



ANEXO X. ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

**PLAN PARCIAL DEL SECTOR S-1 “LOS CARRILES” DEL PG DE ALCOBENDAS
Alcobendas (Madrid)**

AUTOR DEL ENCARGO:

ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DE COOPERACIÓN DEL SECTOR “LOS CARRILES”

SEPTIEMBRE DE 2017

ARQUITECTOS:

Leopoldo Arnaiz Eguren

Luis Arnaiz Rebollo

Ayuntamiento de Alcobendas
D. Pedro de la Torre Hernández
Subdirector General de Urbanismo
Plaza Mayor, 1
28100 Alcobendas (Madrid)



Asunto: Estudio de contaminación electromagnética generada por las líneas eléctricas en el ámbito del Plan Parcial de urbanización en el Sector S-1 "Los Carriles" de Alcobendas.

Ref.: M/L/17-0823

Expte.: T11L15045

Muy señores nuestros:

Adjunto les enviamos el Estudio de Contaminación Electromagnética, generada por las líneas eléctricas en el ámbito del Plan Parcial de urbanización en el Sector S-1 "Los Carriles" de Alcobendas que nos han solicitado.

Sin otro particular, les saludamos atentamente.

Fdo.: Elena Nogueroles Lagüa
del Departamento de Mantenimiento de Líneas

LFA/cb

Nota.- Rogamos indiquen en su escrito nuestra referencia.

Nota: Para el cálculo de los valores de campo electromagnético se ha considerado el orden de fases más desfavorable, por lo que una vez que se confirme el orden de fases real se procederá a actualizar este informe.



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

**Estudio de contaminación electromagnética.
Líneas Fuencarral-Galapagar 400 kV, Fuencarral-
San Sebastián de los Reyes 400 kV, Fuencarral-Al-
gete 220 kV y Alcobendas-Fuencarral 220 kV**

Ref: DID/DD/2017/37

Octubre de 2017



Índice

1. Introducción.....	3
2. Campo magnético	4
3. Campo eléctrico	5
4. Efecto corona	6
5. Anexos	8
5.1. Anexo 1. Esquema de apoyos y orden de fases	8
5.2. Anexo 2. Esquema de trazado y zona de afección	9
6. Referencias	11



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge el estudio de campos electromagnéticos y efecto corona para la línea de cuádruple circuito:

- Fuencarral-Galapagar 400 kV
- Fuencarral-San Sebastián de los Reyes 400 kV
- Fuencarral-Algete 220 kV
- Alcobendas-Fuencarral 220 kV

Entre los apoyos 6R y 12R que es la zona de influencia sobre el Plan Parcial de urbanización en el Sector S-1 "Los carriles".

La Recomendación de la Unión Europea para el público en general (1999/519/CE, [1]), basada en la guía de ICNIRP de 1998 [2], establece como parámetros básicos:

- 'Restricción Básica', parámetro que no se debe superar. Para 50 Hz es una Densidad de Corriente Inducida de 2 mA/m² en el sistema nervioso central.
- 'Niveles de Referencia', valores de campo externo por debajo de los cuales se cumple la restricción básica. Para 50 Hz son 5 kV/m (campo eléctrico) y 100 μ T (campo magnético), por debajo de los cuales se asegura el cumplimiento de esta Restricción.

Cumplir con los niveles de referencia equivale a cumplir con la restricción básica (a la inversa, superar los niveles de referencia no implica que no se cumpla la restricción básica, pero sería necesario un estudio detallado para comprobarlo).

Tras su aprobación en julio de 1999 por el Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea, en España se aplica la Recomendación del Consejo Europeo relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) 1999/519/CE.

En 2001 se aprobó el Real Decreto 1066 [3], por el que se aprueba un reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, elaborado de forma conjunta por los Ministerios de Sanidad y Consumo y Ciencia y Tecnología y que establece los mismos niveles de referencia.

Las características de la línea y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

	Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Circuito 4
Tensión nominal	400 kV	400 kV	220 kV	220 kV
Frecuencia	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Disposición conductores	(ver Anexo I)	(ver Anexo I)	(ver Anexo I)	(ver Anexo I)
Conductor de fase	Dx Cardinal	Dx Cardinal	Dx Gull	Dx Gull
Número cables de tierra	2 OPGW			
CdT max. por circuito	1600 MVA	1600 MVA	485 MVA	485 MVA
Distancia media conductor-terreno	12 m	12 m	12 m	12 m
Zona de afección	A partir de 80 m del pasillo (105 m del eje de la traza de la línea) – Anexo 2			

Tabla 1. Características de la línea e hipótesis de cálculo



2. CAMPO MAGNÉTICO

El campo magnético se calcula utilizando la ley de Biot-Sabart, considerando la disposición geométrica de los conductores, para la carga nominal y para una carga típica del 30%. Para ello, se utiliza una aplicación de cálculo de campos eléctricos y magnéticos desarrollada en el Departamento de Diseño.

El campo magnético se calcula en un plano horizontal a un metro de altura sobre el terreno.

En la siguiente gráfica se representan los valores del campo magnético para la carga nominal y a un 30% de carga a distintas distancias del eje de la línea:

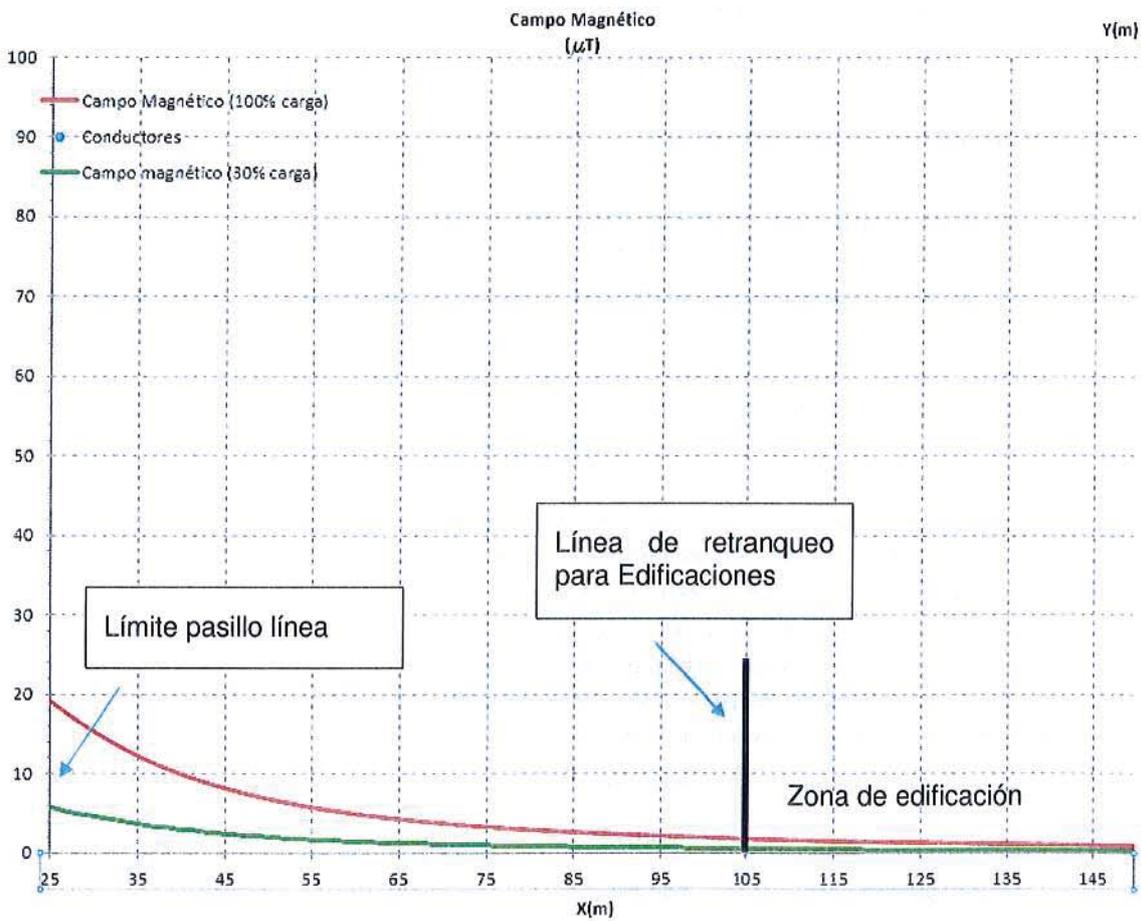


Figura 1. Campo magnético a un metro de altura sobre el terreno en la zona de interés (X es distancia al eje de la traza)

Situación	100% Carga	30% Carga
Límite pasillo (25 m del eje de la traza)	19,8 μT	6 μT
Línea retranqueo Edificaciones (80 m del pasillo, 105 m del eje de la traza)	1,9 μT	0,6 μT

Tabla 2. Valores de campo magnético en zona de interés



El valor máximo del campo magnético se encuentra bajo los conductores, disminuyendo considerablemente a medida que aumenta la distancia a la línea.

Estos valores resultan inferiores al valor de referencia de 100 μ T establecido en el RD 1066/2001.

3. CAMPO ELÉCTRICO

El campo eléctrico se calcula a 1 metro de altura sobre el terreno, considerando el conductor recto e infinito.

El campo eléctrico depende fundamentalmente de la tensión de la línea y de la distancia de los conductores al terreno.

En las siguientes gráficas se representan los valores del campo eléctrico transversal a distintas distancias del eje de la línea.

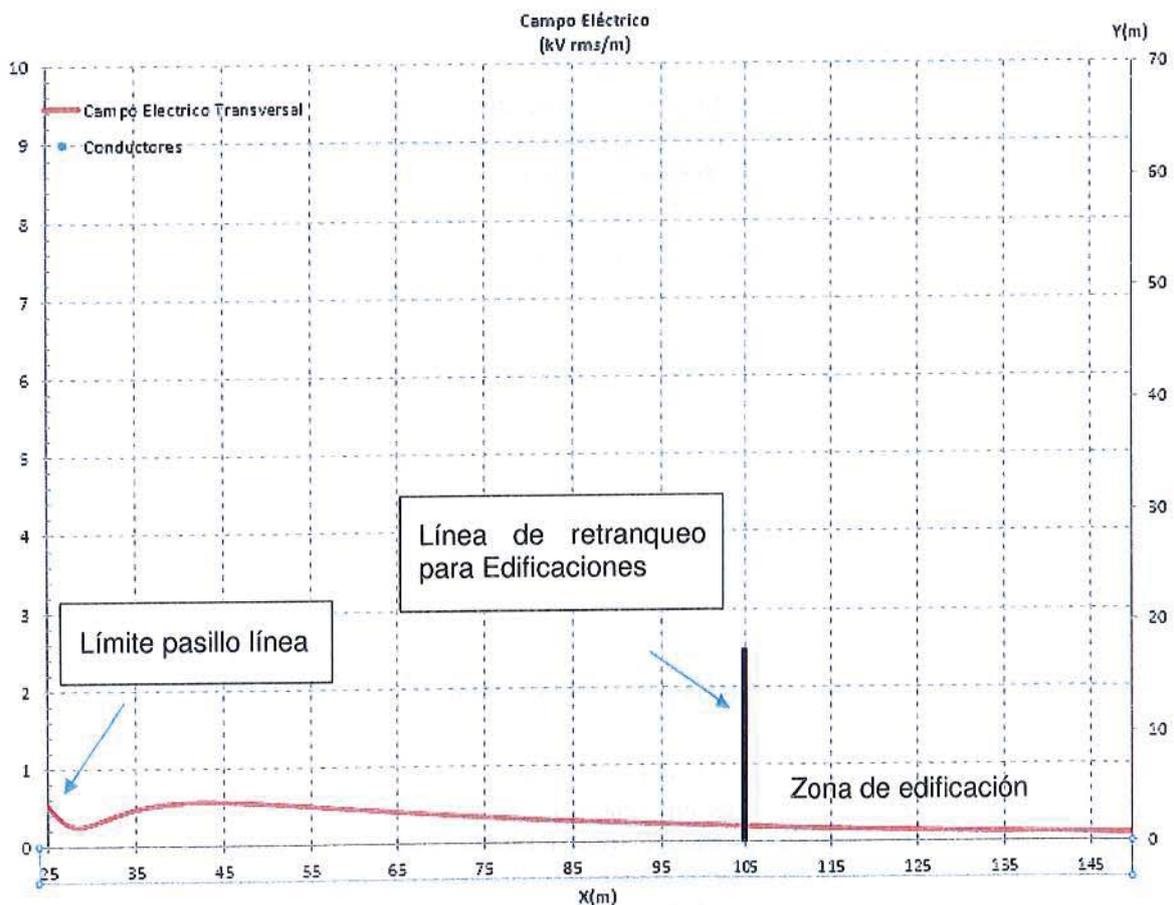


Figura 2. Campo eléctrico a un metro de altura sobre el terreno en la zona de interés (X es distancia al eje de la traza)



Situación	Campo eléctrico
Límite pasillo (25 m del eje de la traza)	0,52 kV/m
Línea retranqueo Edificaciones (80 m del pasillo, 105 m del eje de la traza)	0,2 kV/m

Tabla 3. Valores de campo eléctrico en zona de interés

Estos valores resultan inferiores al valor de referencia de 5 kV/m establecido en el RD 1066/2001.

4. EFECTO CORONA

El efecto corona se traduce en pérdidas y ruido audible. Se determina a qué tensión el gradiente de potencial en la superficie del conductor es superior a la rigidez dieléctrica del aire. Para ello se empleará la ley empírica establecida por F.W. Peek que tiene la siguiente expresión:

$$U_d := \sqrt{3} \cdot m_d \cdot m_t \cdot \delta \cdot \frac{E_{cr}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{r}{\beta} \cdot \ln\left(\frac{D}{r}\right)$$

B es igual a 1 si hay un conductor por fase, y tiene la siguiente expresión si hay más de un conductor por fase:

$$\beta := \frac{1 + (n - 1) \cdot \frac{r}{R_h}}{n} \quad R_h := \frac{S}{2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)}$$

Siendo:

U_d: tensión crítica disruptiva de línea en valor eficaz.

m_d: coeficiente de rugosidad del conductor:

- 1 para hilos de superficie lisa
- 0,93 a 0,98 para hilos oxidados o rugosos
- 0,83 a 0,87 para conductores formados por hilos

m_t: coeficiente meteorológico:

- 1 para tiempo seco
- 0,8 para tiempo húmedo

δ: factor de corrección de la densidad de aire (1 a 760 mm de Hg y 25 °C)

E_{cr}: rigidez dieléctrica del aire seco a presión de 1 atm (valor de pico) = 30 kV/cm

r: radio del conductor en cm.

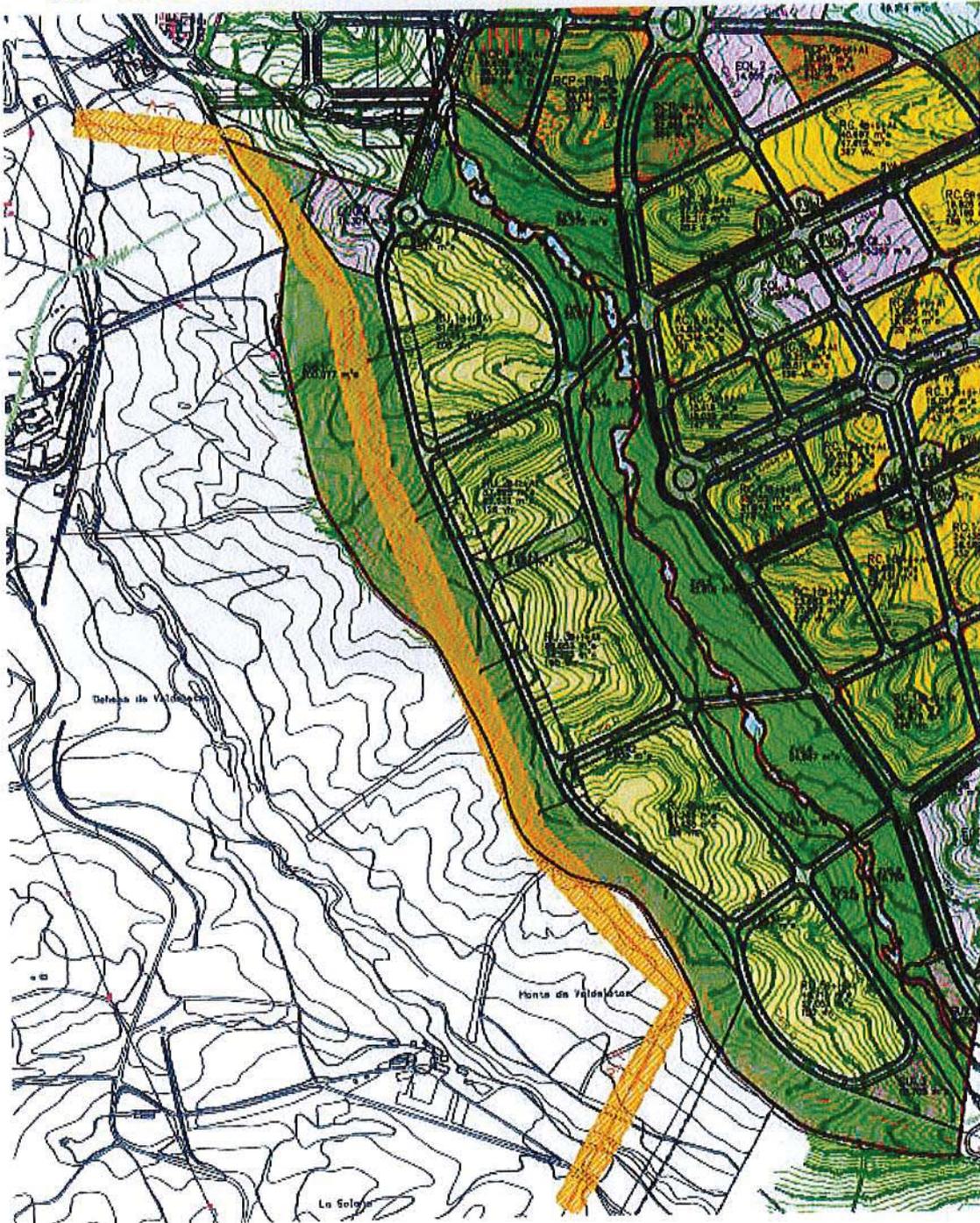
D: distancia media geométrica entre fases en cm.



El valor de la tensión crítica disruptiva de los circuitos objeto de estudio es de 410 kV para los circuitos de 400 kV de tensión nominal y de 356 kV para los circuitos de 220 kV de tensión nominal. Puesto que el valor de tensión crítica disruptiva es superior a la tensión nominal de la línea (en los cuatro circuitos), no existe riesgo de efecto corona en condiciones normales.



5.2. Anexo 2. Esquema de trazado y zona de afección





(En rojo los circuitos de 400 kV, en verde los de 220 kV)



6. REFERENCIAS

- [1] *"Recomendación del Consejo de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)*
- [2] *"Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)" Health Physics 74:494-522, 1998".* Guía ICNIRP de 1998
- [3] *"Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas."*