



**GOBIERNO *de*
GUATEMALA**

**MINISTERIO
DE ENERGÍA
Y MINAS**

Protocolo de Medición En Subestaciones y Líneas de Transmisión de Energía Eléctrica en Guatemala



ÍNDICE

Contenido

1) OBJETIVO.....	3
2) DEFINICIONES	3
3) MEDICIONES	3
4) METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN SIMPLE DE LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	4
a) Exposición a Nivel del Suelo	4
b) Exposición en un edificio adyacente	4
5) CONSIDERACIONES GENERALES.....	5
Mediciones	7
6) PROTOCOLO DE MEDICIÓN PARA LINEAS DE TRANSMISIÓN.....	8
Líneas de transmisión.....	8
Subestaciones Eléctricas.....	15
Red de distribución de baja tensión	18
a) ESTÁNDARES DE CALIDAD UTILIZADOS	¡Error! Marcador no definido.
7) ANEXO 1	22
BIBLIOGRAFÍA.....	25



PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS EN SUBESTACIONES Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1) OBJETIVO

Evaluar los niveles de exposición a radiaciones no ionizantes, producidas en subestaciones y líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica en la República de Guatemala; basadas en el acuerdo gubernativo No.008-2011 y sus modificaciones No. 313-2011.

2) DEFINICIONES

- a) Distancia mínima de seguridad: Es la distancia mínima de separación entre superficies de un objeto energizado y otro objeto energizado o no, superficie o persona, establecida a los fines de garantizar que el segundo objeto superficie o persona no se encuentre en riesgo de recibir descargas eléctricas desde el primero.
- b) Campo (bahía o módulo): es el conjunto de equipos necesarios para conectar un circuito (generación, transformación, interconexión o distribución, etc.) al sistema de barras de un patio de conexiones.
- c) Faja de servidumbre: es la proyección sobre el suelo de la faja ocupada por los conductores más la distancia de seguridad (indicadas en este Código), la que deberá verificarse para cada vano.
- d) Longitud del vano: Distancia horizontal entre dos puntos de enlace del conductor sobre dos soportes consecutivos, es decir, la distancia horizontal que existe entre dos torres que soportan una línea de transmisión.

3) MEDICIONES

Criterios básicos para la elección de los puntos de medición:

- a) Área Poblacional; ubicar los puntos críticos para realizar las mediciones, (centros educativos, hospitales, centros de salud, entre otros.), tomar en cuenta consideraciones generales 4.a.
- b) Para realizar la medición se debe considerar las horas de exposición poblacional u ocupacional mínima; (considerar los horarios en los cuales no haya afluencia de personas en los alrededores al punto de medición).



4) METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN SIMPLE DE LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

a) Exposición a Nivel del Suelo

Se asume que el centro de la radiación no ionizante de la línea de transmisión eléctrica a la altura del poste o de la estación o subestación y se toma como referencia a un hombre de 2 metros de altura sobre el suelo a una distancia "x" de la base del poste que sostiene la línea de alta tensión.

Se realizan las mediciones de campo eléctrico y magnético a diferentes puntos de x, tomando en cuenta las consideraciones generales.

b) Exposición en un edificio adyacente

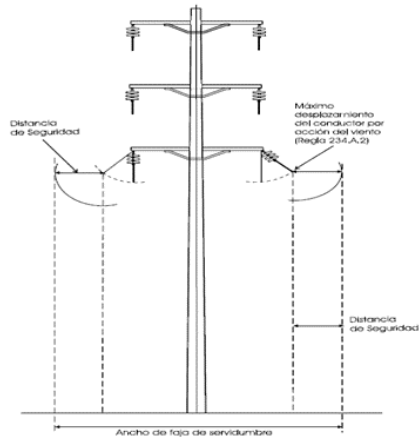
Se asume que el centro de la radiación se localiza en el extremo superior del poste que sostiene la línea de tendido eléctrico a una altura H y se evalúa el campo eléctrico y magnético a una altura de 2 metros sobre el nivel superior del edificio residencia a una distancia x de la base del poste tomando en cuenta las consideraciones generales.



5) CONSIDERACIONES GENERALES

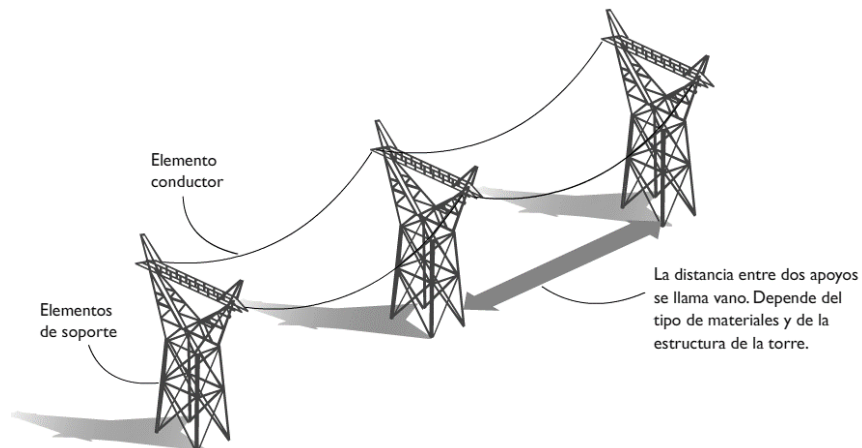
Líneas de Transmisión

Figura 1: Faja de servidumbre



Fuente: Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011

Figura 2: Vano de una línea de transmisión

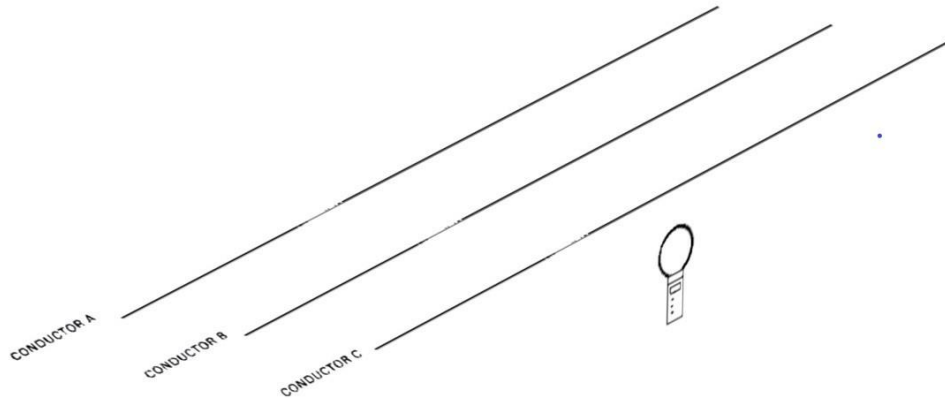


Fuente: <https://transformadoresiosac.com/sistema-de-suministro-electrico/>. consultado el 14 de julio de 2022



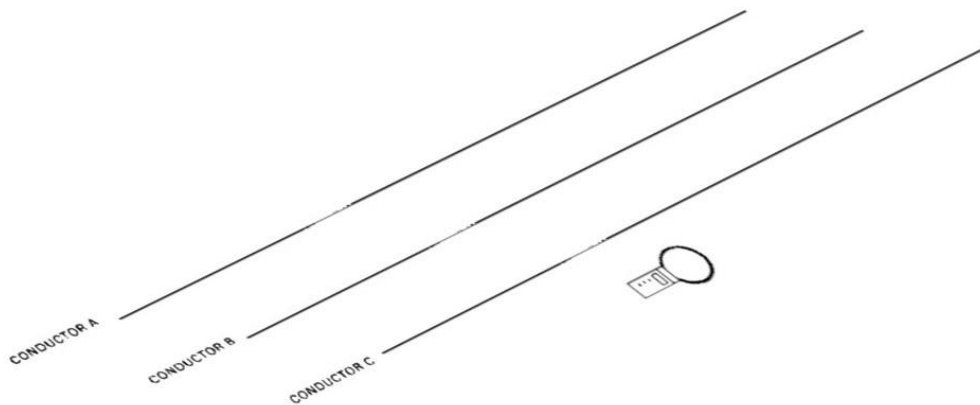
Orientación de la sonda

Figura 3: Orientación de la sonda para realizar la medición del campo magnético.



Fuente: adaptado del manual de usuario HI-3604.

Figura 4: Orientación de la sonda para realizar la medición del campo eléctrico.



Fuente: adaptado del manual de usuario HI-3604.



Mediciones

- i) Ubicar las coordenadas geográficas del área o locación, mediante el uso de GPS, los puntos de medición que ya hayan sido definidos en la estrategia de muestreo.
- ii) La realización de los monitoreos deberá practicarse principalmente en horarios que se evite la lluvia, ya que la humedad producida llegaría a perturbar el campo eléctrico derivado al cambio de la densidad del aire. (Anexo B de la IEEE 644-1994).
- iii) Detallar mediante croquis, fotografías y vistas del lugar las particularidades de los sitios expuestos a las radiaciones no ionizantes.
- iv) Tomar evidencia fotográfica de las torres, postes y equipo de medición para documentar el trabajo de medición.
- v) Proceder al encendido del equipo y fijación de las unidades de las unidades y el tiempo de medición de acuerdo al manual del equipo.
- vi) Proceder a realizar la calibración del equipo de medición según el instructivo del equipo.
- vii) Durante la medición del campo magnético, el operador puede estar cerca de la sonda debido a que no perturbará el campo magnético a medirse (los objetos no permanentes que contienen materiales magnéticos o conductores no magnéticos deben estar alejados del punto de medición al menos 3 veces la dimensión mayor del objeto para medir el valor del campo no perturbado, como por ejemplo: teléfonos celulares, relojes cadenas, etc.).
- viii) La distancia entre la sonda y los objetos magnéticos permanentes deber ser de no menos de 1 metro para medir debidamente el campo perturbado del ambiente.
- ix) Las incertidumbres de mediciones debido a la calibración, temperatura, interferencia, la proximidad del observador y otros parámetros deben combinarse (raíz cuadrada de la suma de los cuadrados) y señalarse como la incertidumbre total estimada de las mediciones. La incertidumbre total no debe exceder el $\pm 10\%$.



Nota: Se debe tomar como mínimo un tiempo de 6 minutos por cada medición.

a) EQUIPO DE MEDICIÓN

- Equipo de medición de campos magnéticos y eléctricos
- GPS
- Trípode
- Medidor de distancias (cinta métrica)

b) EQUIPO ACCESORIO

- Binoculares
- Cronómetro
- Cámara digital
- Equipo de comunicación personal
- Indicador de Nivel

Nota: En el momento de medición no usar accesorios metálicos (reloj, cadenas, aretes, entre otros)

6) PROTOCOLO DE MEDICIÓN PARA LINEAS DE TRANSMISIÓN

Líneas de transmisión

a) Medición de Intensidad de Campo Eléctrico

Para realizar la medición de intensidad de campo eléctrico se debe medir el perfil longitudinal y el perfil lateral de la red eléctrica

Se deben considerar las siguientes condiciones antes de la medición:

- La intensidad del campo eléctrico bajo las redes de energía eléctrica debe medirse a una altura de un (1) metro sobre el nivel del suelo. Si se requiere tomar mediciones a otras alturas, se debe indicar en el registro correspondiente.
- La distancia entre el medidor de intensidad del campo eléctrico y el operador debe ser de al menos 3 metros. El operador y el instrumento deben estar paralelo a los conductores de la red eléctrica.



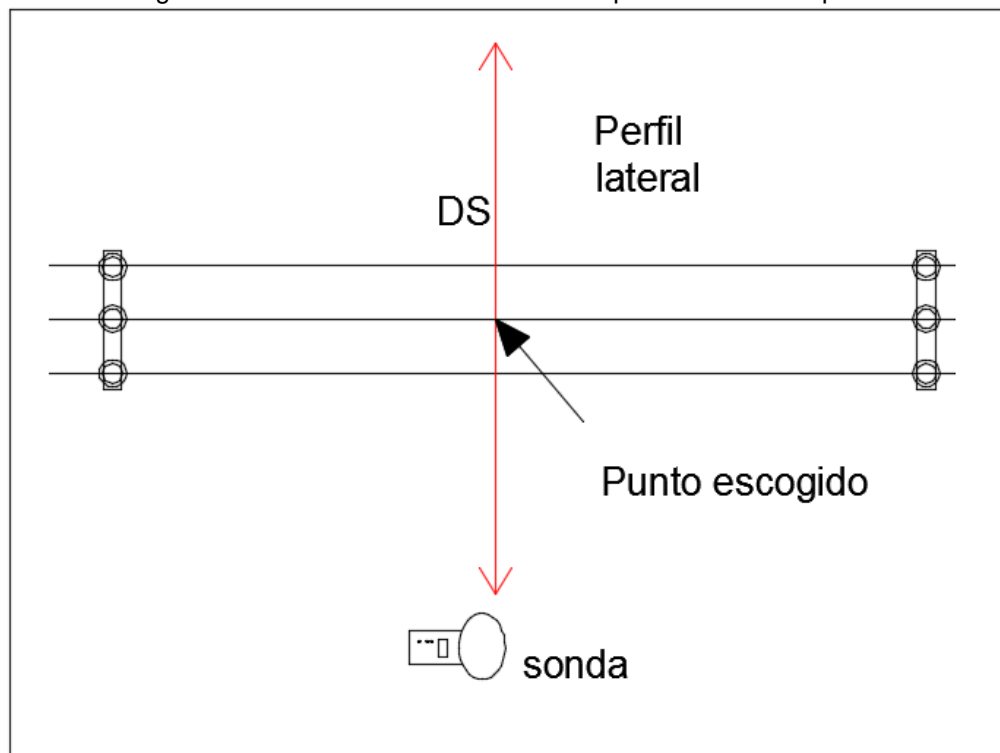
- El campo eléctrico se debe medir en la zona de servidumbre, el valor de exposición al público en general se tomará como el valor máximo que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre.

b) Medición del perfil lateral del campo eléctrico

Para el equipo del perfil lateral del campo eléctrico se debe tener en cuenta:

- Preparar equipo de medición y verificar que las baterías estén en buen estado.
- Las mediciones deberán empezar del centro de la línea en el área de interés y ser trazadas a una distancia de por lo menos 30 metros más allá del conductor exterior a evaluar, se realizará al menos tres mediciones desde la línea hacia los lados de interés.
- Registrar en la hoja de datos los valores medidos de intensidad del campo eléctrico.
- Registrar la hora de la medición en la hoja de datos con el fin de facilitar una revisión posterior.

Figura 5: Ilustración de medición de campo eléctrico en el perfil lateral

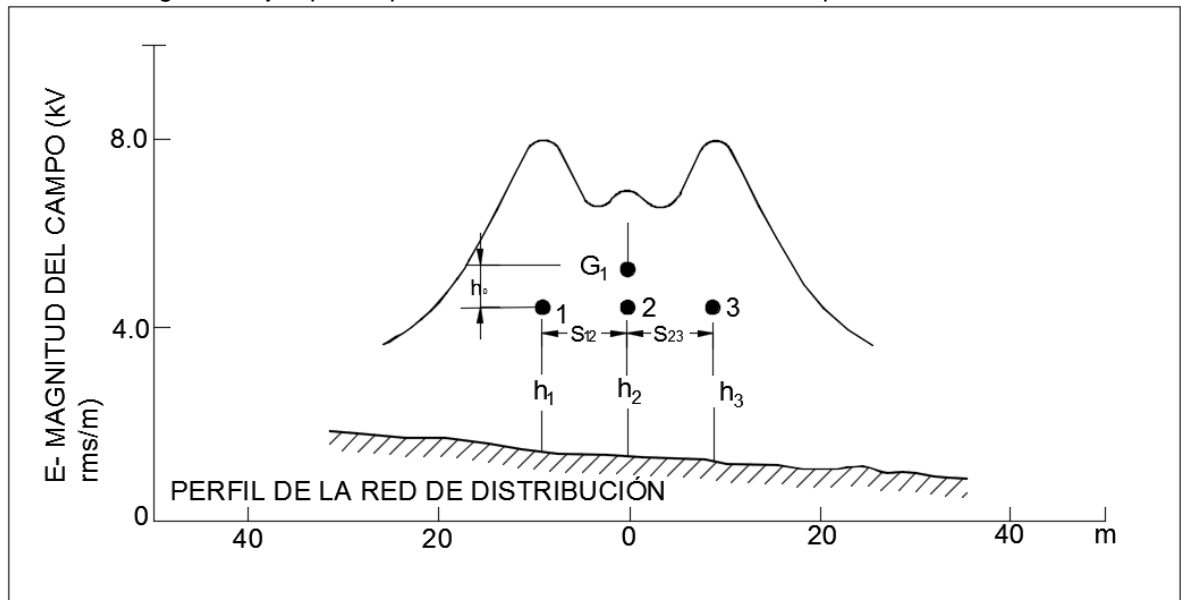


Fuente: Norma Técnica: Medición de campos electromagnéticos en redes de distribución, página 12.



En la figura 6 se representa el perfil lateral de intensidad del campo eléctrico típico. En el eje de las abscisas se muestran los valores de las distancias en metros a las cuales se realiza la medición del campo eléctrico y en el eje de las ordenadas los resultados de las mediciones del campo eléctrico.

Figura 6: Ejemplo de perfil lateral de la intensidad del campo eléctrico



Fuente: Norma Técnica: Medición de campos electromagnéticos en redes de distribución, página 12.

Nota: Los símbolos (H_i , S_{ij} , etc.) representan las alturas y espaciamiento entre conductores respectivamente.

c) Medición del perfil longitudinal del campo eléctrico

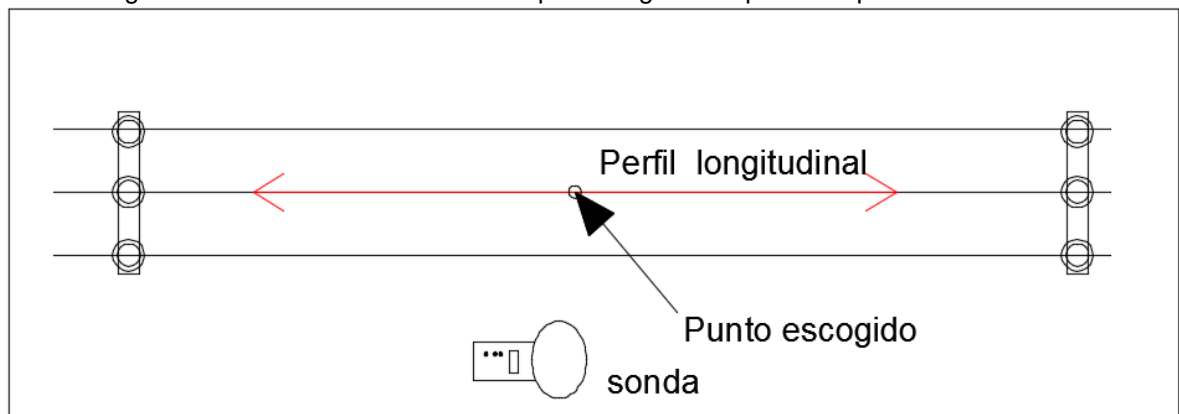
Para medir el perfil longitudinal del campo se considerará lo siguiente:

- Preparar equipo de medición y verificar que las baterías estén en buen estado.
- Orientar la sonda en el perfil longitudinal para medir el campo eléctrico como se muestra en la figura.
- Realizar las mediciones a un metro sobre el nivel del suelo, y paralelo a la red eléctrica.
- Las mediciones del perfil longitudinal se deben hacer a lo largo de un vano, partiendo desde el punto medio de este y en ambas direcciones. Se deben tomar al menos 5 mediciones espaciadas la misma distancia.



- Registrar en la hoja de datos los valores medidos de intensidad del campo eléctrico.
- Registrar la hora de la medición en la hoja de datos con el fin de facilitar una revisión posterior.

Figura 7: Ilustración de medición del perfil longitudinal para campo eléctrico



Fuente: Norma Técnica: Medición de campos electromagnéticos en redes de distribución, página 13.

d) Medición de Intensidad de Campo Magnético

La intensidad de campo magnético se debe medir en el perfil lateral y longitudinal con respecto a la red de energía eléctrica que lo genera. Antes de realizar la medición, se debe considerar lo siguiente:

- Los campos magnéticos bajo las redes eléctricas deben medirse a una altura de 1 metro sobre el nivel de suelo.
- En el mercado se dispone de medidores con sondas de uno y tres ejes. El medidor de tres ejes entrega una mejor medida porque calcula el campo magnético resultante de los tres valores tomados, mientras que el de un eje entrega un solo valor.
- Elementos ferromagnéticos que se encuentran en la trayectoria de la medición, como vallas publicitarias, podría afectar la medida, por lo que se debe evitar realizar las mediciones en puntos con estas características.
- En la medición de campo magnético la proximidad del operador al equipo de medida es irrelevante.
- El campo magnético se debe medir en la zona de servidumbre, el valor de exposición al público en general se tomará como el valor máximo que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre.



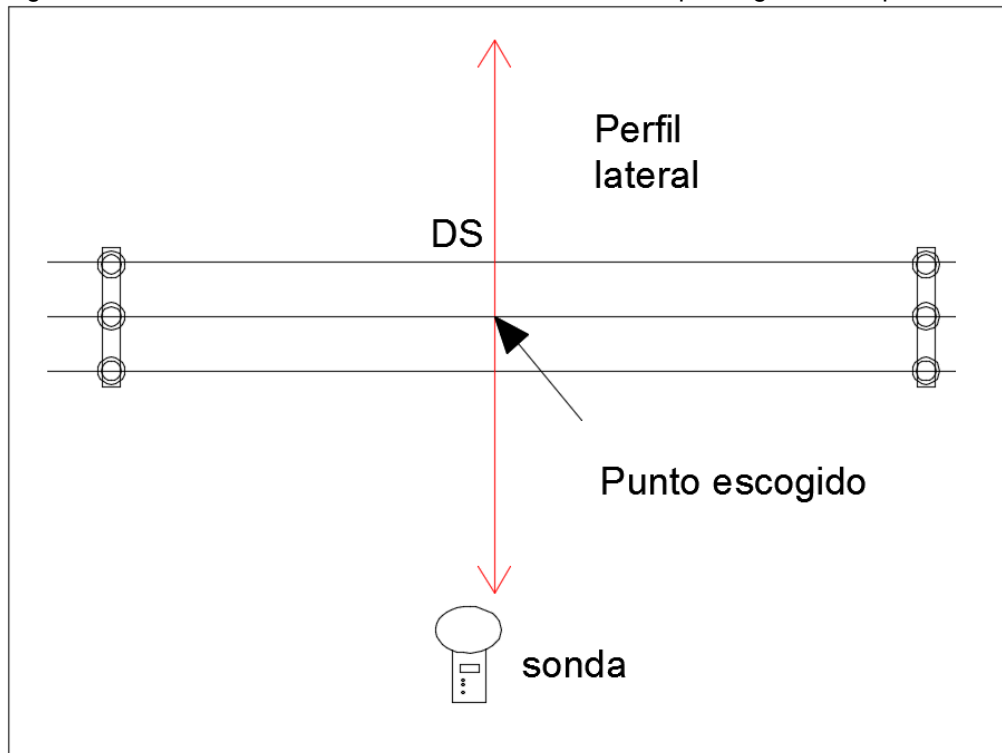
e) Medición del perfil lateral de la intensidad de campo magnético

La medición sobre el perfil lateral de la densidad del campo magnético es análoga a la medición realizada para el campo eléctrico. Para la medición se debe tener en cuenta:

- Prepara el equipo de medición y verificar que las baterías estén en buen estado.
- Orientar la sonda en el perfil lateral como se muestra en la figura para medir la intensidad de campo magnético.
- Las mediciones deberán empezar del centro de la línea en el área de interés y ser trazadas a una distancia de por lo menos 30 metros más allá del conductor exterior a evaluar, se realizará al menos tres mediciones desde la línea hacia los lados de interés.
- Registrar en la hoja de datos los valores medidos de la densidad del campo magnético.
- Registrar la hora de la medición en la hoja de datos con el fin facilitar una revisión posterior. La densidad de campo magnético es dependiente de la magnitud de la corriente que circula por las redes por lo que se recomienda realizar las mediciones cerca de los picos de la curva de carga.



Figura 8: Ilustración de medición de la intensidad de campo magnético de perfil lateral



Fuente: Norma Técnica: Medición de campos electromagnéticos en redes de distribución, página 15.

f) Medición del perfil longitudinal de la intensidad de campo magnético

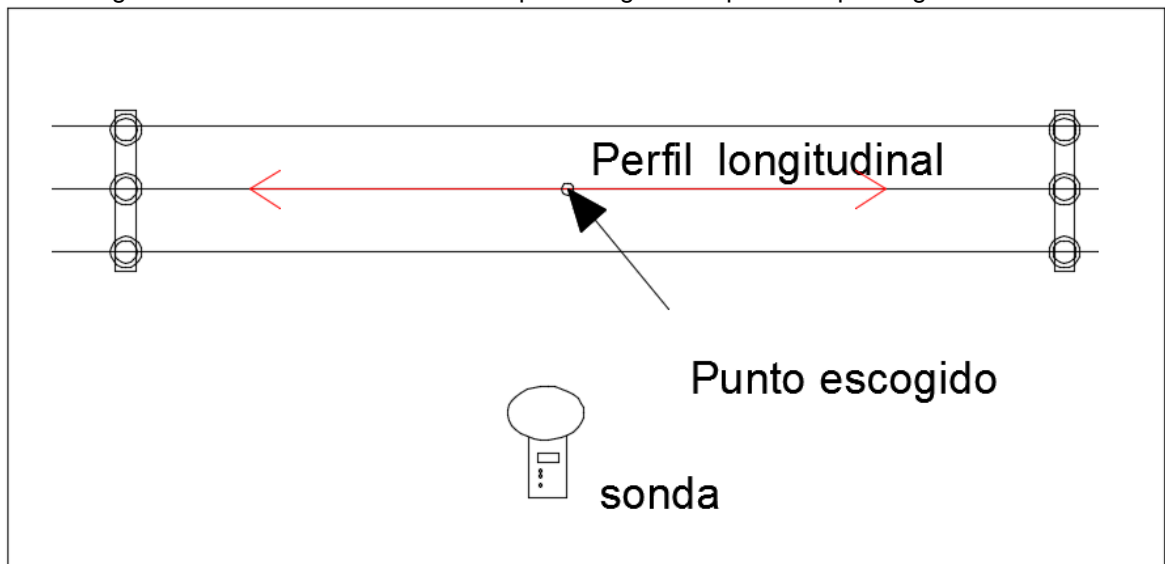
La medición de la intensidad del campo magnético en el perfil longitudinal es análoga a la medición realizada para el campo eléctrico. Para la medición se debe tener en cuenta:

- Preparar el equipo de medición y verificar que las baterías estén en buen estado.
- Orientar la sonda en el perfil longitudinal como se muestra en la figura para medir la intensidad de campo magnético.
- Realizar las mediciones un metro por encima del nivel del suelo, y paralelo a red eléctrica.
- Las mediciones del perfil longitudinal se deben hacer a lo largo de un vano, partiendo desde el punto medio de este y en ambas direcciones. Se deben tomar al menos 5 mediciones espaciadas la misma distancia.
- Registrar en la hoja de datos los valores medidos de intensidad de campo magnético.



- Registrar la hora de la medición en la hoja de datos con el fin de facilitar una revisión posterior. La intensidad de campo magnético es dependiente de la magnitud de la corriente que circula por las redes por lo que se recomienda realizar las mediciones cerca de los picos de la curva de carga.

Figura 9: Ilustración de medición de perfil longitudinal para campo magnético



Fuente: Norma Técnica: Medición de campos electromagnéticos en redes de distribución, página 16.



Subestaciones Eléctricas

Para las mediciones en una subestación eléctrica es necesario cumplir con las siguientes condiciones:

- En este caso las mediciones en subestaciones los límites que se deben utilizar son los siguientes: para las mediciones en la periferia de la subestación los valores de referencia son los de exposición poblacional; dentro de la subestación los valores de referencia deben de ser los de exposición a trabajadores ocupacionalmente expuestos.
- Seleccionar al menos dos ejes que sean perpendiculares entre sí y que cubran la totalidad de la subestación (ver figura 11); la ubicación de estos ejes debe tener una separación horizontal de 0.2m adicionales a la distancia de seguridad.
- El primero de los ejes debe ubicarse frente al pórtico o pórticos de entrada que se encuentren dentro de la subestación y debe tomarse como referencia o primer punto de medición la fase centro de cada pórtico de línea de entrada, posteriormente se deben medir dos puntos tanto hacia la derecha como a la izquierda respecto del punto de referencia con una separación igualmente distanciada que cubra el pórtico de entrada.
- Para las ubicaciones de los puntos de medición en los caminos debe ubicarse al centro del camino y para el largo se deben escogerse mínimo 3 puntos igualmente separados.
- La ubicación de las mediciones dentro de la subestación debe ser de acuerdo a aquellos puntos donde existan más conexiones y por donde exista mayor circulación de corriente.
- Las mediciones también deben hacerse en la periferia externa o interna de la subestación tomando como referencia las esquinas y puntos medios entre esquinas del terreno; siempre y cuando las condiciones del terreno lo permitan y sean accesibles.



Tabla 1: Distancias Mínimas a partes energizadas descubiertas

1 Máxima Tensión de diseño entre fases	2 Nivel Básico de Aislamiento al Impulso (BIL)	3 Altura mínima	4 Distancia Horizontal mínima	5 Distancia mínima de resguardo a partes energizadas
kV	kV	m	m	m
0.151-0.6	--	2.64	1.02	0.050
2.4	--	2.67	1.02	0.076
7.2	95	2.69	1.02	0.101
15	95	2.69	1.02	0.101
15	110	2.74	1.07	0.152
25	125	2.77	1.09	0.177
25	150	2.82	1.14	0.228
35	200	2.90	1.22	0.304
48	250	3.00	1.32	0.406
72.5	250	3.00	1.32	0.406
72.5	350	3.18	1.50	0.584
121	350	3.18	1.50	0.584
121	550	3.53	1.85	0.939
145	350	3.18	1.50	0.584
145	550	3.53	1.85	0.939
145	650	3.71	2.03	1.117
169	550	3.53	1.85	0.939
169	650	3.71	2.03	1.117
169	750	3.91	2.24	1.320
242	550	3.53	1.85	0.939
242	650	3.71	2.03	1.117
242	750	3.91	2.24	1.320
242	900	4.19	2.51	1.600
242	1050	4.52	2.84	1.930

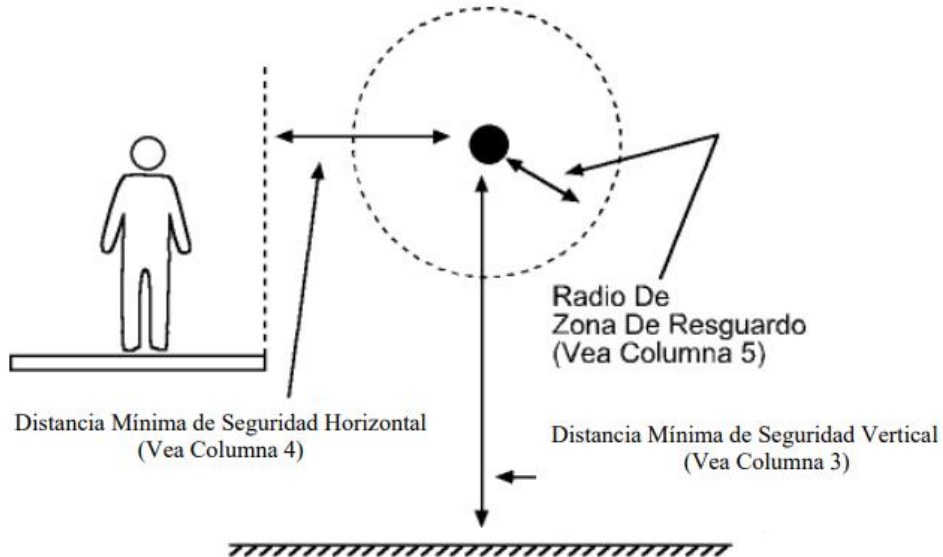
Fuente: Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución (NTDROID), página 38.

Nota:

- 1) Los valores de la columna 5 no fijan un requisito para diseñar el equipo, sino que fijan una norma misma para la instalación del resguardo. Por ejemplo, no es su propósito que se apliquen al espacio entre las partes energizadas y paredes de celdas metálicas, compartimientos o similares, ni al espacio entre las barras colectoras y sus soportes, ni entre cuchillas y sus bases, ya que en estos intervienen múltiples factores que deciden el diseño del fabricante.
- 2) Para las mediciones de campo eléctrico y magnético en campo la sonda debe estar separada 0.2 m adicionales a la distancia horizontal mínima de la columna 4.

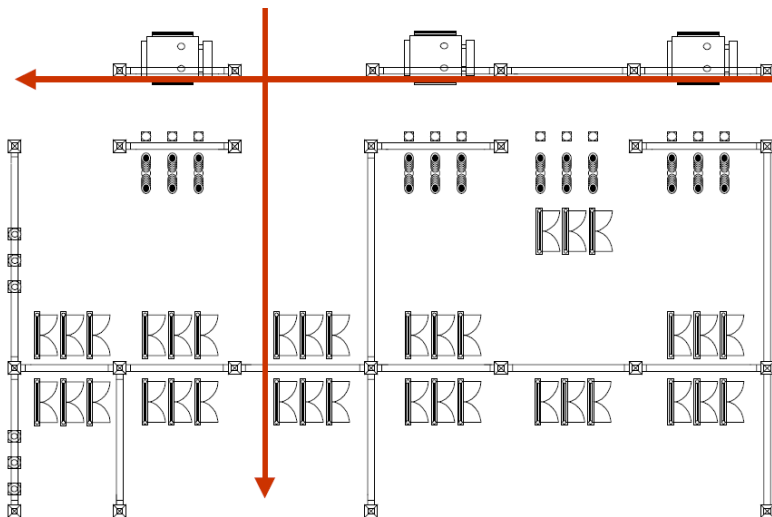


Figura 10: Distancias Mínimas a Partes Energizadas Descubiertas



Fuente: Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución, página 39.

Figura 11: Ejemplo de ejes perpendiculares en los que se pueden seleccionar algunos puntos de medición.



Fuente: La experiencia en Colombia sobre campos eléctricos y magnéticos en sistemas eléctricos, página 32.



Red de distribución de baja tensión

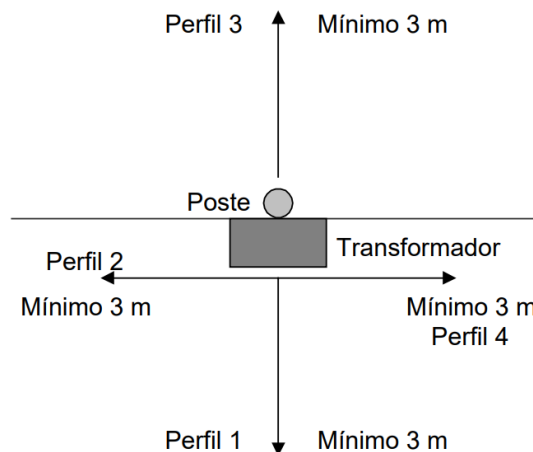
Para las redes de distribución de baja tensión al realizar las mediciones se deben realizar según sea el caso:

- Para las mediciones en un área determinada la medición debe ser realizada desde la base del transformador de distribución hacia sus cuatro lados ortogonales a distancias igualmente separadas, alcanzando una distancia mínima de (3) metros sobre sus ejes, si es posible que la zona sea accesible, cualquier criterio sobre los puntos de medición deben estar debidamente justificado.

La orientación de la sonda para realizar la medición debe ser la misma utilizada en las mediciones para línea de transmisión.

- En el caso de las líneas de distribución se tomará el mismo protocolo utilizado en las líneas de transmisión de alta tensión, medir por debajo del vano a partir del centro de este, hacia sus lados y en puntos igualmente distanciados.

Figura 12: Ubicación de los ejes para realizar la medición en redes de baja tensión



Fuente: La experiencia en Colombia sobre campos eléctricos y magnéticos en sistemas eléctricos, página 96.



Métodos de medición detallada de campos eléctricos y campos magnéticos en redes eléctricas de corriente alterna

La técnica de medición empleada es la siguiente:

- Banda estrecha: para la frecuencia nominal de la red eléctrica (60 Hz)
- Banda ancha: para emisiones múltiples (como mínimo hasta 800 Hz)

La medición de banda estrecha, es la que se realiza normalmente bajo el procedimiento descrito anteriormente; si en algún punto de la medición en el perfil longitudinal y lateral los valores exceden los niveles de referencia se debe analizar las frecuencias adicionales a la frecuencia fundamental del sistema (60 Hz). La técnica de medición empleada debe ser de banda ancha entre las frecuencias de 60 Hz a 800 Hz. El procedimiento para realizar la medición es el siguiente:

- El equipo debe realizar las mediciones desde una frecuencia de 60 Hz hasta 800 Hz.
- El nivel de umbral del equipo debe fijarse al 50% de los niveles de referencia para la exposición de público general.
- La medición de campo magnético debe realizarse a un (1) metro sobre el nivel del suelo y deberá recorrer los puntos donde se ubican los valores más altos de campo magnético.
- Si se obtienen valores iguales o mayores al 50% de los niveles de referencia, la ubicación debe ser considerada para realizar mediciones adicionales

Ejecución de la medición detallada de campos eléctricos y magnéticos

Para zonas en las que el campo no sea uniforme como en los alrededores de una subestación o en cables subterráneos el procedimiento para las mediciones debe ser el de tres puntos o cinco puntos de acuerdo al siguiente procedimiento.

A continuación se dan a conocer los pasos para realizar la medición detallada:

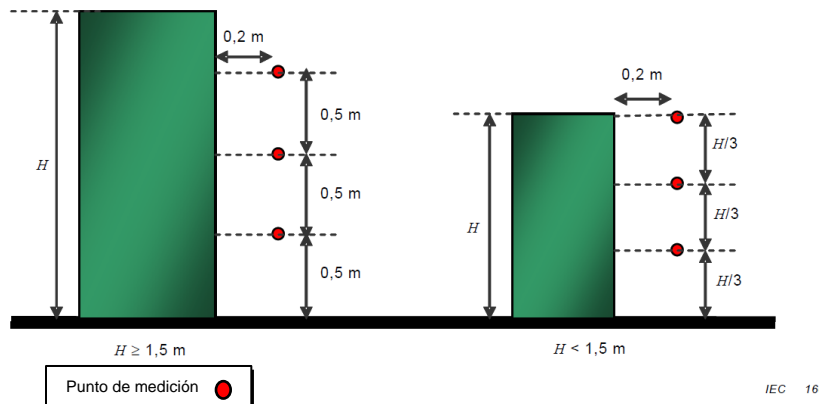
a) Medición de tres puntos

La medición de campo eléctrico y magnético de tres puntos se realiza en el punto se realiza midiendo verticalmente tres alturas: 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m encima del nivel del suelo y con una separación horizontal de 0.2 m del resguardo/perímetro del equipo eléctrico/ subestación.

Si en algún caso la altura del equipo eléctrico/ dispositivo que será medido es menor a 1.5 m, las mediciones se deben realizar en tres puntos con la misma separación tomando en cuenta que el punto más alto debe a la misma altura del equipo eléctrico que se desea medir.



Figura 13: Ubicación de las alturas para la medición de tres puntos



Fuente: Adaptado de IEC 62110-2009

El nivel de exposición de los tres (3) valores medidos es reconocido como el nivel de exposición promedio. En el caso que, por razones de seguridad, no sea posible el promediado espacial, se debe utilizar el máximo de los valores medidos.

Si es necesario, se pueden usar otras alturas, las cuales deben ser registradas explícitamente en el informe de medición.

b) Medición de cinco puntos

La medición de cinco puntos se debe realizar al considerar que una o varias personas se encuentran presentes temporal o permanentemente en una zona y si se cumplen dos condiciones:

- Que las personas se encuentren recostadas en el suelo
- Existan fuentes de campo eléctrico y/o magnético por debajo del nivel del suelo

Si no se cumplen estas dos (2) condiciones, se debe utilizar la medición de tres puntos.

Se debe realizar la medición de cinco puntos a una altura de $0,2 \text{ m}$ sobre el nivel del suelo. Los puntos deben estar ubicados de la siguiente forma:

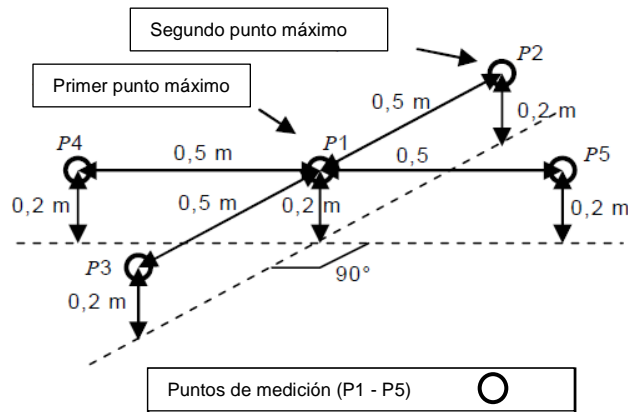
- El primer punto de medición (P1) es la posición del del primer campo máximo.



- El segundo punto de medición (P2) es la posición del segundo campo máximo, el cual debe ser ubicado formando un círculo con un radio de 0,5 m centrado en la posición del primer campo máximo.
- El tercer punto (P3) debe ubicarse en el punto que es simétrico frente al segundo campo máximo.
- Se realiza dos (2) mediciones adicionales a lo largo de la línea perpendicular a la línea que pasa por los tres puntos de medición anteriores, en cada lado de la posición de los campos máximos identificados.

Se calcula el promedio de las tres mayores lecturas registradas, el cual es reconocido como el nivel de exposición promedio. Este procedimiento puede ser adaptado teniendo en cuenta los muebles y las paredes del emplazamiento que no pueden ser trasladados o removidos.

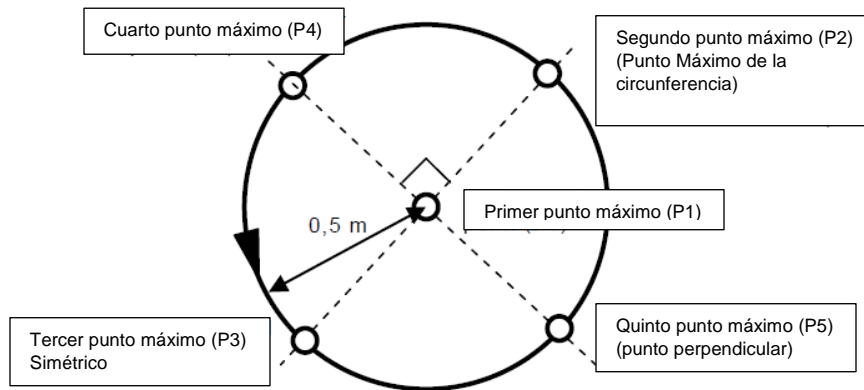
Figura 14: Ubicación de las distancias para la medición de cinco puntos



Fuente: Adaptado de IEC 62110-2009



Figura 15: Vista en planta de la ubicación de la medición de cinco puntos



IEC 1607/09

Fuente: Adaptado de IEC 62110-2009

7) ANEXO 1 FORMATO PARA MEDICIONES DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

Datos del monitoreo			
Cliente:		Referencia cliente:	
Lugar de medición:		Muestreado por:	
Responsable:		ID de la muestra:	
Dirección		Fecha del monitoreo:	
Hora de monitoreo:		Fecha de elaboración del informe	



Distancia (m)	Perfil Lateral					
	Campo Eléctrico (V/m)			Campo Magnético (A/m)		
	Valor Medido	Valor Máximo	Evaluación (%)	Valor Medido	Valor Máximo	Evaluación (%)

NOTA: Los valores medidos se deben realizar en un tiempo de 6 minutos en cada punto de medición.
Distancia recomendadas en perfil lateral 0, 4, 6 m. para el perfil longitudinal se recomienda por lo menos en 5 puntos a partir del vano medio en ambas direcciones.

Distancia (m)	Perfil Longitudinal					
	Campo Eléctrico (V/m)			Campo Magnético (A/m)		
	Valor Medido	Valor Máximo	Evaluación (%)	Valor Medido	Valor Máximo	Evaluación (%)

NOTA: Los valores medidos se deben realizar en un tiempo de 6 minutos en cada punto de medición.
Distancia recomendadas en perfil lateral 0, 4, 6 m. para el perfil longitudinal se recomienda por lo menos en 5 puntos a partir del vano medio en ambas direcciones.

Observaciones:



CROQUIS DE LA INSTALACIÓN:

--



BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo Gubernativo No. 008-2011 y sus modificaciones No. 313-2011.
Reglamento para el Establecimiento y Control de los Límites de Radiaciones No Ionizantes y sus Reformas.
- Decreto No. 90-97, Código de Salud, Sección IV – de las Fuentes radiactivas, Equipo generador de radiaciones, no ionizantes y personas expuestas a radiaciones. Artículo 209 – *Exposición de radiaciones*, Guatemala C.A. 2001.
- Límites de Exposición a campos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo (1 Hz – 100 kHz)
Efectos biológicos y consecuencias en la salud (1Hz – 100 kHz), Comisión Internacional de Protección Contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), ICNIRP 13/2003.
- IEEE Std.644 – 1994, IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields From AC Power Lines, December 13, 1994.
- Normas Técnicas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, CNEE,
Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución, NTDROID. Título II – Seguridad en Subestaciones, Artículo 22 – distancias mínimas de seguridad, 22.2 literal F. Guatemala, 1999.