

ANEXO

Especificaciones de parámetros ambientales de CEMFEB para proyectos y/o ejecución de obras de líneas de transmisión, cables subterráneos, estaciones transformadoras y/o compensadoras de tensión igual o mayor a CIENTO TREINTA Y DOS KILOVOLTIOS (132 kV)

DEFINICIONES

Magnitudes eléctricas

Las magnitudes eléctricas aludidas en esta normativa están expresadas por sus valores cuadráticos medios o eficaces (rms).

Intensidad de campo eléctrico (E)

En un punto dado del espacio, es la relación entre la fuerza F ejercida sobre una carga Q de prueba positiva colocada en dicho punto y la magnitud de dicha carga, en el límite en el que la magnitud de dicha carga tiende a cero.

$$E = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{F}{q}$$

La intensidad de campo eléctrico en un punto del espacio es un vector definido por las componentes espaciales a lo largo de tres ejes ortogonales. En campos senoidales en estado estacionario, cada componente espacial es representable por un número complejo o fasor. Las magnitudes de las componentes están expresadas por sus valores cuadráticos medios (rms) en voltios por metro (V/m) o bien en (kV/m). Los ángulos de fase de las componentes no son en general los mismos.

En el ámbito de esta normativa, esta magnitud será aludida como “**campo eléctrico**”.

Densidad de flujo magnético (B)

Es la magnitud vectorial que determina la fuerza de Lorentz, que es proporcional a la velocidad de una carga en movimiento. Debido al efecto de la presencia de \mathbf{B} , la fuerza \mathbf{F} viene dada por:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

donde

v = velocidad de la carga eléctrica q .

La densidad de flujo magnético en un punto del espacio es un vector definido por las componentes espaciales a lo largo de tres ejes ortogonales. En campos senoidales en estado estacionario, cada componente espacial es representable por un número complejo o fasor. Las magnitudes de las componentes están expresadas por sus valores cuadráticos medios (rms). La unidad para la

magnitud de los componentes de la densidad de flujo magnético es el Tesla (T). Los ángulos de fase de las componentes no son en general los mismos.

En el ámbito de esta normativa, esta magnitud será aludida como “**campo magnético**”.

Valor máximo del campo eléctrico

En un punto dado, es el valor eficaz de la magnitud del semieje mayor de la elipse del campo eléctrico.

Valor máximo del campo magnético

En un punto dado, es el valor eficaz de la magnitud del semieje mayor de la elipse del campo magnético.

Campo eléctrico resultante

El campo eléctrico resultante viene dado por la expresión

$$E_R = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad (1)$$

donde Ex, Ey y Ez son los valores rms de los tres componentes ortogonales del campo. El campo eléctrico resultante también viene dado por la expresión:

$$E_R = \sqrt{E_{max}^2 + E_{min}^2} \quad (2)$$

donde Emax y Emin son los valores rms de los semiejes mayor y menor de la elipse del campo eléctrico, respectivamente.

Se verifica que siempre $E_R \geq E_{max}$

Los valores límites de campo eléctrico establecidos en la presente normativa son valores de campo eléctrico resultante.

Campo magnético resultante

El campo magnético resultante viene dado por la expresión

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad (3)$$

donde Bx, By y Bz son los valores rms de los tres componentes ortogonales del campo.

El campo magnético resultante también viene dado por la expresión:

$$B_R = \sqrt{B_{max}^2 + B_{min}^2} \quad (4)$$

donde Bmax y Bmin son los valores rms de los semiejes mayor y menor de la elipse del campo magnético, respectivamente.

Se verifica que siempre $B_R \geq B_{max}$

Los valores límites de campo magnético establecidos en la presente normativa son valores de campo magnético resultante.

Corriente de contacto electrostática (acoplamiento capacitivo)

Es la corriente de contacto de estado estacionario que se establece en el caso en que una persona entra en contacto físico con un objeto acoplado capacitivamente a uno o varios conductores energizados eléctricamente.¹

Corriente de corto circuito

Es la corriente de estado estacionario que fluye a tierra desde el objeto cargado a través de un conductor puesto a tierra.²

Superficie colectora de carga de un vehículo

Es la superficie equivalente con la que se modela un vehículo respecto de su capacidad de acumulación de carga y que es determinante en el cálculo de la corriente de corto circuito. Esta superficie se puede calcular mediante la siguiente expresión [EPRI 82]:

$$S = AB + 2H(A + B) + \pi H^2 \quad (5)$$

donde

A: es el largo del vehículo

B: es el ancho del vehículo

H: es la altura promedio del vehículo

Servidumbre Administrativa

Es un derecho real de servidumbre constituido por el Estado o una persona de Derecho Público, sobre un inmueble privado o sobre un inmueble del dominio privado del Estado (sea nacional, provincial o municipal), con la finalidad de servir a un uso público o caracterizado por la utilidad pública.

Electroducto

Desígnase con el nombre de electroducto a todo sistema de instalaciones, aparatos o mecanismos destinados a transportar, transformar y distribuir energía eléctrica.

Servidumbre Administrativa de Electroducto (SAE)

Según la Ley N° 19.552 en su Artículo 3, la Servidumbre Administrativa de Electroducto afecta el terreno y comprende las restricciones y limitaciones al dominio que sean necesarias para construir, conservar, mantener, reparar,

¹ Las corrientes de contacto electrostáticas a las que se refiere la “regla de 5 mA” fluyen en forma continua hasta que la persona interrumpe el contacto con el vehículo u objeto.

² Las corrientes en estado estacionario debidas a efectos electrostáticos a las que se refiere la “regla de 5 mA” son de este tipo, ya que ésta especifica que el objeto cargado debe estar en corto circuito a tierra.

vigilar y disponer todo sistema de instalaciones, cables, cámaras, torres, columnas, aparatos y demás mecanismos destinados a transmitir, transportar, transformar o distribuir energía eléctrica.

Franja de seguridad

Es la franja de terreno de máxima seguridad del electroducto. El ancho de esta franja tiene su eje coincidente con el de la línea y sus dimensiones están definidas por la “Reglamentación sobre Servidumbre de Electroducto, Especificación Técnica Nº T-80” de Agua y Energía. Para los predios destinados a instalaciones de transformación se la denomina “zona de seguridad” y es coincidente con los límites del predio dentro del cual la restricción al acceso de público en general es total.

Franja de seguridad de servidumbre administrativa de electroducto o franja de servidumbre³

Es la franja de terreno donde los propietarios y ocupantes del predio afectado están obligados a respetar las restricciones impuestas por la servidumbre. Para el caso de líneas aéreas está dado por una franja que abarca toda la franja de seguridad, y adicionalmente franjas adyacentes adicionales a ambos lados de la línea para maniobras de mantenimiento.

Para los predios destinados a instalaciones de transformación es coincidente con los límites del predio dentro del cual la restricción al acceso al público en general es total.

Corredor de la línea

Este es un término que se refiere a la franja de terreno o espacio físico ocupado materialmente por la línea de transmisión o distribución de energía eléctrica en todo su recorrido. En el marco de la presente normativa el término será utilizado como sinónimo de franja de servidumbre en los lugares sometidos a servidumbre administrativa, y como franja de seguridad en los lugares donde no existe una servidumbre administrativa.

Acrónimos

CCITT: Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (en inglés: Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony).

CEMFEB: Campos Electromagnéticos de Frecuencia Extremadamente Baja.

ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (en castellano: Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes).

ITU-T: ITU Telecommunication Standardization Sector (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT).

³ Nota: puede emplearse alternativamente la palabra “Zona” en lugar de la palabra “Franja”.

UIT (ITU): Unión Internacional de Telecomunicaciones (en inglés: International Telecommunication Union).

4. CAMPOS DE BAJA FRECUENCIA

En presencia de campos eléctricos y magnéticos de frecuencia extremadamente baja generados por líneas de transmisión de energía eléctrica, pueden aparecer por acoplamiento electrostático y acoplamiento magnético tensiones y corrientes en instalaciones cercanas tales como vehículos, alambrados, cercas, cañerías de riego, líneas de comunicación, etc., las cuales pueden tener efectos sobre las personas y/o sobre las instalaciones.

Para atender los efectos de las líneas aéreas sobre circuitos de comunicaciones en las cercanías de instalaciones de Alta Tensión deben seguirse las directivas del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (ITU-T, ex CCITT) de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones de las Naciones Unidas) Series K: Protection against Interference, "Protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines."

Los valores de CEMFEB originados por nuevas instalaciones de electrodutos deben ser limitados para proteger a las personas de los posibles efectos de la exposición a los mismos. Para ello, los diseños de nuevas instalaciones deben respetar valores límites máximos de CEMFEB, los cuales se adoptan según las recomendaciones de instituciones internacionales dedicadas al estudio de los efectos de los CEM en la salud y al establecimiento de límites de exposición recomendables, tales como la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP). Dichos límites son establecidos en las secciones 4.2. y 4.3.

Para atender los efectos en las personas debidos a un eventual contacto con instalaciones cercanas a las líneas, se adopta el valor límite de corriente de contacto establecido en la sección 4.4.

El estudio de evaluación de impacto deberá comprender un examen de las diversas alternativas de diseño que la tecnología actual permita considerar, seleccionando aquella que contenga los valores de campos eléctricos y magnéticos tan bajos como sea razonablemente alcanzable.

4.1 Lugares de aplicación de la normativa

Los lugares de aplicación de esta normativa se pueden clasificar de la siguiente manera:

4.1.1. Líneas aéreas

Lugares fuera de la franja de seguridad de la línea

- a) En la parte del recorrido de la línea donde la franja de seguridad está sometida a la servidumbre administrativa: en el borde de la franja de servidumbre y en lugares más allá de ella.
- b) En los lugares para los cuales la "Reglamentación para Líneas Eléctricas

Aéreas Exteriores – Líneas de Media Tensión y Alta Tensión”, AEA 95301 [AEA 07], establece distancias mínimas, y que se encuentren fuera de la franja de servidumbre de la línea o, en su defecto, fuera de la franja de seguridad de la misma.

Lugares dentro de la franja de seguridad de la línea

- c) En los siguientes lugares de acceso al público dentro la franja de seguridad de la línea: zonas o vías de circulación que se encuentran dentro del corredor de la línea o son atravesados por ella, tales como zonas accesibles solamente a pedestres, caminos rurales o secundarios, calles distritales y comunales, o donde transitan vehículos que no califican como vehículos grandes.⁴
- d) En los siguientes lugares de acceso al público dentro la franja de seguridad de la línea: zonas o vías de circulación que se encuentran dentro del corredor de la línea o son atravesados por ella, por las cuales puedan circular vehículos grandes, como rutas y autopistas.

4.1.2. Estaciones transformadoras

En el caso de predios destinados a instalaciones de transformación, lugares adyacentes fuera de los límites de la zona de seguridad de la estación, que no se encuentren dentro de la zona de seguridad de una línea aérea.

4.1.3. Cables subterráneos

En lugares de acceso al público dentro del corredor del cable o su franja de servidumbre.

4.2. Valores límite de campo eléctrico

En base a las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), las cuales se aplican en la mayoría de los países Europa y de América, a la norma IEEE Std. C95.1 - 2019 y a los valores típicos de la mayoría de las líneas que se encuentran en operación, se establecen los valores de límite superior de campo eléctrico no perturbado, los cuales no deben ser superados en ningún momento, para los siguientes casos:

- 1) En los lugares descriptos en 4.1.1. a), ubicados fuera de la franja de servidumbre, en condiciones de tensión nominal y conductores a temperatura máxima anual, el límite superior de campo eléctrico no perturbado será de CINCO KILOVOLTIOS POR METRO (5 kV/m), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.
- 2) En los lugares descriptos en 4.1.1. b), ubicados fuera de la franja de seguridad, en condiciones de tensión nominal y conductores a temperatura máxima anual, el límite superior de campo eléctrico no perturbado será de CINCO KILOVOLTIOS POR METRO (5 kV/m), medido en los lugares para

⁴ Un vehículo grande en este contexto es un vehículo con una superficie colectora de carga mayor que 180 m².

los cuales la “Reglamentación para Líneas Eléctricas Aéreas Exteriores – Líneas de Media Tensión y Alta Tensión”, AEA 95301 [AEA 07], establece distancias mínimas.

- 3) En los lugares descriptos en 4.1.1. c), ubicados dentro de la franja de seguridad, en condiciones de tensión nominal y conductores a temperatura máxima anual, el límite superior de campo eléctrico no perturbado será de DIEZ KILOVOLTIOS POR METRO (10 kV/m), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.
- 4) En los lugares descriptos en 4.1.1. d), ubicados dentro de la franja de seguridad, en condiciones de tensión nominal y conductores a temperatura máxima anual, el límite superior de campo eléctrico no perturbado será de OCHO KILOVOLTIOS POR METRO (8 kV/m), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.
- 5) En los lugares descriptos en 4.1.2., en la parte externa de los límites de la zona de seguridad de la estación transformadora hasta una distancia horizontal de 1 metro, en lugares que no se encuentren dentro de la zona de seguridad de una línea aérea, el límite superior de campo eléctrico no perturbado será de CINCO KILOVOLTIOS POR METRO (5 kV/m), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.
- 6) En los lugares descriptos en 4.1.3, ubicados dentro de la franja de servidumbre del electroduto de cables subterráneos o, en su defecto, dentro del corredor del electroduto, el límite superior de campo eléctrico no perturbado será de CINCO KILOVOLTIOS POR METRO (5 kV/m), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.

En el punto 4) se ha reducido el valor límite de campo eléctrico para asegurar que la corriente de contacto sea igual o menor que 5 mA en el caso más desfavorable.

4.3. Corriente generadora del campo magnético máximo

Dado que la corriente de operación de un electroduto no es una magnitud constante, se debe establecer el valor de corriente que producirá el máximo campo magnético en el espacio cercano a un determinado electroduto. En el caso de una línea aérea, se deberá utilizar la máxima corriente considerada para el diseño mecánico de la línea. En el caso de un cable, se deberá considerar la máxima corriente de diseño del cable. En el caso de estaciones transformadoras, se considerarán las máximas corrientes admisibles de los componentes que las conforman.

4.4. Valores límite de campo magnético

En base a las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) en su versión de 1998 [ICN 98], las cuales se aplican en la mayoría de los países Europa y de América, a la norma IEEE Std. C95.1 - 2019 y a los valores típicos de la mayoría de las líneas que se encuentran en operación, se establecen los valores de límite superior de campo magnético, los cuales no deben ser superados en ningún momento, para los siguientes casos:

- 1) En los lugares descriptos en 4.1.1. a), ubicados fuera de la franja de servidumbre, para la corriente definida en la sección 4.3.1., el límite superior de campo magnético será de CIEN MICROTESLAS (100 μ T), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.
- 2) En los lugares descriptos en 4.1.1. b), ubicados fuera de la franja de seguridad, para la corriente definida en la sección 4.3.1., el límite superior de campo magnético será de CIEN MICROTESLAS (100 μ T), medido en los lugares para los cuales la “Reglamentación para Líneas Eléctricas Aéreas Exteriores – Líneas de Media Tensión y Alta Tensión”, AEA 95301 [AEA 07], establece distancias mínimas.
- 3) En los lugares descriptos en 4.1.1. c) y d), ubicados dentro de la franja de seguridad, para la corriente definida en la sección 4.3.1., el límite superior de campo magnético será de DOSCIENTOS MICROTESLAS (200 μ T), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.
- 4) En los lugares descriptos en 4.1.2., en la parte externa de los límites de la zona de seguridad de la estación transformadora hasta una distancia horizontal de 1 metro, en lugares que no se encuentren dentro de la zona de seguridad de una línea aérea, el límite superior de campo magnético no perturbado será de CIEN MICROTESLAS (100 μ T), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.
- 5) En los lugares descriptos en 4.1.3, ubicados dentro de la franja de servidumbre del electroducto de cables subterráneos o, en su defecto, dentro del corredor del mismo, el límite superior de campo magnético no perturbado será de CIEN MICROTESLAS (100 μ T), medido a UN METRO (1 M) del nivel del suelo.

4.5 Corriente de contacto

La corriente de contacto electrostática de estado estacionario debe estar limitada a un valor máximo de CINCO MILIAMPERIOS (5 mA). El parámetro de referencia a aplicar para verificar el cumplimiento de este requerimiento es la corriente de cortocircuito para el caso de que el vehículo o equipo más grande previsto ubicado dentro de la franja de seguridad fuese puesto a tierra. Las distancias deberán incrementarse o el campo eléctrico y sus efectos reducirse por medios adecuados, con el fin de garantizar que el mencionado valor límite no sea superado.

4.6 Puestas a tierra

A fin de evitar tensiones inducidas peligrosas, por cercanía con líneas de energía eléctrica, la totalidad de las cercas, tuberías, rieles y alambres deben estar debidamente puestos a tierra. En el caso de los alambrados, los hilos deberán ponerse a tierra y seccionarse convenientemente. Su interrupción física se asegurará mediante el empleo de aisladores o espacios abiertos. Los alambrados electrificados deberán ser referidos a tierra o interrumpidos, de forma de mantener sus propios niveles de energía. Las cercas perimetrales de las estaciones transformadoras deben estar debidamente puestas a tierra. En todos los casos deberá verificarse también la limitación de la corriente de contacto (8.3 en [AEA 07]).

REFERENCIAS

- [AEA 07] Asociación Electrotécnica Argentina, "Reglamentación para Líneas Eléctricas Aéreas Exteriores – Líneas de Media Tensión y Alta Tensión", AEA 95301, Edición 2007.
- [CTB 375] CIGRE Working Group C4.203, TB 375, "Technical Guide for Measurement of Low Frequency Electric and Magnetic Fields near Overhead Power Lines", 2009.
- [EPRI 82] EPRI, "Transmission Line Reference Book 345 kV and above", 2nd Ed., 1982.
- [ICN 98] ICNIRP, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (Up to 300 GHz)". Health Phys 74 (4) : 494-522; 1998.
- [IEC 110] IEC 62110-2009, "Electric and magnetic field levels generated by AC power systems Measurement procedures with regard to public exposure."
- [IEEE 644] IEEE Std 644-2019 "Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines."



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
AÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA

Hoja Adicional de Firmas
Anexo

Número:

Referencia: ANEXO - EX-2023-99488752-APN-SE#MEC.

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 9 pagina/s.