



## **Exposición a campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja**

**Servicio de Higiene Industrial y Salud Laboral  
Área de Higiene Industrial**

MN-62

**Gabriel Pérez López  
Diciembre 2011**

**MEMORIA**  
**DE LAS ACTUACIONES REALIZADAS EN EL DESARROLLO**  
**DEL PROYECTO 413 HI- EXPOSICIÓN RADIACIONES**  
**(EXPOSICIÓN LABORAL A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**  
**DE FRECUENCIAS EXTREMADAMENTE BAJAS)**

## 1º.- Introducción

La electricidad es la forma de energía más frecuentemente utilizada en casi todas las actividades laborales, de tal manera que hoy en día es muy difícil concebir un puesto trabajo o un conjunto de tareas que no precisen de este tipo de energía en mayor o menor medida.

Cuando hablamos de electricidad no referimos evidentemente, al movimiento de cargas eléctricas a lo largo de elementos conductores, bien estén estos situados en equipos e instalaciones como en líneas de transporte de energía eléctrica.

Este movimiento de cargas, a lo largo y a través de los referidos elementos conductores, puede originar una diversidad de efectos bien conocidos como son fundamentalmente, el calorífico, el luminoso, el químico y el de creación de campos eléctricos y magnéticos; electromagnetismo.

En referencia a este último efecto, la creación de campos eléctricos y magnéticos, así como la intensidad de los mismos en el ambiente laboral y las posibles repercusiones en la salud de los trabajadores expuestos, son los objetivos del desarrollo del Proyecto HI413 2009-2010, del Instituto de Seguridad y Salud Laboral de Murcia, y sobre el cual se elabora esta monografía.

El espectro electromagnético en su totalidad abarca un rango de frecuencias extremadamente amplio, iniciándose en una frecuencia de unos pocos hercios (Hz) y alcanzando frecuencias superiores a  $30 \cdot 10^{18}$  Hz.

Al objeto de este estudio, se ha considerado solamente la zona del espectro electromagnético correspondiente a las radiaciones no ionizantes, y dentro de ella, el rango de frecuencias inferiores a 32 KHz.

El suministro de energía eléctrica a los centros de trabajo por las empresas productoras y/o distribuidoras se realiza a una frecuencia de 50 Hz, por lo que tanto las líneas de transportes como los aparatos receptores son susceptibles de originar campos eléctricos y magnéticos en su entorno de esta frecuencia.

La exposición a campos electromagnéticos tiene lugar en todos los ámbitos de actividad habitual como son, la vivienda, la escuela, las oficinas, las industrias, medios de transporte de propulsión eléctrica, etc.

Es decir, allí donde hay conductores eléctricos, motores eléctricos y equipo electrónico, se crean campos eléctricos y magnéticos.

Dado el uso generalizado de este tipo de energía se evidencia de forma inmediata que el número de trabajadores expuestos diariamente a campos electromagnéticos es muy elevado.

En la actualidad el organismo internacional ICNIRP y la propia Directiva 2000/40, del Parlamento y del Consejo, de 29 de abril, en su Considerando (4) expresan que *“no se abordan los efectos a largo plazo, incluidos los posibles efectos cancerígenos de la exposición a campos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo, sobre los cuales no hay pruebas científicas concluyentes que establezcan una relación de causalidad”*. Además, esta Directiva Europea expresa igualmente en su artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación que *“La presente Directiva se refiere al riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores debido a los efectos negativos **a corto plazo** conocidos en el cuerpo humano causados por la circulación de corrientes inducidas y por la absorción de energía, así como por las corrientes de contacto”*.

En general los efectos más inmediatos sobre el cuerpo humano, expuesto a campos electromagnéticos suficientemente intensos, es la generación de calor en diferentes partes del cuerpo dependiendo del proceso a que de lugar la exposición. Este calor puede llegar a producir quemaduras importantes y afectaciones significativas en tejidos y órganos.

Se hace pues necesario conocer los niveles de exposición a campos eléctricos y magnéticos a fin de valorar la exposición a los mismos y establecer en su caso los métodos de control más adecuados.

## **2º.- Metodología**

### **2-1.- Actividades laborales seleccionadas**

A fin de determinar los niveles de exposición a los que están expuestos los trabajadores en diversos sectores de actividad, se procedió a seleccionar empresas e instituciones donde se realizasen actividades en las que la presencia de campos electromagnéticos fuese más habitual e intensa.

Así, se han podido realizar mediciones en las siguientes tareas y actividades:

#### **.- Construcción:**

Tareas realizadas:

- .- Bajo líneas aéreas de alta tensión.
- .- Sobre líneas subterráneas de alta tensión.
- .- Bajo líneas de baja tensión y grupo electrógeno.
- .- En las proximidades de líneas aéreas de alta tensión

#### **.- Industria:**

- .- Tareas de soldadura eléctrica
- .- Hornos de fusión de metales férricos
- .-Tareas que implican el uso de maquinaria eléctrica de carpintería metálica y de madera.
- .- Tareas que se realizan en la industria de conservas vegetales en las proximidades de maquinaria eléctrica y centros de transformación
- .- Tareas en centros de control eléctrico y centros de transformación
- .- Tareas de conducción de vehículos eléctricos de movimientos y transporte de cargas
- .- Tareas que implica la estancia y proximidad en zonas de carga de baterías eléctricas para carretillas elevadoras.
- .- Tareas de control de entrada, aparcamiento y salida de vehículos.

## 2.2.- Equipos de medida

Para la realización de las mediciones de campos eléctricos y magnéticos, se utilizó un medidor de campos en banda ancha hasta 32 KHz, complementado con un software que permite, con el suficiente grado de aproximación, determinar intensidades de campo en muy pequeñas bandas de frecuencia.



Medidor de campo magnético, B (Testla), de Narda. Frecuencia hasta 32 KHz

Las características fundamentales de este equipo de medida son las siguientes:

- .- Analizador de campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja, con medidas selectivas en diferentes anchos de banda y mediciones en banda ancha.
- .- Medidas isotrópicas con sonda integral y sonda externa estandar.
- .- Evaluación de la exposición con relación a diferentes normas internacionales, incluidas las del ICNIRP.
- .- Evaluación en % de dosis según procedimiento STD.
- .- Valores de pico medidos en la fase correcta
- .- Memoria de almacenamiento de datos de mediciones.
- .- Medidas temporizadas previamente
- .- Filtros fijos y variables con una altura de escalón de 0,1 Hz.
- .- Interfaz óptica
- .- Control remoto del equipo
- .- Análisis espectral mediante la transformada rápida de Fourier FFT.
- .- Análisis de armónicos
- .- Los resultados de las mediciones se dan en unidades de intensidad de campo magnético H en Amp/m y en densidad de flujo magnético B en Gauss.



Medidor de campo eléctrico, E (V/m), de Narda. Frecuencia hasta 32 KHz

Este equipo es capaz de realizar mediciones de campo eléctrico de forma absolutamente autónoma si dependencia ni conexión a ningún otro dispositivo. No obstante dado que no dispone de pantalla de visualización de datos, es preciso que para tal fin se conecte al equipo anteriormente descrito, el cual mediante un sistema de detección automático muestra en pantalla los valores de campo eléctrico medidos expresados en voltios por metro; V/m

Las características fundamentales de este equipo de medida son las siguientes:

- Analizador de campos eléctricos de frecuencia extremadamente baja, con medidas selectivas en diferentes anchos de banda y mediciones en banda ancha.

- Medidas isotrópicas de campos eléctricos.

- Rango de medidas desde 0,7 V/m hasta 100 KV/m

- Rango STD de % dosis rerefenciadas al ICNIRP desde 5% al 200%

- Utilización de sensores basados en el sistema disco-capacidad; condensadores.

- Computación del campo total mediante la expresión

$$E(t) = \sqrt{E_x^2(t) + E_y^2(t) + E_z^2(t)}$$

utilizando el campo E en cada uno de los sensores

- Memoria interna de almacenamiento de mediciones.

### **2.3.- Sistema de medición de campos**

La Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004, dispone en su artículo 3 punto 3 : *“Mientras no existan normas europeas armonizadas del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica ( Cenelec) que regulen todas las situaciones de evaluación, medición y cálculo pertinentes, los Estados miembros podrán servirse de otras normas o directrices que posean una base científica para evaluar, medir y/o calcular la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos”*

Para la realización de este proyecto se han tenido en cuenta fundamentalmente las normas siguientes:

.- UNE 207012-001:2004 IN. Guía para la evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los centros de transformación.

.- UNE 215001:2004. Procedimientos normalizados para la medida de los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial producidos por las líneas eléctricas de alta tensión.

Además se han considerado otras normas que pudieran total o parcialmente ser de aplicación al proyecto:

.- EN 50505:2008. Basic Standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from equipment for resistance welding and allied processes..

CTN: AEN/CTN 203/SC 26 SOLDADURA ELECTRICA

.- EN 50492:2008. Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations.

CTN: AEN/CTN 215 – EQUIPOS Y MÉTODOS DE MEDIDA RELACIONADOS CON LOS CAMPOS ELECTROMAGNETICOS EN EL ENTORNO HUMANO



### 3.- Resultados de las mediciones

Las actividades laborales donde se han realizado las mediciones han sido muy diversas tal y como refleja la relación contenida en el apartado 2.1 anterior.

A los efectos de mostrar los niveles de exposición a campos eléctricos y magnéticos a estas tareas, se indicará y describirá la misma cuando mejor proceda y a continuación se mostraran los valores.

#### 3.1.- Construcción:

3.1.1.-Tareas realizadas bajo líneas aéreas de alta tensión.

3.1.2.-Tareas realizadas sobre líneas subterráneas de alta tensión.

En la construcción de nuevas urbanizaciones se realizan tareas de movimientos de tierras y acondicionamiento del terreno en las proximidades y bajo líneas aéreas de alta tensión.

Así mismo y según avanza el proyecto, parte de esas líneas son enterradas a partir de una torre por donde descienden a tierra.

#### .- Línea aérea de alta tensión 132 KV



#### Trabajador en el centro del vano y debajo de la línea

Campo magnético  $B = 1,64 \mu T - 3,1 \mu T$

Campo eléctrico  $E < 20 V/m$

La línea aérea desciende a tierra por la torre que se aprecia en primer plano. A partir de ahí, continúa enterrada 300 metros hasta una urbanización próxima en avanzado estado de construcción. Los valores de campo magnético  $B$  y de campo eléctrico  $E$ , existentes **en la vertical sobre la línea enterrada y a nivel del suelo**, resultaron ser:



**Campo magnético  $B = 3 \mu\text{T}$**   
**Campo eléctrico  $E < 20 \text{ V/m}$**



**A pie de torre los valores encontrados fueron:**

**Campo magnético  $B = 2 \mu\text{T} - 3,5 \mu\text{T}$**   
**Campo eléctrico  $E < 30 \text{ V/m}$**

**.- Línea aérea de alta tensión 45 KV**



**Centro de la catenaria bajo la vertical de la línea**

**Campo magnético  $B = 180 \text{ nT} - 265 \text{ nT}$**   
**Campo eléctrico  $E = 50 \text{ V/m} - 80 \text{ V/m}$**



### **A pie de poste**

**Campo magnético B = 135 nT - 190 nT**

**Campo eléctrico E = 48 V/m - 56 V/m**

3.1.3.-Tareas realizadas bajo líneas aéreas de baja tensión y grupo electrógeno.

### **Línea aérea de 380 V**



**Trabajador en el centro del vano y debajo de la línea**

**Campo magnético B = 150 nT - 200 nT**

**Campo eléctrico E < 20 V/m**



**En el grupo electrógeno de 200 KVA enganchado a la línea**

**Campo magnético B = 300 nT - 700 nT**

**Campo eléctrico E < 20 V/m**

3.1.4.-Tareas realizadas en las proximidades de líneas aéreas de alta tensión

Línea aérea de alta tensión sobrevolando la esquina de un edificio en construcción.



**Campo magnético B = 10  $\mu$ T - 14  $\mu$ T**  
**Campo eléctrico E = 300 V/m – 400 V/m**

En esta obra existe un centro de transformación y en sus inmediaciones se registran los siguientes valores:

**Campo magnético B = 2  $\mu$ T - 7  $\mu$ T**  
**Campo eléctrico E = 30 V/m – 80 V/m**

Así mismo en la obra se dispone de un grupo electrógeno, el cual en régimen de funcionamiento normal origina los siguientes valores

**Campo magnético B = 550 nT - 700 nT**  
**Campo eléctrico E < 20 V/m**

### 3.2.- Aparcamiento de vehículos:

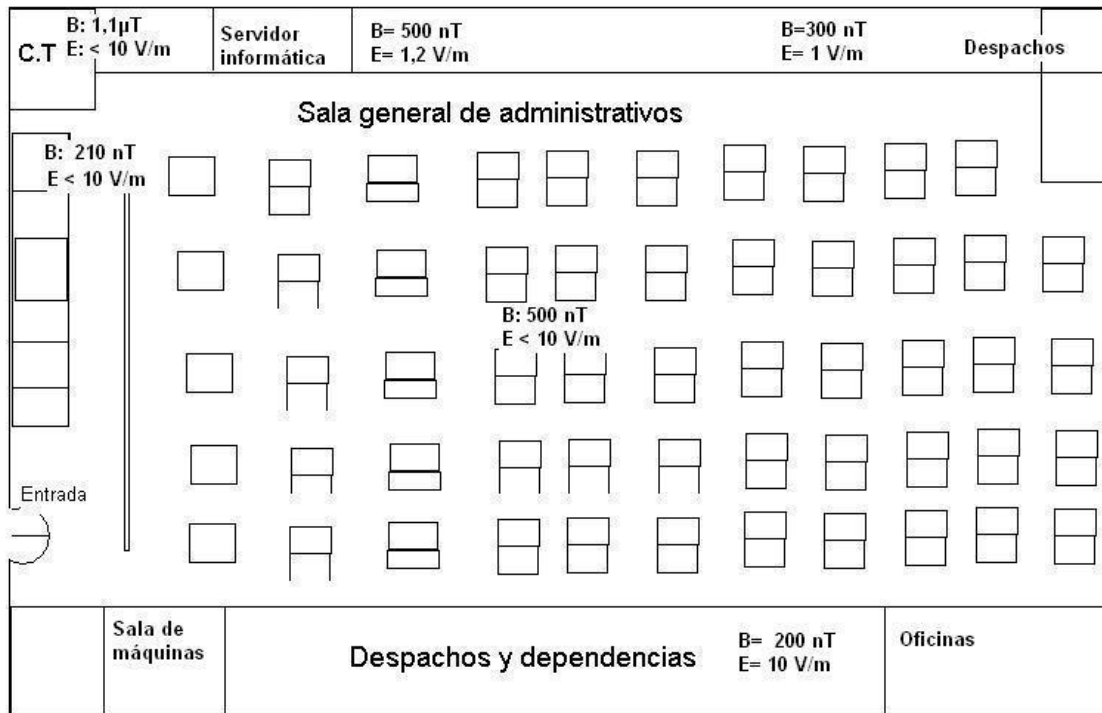


**Cabina de control: Campo magnético B = 1,2  $\mu$ T**  
**Campo eléctrico E < 10 V/m**

**Zona de uso general: Campo magnético  $B = 1 \mu\text{T}$**   
**Campo eléctrico  $E < 10 \text{ V/m}$**

**Zona de centro de transformación: Campo magnético  $B = 1 \mu\text{T}$**   
**Campo eléctrico  $E < 15 \text{ V/m}$**

**3.3.- Local de oficinas con centro de transformación en un extremo.**



Mediciones realizadas en un local de  $150 \times 100 \text{ m}^2$  destinado a oficinas, situado en planta baja y con un centro de transformación en un extremo. En el mismo C.T. los valores de B y E son muy bajos, al igual que en los puestos de trabajo adyacentes.

**3.3.- Planta depuradora de aguas residuales.**



La planta depuradora de aguas residuales dispone de un suministro de energía eléctrica en alta tensión, un centro de transformación, equipos de control y distribución y una sala de control general de la planta.

Los valores de campos eléctricos,  $E$  y magnéticos  $B$  medidos fueron los siguientes:

**Línea de entrada de alta tensión:**

**Campo magnético  $B = 230 \text{ nT}$**

**Campo eléctrico  $E = 20 \text{ V/m}$**

**Centro de transformación:**

**Campo magnético  $B = 230 \text{ nT}$**

**Campo eléctrico  $E = 20 \text{ V/m}$**

**Cuadros eléctricos de distribución y control:**

**Campo magnético  $B = 4 \text{ } \mu\text{T}$**

**Campo eléctrico  $E < 10 \text{ V/m}$**

**Sala de control de la planta:**

**Campo magnético  $B = 4 \text{ } \mu\text{T}$**

**Campo eléctrico  $E < 10 \text{ V/m}$**

**3.4.- Fábrica de conservas vegetales**



Las fábricas de conservas vegetales realizan diversas tareas comunes a todas ellas y en general su distribución y forma de suministro de energía eléctrica es muy similar.

Se indica a continuación para cada una de las tareas y lugares los valores medidos de campo eléctrico y magnético correspondientes a cada uno de ellos.

**.- Línea aérea de alta tensión que sobrevuela lugares de trabajo.**

**Campo magnético  $B = 232 \text{ nT}$**

**Campo eléctrico  $E = 8 \text{ V/m}$**

**.- Paletizado y retractilado de palets**

**Campo magnético  $B = 2,3 \text{ } \mu\text{T}$**

**Campo eléctrico  $E = 325,5 \text{ V/m}$**

**.- Esterilizadores:**

Campo magnético  $B = 558 \text{ nT}$

Campo eléctrico  $E = 325,8 \text{ V/m}$

**.- Cerradoras de botes:**

Campo magnético  $B = 2,9 \mu\text{T}$

Campo eléctrico  $E = 12 \text{ V/m}$

**.- Preparación del líquido de gobierno:**

Campo magnético  $B = 4 \mu\text{T}$

Campo eléctrico  $E = 45 \text{ V/m}$

**.- Paletizado de botes:**

Campo magnético  $B = 2 \mu\text{T}$

Campo eléctrico  $E = 230 \text{ V/m}$

**.- Carretilla elevadora eléctrica:**

Campo magnético  $B = 128 \text{ nT}$

Campo eléctrico  $E = 6 \text{ V/m}$

**.- Taller de mantenimiento:**

Campo magnético  $B = 74 \text{ nT}$

Campo eléctrico  $E = 206 \text{ V/m}$



**.- Taller de carretillas elevadoras:**

Campo magnético  $B = 232 \text{ nT}$

Campo eléctrico  $E = 7,5 \text{ V/m}$

**.- Baterías en carga:**

Campo magnético  $B = 71 \text{ nT}$

Campo eléctrico  $E = 84,7 \text{ V/m}$

**.- Carretilla elevadora en movimiento:**

Campo magnético  $B = 4,3 \text{ nT}$

Campo eléctrico  $E = 62 \text{ V/m}$

**.- Planta de cogeneración; sala de control:**

**Campo magnético B = 2,88  $\mu$ T**

**Campo eléctrico E = 12,2 V/m**

**.- centro de transformación:**

**Campo magnético B = 2,9  $\mu$ T**

**Campo eléctrico E = 75 V/m**

**3.5.- Cerrajería y soldadura:**

**3.5.1 Fabricación de grúas torre**

**Tarea\_1: Soldadura de mástiles1**

Máquina: 30 V 308 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 36,6  $\mu$ T / 49,3  $\mu$ T**

Lugar: entorno del puesto de trabajo; ambiente:

**Campo magnético B = 327 nT**

En ambos lugares: **Campo eléctrico E <10 V/m**

**Tarea\_2: Embaste de mástiles**

Máquina: 28,6 V 214 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 35,2  $\mu$ T**

**Campo eléctrico E <10 V/m**

**Tarea\_3: Soldadura de pilares**

Máquina: 20 V 300 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 35,61  $\mu$ T**

Lugar: junto a la mano del trabajador:

**Campo magnético B = 18,6  $\mu$ T**

En ambos lugares: **Campo eléctrico E <10 V/m**



#### **Tarea\_4: Embaste de pilares**

Máquina: 28 V 280 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 42,63  $\mu$ T**

Lugar: junto a la mano del trabajador:

**Campo magnético B = 13,6  $\mu$ T**

En ambos lugares: **Campo eléctrico E <10 V/m**

#### **Tarea\_5: Cizalla**

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 318,2  $\mu$ T**

**Campo eléctrico E = 5 V/m**

#### **Tarea\_6: Soldadura de bases**

Máquina: 31 V 250 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 51,96  $\mu$ T**

Lugar: junto a la mano del trabajador:

**Campo magnético B = 27,93  $\mu$ T**

En ambos lugares: **Campo eléctrico E <10 V/m**

#### **Tarea\_7: Soldadura de cabeza**

Máquina: 31 V 264 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 119,3  $\mu$ T**

Lugar: junto a la mano del trabajador:

**Campo magnético B = 27,78  $\mu$ T**

En ambos lugares: **Campo eléctrico E <10 V/m**

#### **Tarea\_8: Soldadura de balcones**

Máquina: 30 V 210 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 118,7  $\mu$ T**

Lugar: junto a la mano del trabajador:

**Campo magnético B = 37,94  $\mu$ T**

En ambos lugares: **Campo eléctrico E =5 V/m**

### **Tarea\_9: Soldadura de tramos empotre:**

Máquina: 31 V 250 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 82,53  $\mu$ T**

Lugar: junto a la mano del trabajador:

**Campo magnético B = 12,13  $\mu$ T**

En ambos lugares: **Campo eléctrico E <10 V/m**

### **Tarea\_9: Soldadura de tramos de telescopage:**

Máquina: 28 V 220 A

Lugar: proximidades de la máquina:

**Campo magnético B = 84,71  $\mu$ T**

Lugar: junto a la mano del trabajador:

**Campo magnético B = 20,71  $\mu$ T**

En ambos lugares: **Campo eléctrico E <5 V/m**

### **3.5.2 Fabricación rejas, puertas y ventanas de hierro**



**Soldadura con Argón S A A 400**

#### **Valores de campo magnético:**

- Junto a la máquina en vacío: **B = 81,5  $\mu$ T**

- Junto al trabajador y máquina en vacío: **B = 16  $\mu$ T**

- Frontal de la máquina: **B = 288  $\mu$ T**

- Junto al trabajador y máquina en carga: **B = 129  $\mu$ T**

**Campo eléctrico: E = 6,9 V/m**



### Repasado con flexo Bosch GWs-8.115

#### Valores de campo magnético:

.- Junto a la mano:  $B = 10 \mu\text{T}$



### Soldadura MOG / MAG TS-410D y Filcrd 4535 Air Lique

#### Valores de campo magnético:

.- Junto a la máquina en carga:  $B = 144 \mu\text{T}$

.- Junto al trabajador y máquina en carga:  $B = 30 \mu\text{T}$

.- Frontal de la máquina en carga:  $B = 530 \mu\text{T}$

Campo eléctrico:  $E = 4,8 \text{ V/m}$



### Soldadura corriente continua Fronius 1500

#### Valores de campo magnético:

.- Junto a la máquina en vacío:  $B = 6,67 \mu\text{T}$

.- Junto al trabajador y máquina en vacío:  $B = 7 \mu\text{T}$

.- Frontal de la máquina:  $B = 20,7 \mu\text{T}$

.- Junto al trabajador :  $B = 17 \mu\text{T}$

Campo eléctrico:  $E = 4,8 \text{ V/m}$



### **Soldadura corriente continua Fronius 1500**

#### **Valores de campo magnético:**

- Junto a la máquina:  $B = 3,7 \mu\text{T}$**
- Junto al trabajador en el hombro:  $B = 58 \mu\text{T}$**
- Frontal de la máquina:  $B = 7,2 \mu\text{T}$**
- Junto al trabajador y máquina en carga:  $B = 312 \mu\text{T}$**

**Campo eléctrico:  $E = 7 \text{ V/m}$**

### **3.6.- Alimentación conserva y zumos**



#### **Valores de campo magnético:**

- Junto al centro de transformación:  $B = 4 \mu\text{T}$**
- Fábrica en general:  $B = 1,5 \mu\text{T}$**

#### **Campo eléctrico:**

- Junto al centro de transformación:  $E = 500 \text{ V/m}$**
- Fábrica en general:  $E = 50 \text{ V/m}$**

### 3.7.- Carpintería de madera



**Sierra de cinta**

**Valores de campo magnético:**

En el hombro del trabajador:  $B = 0,5 \mu\text{T}$

En la rodilla del trabajador:  $B = 1,24 \mu\text{T}$

**Valores de campo eléctrico:**  $E = 4,38 \text{ V/m}$



**Cepilladora**

**Valores de campo magnético:**

En el hombro del trabajador:  $B = 200 \text{ nT}$

En la rodilla del trabajador:  $B = 595 \text{ nT}$

**Valores de campo eléctrico:**  $E = 14,4 \text{ V/m}$



### Escuadradora

#### Valores de campo magnético:

En el hombro del trabajador:  $B = 295 \text{ nT}$

En la rodilla del trabajador:  $B = 408 \text{ nT}$

Valores de campo eléctrico:  $E = 4,4 \text{ V/m}$



### Máquina tupi

#### Valores de campo magnético:

En el hombro del trabajador:  $B = 349 \text{ nT}$

En la rodilla del trabajador:  $B = 1,84 \text{ } \mu\text{T}$

Valores de campo eléctrico:  $E = 4,4 \text{ V/m}$



### Regruesadora

#### Valores de campo magnético:

En el hombro del trabajador:  $B = 232 \text{ nT}$

En la rodilla del trabajador:  $B = 595 \text{ nT}$

Valores de campo eléctrico:  $E = 14,4 \text{ V/m}$



### Chapadora de cantos

#### Valores de campo magnético:

En el hombro del trabajador:  $B = 326,5 \text{ nT}$

En la rodilla del trabajador:  $B = 200 \text{ nT}$

Valores de campo eléctrico:  $E = 32 \text{ V/m}$

### 3.7.- Fábrica de productos para limpieza

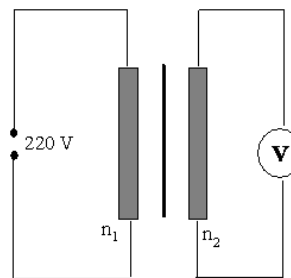


Valores medidos en cualquier punto de la fábrica:

Campo magnético  $B = 2 \text{ } \mu\text{T}$

Campo eléctrico:  $E = 25 \text{ V/m}$

### 3.8.- Tareas en hornos de fusión por inducción



Boca del horno:

Campo magnético  $B = 1,018 \text{ mT}$

Campo eléctrico:  $E = 200 \text{ V/m}$

Inmediaciones del horno:

Campo magnético  $B = 0,8 \text{ a } 0,2 \text{ mT}$

Campo eléctrico:  $E = 200 \text{ V/m a } 50 \text{ V/m}$

### 3.9.- Tareas en centros de tranformacion



#### Valores de campo magnético:

Aparatos de medida:	$B = 4,28 \mu T$
Seccionadores en alta:	$B = 1 \mu T$
Transformador:	$B = 2,8 \mu T$
Interruptor de baja:	$B = 1 \mu T$

Valores de campo eléctrico:  $E = 8 \text{ V/m}$

### 3.10.- Tareas en fábrica de conservas y alimentación infantil.



Máximo valor de exposición a campo magnético y eléctrico en la totalidad de la fábrica, incluyendo oficinas y C.T.

$$B < 3,8 \mu T$$

$$E < 500 \text{ V/m}$$

3.11.- Tareas de mayor exposición a campos E y B, en fábrica de zumos.





### Valores medidos en diferentes instalaciones:

#### .- Sala de cargadores de baterías eléctricas:

Campos magnéticos: máx  $B = 0,87 \mu\text{T}$

Campos eléctricos: máx  $E = 83,9 \text{ V/m}$

#### .- Sala de recuperación:

Campos magnéticos: máx  $B = 365 \text{ nT}$

Campos eléctricos: máx  $E = 110,8 \text{ V/m}$

#### .- Sala de control de baja tensión:

Campos magnéticos: máx  $B = 20 \mu\text{T}$

Campos eléctricos: máx  $E = 115,4 \text{ V/m}$

#### .- Sala de compresores:

Campos magnéticos: máx  $B = 4,76 \mu\text{T}$

Campos eléctricos: máx  $E = 194,2 \text{ V/m}$

#### .- Línea de prismas (llenadota):

Campos magnéticos: máx  $B = 561 \text{ nT}$

Campos eléctricos: máx  $E = 120,6 \text{ V/m}$

#### .- Sala de mezclas:

Campos magnéticos: máx  $B = 2 \mu\text{T}$

Campos eléctricos: máx  $E = 105,6 \text{ V/m}$

#### .- Línea de TBA 19B:

Campos magnéticos: máx  $B = 608,7 \text{ nT}$

Campos eléctricos: máx  $E = 121 \text{ V/m}$

#### .- Carretilla elevadora linde E 16:

Campos magnéticos: máx  $B = 686,8 \text{ nT}$

Campos eléctricos: máx  $E = 24 \text{ V/m}$

#### .- Oficinas:

Campos magnéticos: máx  $B = 10,38 \mu\text{T}$

Campos eléctricos: máx  $E = 110,2 \text{ V/m}$

### 3.12.- Tareas de mayor exposición a campos E y B, en fábrica de jabones y detergentes.



- .- Tratamientos sulfurosos**
- .- Cuadros de mandos**
- .- Talleres eléctricos**
- .- Talleres mecánicos**
- .- Zonas de paso comunes**
- .- Oficinas**

**Campos magnéticos: máx B = 26  $\mu$ T**

**Campos eléctricos: máx E = 142,8 V/m**

#### **4.- Conclusiones**

Los valores límites de exposición a campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja, están recomendados por la Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos ( campos electromagnéticos)

Aunque la Directiva 2008/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2008, modifica la Directiva anteriormente indicada, dicha modificación afecta exclusiva y únicamente a la fecha de transposición al ordenamiento jurídico de cada nación, dejando intacto el contenido de dicha Directiva.

Queda así justificado que la referencia normativa sea la Directiva 2004/40/CE, de 29 de abril.

Los valores de acción referidos a campo eléctrico E, y campo magnético B o H, para las frecuencias utilizadas en la realización de este proyecto, son los que figuran en la tabla que se muestra a continuación.

Valores que dan lugar a una acción (apartado 2 del artículo 3) (valores rms imperturbados)

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico, E (V/m)	Intensidad de campo magnético, H (A/m)	Inducción magnética, B (μT)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, Seq (W/m <sup>2</sup> )	Corriente de contacto, IC (mA)	Corriente inducida en las extremidades, IL (mA)
0—1Hz	—	1,63 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>5</sup>	—	1,0	—
1—8 Hz	20 000	1,63 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	—	1,0	—
8—25 Hz	20 000	2 x 10 <sup>4</sup> /f	2,5 x 10 <sup>4</sup> /f	—	1,0	—
0,025—0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	—	1,0	—
0,82—2,5 kHz	610	24,4	30,7	—	1,0	—
2,5—65 kHz	610	24,4	30,7	—	0,4 f	—

Vemos pues que para una frecuencia de 50 Hz los valores que dan lugar a una acción serían los siguientes:

Intensidad de campo eléctrico **E**:  $500 / 0,05 = 10000$  V/m (Voltio / metro)

Intensidad de campo magnético **H**:  $20/0,05 = 400$  A/m ( Amperio/metro)

Inducción magnética **B**:  $25/0,05 = 500$  μT (microTeslas)

La observación de los resultados obtenidos en las mediciones realizadas, nos pone de manifiesto las siguientes conclusiones inmediatas:

.- Los valores de campo eléctrico medidos son netamente inferiores al valor de referencia indicado de 10000 V/m, pudiendo establecer que en la mayoría de los casos estos valores son de un orden de 100 a 1000 veces inferior a dicho valor de referencia.

.-Los valores de campo magnético adquieren cierta notoriedad en los hornos de inducción y en la soldadura eléctrica donde se pueden alcanzar valores de 500 μT e incluso llegar a 800 μT.

En el resto de las tareas los valores de exposición a campos magnéticos se reduce a unos pocos microTeslas.

No obstante siendo el valor de referencia de 500 μT, en ciertas tareas de soldadura y trabajos en las proximidades de hornos de inducción, se sobrepasan los valores de acción recomendados y consecuentemente podría representar un riesgo para la seguridad y la salud de las personas expuestas.

Se aprecia sin embargo que los trabajos en zonas próximas a centros de transformación de energía eléctrica y bajo líneas aéreas de alta tensión, suponen una exposición a campos electromagnéticos de muy baja intensidad. En relación con las máquinas herramientas, se puede decir igualmente que los valores de campos eléctricos y magnéticos son muy bajos en relación con sus respectivos valores de referencia.

Considerando que los efectos sobre el cuerpo humano derivados de la exposición a campos electromagnéticos son inmediatos y se descartan actualmente efectos a largo plazo, de forma general y con las excepciones indicadas anteriormente, las exposiciones a campos eléctricos y magnéticos son muy inferiores a los valores límites establecidos en la Directiva 2004/40/CE, ya referenciada.