

Niveles de campo electromagnético de 50 Hz:

La Quadra (Güeñes, Vizcaya)

Dr. Martyn J. Key

Radiansa Consulting S.L.

1. Introducción

Las medidas de intensidad de campo magnético (variante en el tiempo) de baja frecuencia que a continuación se informan, han sido realizadas el día 16 de noviembre de 2017 en el pueblo de La Quadra, del municipio Güeñes (Vizcaya), usando un instrumento NF5035 medidor de campos electromagnéticos (Aaronia A.G., Alemania), nº de serie 01352, fecha de última calibración 10/08/2017. El motivo del estudio fue la investigación de niveles de exposición a los campos electromagnéticos generados por líneas de distribución eléctrica de alta tensión y una subestación eléctrica ubicadas cerca del pueblo (ver gráfico a continuación).

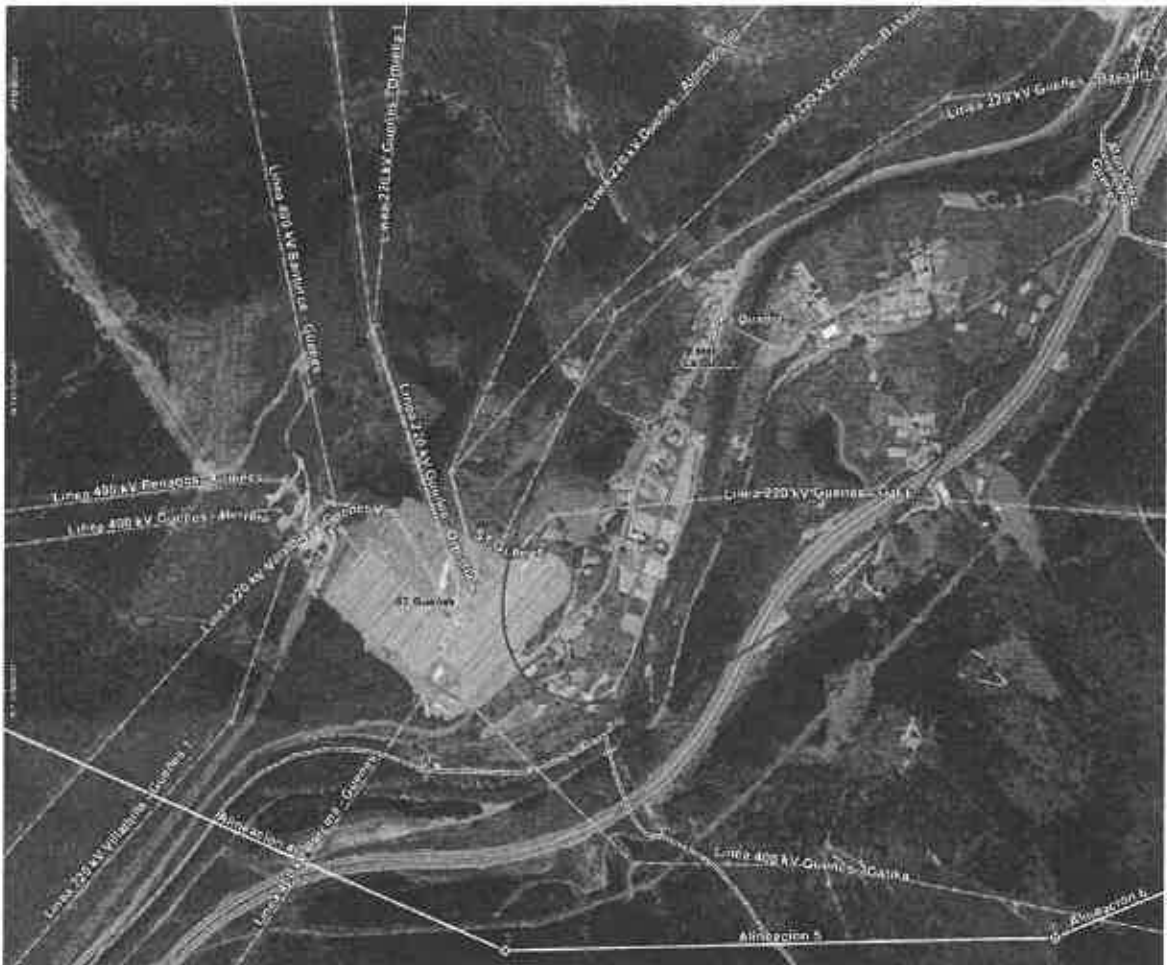


gráfico 1: líneas de distribución eléctrica de alta tensión, y subestación eléctrica, La Quadra (Güeñes, Vizcaya)

2. Protocolo de medición

Se realizaron medidas de campo magnético y campo eléctrico en varios puntos de medición distribuidos por el pueblo de La Quadra, anotados en el gráfico que se presenta a continuación:



gráfico 2: puntos de medición, La Quadra, 16 de noviembre 2017

Las medidas se tomaron a un metro de altura, según el protocolo IEC 62110:2009, aplicable a la evaluación de las exposiciones a los campos electromagnéticos de baja frecuencia para el público. Se tomaron las lecturas dentro de la banda de frecuencias 30 Hz – 300 Hz, que incluye la frecuencia de la red de suministro eléctrico y sus frecuencias armónicas. Se registró la lectura más alta obtenida durante un periodo de medición de 6 minutos. Las lecturas en 3 ejes se sumaron cuadráticamente para obtener el valor total de la intensidad de campo magnético en unidades de microtesla (μT), y campo eléctrico (en campo libre) en unidades de voltios por metro (V/m).

3. Campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia

A bajas frecuencias (50 Hz por ejemplo), el campo electromagnético tiene dos componentes distintos y separados en cuanto a su medición (y blindaje), el componente eléctrico y el componente magnético. En el gráfico de abajo, se muestra cómo los componentes eléctricos y magnéticos forman una onda electromagnética entera:

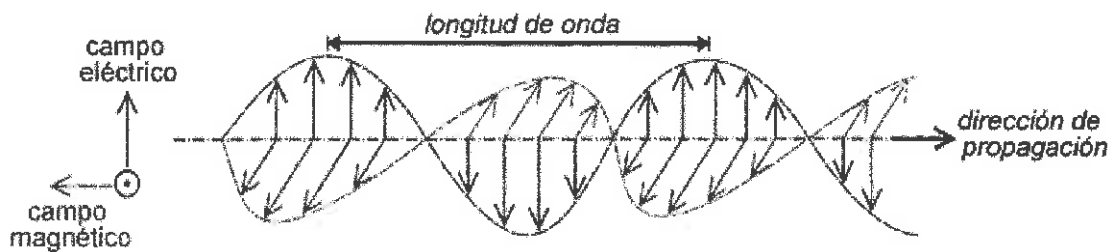


gráfico 3: componentes eléctricos y magnéticos de una onda electromagnético

El componente eléctrico (campo eléctrico) tiene su origen en las diferencias de voltaje y mientras más elevado sea el voltaje, más intenso será el campo resultante. Un campo eléctrico puede existir aunque no haya corriente. Por otro lado, el componente magnético (o campo magnético) se origina por el movimiento de cargas eléctricas, es decir, los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas. Cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de energía eléctrica; cuanto mayor sea la intensidad de la corriente, mayor será la intensidad del campo magnético. Los campos magnéticos son más intensos en los puntos cercanos a su origen y su intensidad disminuye rápidamente conforme aumenta la distancia a la fuente.

La intensidad de los campos magnéticos (o la *densidad de flujo magnético*) se suele medir en microteslas (μT); la intensidad de los campos eléctricos se mide en unidades de voltios por metro (V/m).

4. Niveles de referencia

4.1 Normativa vigente

La legislación Española (Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre) especifica un límite de exposición de 100 microtesla (campo magnético) y 5000 voltios por metro (campo eléctrico) para exposiciones a los campos electromagnéticos de una frecuencia de 50 Hz, la frecuencia de la red de suministro eléctrico.

Este límite se basa en la recomendación de la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP) y sigue la recomendación del Consejo de la Unión Europea del 12 de julio de 1999. La ICNIRP, una organización no gubernamental reconocida formalmente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), evalúa los resultados de estudios científicos realizados en todo el mundo. Basándose en un análisis de todas las publicaciones científicas, la ICNIRP elabora unas directrices en las que establece los límites de exposición recomendados. Estas directrices se revisan periódicamente y, en caso necesario, se actualizan.

Sin embargo, únicamente se utilizaron como base para las recomendaciones los efectos considerados “comprobados” científicamente. En el rango de frecuencia de 1 Hz a 1 MHz, que incluye la frecuencia de la red eléctrica de 50 Hz, las recomendaciones especifican límites de exposición para evitar efectos nocivos en el funcionamiento del sistema nervioso.

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m ²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	—
8-25 Hz	10.000	$4.000 / f$	$5.000 / f$	—
0,025-0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	—
0,8-3 kHz	$250 / f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	—
1-10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	—
10-400 MHz	28	$0,73 / f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f / 200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Gráfico 4: límites de exposición en el RD1066/2001, con valores a 50 Hz destacados (frecuencia f en kHz)

4.2 Límites cautelares y niveles de acción no-oficiales

Pero existe un debate intenso sobre la posible existencia de otros efectos nocivos, sospechosos pero no comprobados inequívocamente, relacionados con las exposiciones de largo plazo a los campos magnéticos a niveles inferiores a los límites de exposición legal, por ejemplo un posible vínculo entre las exposiciones a los campos magnéticos y la leucemia infantil. Varios científicos han planteado la necesidad de revisar los límites de exposición en vigor. En sus últimas recomendaciones de 2010, la ICNIRP reconoce que *“estudios epidemiológicos han encontrado, de forma constante, que la exposición crónica a los campos magnéticos de baja intensidad (0,3 – 0,4 microtesla) está asociada con un aumento en el riesgo de la leucemia infantil. Sin embargo, la carencia de una causalidad establecida significa que este efecto no se puede abordar en las restricciones básicas”*. Por su parte, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), organismo de la OMS, ha clasificado los campos magnéticos de baja frecuencia como posiblemente cancerígenos (Grupo 2B).

La investigación sobre posibles mecanismos de acción sigue, y en una publicación reciente (M. Alcaez et al, Radioprotección 71 2012), los investigadores examinaron 34 estudios sobre la genotoxicidad de los campos magnéticos de baja frecuencia y concluyeron que *“Existen numerosas evidencias científicas que revelan una capacidad genotóxica de los campos magnéticos determinada mediante los ensayos de MN, en diferentes condiciones experimentales que pretenden simular condiciones de exposiciones humanas. La vía de lesiones cromosómicas es posible, aunque no se ha encontrado un claro mecanismo de acción que produzca estas lesiones. Asimismo, queda por determinar cuáles serían las consecuencias biológicas que este incremento de lesiones cromosómicas podrían tener para la salud”*

Frente a esta duda, es recomendable aplicar el principio de "evitación prudente", que aconseja reducir las exposiciones permanentes a los campos magnéticos que puedan ser evitadas con mínimas inversiones de dinero y esfuerzo, sobretodo en el caso de niños y mujeres embarazadas, y por extensión, de mujeres en edad de concebir.

El nivel cautelar de 0,4 microtesla (400 nanotesla) no debe ser considerado como un umbral entre "seguro" y "nocivo", sino como parte de una práctica para implementar el principio de evitación prudente frente a las exposiciones de los campos magnéticos. Habitualmente, las exposiciones en los espacios vitales de las viviendas están por debajo de este nivel. Para poner en contexto el aumento de casos de leucemia antes mencionado, se trata de un incremento de aproximadamente 1 caso en 10.000 niños a 2 casos en 10.000 niños.

Siempre hay que tener en cuenta que el nivel cautelar no-oficial está especificado para exposiciones "permanentes". No se refiere a las exposiciones agudas, experimentadas por ejemplo durante el uso de equipos electrodomésticos. Por ejemplo, cerca de un lavavajillas o una lavadora en operación, podemos experimentar un campo magnético por encima de 1 microtesla; al usar un secador de pelo, se puede experimentar un campo magnético por encima de 10 microtesla.

5. Resultados del estudio

Las medidas de densidad de flujo magnético y intensidad de campo eléctrico halladas en cada lugar de medición se presenten en el Anexo 1 de este informe.

6. Observaciones

- Los valores de campo magnético y campo eléctrico hallados en el estudio no superan los límites de exposición para el público especificados en el Real Decreto 1006/2001.
- En dos puntos de medición, se encontró niveles de campo magnético encima del nivel cautelar de 0,4 microtesla; uno de estos puntos de medición corresponde con una vivienda.
- Los demás puntos de medición no muestran valores encima del nivel cautelar de 0,4 microtesla.

7. Impacto de línea de alta tensión (400 kV) adicional

El campo magnético generado por una línea de alta tensión al nivel del suelo no depende del voltaje de la línea, sino de varios factores no relacionados directamente con el voltage. Los factores principales son:

- La altura de la línea
- La corriente de la línea en Amperios
- La configuración de los conductores (transposición)

La altura de la línea afecta al campo magnético; mientras más alta esté la línea, más bajo será el campo magnético, que se disminuye según la ley del cuadrado inverso de la distancia. La corriente que lleva la línea aumenta el campo magnético, es decir que la carga de la línea, y no el voltaje, influye en el campo magnético. La transposición de los conductores también afecta la forma del campo magnético generado por la instalación, por el efecto de cancelación entre conductores.

De esta forma, no se puede calcular el probable impacto de una línea de alta tensión nueva, solo por los datos de su voltaje. Sin embargo, en el siguiente gráfico, podemos ver una estimación de la intensidad de campo magnético *máximo* generado por una línea de 400 kV (altura de conductores a 13 m, carga 0,4 y 0,6 kA, conductores transpuestos):

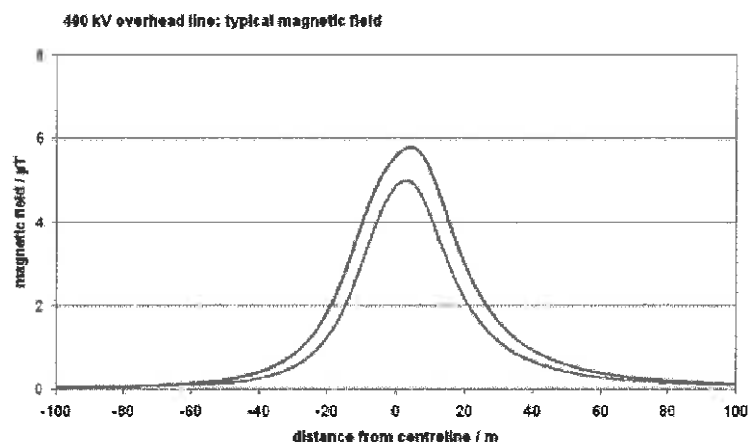


Gráfico 5: valores máximos de campo magnético debajo de una línea de 400 kV típica (fuente: National Grid, Reino Unido)

Los valores presentados en el gráfico 5 deben ser considerados como valores máximos; según las mediciones realizadas por Radiansa Consulting cerca de líneas de alta tensión, los valores de campo magnético pueden situarse bastante por

debajo de los valores máximos mostrados en el gráfico 5. Por ejemplo, las mediciones realizadas directamente debajo de la línea de Muy Alta Tensión (MAT) en el tramo de Santa Llogaia - Bescano (Girona) en varias ocasiones en 2016 y 2017, con una carga de aproximadamente 1 kA (gráfico 6 abajo) han mostrado valores máximos de campo magnético de 0,80 microtesla (la altura de las torres en este caso es de 55 m), y la intensidad de campo eléctrico de 80 V/m. A una distancia de 100 m de la línea, la intensidad de campo magnético fue de 0,10 microtesla.



Gráfico 6: Mediciones de campo electromagnético, octubre 2017, línea MAT, Santa Llogaia (Girona)

En el presente estudio, la medición directamente debajo de la línea de 400 kV Güieñes-Gatika, el valor de campo magnético hallado fue de 2,39 microtesla; no tenemos datos sobre la altura de los conductores sobre el suelo en este caso.

Podemos concluir que la instalación de una nueva línea de transmisión encima del pueblo de La Quadra no resultaría en valores de campo electromagnéticos encima de los límites de exposición especificados por la normativa vigente en el RD 1066/2001. Es posible que, directamente debajo de la línea, los valores superen el nivel cautelar de 0,4 microtesla, aunque la altura prevista de las torres, de 55 – 79 m, favorece una reducción en los valores de campo magnético en comparación con los valores máximos mostrados en el gráfico 5 (en donde la altura de los conductores es de 13 m).

Informe preparado por:



Dr. Martyn John Key Ph.D.
Doctor en Ciencias Físicas
Sociedad Española de Protección Radiológica N^o socio 817

Anexo I Resultados del estudio

Resultados de las mediciones: La Quadra (Güeñes), 16 de noviembre, 2017

Punto de medición	Coord. X	Coord. Y	Altura (m)	Ubicación	Hora	Campo magnético, microtesla (μT)	Campo eléctrico, voltios por metro (V/m)
1	497.567	4.784.974	72	Cementerio Hilerría (entrada)	10:20	2,39	109
2	497.738	4.785.101	64	Kabex Kesarreta	10:30	0,14	12
3	497.828	4.785.308	39	Askatasuna nº1 (1)	10:38	0,19	12
4	497.821	4.785.298	59	Askatasuna nº1 (2)	10:48	0,26	27
5	497.748	4.785.529	67	Ziscal	11:03	0,47	9
6	497.939	4.785.687	55	Marloleta nº7	11:20	0,27	10
7	498.301	4.784.890	211	Laizeta	11:43	0,09	9
8	498.304	4.785.382	79	La Quadra Goika nº6	11:57	0,06	7
9	498.233	4.785.610	54	Parque Infántil	12:09	0,04	6

Anexo 2: Fotos de los puntos de medición



punto 1: Cementerio Hilerria (entrada)



punto 2: Kabex Kesarreta



punto 3: Askatasuna n°1 (1)



punto 4: Askatasuna n°1 (2)



punto 5: Ziscal



punto 6: Marloleta nº7



punto 7: Laizeta



punto 8: La Quadra Goika nº6



punto 9: Parque Infantil

Anexo 3: Certificado de calibración de equipo de medida

Kalibrierschein
Calibration Certificate

Nummer 17-2548
Number

Gegenstand
Item

SPECTRAN
EMV-Messgerät

Hersteller
Manufacturer

Aaronia AG

Typ
Type

NF-5035

Serien Nr.
Serial No.

01352

Auftraggeber
Customer

Bestellung Nr.
Order No.

Ort u. Datum der Kalibrierung
Place and date of calibration

Strickscheid, 2017-08-10

Umfang der Kalibrierung
Scope of calibration

Standart Calibration

Eingangsprüfung
Performance of receipt

Kalibrierergebnis
Result of calibration

**Measurement results
within specifications**

Umfang des Kalibrierscheins
Extent of the certificate

9 pages incl. this

Dieser Kalibrierschein dokumentiert, dass der genannte Gegenstand nach festgelegten Vorgaben geprüft und gemessen wurde. Die Messwerte lagen im Regelfall mit einer Wahrscheinlichkeit von annähernd 95% im zugeordneten Werteintervall (Erweiterte Messunsicherheit mit $k=2$). Die Kalibrierung erfolgte mit Messmitteln und Normalen, die direkt oder indirekt durch Ableitung mittels anerkannter Kalibrertechniken rückgeführt sind auf Normale der PTB/DKD oder anderer nationaler/internationaler Standards zur Darstellung der physikalischen Einheiten in Übereinstimmung mit dem internationalen Einheitensystem (SI). Wenn keine Normale existieren, erfolgt die Rückführung auf Bezugsnormale der Aaronia-Laboratorien.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Kalibrierscheine ohne Signifizierung sind ungültig.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

This calibration certificate documents, that the named item is tested and measured against defined specifications.

Measurement results are located usually in the corresponding interval with a probability of approx. 95% (coverage factor $k=2$).

Calibration is performed with test equipment and standards directly or indirectly traceable by means of approved calibration techniques to the PTB/DKD or other national / international standards, which realize the physical units of measurement according to the International System of Units (SI).

In all cases where no standards are available, measurements are referenced to standards of the Aaronia laboratories.

This certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signature are not valid.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Ausstellungsdatum
Date of issue

Laborleitung
Head of laboratory

Bearbeiter
Person responsible

2017-08-10

Jörg Steilen

Tobias Adams

