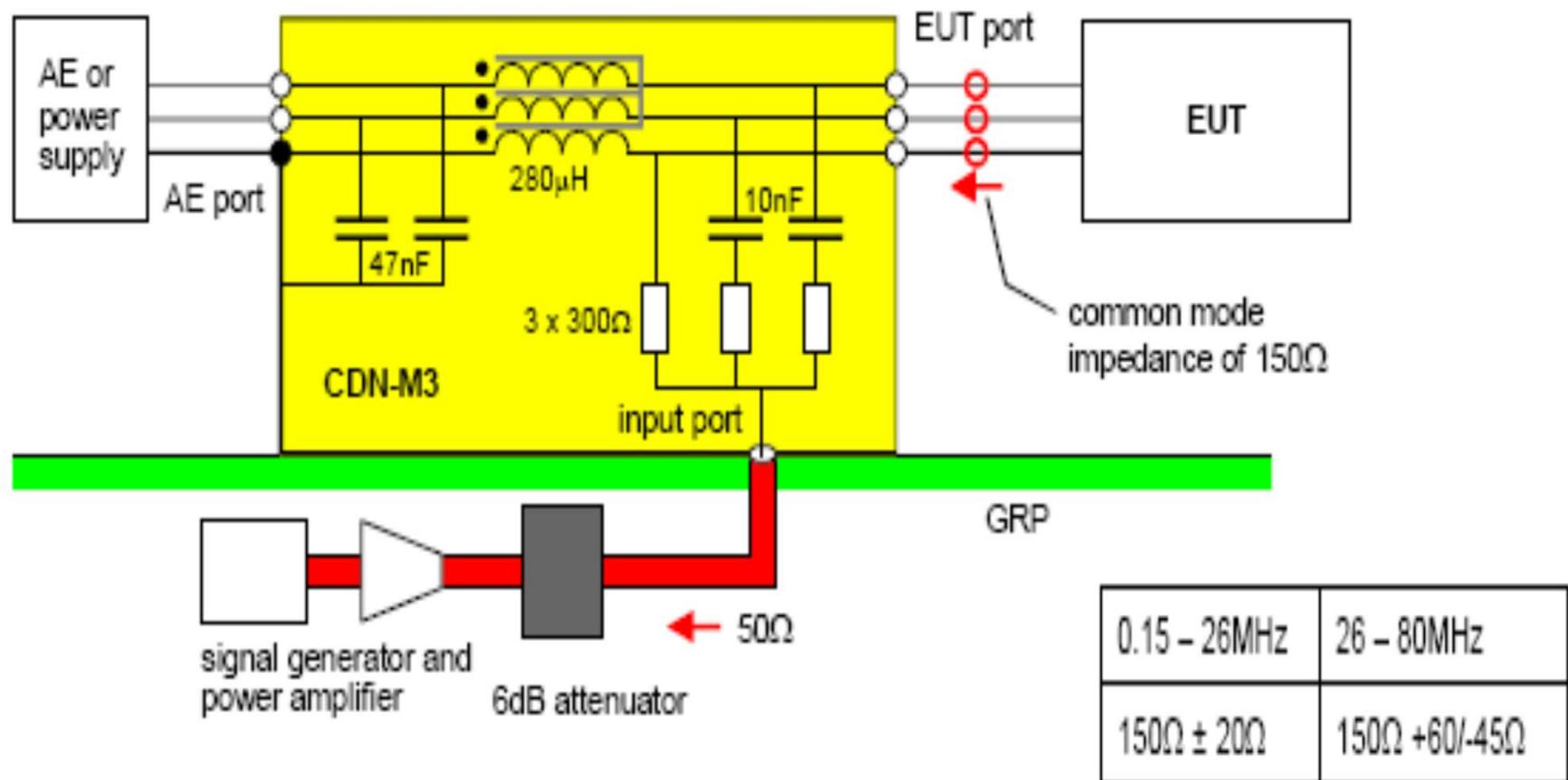
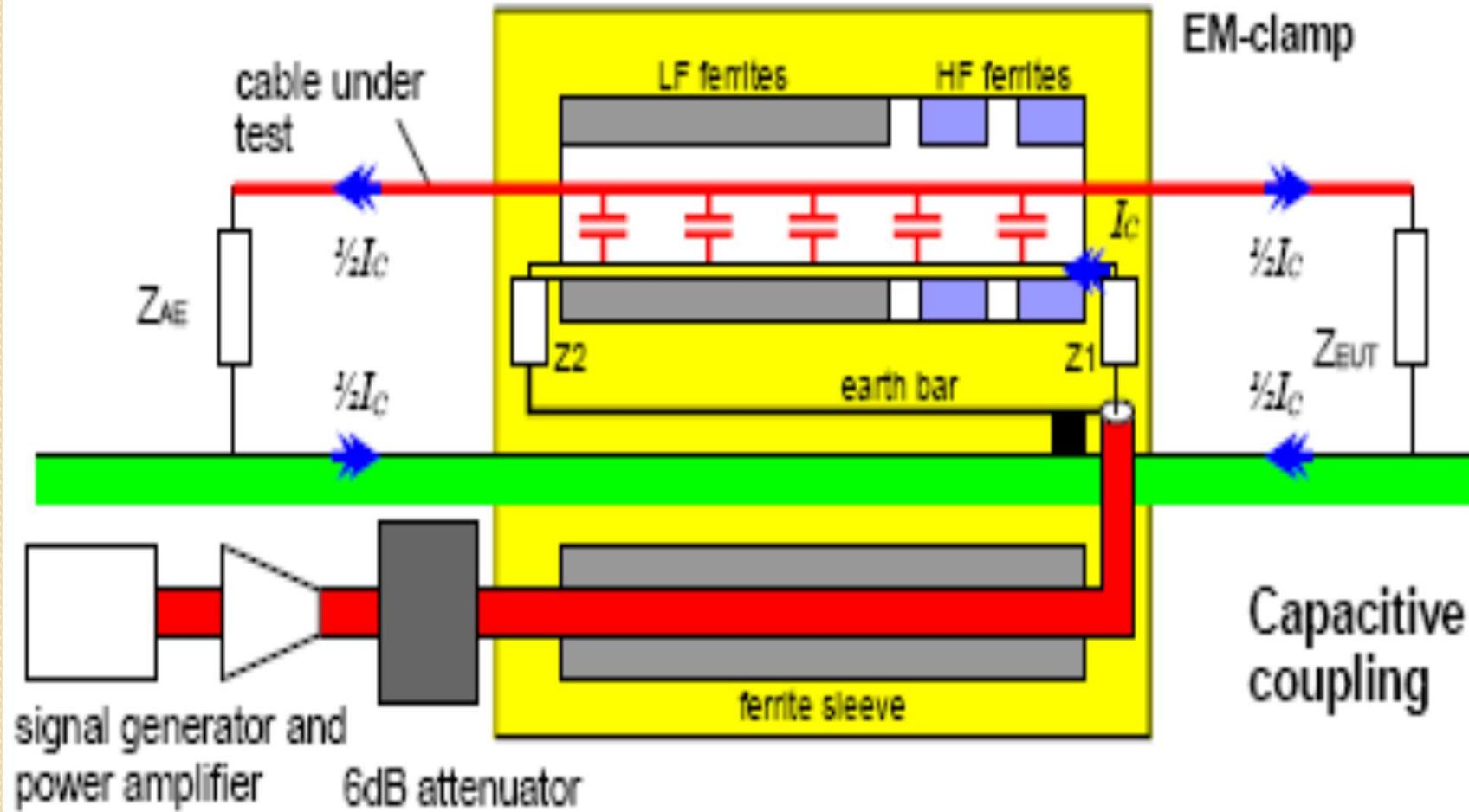


Figure 2 Coupling via CDN or direct injection (example for 3 line mains cable)

IEC 61000-4-6:Acoplamiento capacitivo



IEC 61000-4-6:Acoplamiento inductivo

If $I_{L2} = \frac{1}{2}I_C$ then maximum directivity is obtained

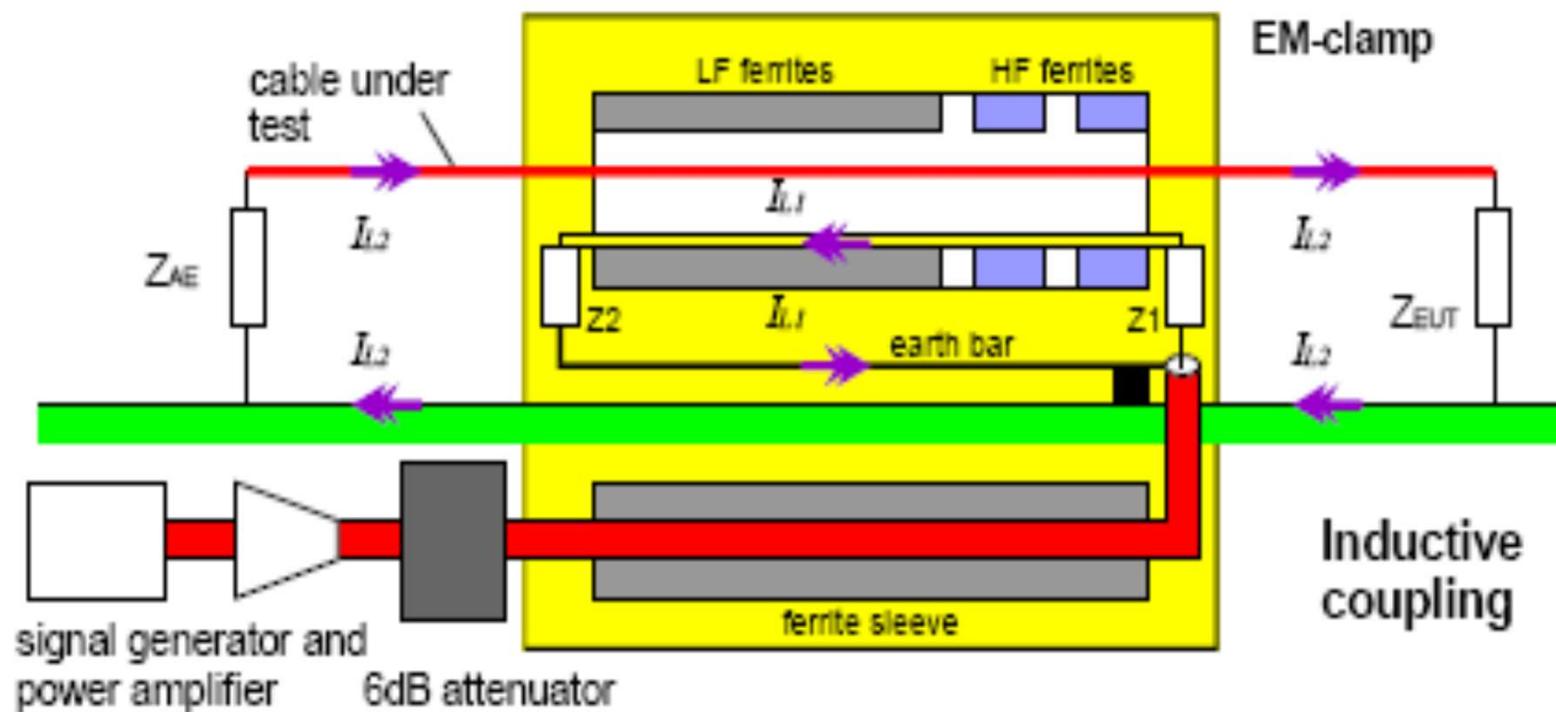


Figure 3 Coupling modes of the EM-clamp

IEC 61000-4-6: CDF (Coupling / Decoupling Factor)

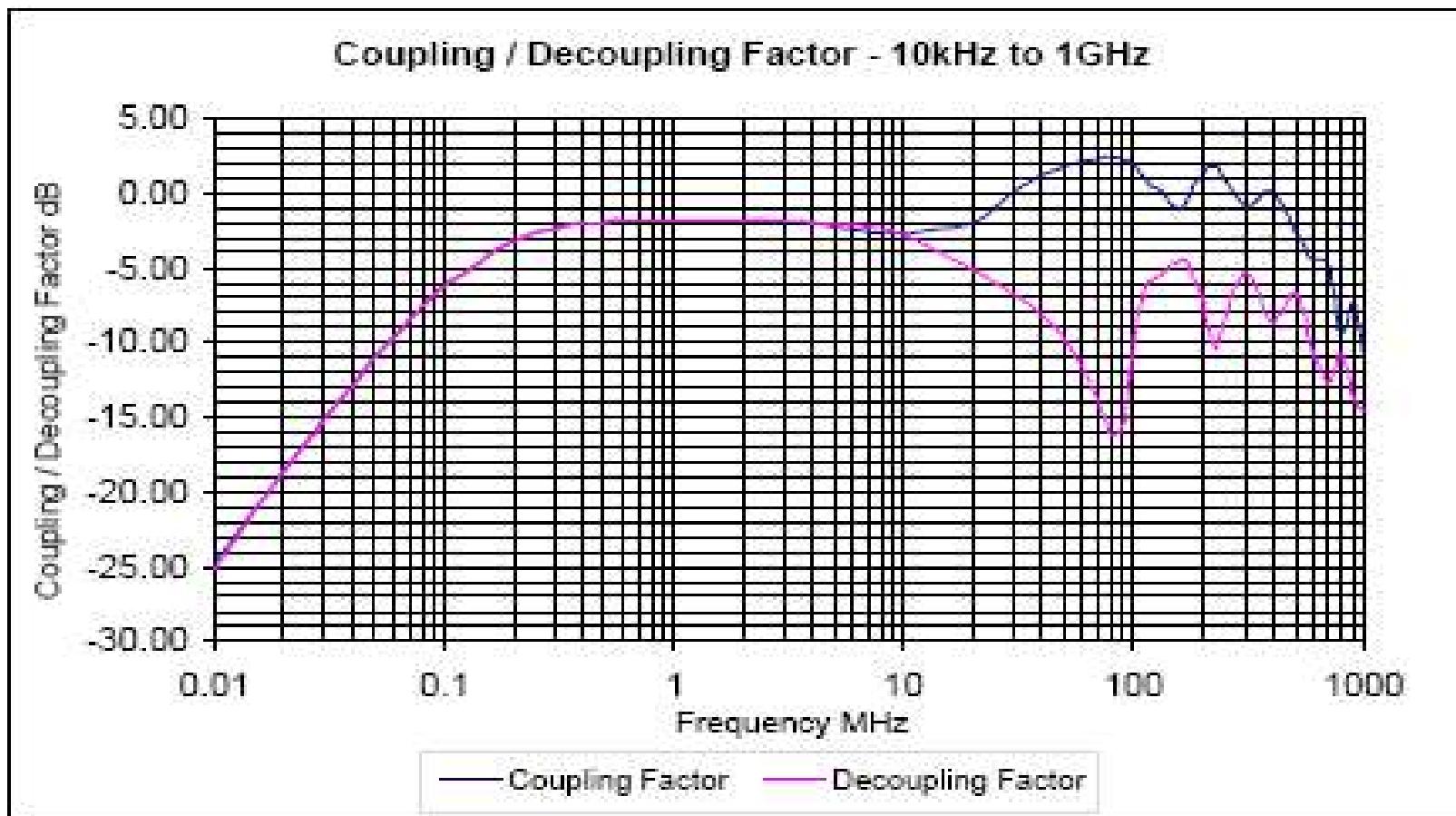


Figure 4 Typical EM-clamp coupling factor (directivity is ratio of coupling to decoupling)

IEC 61000-4-6: Modelo circuitual del Ensayo de Inmunidad Conducida

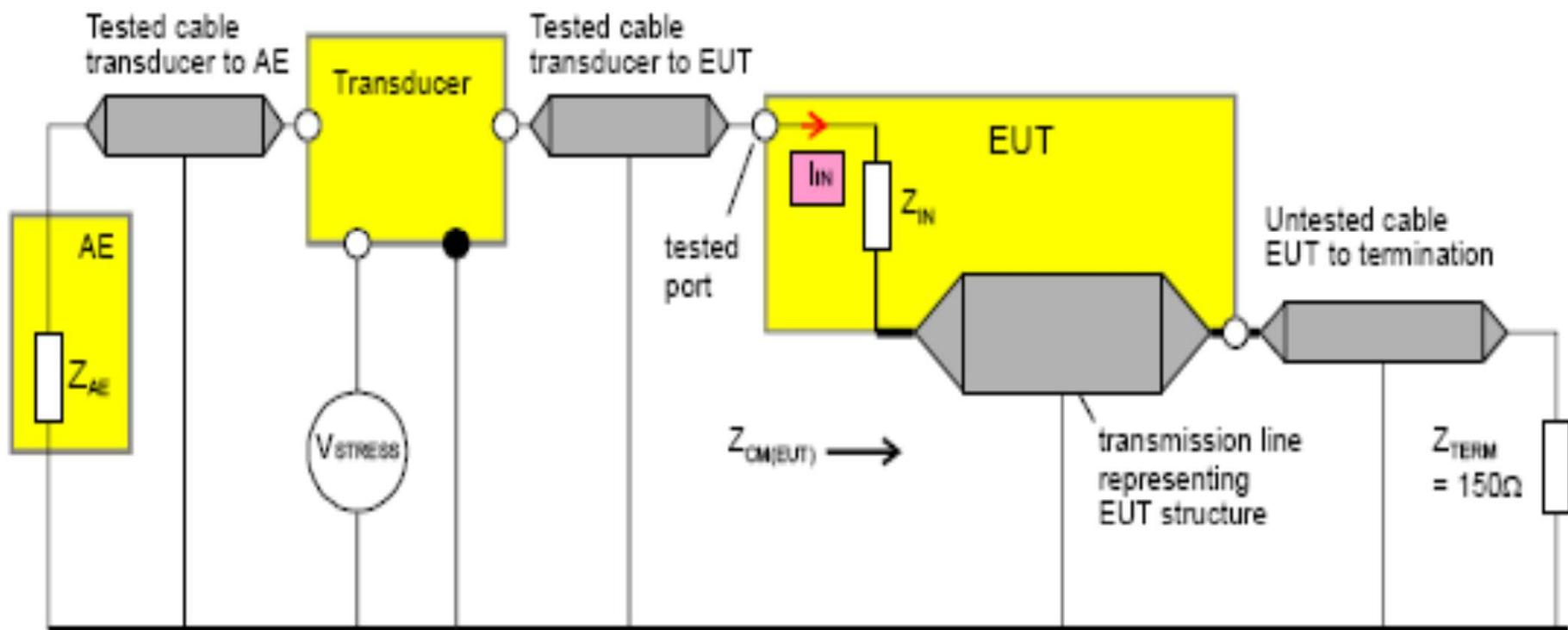


Figure 6 Circuit model of the conducted immunity test

IEC 61000-4-6: CDN (Coupling / Decoupling Network)

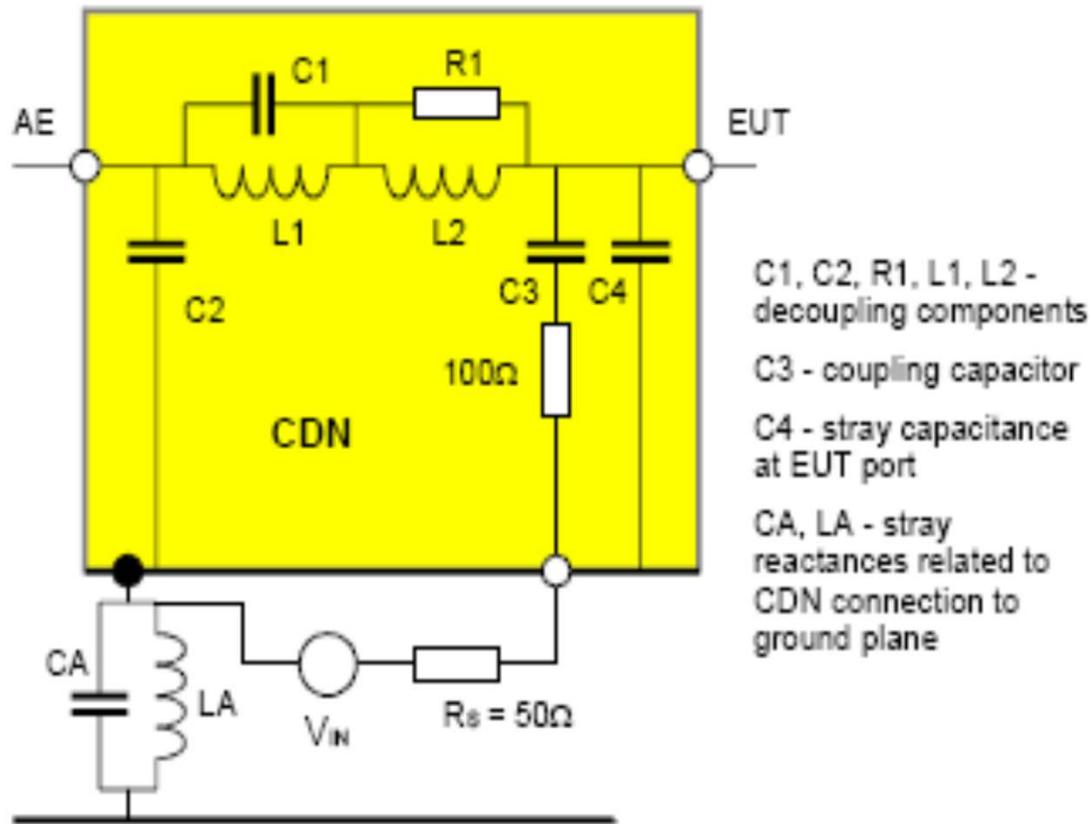


Figure 7 Circuit model of the CDN

IEC 61000-4-6: Disposición de ensayo

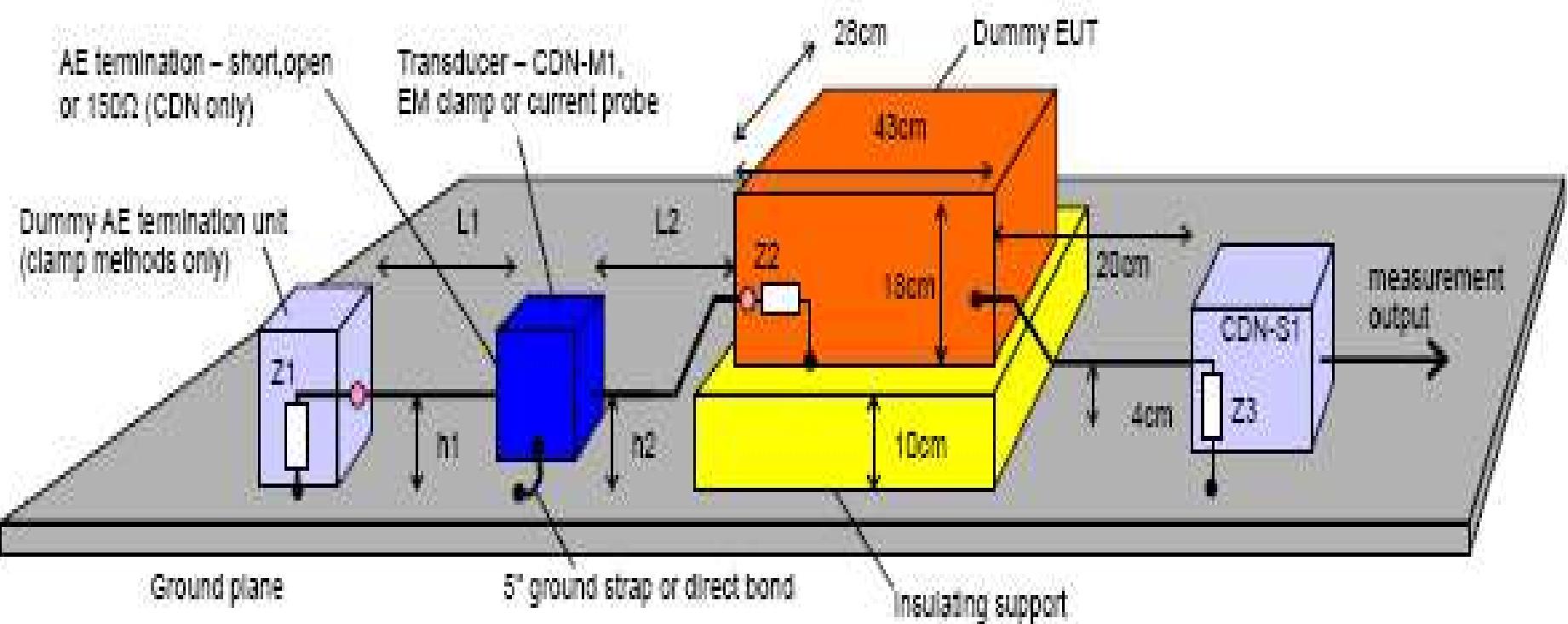
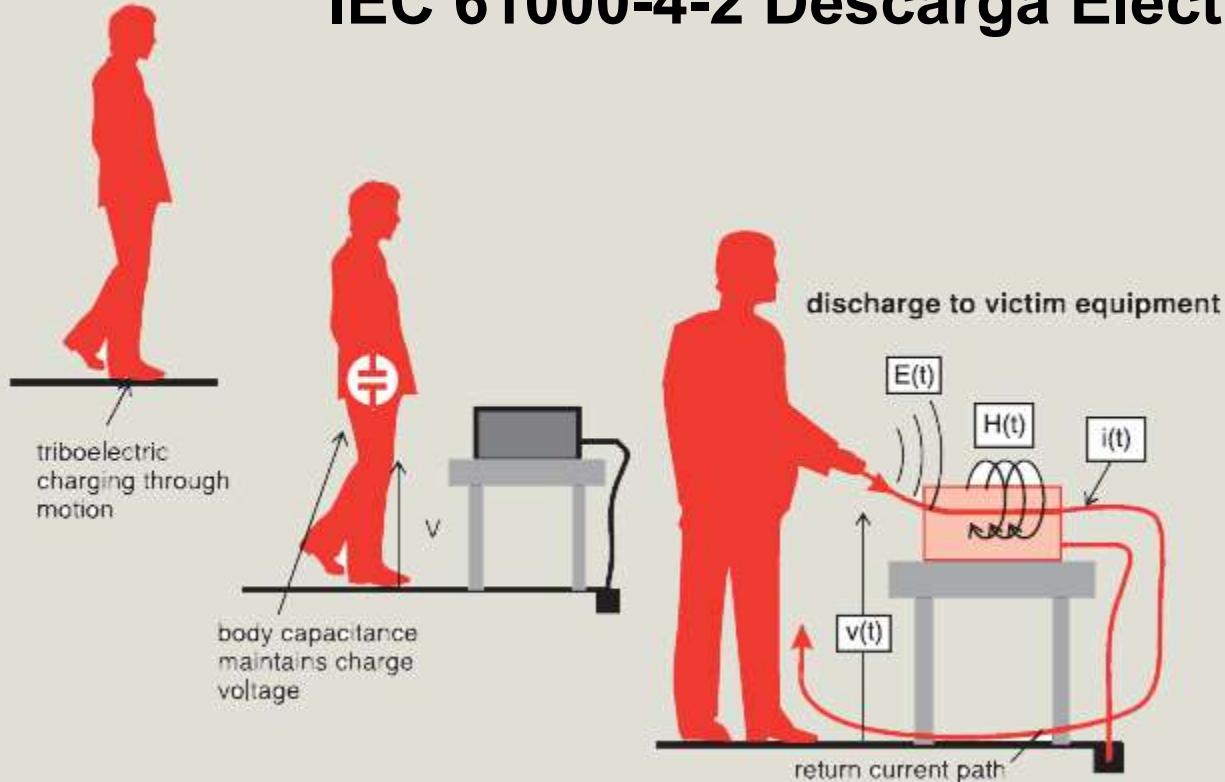
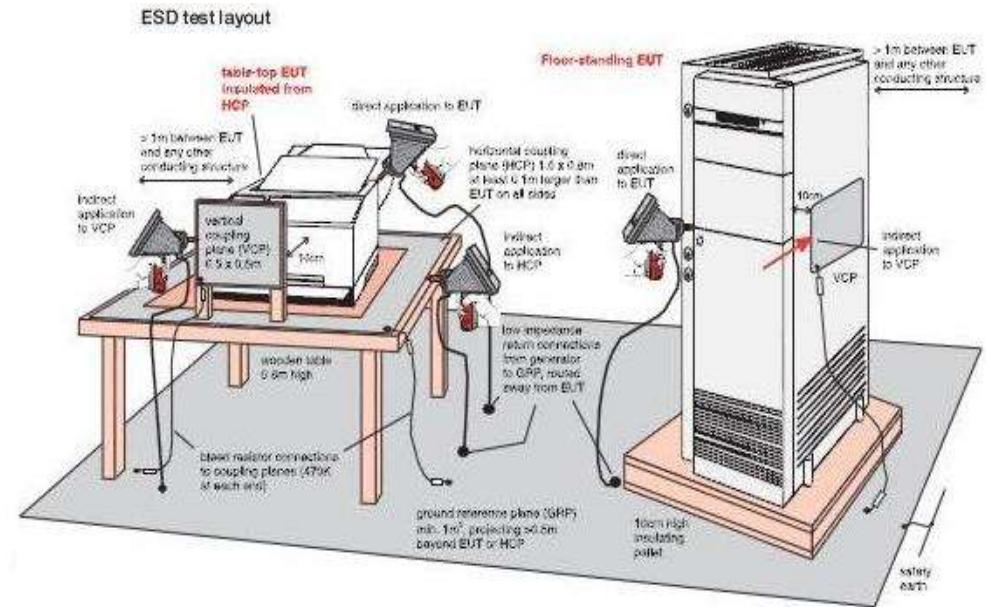


Figure 11 The test setup, showing parameters that were varied

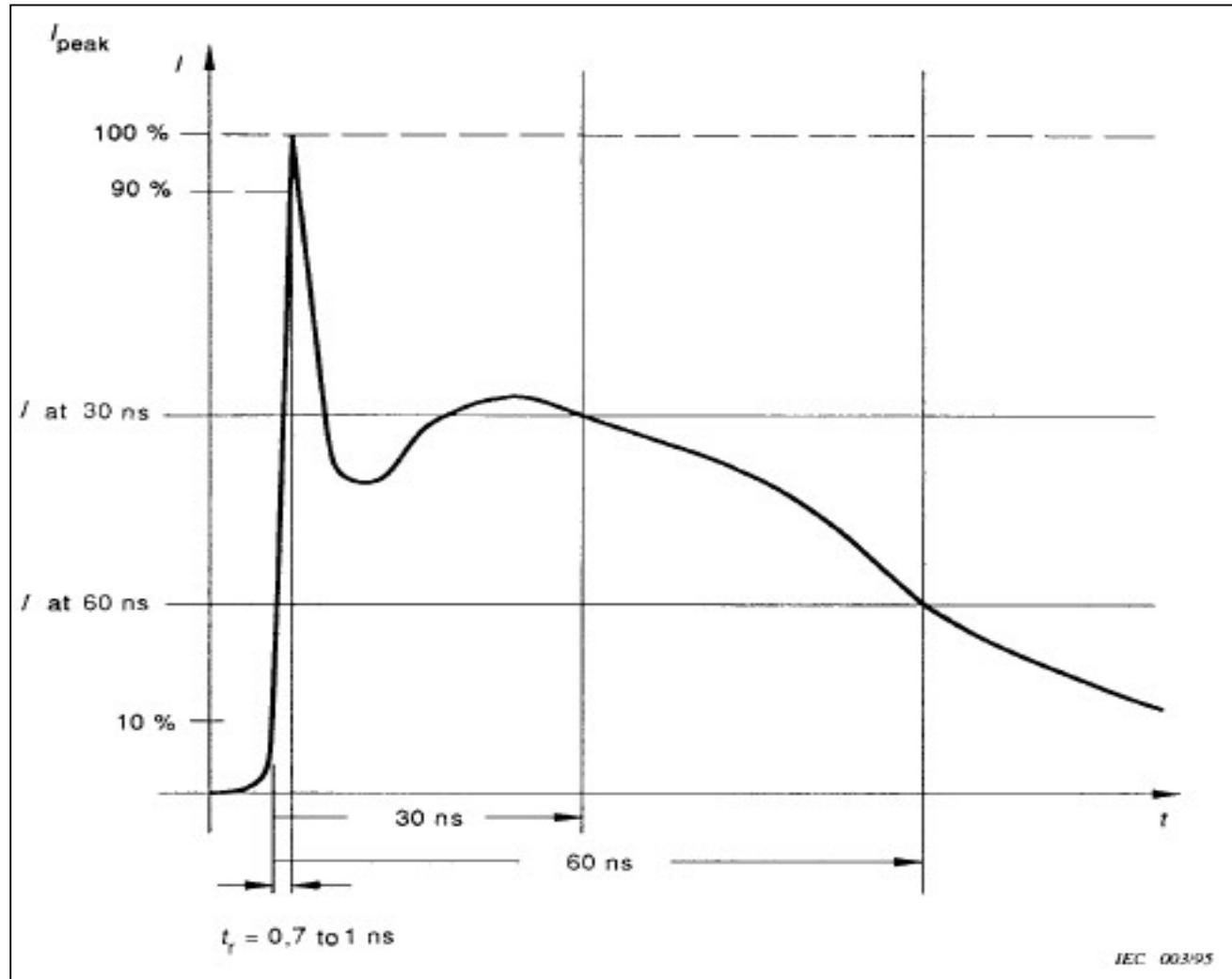
IEC 61000-4-2 Descarga Electrostática



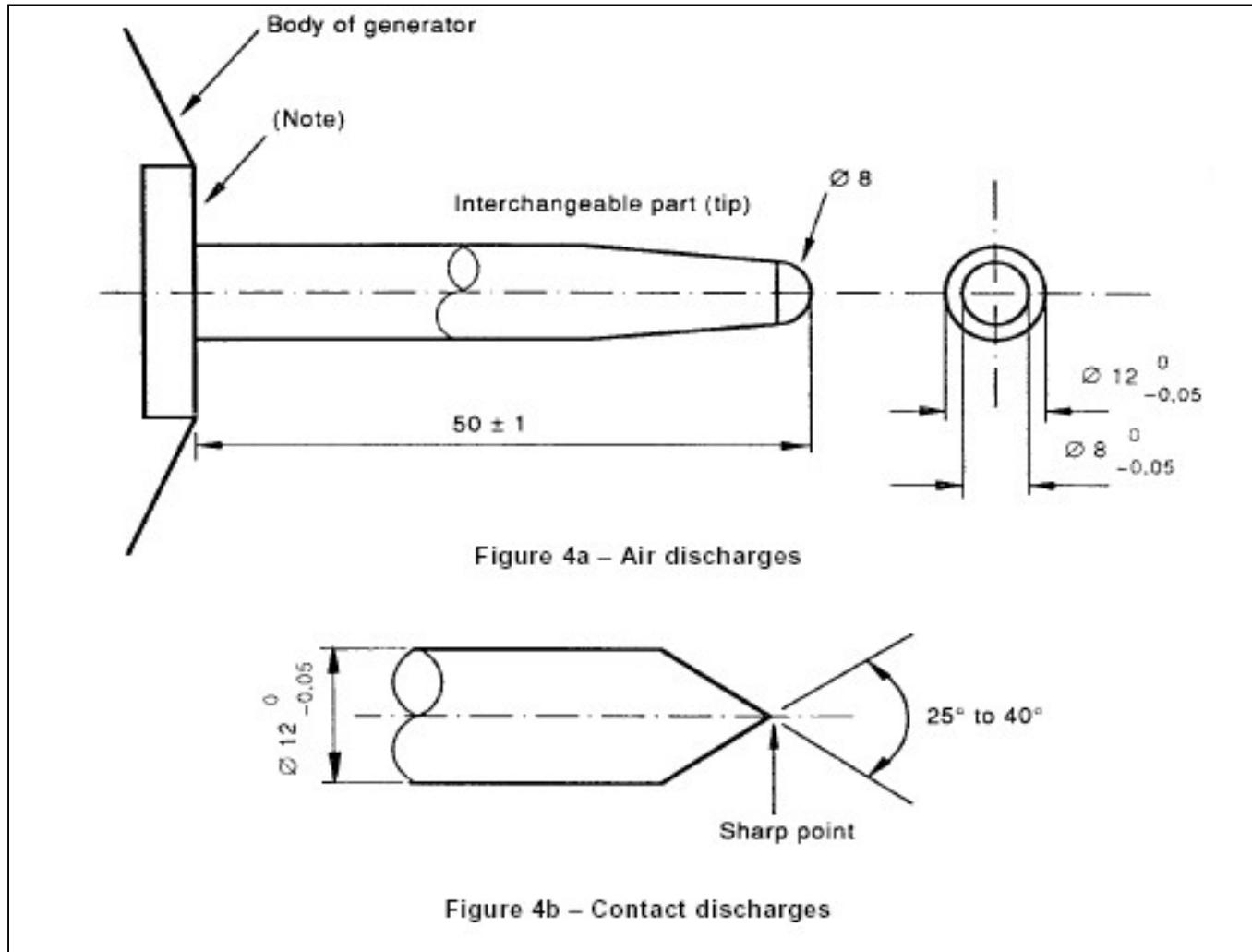
IEC 61000-4-2 Descarga Electrostática



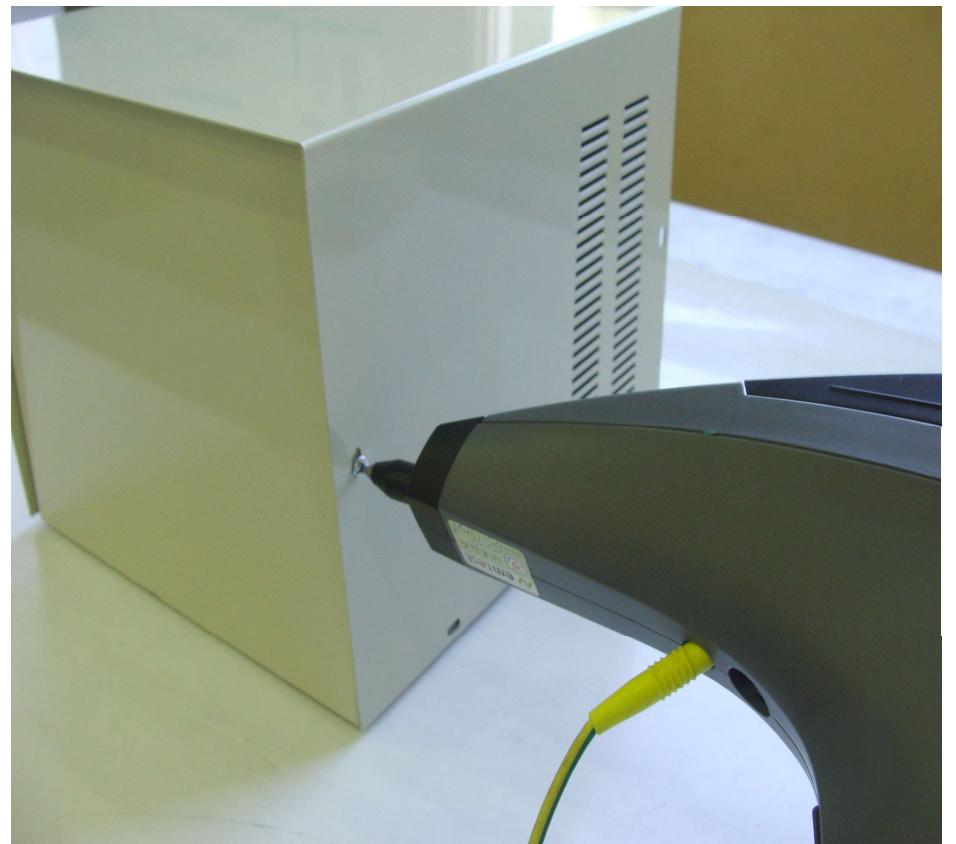
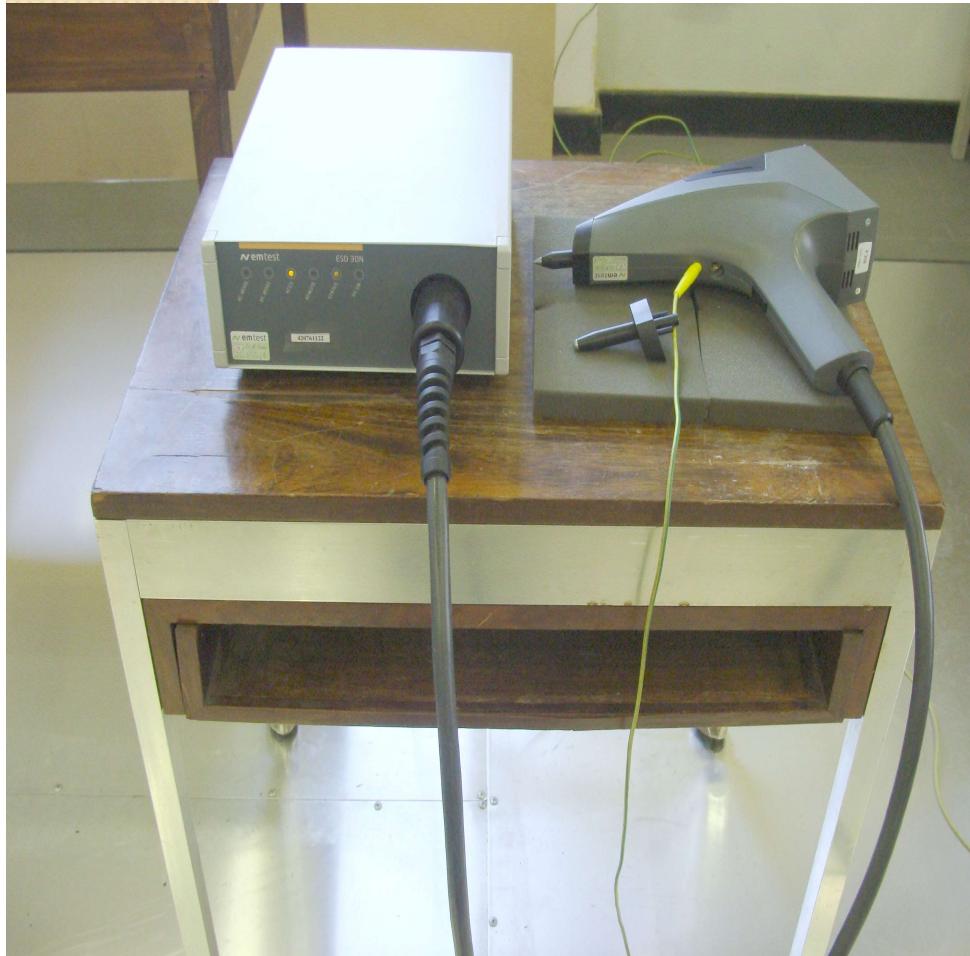
IEC 61000-4-2 : Generación de ESD (HBM)



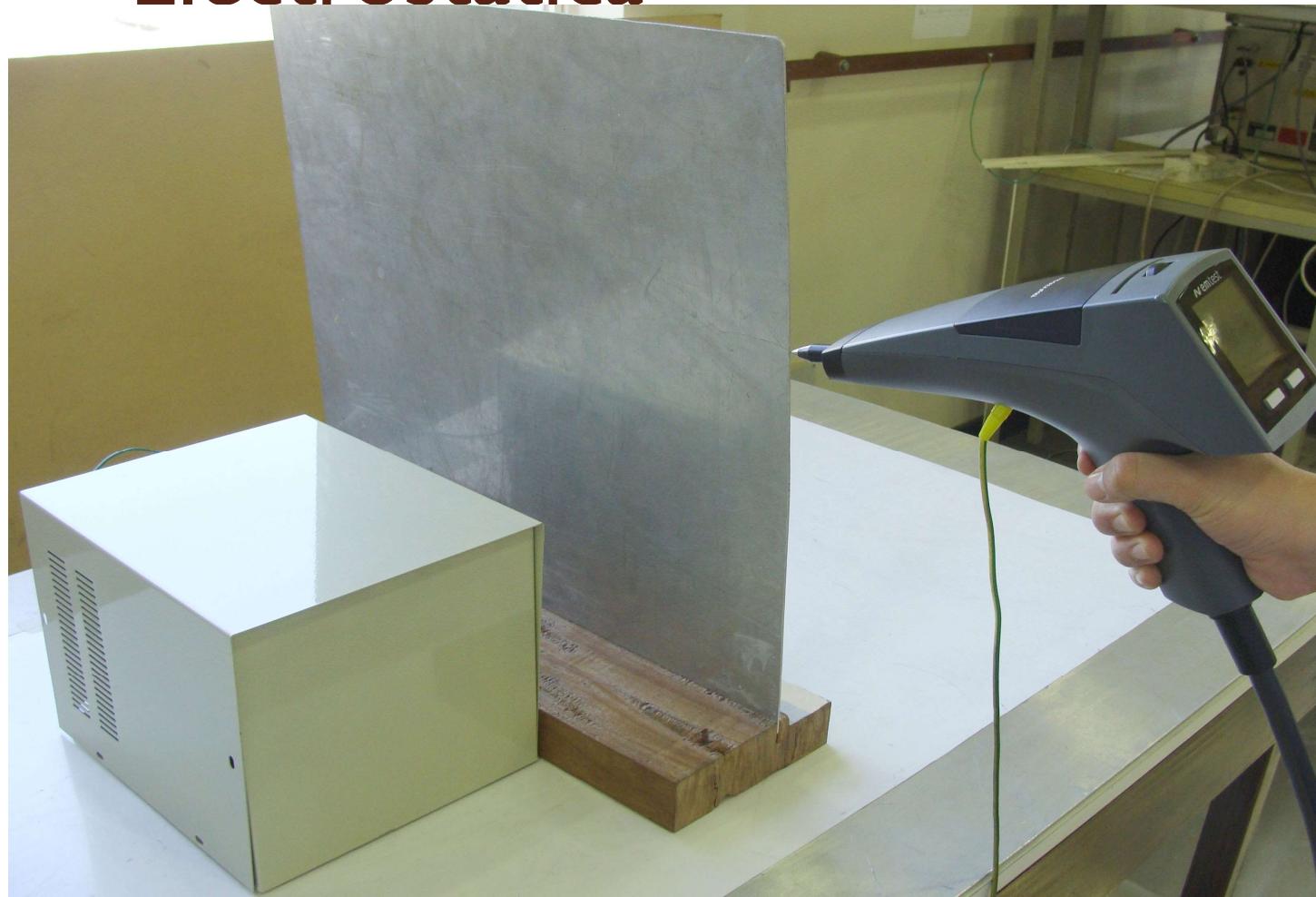
IEC 61000-4-2 : ESD – Puntas de prueba de aire y de contacto



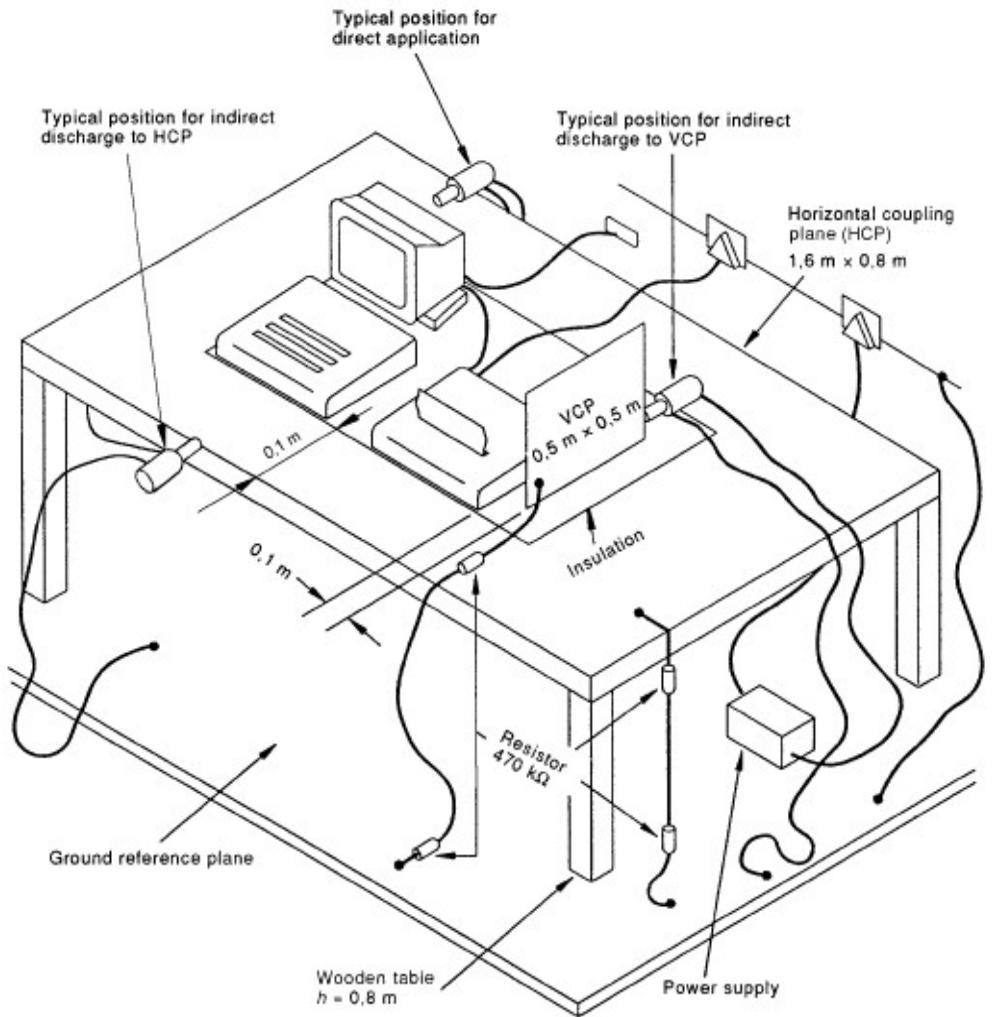
IEC 61000-4-2: Descarga Electrostática



IEC 61000-4-2: Descarga Electrostática



ESD

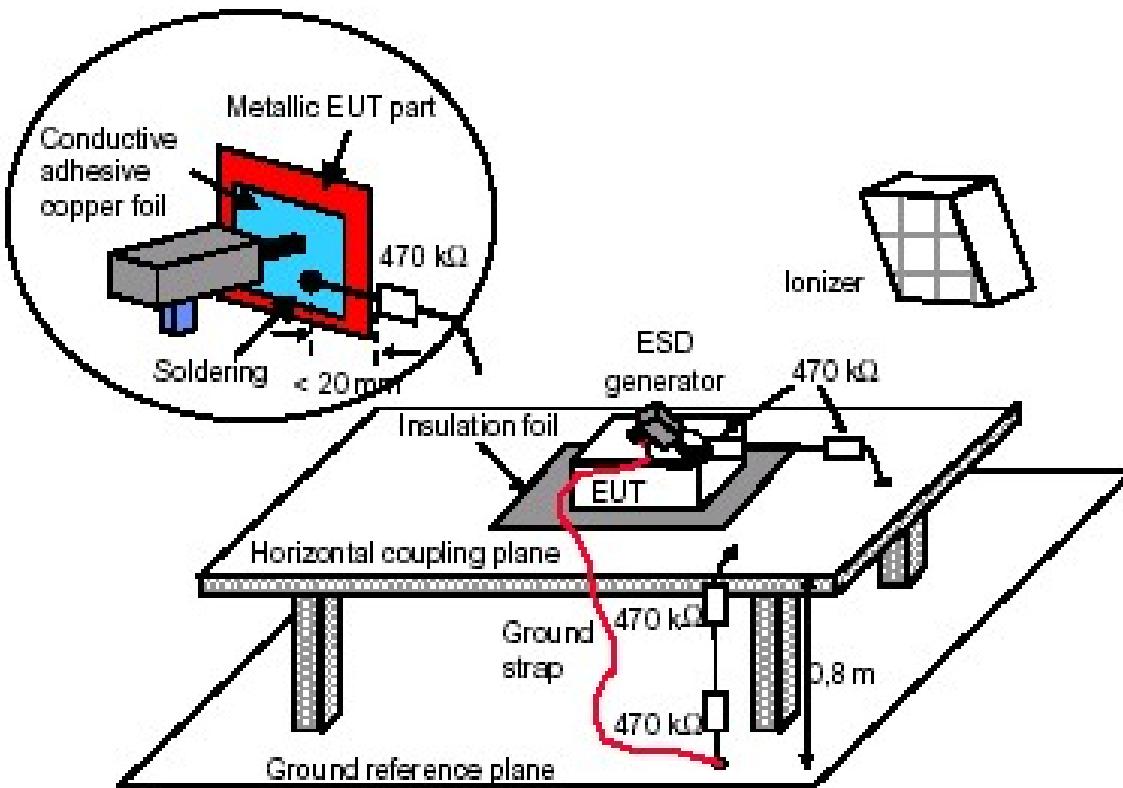


IEC 603/98

Dimensions in metres

Figure 5 – Example of test set-up for table-top equipment –
Laboratory tests

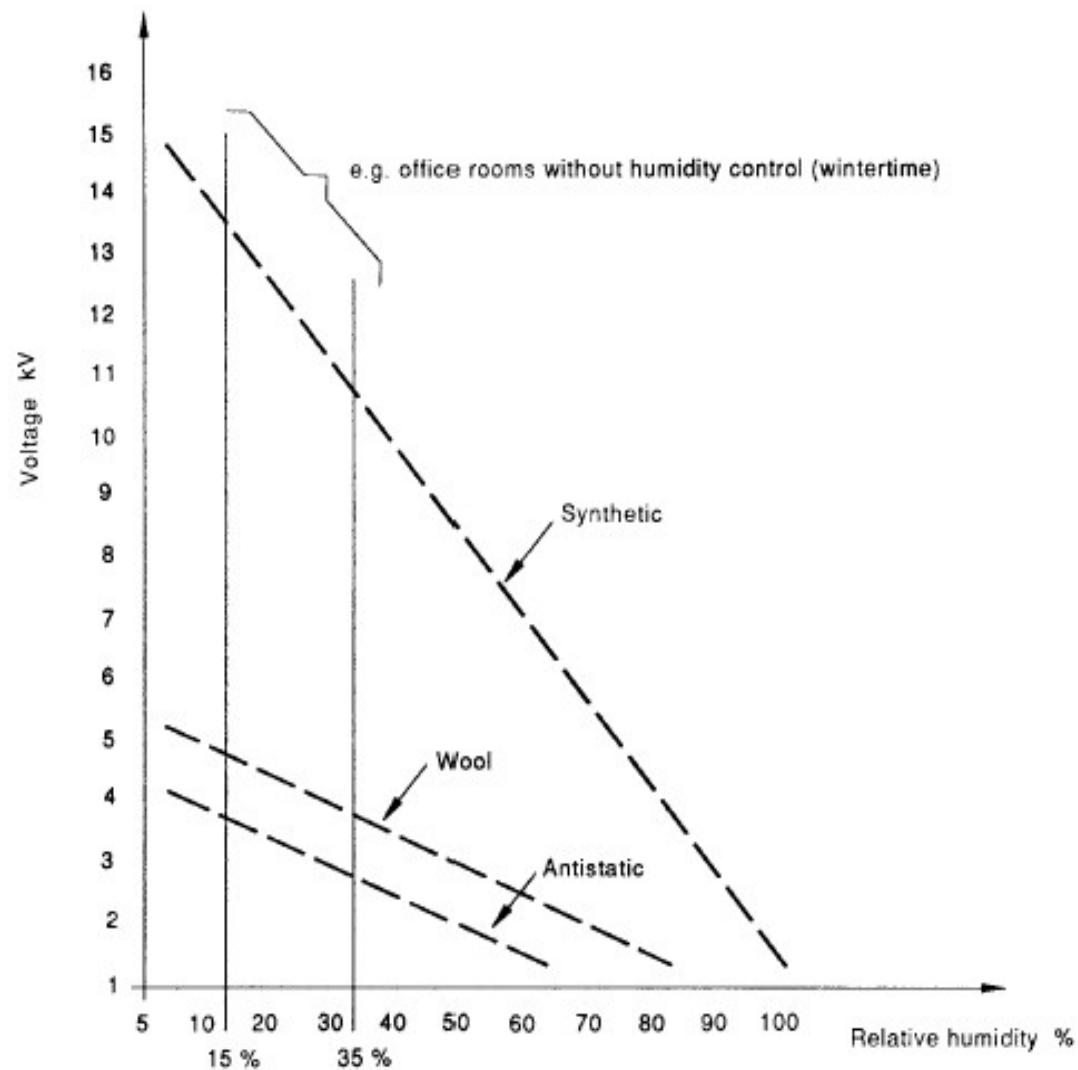
ESD



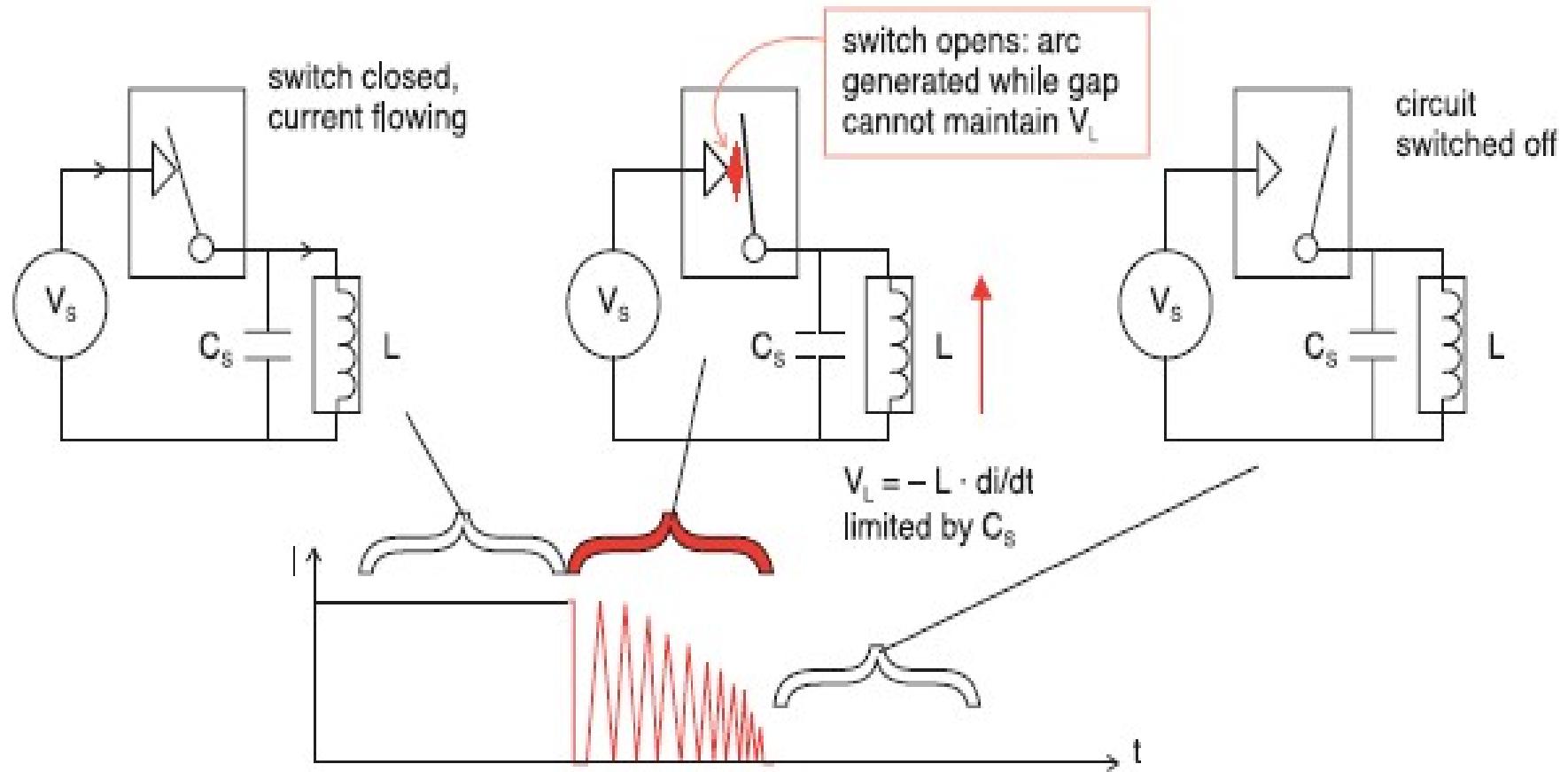
IE 1807/2000

Figure 8 – Test set-up for ungrounded table-top equipment

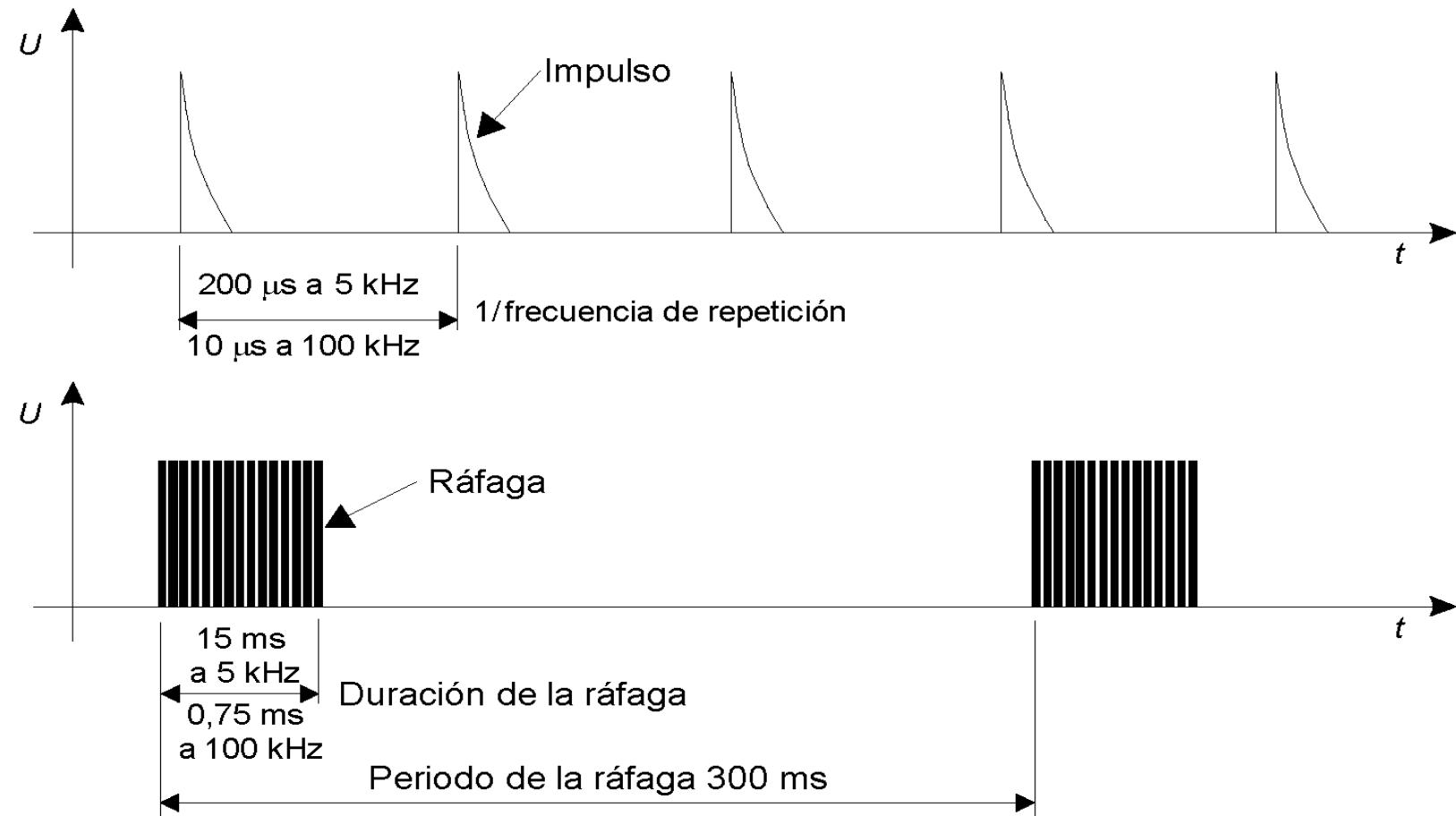
ESD – HBM Levels



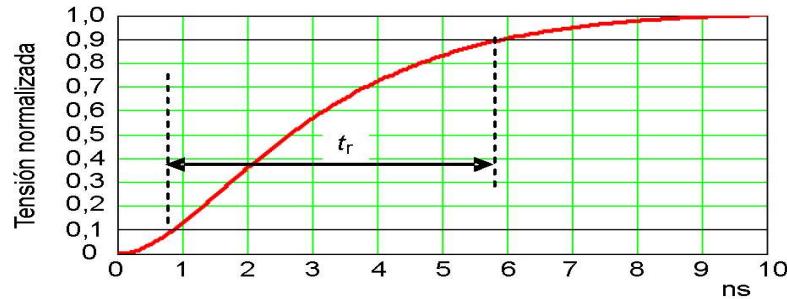
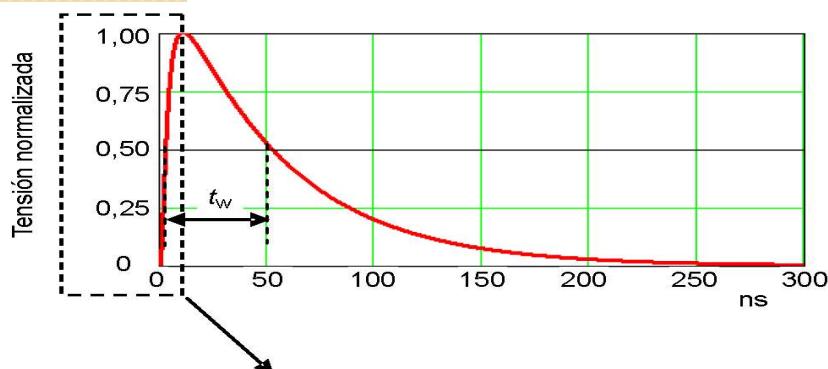
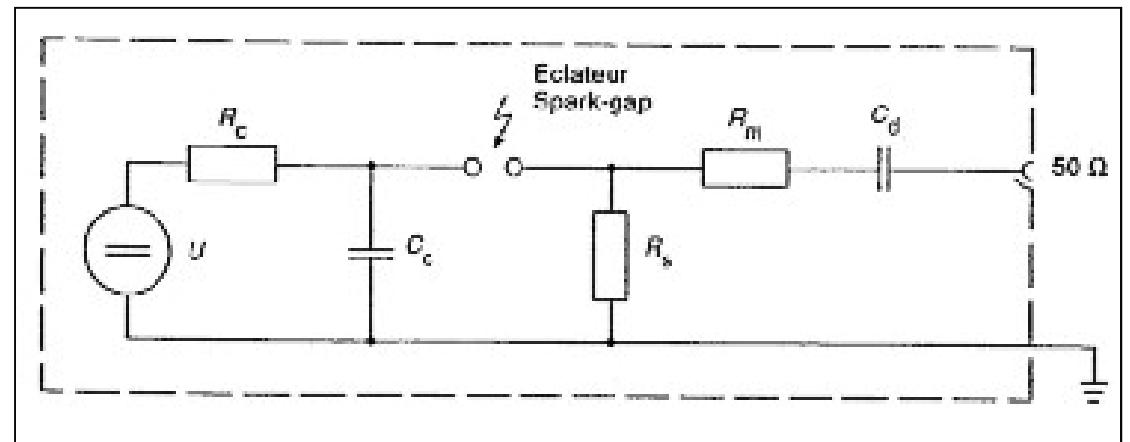
IEC 61000-4-4:Transitorios Eléctricos Rápidos (Burst)



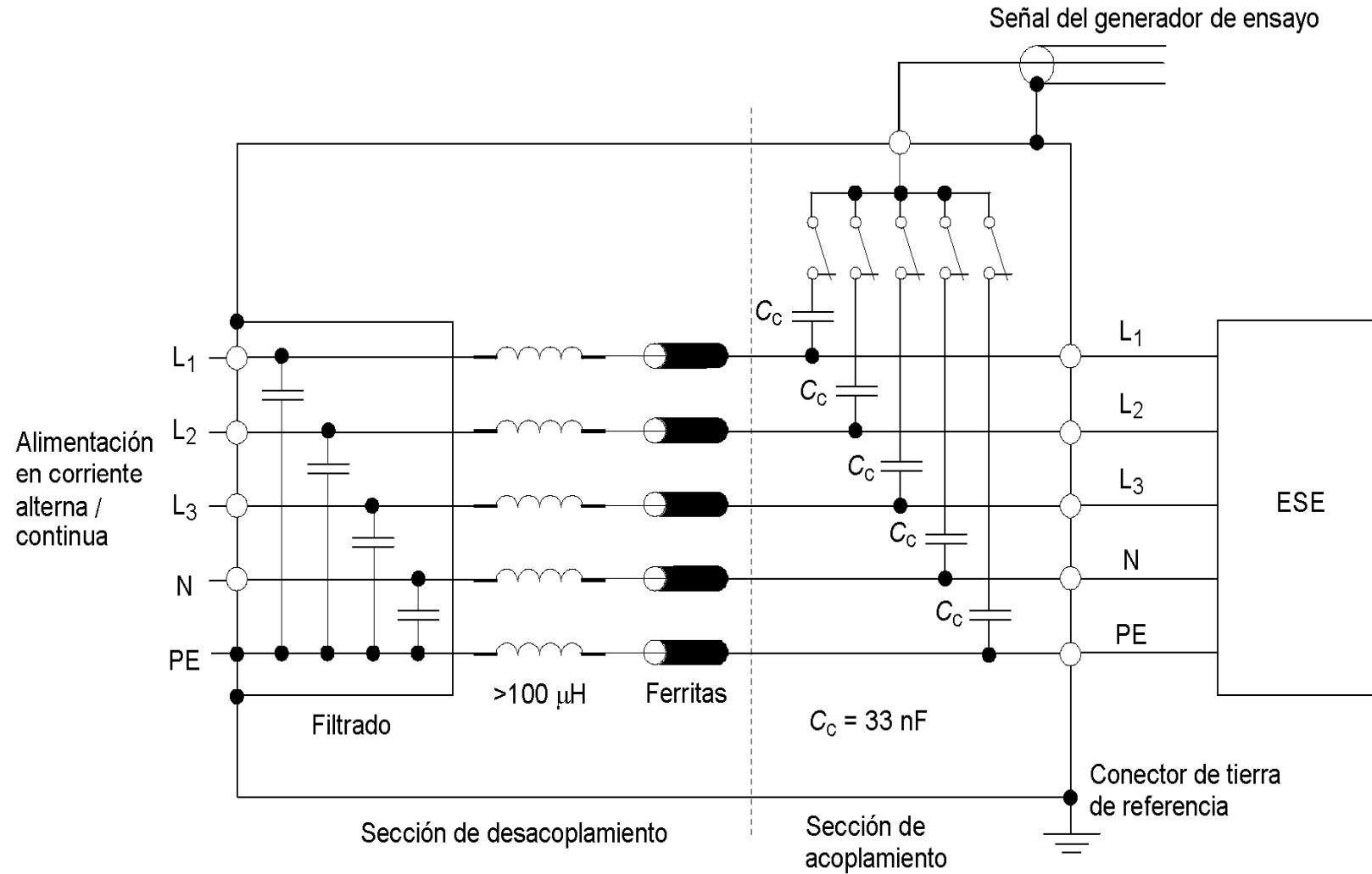
IEC 61000-4-4 : Generación de Transitorios Eléctricos Rápidos



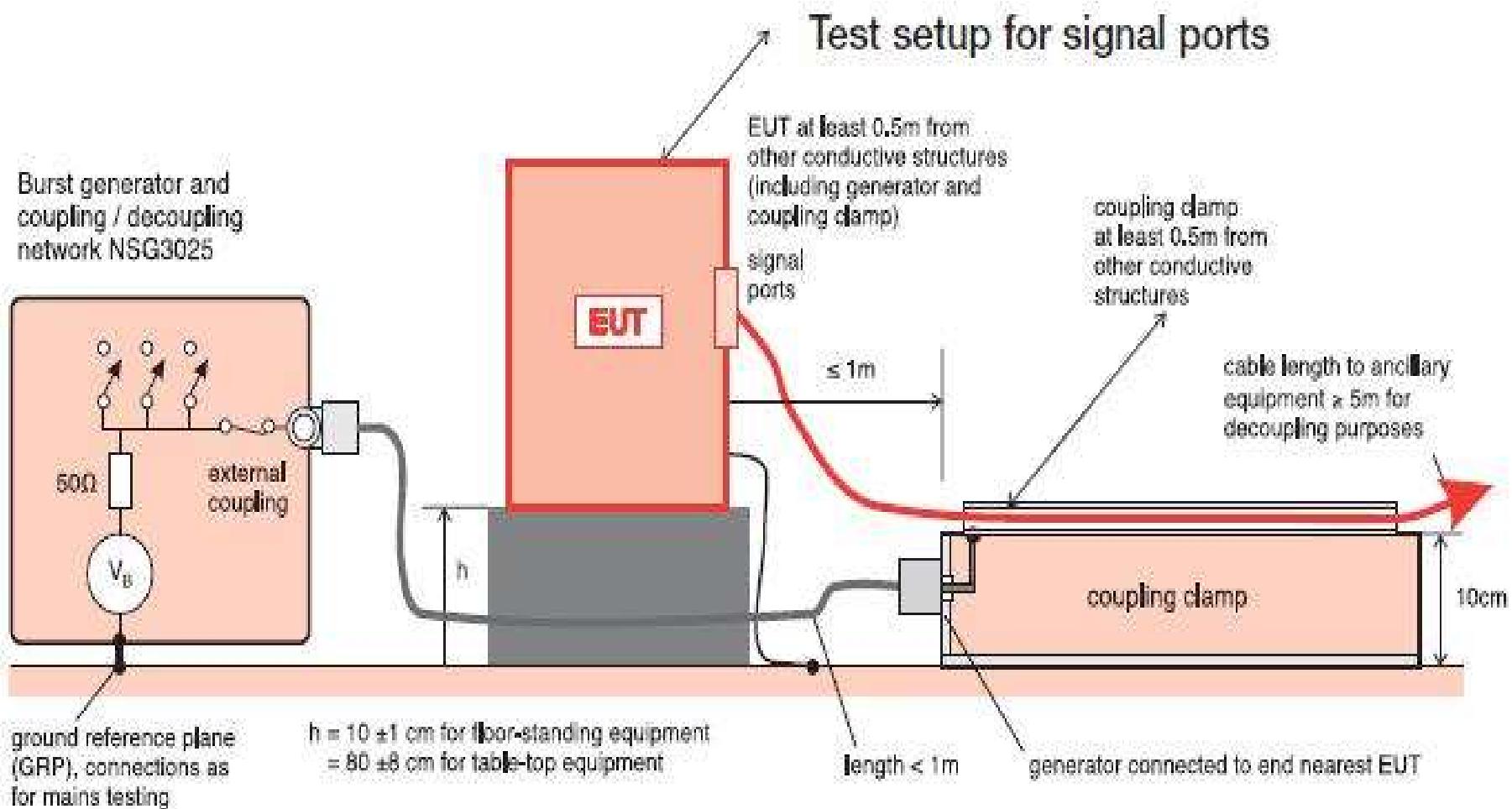
IEC 61000-4-4 : Generador de BURST



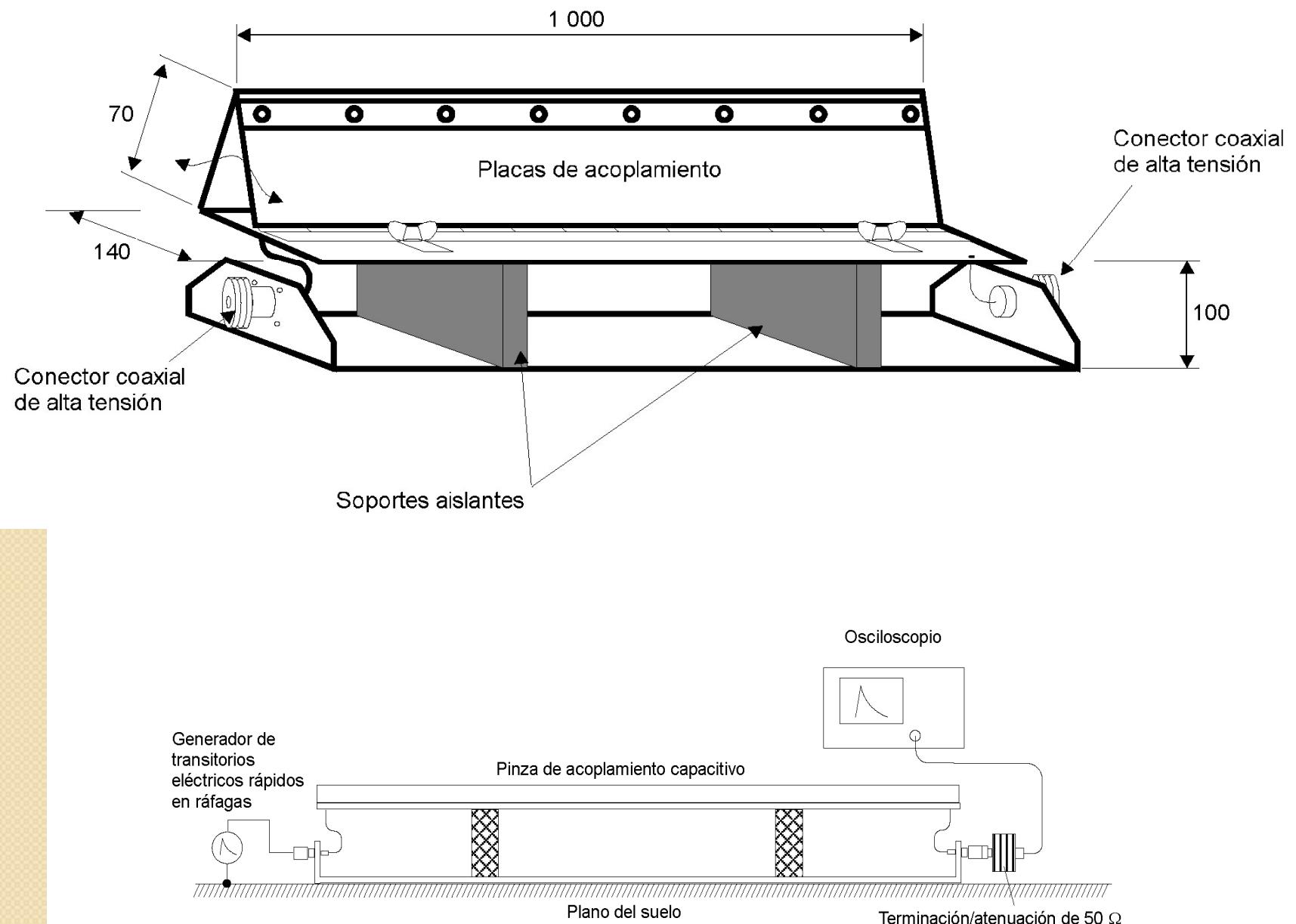
IEC 61000-4-4 : Red de acoplamiento



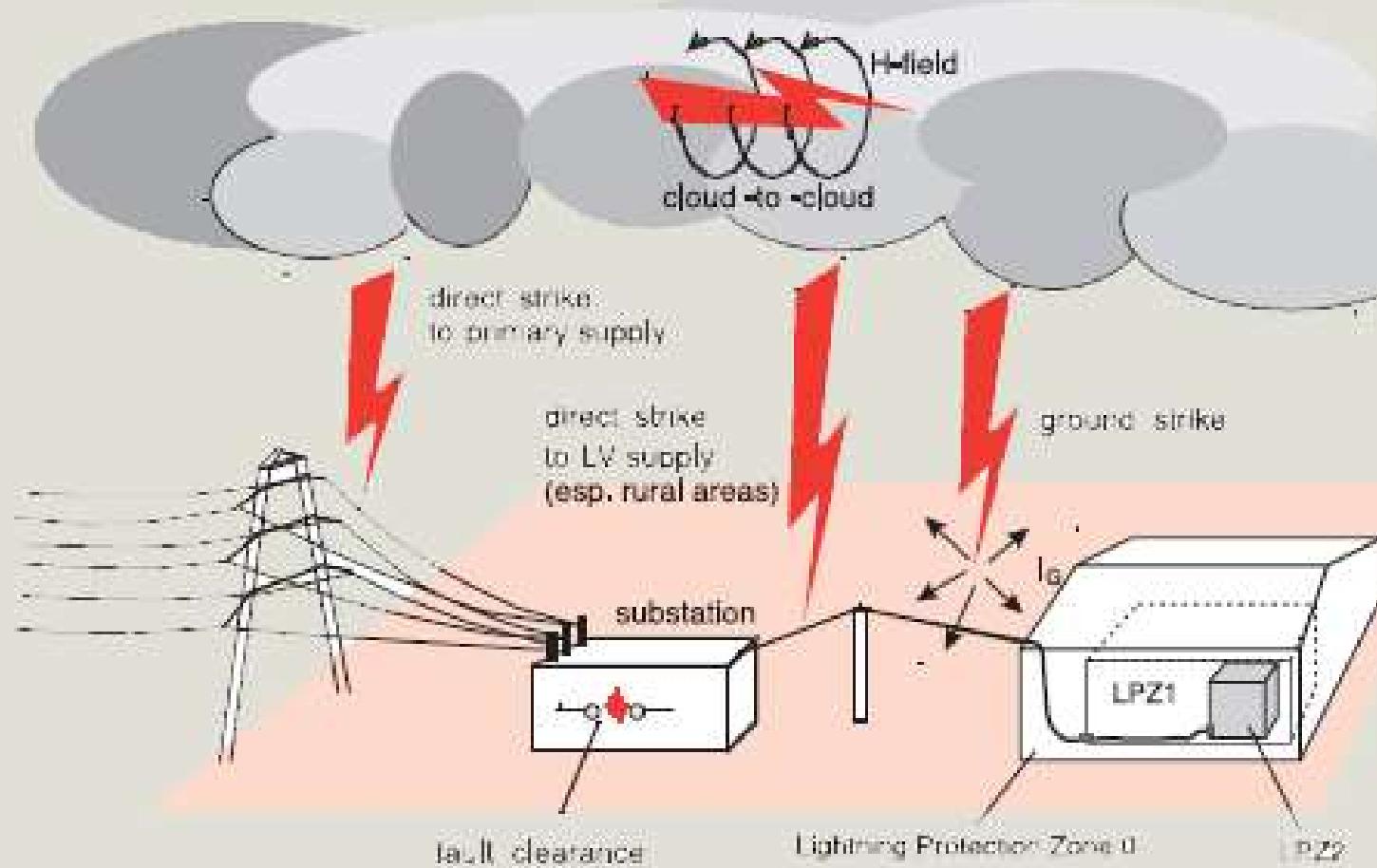
IEC 61000-4-4 : Disposición de ensayo de BURST



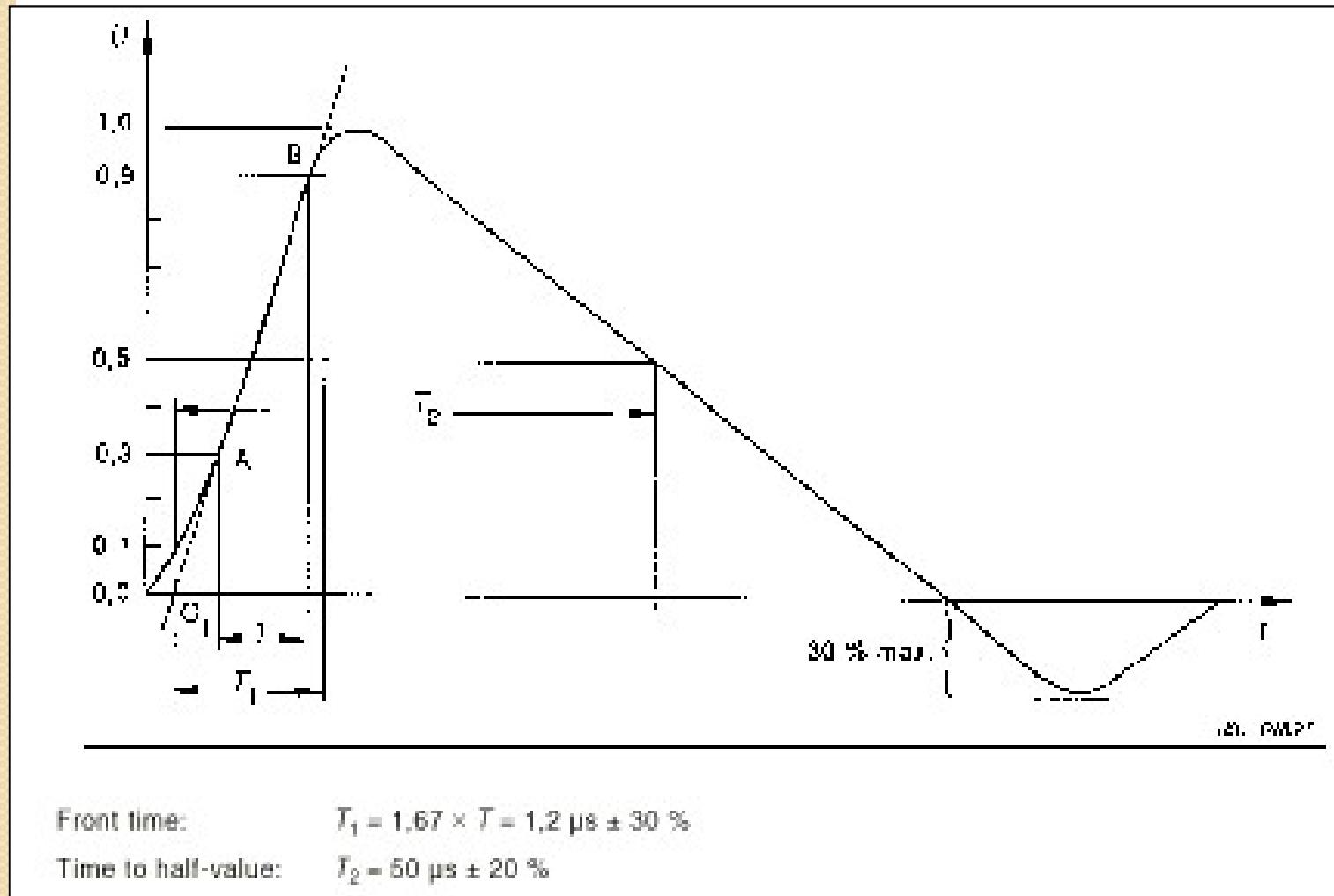
IEC 61000-4-4 : Pinza de acoplamiento capacitivo



IEC 61000-4-5 : Inmunidad a la Onda de Choque (Surge)



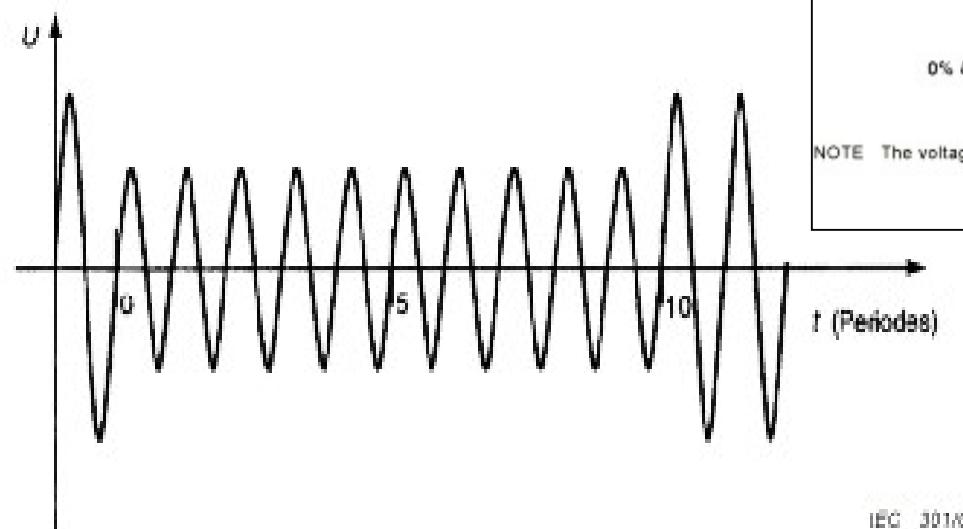
IEC 61000-4-5 : Inmunidad a Onda de Choque de Tensión (Surge)



IEC 61000-4-4: Inmunidad a Transitorios Eléctricos Rápidos (Burst)

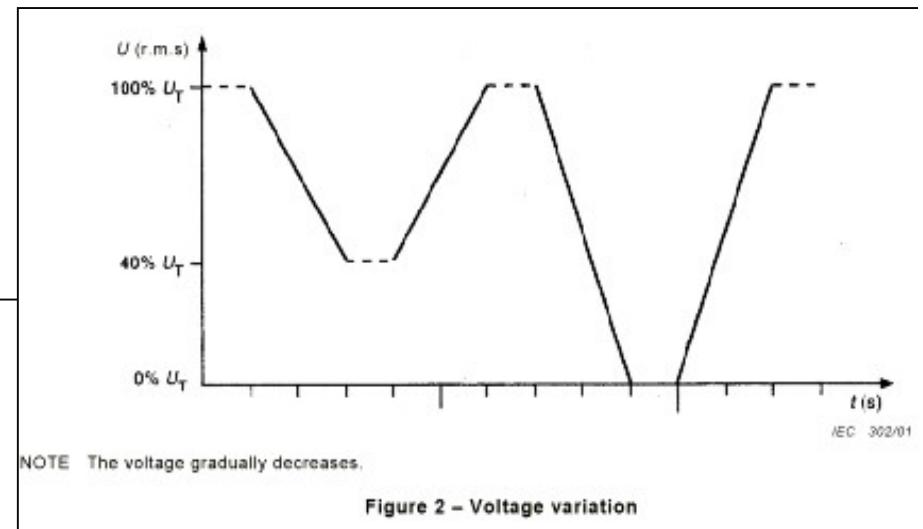


IEC 61000-4-11 : Inmunidad a huecos e interrupciones breves de tensión



NOTE The voltage decreases to 70 % for 10 periods. Step at zero crossing.

Figure 1 – Voltage dips

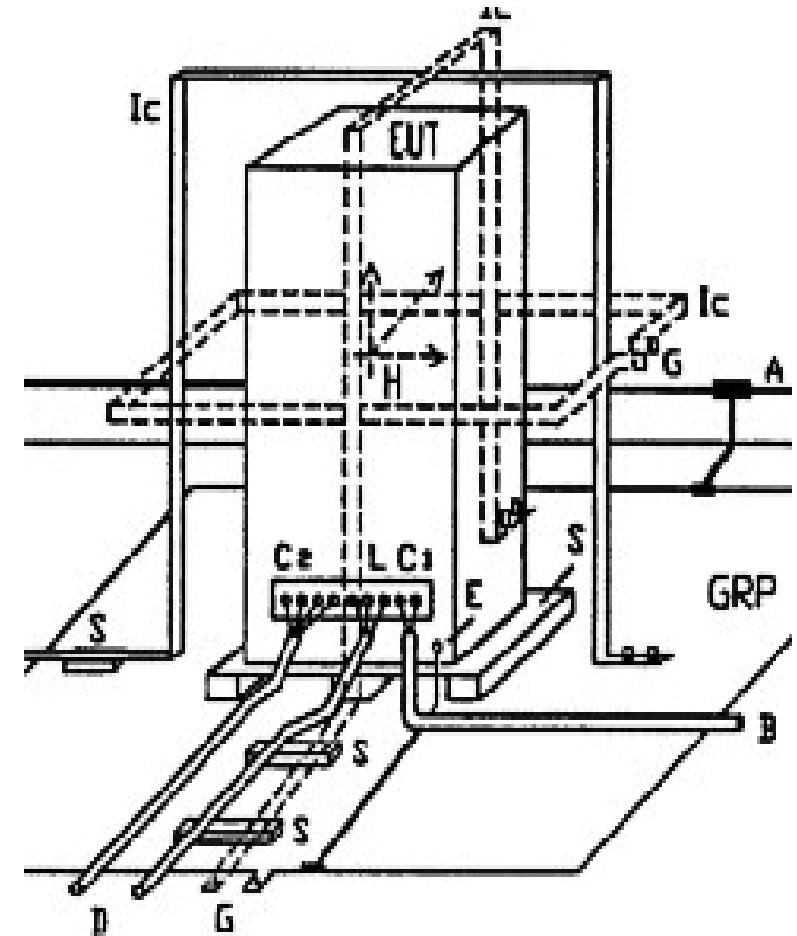
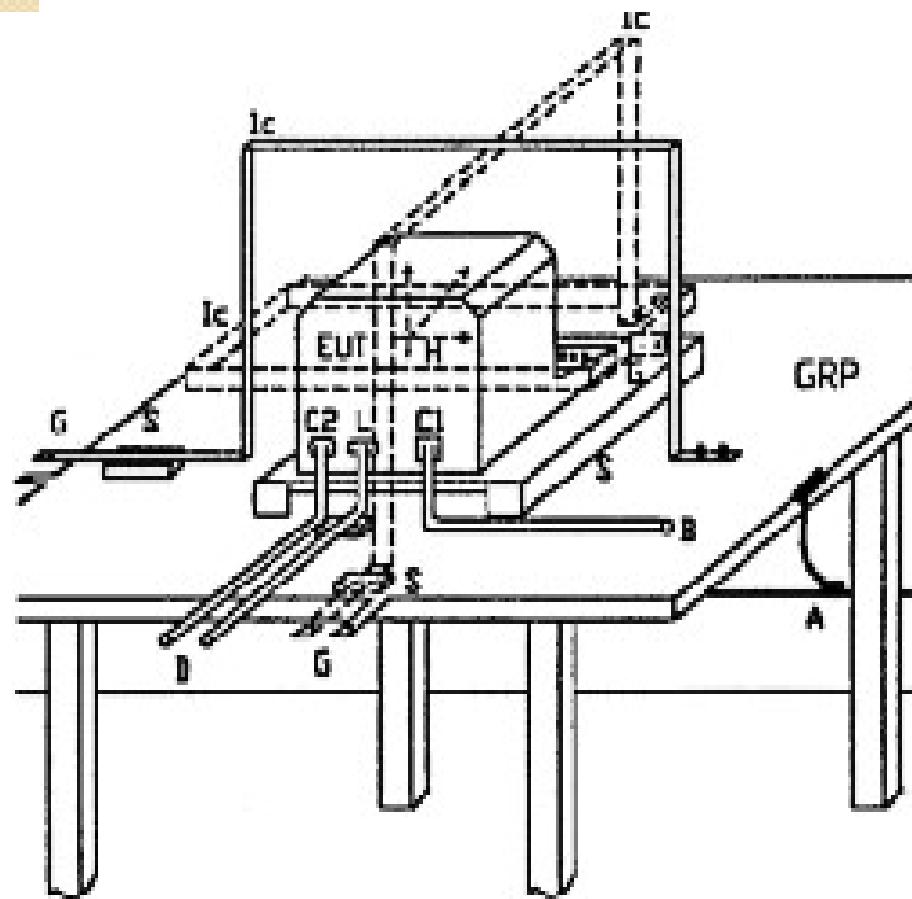


Ensayo: Campos Magnéticos a frecuencia de Red

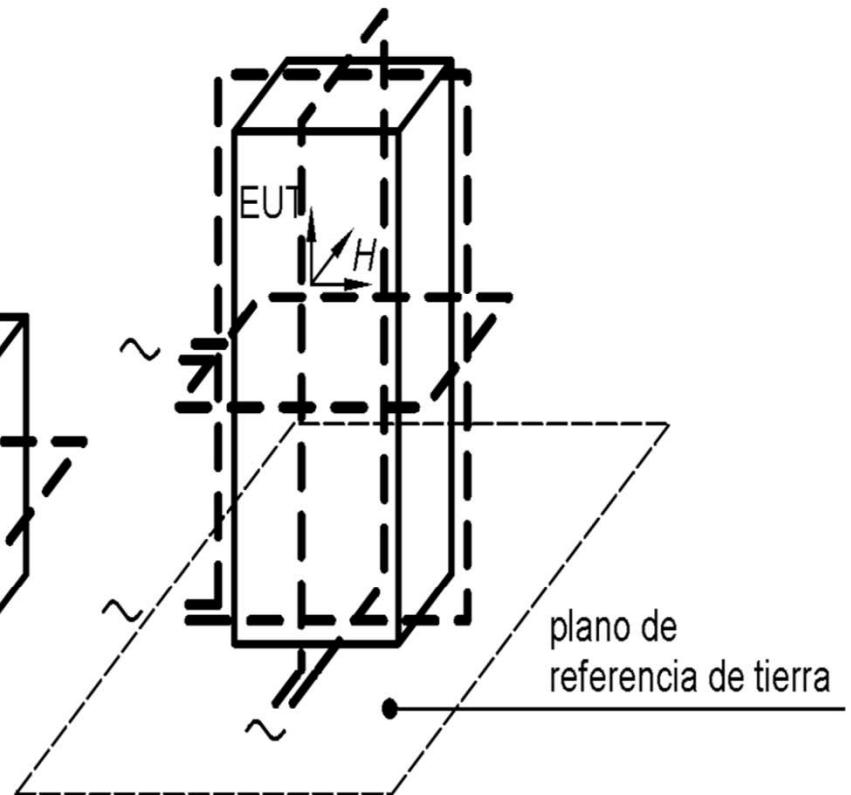
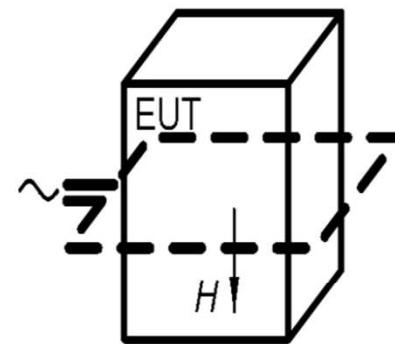
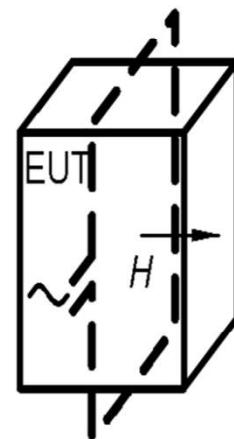
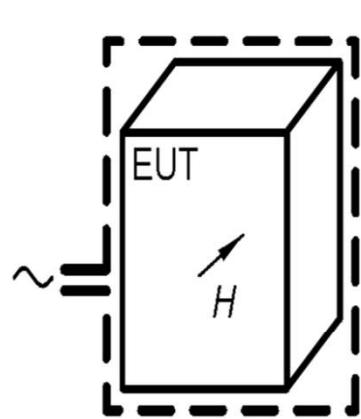
Simula campos magnéticos generados por las corrientes de frecuencia industrial que circulan por los conductores cercanos al equipo.



IEC 61000-4-8:Inmumidad a los Campos Magnéticos de 50 Hz/60 Hz



IEC 61000-4-8:Inmumidad a los Campos Magnéticos de 50 Hz/60 Hz



Equipos puestos sobre piso

Equipo sobre mesa

IEC 61000-4-8:Inmumidad a los Campos Magnéticos de 50 Hz/60 Hz

Nivel	Campo magnético A/m
1	1
2	3
3	10
4	30
5	100
X(a)	especial

a "x" puede ser cualquier nivel por encima , por debajo o entre otros niveles .Este nivel puede estar dado por la especificación del equipo

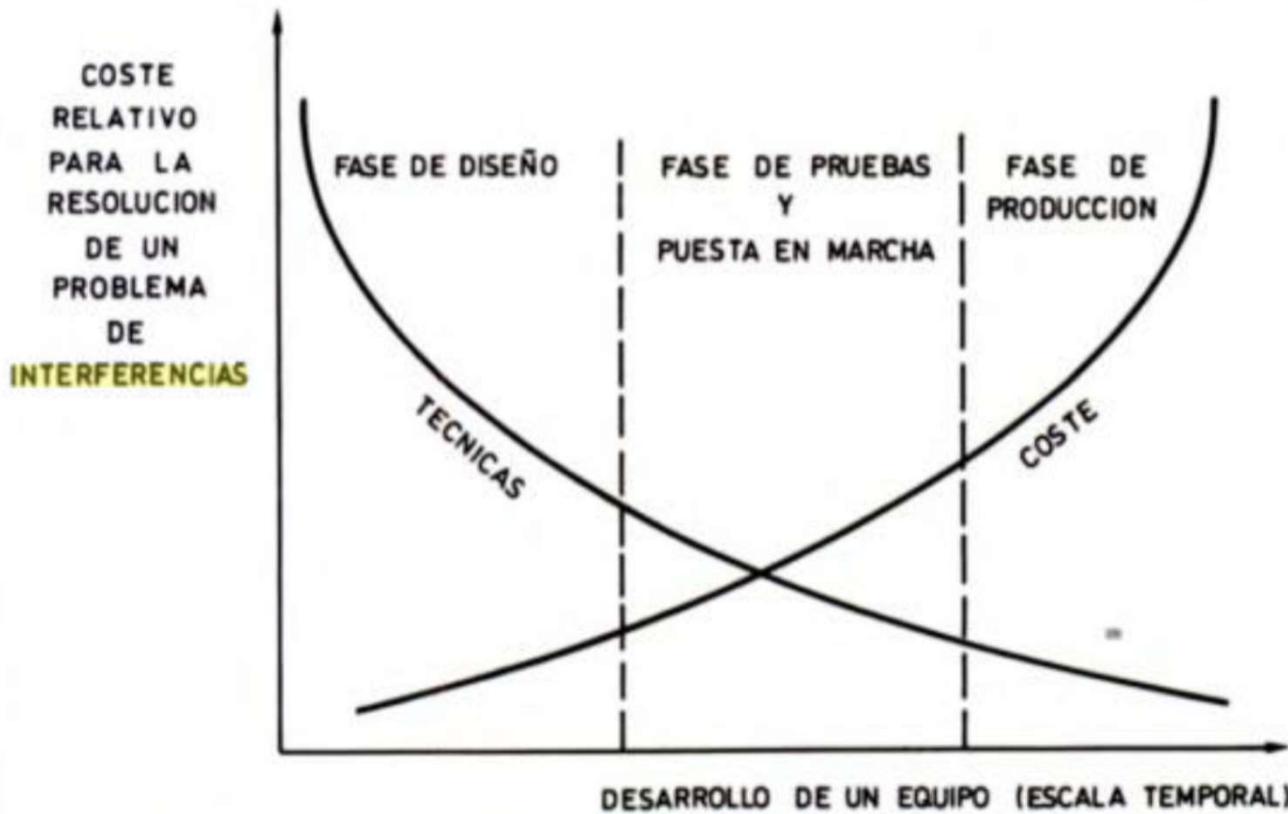
Conclusiones

- **Analizar correctamente los resultados de los ensayos de EMC para abordar la solución de los problemas, aplicando las técnicas disponibles en forma eficiente.**
- **Seleccionar correctamente los componentes de reducción y supresión, optimizando su instalación en el equipo ó sistema que se desea mejorar.**

Resistencia electromagnética

- Compatibilidad Electromagnética EMC
- La Integridad de la Seguridad alcanzada es suficientemente resistente a todas las perturbaciones electromagnéticas y fallas razonablemente previsibles sobre todo el ciclo de vida.

Fases de Desarrollo de un equipo



¡¡ GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN !!