

LIBRO VI

Norma
Ambiental
Ecuatoriana

ANEXO 10 NORMA DE RADIACIONES NO IONIZANTES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

MAE 1
2005-06

0 INTRODUCCIÓN

La presente norma es dictada al amparo del Art. 91 de la Constitución de la Republica del Ecuador, el cual prevé que el Estado tomará medidas preventivas en caso de dudas sobre el impacto o las consecuencias ambientales negativas, aunque no exista evidencia científica de daño, la Ley de Gestión Ambiental y Texto Unificado de la Legislación Secundaria Libro VI Titulo IV Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental¹, Ley de Régimen del Sector Eléctrico y el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas. Su aplicación obligatoria rige en todo el territorio nacional.

1 OBJETO

La presente norma establece disposiciones mínimas que garanticen la salud y seguridad de público en general y trabajadores derivados de la exposición a radiaciones no ionizantes provenientes de sistemas eléctricos, tales como sistemas de generación, transformación, transporte, distribución y utilización de energía eléctrica de 60 Hz y de frecuencias del espectro radioeléctrico (3 kHz - 300GHz).

La presente norma se refiere al riesgo para al salud y seguridad del público en general y trabajadores debido a los efectos negativos a acorto plazo conocidos en el cuerpo humano causados por la circulación de corrientes inducidas y por la absorción de energía. Sin embargo esta norma no aborda los efectos a largo plazo, incluidos los posibles efectos carcinogénicos de la exposición a campos electromagnéticos variables en el tiempo, sobre los cuales no hay pruebas científicas concluyentes que establezcan una relación de causalidad².

La presente norma establece los niveles de referencia para limitar la exposición a campos eléctricos y magnéticos, para público en general y personal ocupacionalmente expuesto generados desde sistemas de generación, transformación, transporte, distribución y utilización de energía eléctrica de 60 Hz y de frecuencias del espectro radioeléctrico (3 kHz - 300GHz).

Esta norma técnica provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las radiaciones no ionizantes provenientes desde los sistemas de generación, transformación, transporte, distribución y utilización de energía eléctrica de 60 Hz y de frecuencias del espectro radioeléctrico (3 kHz - 300GHz).

¹ **Art. 46.- Principio Precautorio**

En caso de existir peligro de un daño grave o irreversible al ambiente, la ausencia de certidumbre científica, no será usada por ninguna entidad reguladora nacional, regional, provincial o local, como una razón para posponer las medidas costo-efectivas que sean del caso para prevenir la degradación del ambiente

² Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo de 29 Abril de 2004, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físico (campos electromagnéticos)

Esta norma, provee también de herramientas de gestión destinadas a promover el cumplimiento con los límites máximos permisibles de radiación no ionizante para sistemas de generación, transformación, transporte, distribución y utilización de energía eléctrica de 60 Hz y de frecuencias del espectro radioeléctrico (3 kHz - 300GHz).

La presente norma es de aplicación para los concesionarios y titulares de permisos y licencias para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica que operan sistemas de transporte de energía eléctrica especialmente de alta tensión incluyendo subestaciones (60 Hz). Los sistemas de transporte de energía eléctrica están conformados entre otros por estructuras: torres o postes, cables, y los equipamientos de subestaciones, en especial los transformadores de potencia.

Además la presente norma es de aplicación para los concesionarios de frecuencias utilizadas para los Sistemas y Servicios de Radiodifusión y Televisión, bajo la administración de CONARTEL y para los concesionarios de frecuencias del espectro electromagnético para Telecomunicaciones, bajo la administración de CONATEL.

2 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones que se presentan a continuación:

2.1 Alta Tensión

Nivel de voltaje superior a 40 kV, y asociado con la Transmisión y Subtransmisión.

2.2 Auditoría Ambiental

Proceso documentado y sistemático para verificar el cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental, la normativa ambiental vigente o cualquier otro criterio que se establezca, ya sea relativo al desempeño como a la gestión. Las auditorías ambientales serán ejecutadas por las autoridades ambientales de control o por los sujetos de control.

2.3 Asignación

Es la determinación técnica de la frecuencia o canal y de sus características de operación, por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones, que servirá para que el CONARTEL conceda esa frecuencia o canal a un usuario determinado.

2.4 Baja tensión

Instalaciones y equipos que operan a voltajes inferiores a los 600 voltios

2.5 Campos Electromagnéticos

Se denominan a los, campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, de frecuencias de hasta 300 GHz.

2.6 CEM

Campos eléctricos, magnéticos, y electromagnéticos.

2.7 Comisión Internacional de Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP)

Organismo Internacional adscrito a la Organización Mundial de la Salud –OMS– que se especializa en el estudio de los campos electromagnéticos de radiaciones no ionizantes y sus efectos en la salud.

2.8 CONATEL

Consejo Nacional de Telecomunicaciones

2.9 CONARTEL

Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión

2.10 Concesión de un Medio, Sistema o Servicio de Radiodifusión

Es la autorización que el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión otorga a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, mediante escritura pública para la operación de una estación o sistema de radiodifusión o televisión, conforme a las características establecidas en la asignación.

2.11 Concesionario de un Medio, Sistema o un Servicio de Radiodifusión

Es la persona natural ecuatoriana por nacimiento o la persona jurídica ecuatoriana legalmente establecida en el país, cuyos socios son ecuatorianos por nacimiento, autorizada para prestar servicios de radiodifusión o televisión y que no podrán tener más de 25% de inversión extranjera.

2.12 Conductancia

El recíproco de la resistencia. Expresado en siemens (S) eléctrica.

2.13 Conductividad Eléctrica

La cantidad escalar o vectorial que, cuando es multiplicada por la fuerza del campo eléctrico, da como producto la conducción de la densidad corriente; es la recíproca de la resistencia. Expresado en siemens por metro ($S\ m^{-1}$).

2.14 CONELEC

Consejo Nacional de Electricidad, autoridad ambiental de control del sector eléctrico ecuatoriano.

2.15 Constante Dieléctrica

Una constante que defina la influencia de un medio isotrópico en las fuerzas de la atracción o de repulsión entre cuerpos electrificados, y es expresado en faradios por metro (Fm^{-1}); la permitividad relativa es la permitividad de una material o medio dividido entre la permitividad en el vacío. Vea permitividad.

2.16 Densidad de Corriente

Un vector del cual el integral sobre una superficie dada es igual a la corriente que atraviesa la superficie. La medida de la densidad en un conductor lineal es igual a la corriente dividida por

el área seccionada transversalmente del conductor. Expresado en amperios por metro cuadrado ($A\ m^2$).

2.17 Densidad de Flujo Magnético

Una cantidad del campo del vector, B, que da lugar a una fuerza que actúa en una carga o cargas en movimiento, y se expresa en tesla (T).

2.18 Densidad de Potencia

En la propagación de la onda de radio, la potencia que cruza un unidad de área normal en la dirección de propagación de la onda; expresado en vatio por metro cuadrado (Wm^2).

2.19 Empresa Distribuidora

Es la que tiene la obligación de prestar el suministro de energía eléctrica a los consumidores finales ubicados dentro de su área de concesión, área respecto de la cual goza de exclusividad regulada.

2.20 Empresa Generadora / Autogeneradora

Aquella que produce energía eléctrica, destinada al mercado libre o regulado y/o para su consumo propio.

2.21 Empresa Transmisora

Empresa que presta el servicio de transmisión de energía eléctrica en alta tensión desde el punto de entrega de un generador o un autogenerador, hasta el punto de recepción de un distribuidor.

2.22 Energía Electromagnética

La energía almacenada en un campo electromagnético. Expresado en Jules (J).

2.23 Estación de Radiodifusión o Televisión

Son transmisores con antenas e instalaciones accesorias, necesarias para asegurar un servicio de radiodifusión o televisión en un área de operación autorizada.

2.24 Exposición Pública (Ambiental)

Toda exposición a campos electromagnéticos experimentado por miembros del público en general, excepto la exposición ocupacional y exposición durante procedimientos médicos.

2.25 Frecuencia

El número de ciclos sinusoidales completados por las ondas electromagnéticas en 1 segundo; expresado generalmente en impedancia de los hertzios (Hz).

2.26 Fuente Emisora de Radiación No Ionizante de 60 Hz

Es toda instalación que disponga de equipamiento eléctrico tales como generadores, motores, subestaciones, transformadores, líneas de transmisión de alta, media tensión, sistemas de distribución, u otros.

2.27 Impedancia

La relación del número complejo (vector) que representa el campo eléctrico transversal de un punto a otro que representa el campo magnético transversal en ese punto expresada en ohmios (Ω).

2.28 Intensidad del Campo Eléctrico

La intensidad de campo eléctrico (E) en una carga positiva estacionaria en un punto de un campo eléctrico; medido en voltios por metro ($V\ m^{-1}$).

2.29 Intensidad del Campo Magnético

Una cantidad axial del vector, H, que, junto con la densidad de flujo magnético, especifica un campo magnético en cualquier punto en el espacio, y se expresa en amperio por metro ($A\ m^{-1}$).

2.30 Línea de Transmisión

La línea de transmisión es un tramo radial entre dos Subestaciones consistente de un conjunto de estructuras, conductores y accesorios que forman una o mas ternas de conductores diseñadas para operar a voltajes mayores de 40 KV.

2.31 Longitud de Onda

La distancia entre dos puntos sucesivas de una onda periódica en la dirección de propagación, en la cual la oscilación tiene la misma fase.

2.32 Media Tensión

Instalaciones y equipos que operan a voltajes entre 600 voltios y 40 kV

2.33 Niveles de Referencia³

Los niveles de referencia ofrecen a efectos prácticos de evaluación de la exposición para determinar la probabilidad de que se sobrepasen las restricciones básicas. Algunos niveles de referencia se derivan de las restricciones básicas pertinentes utilizando mediciones o técnicas computerizadas, y algunos se refieren a la percepción y a los efectos adversos indirectos de la exposición a los CEM. Las cantidades derivadas son la intensidad de campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H), la inducción magnética (B).

³ Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 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)

Nota.- Para la aplicación de las restricciones basadas en la evaluación de los posibles efectos de los campos electromagnéticos sobre la salud, se ha de diferenciar las restricciones básicas de los niveles de referencia. Estas restricciones básicas y niveles de referencia para limitar la exposición han sido desarrollados a partir de un minucioso estudio de toda la bibliografía científica publicada. Los criterios aplicados en este estudio fueron fijados para evaluar la credibilidad de las diversas conclusiones alcanzadas; únicamente se utilizaron como base para las restricciones de exposición propuestas efectos comprobados. No se considera comprobado que el cáncer sea uno de los efectos de la exposición a largo plazo a los CEM. Sin embargo, puesto que existen cerca de 50 factores de seguridad entre los niveles de referencia en relación con los efectos agudos y las restricciones básicas, esta Recomendación abarca implícitamente los posibles efectos a largo plazo en toda la gama de frecuencia.

En cualquier situación particular de exposición, los valores medidos o calculados de cualquiera de estas cantidades pueden compararse con el nivel de referencia adecuado. El cumplimiento del nivel de referencia garantizará el respeto de la restricción básica pertinente.

Que el valor medido sobrepase el nivel de referencia no quiere decir necesariamente que se vaya a sobrepasar la restricción básica. Sin embargo, en tales circunstancias es necesario comprobar si ésta se respeta.

2.34 Onda Continua

Una onda cuyas oscilaciones sucesivas son idénticas bajo condiciones de estado estacionario.

2.35 Onda Plana

Una onda electromagnética en la cual el vector campo eléctrico y magnético permanece en posición horizontal en un plano perpendicular a la dirección de propagación de la onda, y la fuerza del campo magnético (multiplicada por la impedancia del espacio) y la fuerza del campo eléctrico son iguales.

2.36 Permeabilidad Magnética

La cantidad escalar o vectorial que, cuando es multiplicada por la fuerza del campo magnético, nos da la densidad del flujo magnético; expresado en henrio por metro ($H\ m^{-1}$). Nota: Para los medios isotrópicos, la permeabilidad magnética es un escalar; para los medios anisotrópicos, es una cantidad del tensor.

2.37 Plan de Manejo Ambiental

Documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta.

2.38 Personal Ocupacionalmente Expuesto -POE-

La población ocupacionalmente expuesta -POE- consiste de adultos que generalmente están expuestos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes del riesgo potencial y para tomar las protecciones adecuadas, durante su jornada de trabajo.

2.39 Público en General -PG-

El público en general -PG- comprende a los individuos de todas las edades, sexo, raza que no están conscientes de su exposición a los campos electromagnéticos.

2.40 Radiaciones No Ionizantes (RNI)

Incluye todas las radiaciones y campos del espectro electromagnético que no tengan normalmente suficiente energía para producir la ionización de materia; caracterizado porque la energía por fotón es menos que 12 eV, las longitudes de onda mayores de 100 nm, y frecuencias más bajas de 3×10^{15} Hz.

2.41 Radiodifusión

Son todos los medios, sistemas o servicios de radiodifusión y televisión;

2.42 Radiodifusión Sonora

Es el servicio de radiocomunicaciones cuyas emisiones sonoras se destinan a ser recibidas directamente por el público en general.

2.43 Radiodifusión de Televisión

Es el servicio de radiocomunicación cuya emisión de imágenes y sonidos se destinan al público.

2.44 Radiofrecuencia (RF)

Comprende cualquier frecuencia en la cual la radiación electromagnética sea útil para la telecomunicación. Generalmente tiene un rango de frecuencia de 300 Hz a 300 GHz.

2.45 Restricciones Básicas⁴

Las restricciones de la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos de tiempo variable, basadas directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas, reciben el nombre de «restricciones básicas». Para 60 Hz las cantidades físicas empleadas para especificar estas restricciones son la inducción magnética (B), la densidad de corriente (J).

2.46 Servicios Finales

Son aquellos que proporcionan la capacidad completa para la comunicación entre usuarios, incluidas las funciones de equipo terminal y que generalmente requieren elementos de conmutación.

2.47 Servicios Portadores

Son aquellos que proporcionan a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de una red definidos, usando uno o más segmentos de una red. Estos servicios pueden ser suministrados a través de redes públicas conmutadas o no conmutadas integradas por medios físicos, ópticos y electromagnéticos.

2.48 Servicio de Radiodifusión por Satélite

Es el servicio de radiocomunicación en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general, en las bandas atribuidas al servicio de radiodifusión por satélite. Incluye radiodifusión sonora y radiodifusión de televisión.

2.49 Sistema de Energía Eléctrica

Conjuntos de equipos eléctricos utilizados para la generación, transformación, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica.

⁴ Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 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)

2.50 Sistema de Radiodifusión o Televisión

Es el conjunto de una estación matriz y sus repetidoras que emiten la misma y simultánea programación con carácter permanente.

2.51 Sistema de Radiodifusión Sincrónica en Onda Media

Es el conjunto de estaciones de radiodifusión en onda media que utilizan una frecuencia sincronizada y una fase para transmitir una misma y simultánea programación, con el fin de cubrir el área de servicio autorizada, en forma permanente.

2.52 Subestaciones.

Es un conjunto de equipos de conexión y protección, conductores y barras, transformadores y otros equipos auxiliares que están conectados a una o mas Líneas de Transmisión.

2.53 Tipos de Concesiones de Telecomunicaciones

Son las modalidades de aplic de las concesiones de las telecomunicaciones. Estas incluyen: sistema fijo y móvil terrestre, sistema buscapersonas, sistema fijo y móvil por satélite, provisión de segmento espacial, servicio de espectro ensanchado, sistemas para uso temporal, servicio radio aficionados, servicios de banda ciudadana.

2.54 Valor Eficaz (rms).

Efectos eléctricos son proporcionales a la raíz cuadrada de la medida de la raíz cuadra de una función periódica (concluido un período). Este valor se conoce como el valor eficaz (rms), puesto que es derivado primero ajustando la función, determinando el valor medio de los cuadrados obtenidos, y tomando la raíz cuadrada de ese valor medio. $\sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)}$

2.55 Zona Ocupacional

Es aquella destinada a la realización de actividades laborales, cuyas radiaciones no ionizantes están por debajo de los límites de exposición aplicables a los trabajadores, pero que sobrepasa los límites aplicables de exposición a público en general.

2.56 Zona de Rebasamiento

Se determina zona de rebasamiento cuando la exposición de radiaciones no ionizantes sobrepasa los límites aplicables de exposición a los trabajadores y al público en general.

3 CLASIFICACIÓN

La presente norma es de aplicación para las empresas de generación/autogeneración, transporte, distribución de energía eléctrica, y grandes consumidores.

Esta norma contiene:

- Requerimientos mínimos de seguridad para exposición a campos magnéticos y eléctricos 60 Hz.
 - Disposición generales

- Restricciones básicas y niveles de referencia para exposición ocupacional y poblacional a campos eléctricos y magnéticos (valores rms no perturbados) de 60 Hz.
- Determinación de campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz.
 - Generales
 - Requisitos y métodos de medición
 - Instrumentos de medición
- Delimitación de zonas que superan los niveles de referencia para exposición ocupacional poblacional a campos eléctricos y magnéticos.
- Disposiciones para Radiaciones No Ionizantes Generadas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico (3 KHZ – 300 GHZ)
 - Generales
 - Límites máximos permisibles de radiaciones No Ionizantes generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico (3 kHz – 300 GHz)

4 REQUISITOS

4.1 Requerimientos Mínimos de Seguridad para Exposición a Campos Magnéticos y Eléctricos 60 Hz

4.1.1 Disposiciones Generales

Para las empresas que posean fuentes generadoras de radiaciones no ionizantes de 60 Hz (campos eléctricos y magnéticos), que se encuentren en operación al momento de promulgarse la presente norma deberán:

4.1.1.1 Presentar a CONELEC, como parte de la Auditoria Ambiental anual (establecida en el Art. 37 literal b) del Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas) correspondiente al período posterior a la promulgación de la presente norma, las mediciones de campos eléctricos y magnéticos de todas sus instalaciones, con el verificar el cumplimiento de la presente normativa. El monitoreo de campos eléctricos y magnéticos, incluirá especialmente los sitios donde se observen el efecto acumulativo con otras fuentes de radiaciones no ionizantes de 60 Hz y que se identifique asentamientos humanos en sus proximidades.

4.1.1.2 El CONELEC, una vez analizados los resultados de las mediciones de las campos eléctricos y magnéticos, otorgará un plazo para la adaptación de las instalaciones a la presente normativa, a fin de que los niveles de referencia para exposición a campos magnéticos y eléctricos de 60 Hz, tanto el público general y personal ocupacional se encuentren en niveles iguales o inferiores a los definidos en esta norma.

4.1.1.3 El otorgamiento de estos plazos para cada una de las empresas, quedan supeditados, en cada caso, al criterio de CONELEC en función de los resultados de estudios y evaluaciones que le sean presentados, considerando lo indicado en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria Libro VI Título IV Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Transitoria Tercera⁵.

⁵ **Transitoria Tercera.-** El programa perentorio de cumplimiento, incluye un cronograma y sus plazos para cada acción de prevención, mitigación, remediación o control necesarias para cumplir con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas. Deberá ser aprobado o negado por la entidad

4.1.1.4 El CONELEC en base a los resultados obtenidos establecerá una base de datos de la medición de campos eléctricos y magnéticos de cada una de las empresas, así como mantendrá el control de calidad de la misma.

4.1.1.5 Las empresas, en base a los resultados del monitoreo de campos eléctricos y magnéticos de sus instalaciones, aplicarán un plan de adaptación que incluirá medidas técnicas y administrativas destinadas a evitar que la exposición supere los niveles de exposición establecidos en la presente norma, teniendo en cuenta, en particular:

- a) Otros métodos de trabajo que conlleven una exposición menor a los campos electromagnéticos;
- b) La elección de equipos que generen menos campos electromagnéticos, teniendo en cuenta el trabajo al que se destinan;
- c) Las medidas técnicas para reducir la emisión de los campos electromagnéticos, incluido, cuando sea necesario, el uso de sistemas de bloqueo, el blindaje o mecanismos similares de protección de la salud;
- d) Los programas adecuados de mantenimiento del equipo de trabajo, los lugares de trabajo y los sistemas de puestos de trabajo;
- e) La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;
- f) La limitación de la permanencia a la exposición;
- g) La disponibilidad de equipo adecuado de protección personal.
- h) La señalización en los lugares en que el público en general y el personal ocupacional, puedan estar expuestos a campos electromagnéticos que superen los valores de referencia.

4.1.1.6 Si, a pesar de las medidas adoptadas por la empresa para cumplir lo dispuesto en la presente norma, se superasen los valores de referencia de exposición, la empresa actuará inmediatamente para situar la exposición por debajo de dichos valores, determinará las causas por las que se han superado esos valores y modificará en consecuencia las medidas de protección y prevención para impedir que se vuelvan a superar.

4.1.1.7 Las medidas de protección para los trabajadores incluyen controles de ingeniería y administrativos. Como primer paso deberían iniciarse controles de ingeniería donde sea posible, para reducir las emisiones de campos de los dispositivos a niveles aceptables. Tales controles deben incluir diseños seguros y donde sea necesario el uso de apantallamientos o mecanismos similares de protección. Además, se deberán considerar alternativas técnicas tales como: selección de variantes de ruta, redistribución de conductores, reubicación de asentamientos humanos con sus respectivas indemnizaciones establecidas en las leyes correspondientes.

4.1.1.8 Los controles administrativos incluyen la limitación de acceso, advertencias audibles y visibles, los cuales deberían ser usados en conjunción con controles de ingeniería. Medidas personales de protección tales como ropa apropiada, aunque útiles en ciertas circunstancias, debería ser consideradas como el último recurso para garantizar la seguridad del trabajador.

ambiental de control. Las acciones o medidas podrán, a criterio de la autoridad, ser escalonadas en el tiempo y bajo un principio de gradualidad. Sin embargo, la entidad ambiental de control buscará que los regulados entren en cumplimiento en el menor tiempo que sea económica y técnicamente posible. El plazo máximo para entrar en cumplimiento con el presente reglamento y sus normas técnicas no podrá ser mayor a 5 años

4.1.2 Restricciones básicas y niveles de referencia para exposición ocupacional y poblacional a campos eléctricos y magnéticos (valores rms no perturbados) de 60Hz.⁶

4.1.2.1 Las restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz, para personal ocupacionalmente expuesto -POE- y para público en general -PG-, se establecen en la Tabla N.1

4.1.2.2 Los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz para personal ocupacionalmente expuesto -POE- y para público en general -PG-, están establecidos en la Tabla 2.

4.1.2.3 Los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de líneas de transmisión de alto voltaje, en el límite de la franja de servidumbre, están establecidos en la Tabla 3.

4.1.2.4 La población ocupacionalmente expuesta -POE- consiste de adultos que generalmente están expuestos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes del riesgo potencial y para tomar las protecciones adecuadas.

4.1.2.5 El público en general -PG- comprende a los individuos de todas las edades y de estados de salud variables, y puede incluir grupos o individuos particularmente susceptibles. En muchos casos los miembros del público no están conscientes de su exposición a los campos electromagnéticos.

TABLA 1
RESTRICCIONES BÁSICAS PARA EXPOSICIONES A
CAMPOS MAGNÉTICOS Y ELÉCTRICOS 60 HZ

TIPO EXPOSICIÓN	DENSIDAD DE CORRIENTE PARA CABEZA Y TRONCO (mA/M ²) RMS
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	10
EXPOSICIÓN AL PÚBLICO EN GENERAL	2

Fuente: Comisión Internacional De Protección De Radiaciones No Ionizantes-ICNRIP- 1998 Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz)

TABLA 2
NIVELES DE REFERENCIA PARA LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS DE 60 HZ

TIPO EXPOSICIÓN	INTENSIDAD CAMPO ELÉCTRICO (E) (V M ⁻¹)	INTENSIDAD CAMPO MAGNÉTICO (H) (A M ⁻¹)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (B) (μT)
PG	4 167	67	83
POE	8 333	333	417

Fuente: Comisión Internacional De Protección De Radiaciones No Ionizantes-ICNRIP- 1998 Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz)

Notas:

⁶ **International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection E.V.** Recomendaciones Para Limitar La Exposición A Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz) 1998.

PG - Público en General

POE - Personal Ocupacionalmente Expuesto

TABLA 3

**NIVELES DE REFERENCIA PARA LIMITAR LA EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES 60 Hz
PARA LÍNEAS DE ALTA DE TENSIÓN MEDIDOS EN LIMITE DE SU FRANJA DE SERVIDUMBRE**

NIVEL DE VOLTAJE (kV)	INTENSIDAD CAMPO ELÉCTRICO (E) ($V\ m^{-1}$)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (B) (μT)	ANCHO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE (M)
230	4 167	83	30
138	4 167	83	20
69	4 167	83	16

Fuente: Comisión Internacional De Protección De Radiaciones No Ionizantes-ICNRIP- 1998 Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz)

4.1.3 Determinación de campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60Hz**4.1.3.1 General**

Para demostración de cumplimiento con la presente norma de radiaciones no ionizantes para sistemas de distribución y transmisión de energía eléctrica, los equipos, métodos y procedimientos de medición de radiaciones no ionizantes deberán cumplir requisitos técnicos mínimos, establecidos a continuación.

4.1.3.1.1 Para medir las radiaciones no ionizantes se deberán considerar los sitios ubicados a lo largo de la línea de transmisión, que se encuentren cercanos a viviendas o asentamientos humanos.

4.1.3.1.2 Los sitios que hayan sobrepasado los límites máximos de radiaciones no ionizantes para público en general y personal ocupacionalmente expuesto, deberán tener un Plan de Manejo Ambiental. El Plan de Manejo Ambiental deberá contemplar las medidas de ingeniería y administrativas necesarias para reducir la exposición a las radiaciones no ionizantes, presentadas en las secciones 4.2.1.4 y 4.2.1.5 de la presente norma, además el Plan deberá incluir un programa de monitoreo con las frecuencias de las mediciones de RNI.

4.1.3.2 Requisitos y métodos de medición

4.1.3.2.1 La medición de los campos magnéticos se ejecutarán siguiendo los procedimientos establecidos en el estándar ANSI/IEEE 644-1994 Procedimientos Estándar para Medición de Campos Eléctricos y Magnéticos desde Líneas de Transmisión de Corriente Alterna⁷. El estándar establece los procedimientos para medir campos eléctricos y magnéticos desde líneas de transmisión de corriente alterna, así como las características técnicas de los instrumentos de medición. (Ver Apéndice 1)

4.1.3.2.2 Para las actividades de control y seguimiento del CONELEC, se considerará todo lo establecido en el estándar ANSI/IEEE 644-1994 Procedimientos Estándar para Medición de Campos Eléctricos y Magnéticos desde Líneas de Transmisión de Corriente Alterna

4.1.3.2.3 Para la medición y/o cálculo de campos eléctricos y magnéticos provenientes de otro tipo de fuentes, tales como generadores, transformadores, disyuntores, pararrayos,

⁷ ANSI/IEEE Standar3d Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines.1994

capacitores, u otros equipos eléctricos, dado que no existen normas que regulen todas la situaciones de medición y calculo pertinentes, podrán utilizarse otras normas o directrices que posean base científica para evaluar, medir y/o calcular los referidos campos y determinar la exposición correspondiente. Los cuales previamente deberán ser dados a conocer a CONELEC para su aceptación.

4.1.3.3 Instrumentos de medición

4.1.3.3.1 Las características de los instrumentos de medición de campos eléctricos y magnéticos están establecidos en el estándar ANSI/IEEE 644-1994 Procedimientos Estándar para Medición de Campos Eléctricos y Magnéticos desde Líneas de Transmisión de Corriente Alterna⁸. En el Apéndice 1, se presenta un extracto de la norma traducida al español.

4.1.4 Delimitación de zonas que superan los niveles de referencia para exposición Ocupacional Poblacional a Campos Eléctricos y Magnéticos

4.1.4.1.1 Las zonas de exposición poblacional y ocupacional serán determinadas como resultado de los monitoreos de campos eléctricos y magnéticos realizados por las respectivas empresas y de las actividades de seguimiento ambiental que ejerza CONELEC.

La señalización estaría dispuesta tomando en cuenta los siguientes tipos de zonas:

- Zona de rebasamiento Poblacional
- Zona de rebasamiento Ocupacional

4.1.4.1.2 Zona de Rebasamiento Ocupacional

- a) La señalización de ingreso a la Zona Ocupacional, debe estar visible tanto al público como al operario de la instalación eléctrica correspondiente.
- b) Si está dentro de una zona ya delimitada físicamente, se debe ubicar la señalización a la entrada de dicha zona.
- c) Se debe demarcar la zona de acuerdo al área donde se implantarán vallas que permitan el acceso únicamente al operario.
- d) En la Figura 3 se presenta la señalización de advertencia para zona de ocupacional.

4.1.4.1.3 Zona de Rebasamiento Poblacional

- a) La señalización de ingreso a la Zona de Rebasamiento debe estar visible al público que se encuentre en las cercanías de la instalación eléctrica correspondiente.
- b) Los paneles de señalización deberán estar dispuestos en el límite de la zona de Rebasamiento.
- c) En la Figura 4 se presenta la señalización de advertencia para zona de rebasamiento.

⁸ ANSI/IEEE Standar3d Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines.1994

4.1.4.1.4 Señalización de Advertencia

El panel de señalización deberá tener las siguientes características:

- a) Forma rectangular (30,5cm x 46cm)
- b) Con los bordes redondeados.
- c) Incluir perforaciones a conveniencia para fines de un montaje adecuado.
- d) Contar con una protección ultra violeta (UV), a fin de aumentar su vida útil en ambientes exteriores.

4.2 Disposiciones para radiaciones no ionizantes generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico (3 kHz - 300 GHz)

4.2.1 Generales

4.2.1.1 Los deberes, derechos y obligaciones establecidos en la presente norma se aplicarán al uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico (3KHz-300GHz)

4.2.1.2 La presente norma es aplicable para las frecuencias utilizadas para los Sistemas y Servicios de Radiodifusión y Televisión, bajo la administración de CONARTEL y para las frecuencias del espectro electromagnético para Telecomunicaciones, bajo la administración de CONATEL y las frecuencias necesarias para el Servicio Móvil Marítimo son prestadas, explotadas y controladas por la Armada Nacional.

4.2.1.3 La presente norma no se aplica la exposición producida por el uso de teléfonos móviles u otros dispositivos radiantes utilizados en proximidad inmediata al cuerpo humano y a la corriente de contacto debida a objetos conductivos irradiados por un campo electromagnético.

4.2.1.4 Los concesionarios y/o las estaciones de radiodifusión y televisión, y los concesionarios de telecomunicaciones, deberán presentar a la Superintendencia de Telecomunicaciones los resultados que se obtengan de los programas de medición de radiaciones no ionizantes.

4.2.1.5 La frecuencia de las mediciones se establecerán de acuerdo a los hallazgos de las Auditorías Ambientales, y/o serán establecidos por la Superintendencia de Telecomunicaciones.

4.2.1.6 La Superintendencia de Telecomunicaciones establecerá una base de datos con los resultados de las mediciones de radiaciones no ionizantes de cada uno de los concesionarios y/o las estaciones de radiodifusión y televisión bajo su control, así como establecerá los procedimientos de mantenimiento y de control de calidad de la misma.

4.2.1.7 Las medidas de protección para los trabajadores incluyen controles de ingeniería y administrativos. Como primer paso deberían iniciarse controles de ingeniería donde sea posible, para reducir las emisiones de campos de los dispositivos a niveles aceptables. Tales controles deben incluir diseños seguros y donde sea necesario el uso de apantallamientos o mecanismos similares de protección.

4.2.1.8 Los controles administrativos incluyen la limitación de acceso, advertencias audibles y visibles, los cuales deberían ser usados en conjunción con controles de ingeniería. Medidas personales de protección tales como ropa apropiada, aunque útiles en ciertas circunstancias, debería ser consideradas como el último recurso para garantizar la seguridad del trabajador.

4.2.2 Límites máximos permisibles de radiaciones No Ionizantes generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico (3 kHz - 300 GHz)

4.2.2.1 Para efectos de cumplimiento de los límites máximos permisibles de exposición a radiaciones no ionizantes generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, se

seguirá con los Anexos del Reglamento de Protección de Radiaciones No Ionizantes generadas por el uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, emitida mediante resolución CONATEL 01-01-2005.

4.2.2.2 En el Apéndice 2 de la presente norma, se presentan una transcripción de los siguientes anexos del Reglamento de Protección de Radiaciones No Ionizantes generadas por el uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, emitida mediante resolución CONATEL 01-01-2005.

- Límites máximos de exposición por estación radioeléctrica fija (3 kHz - 300GHz)
- Nivel de exposición simultánea por efecto de múltiple fuentes (3 kHz - 300GHz)
- Procedimientos de medición para radiaciones no ionizantes provenientes de frecuencias del espectro radioeléctrico (3 kHz - 300GHz).
- Formulario para presentar informe técnico de inspección de emisiones de RNI (3 kHz - 300GHz)
- Cálculo para el estudio técnico de emisiones de RNI (3 kHz - 300GHz) (Cálculo de distancia de seguridad)
- Delimitación de las zonas que superan los límites de emisiones de RNI (3 kHz - 300GHz)
- Señalización de advertencia (3 kHz - 300GHz)

5 BASES PARA LA NORMA

Agência Nacional de Telecomunicações - Brasil. Resolução No 303 Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz, 2 de julho de 2002.

ANSI/IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines, 1994.

The Australian Communications Authority Radiocommunications (Electromagnetic Radiation - Human Exposure Standard) 2003.

Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency -ARPANSA -Maximun Exposure levels to radiofrequency fields, 3kHz - 300 GHz, Mayo 2002.

Comisión Internacional De Protección De Radiaciones No Ionizantes-ICNRIP- Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz) 1998.

CONATEL www.conatel.gov.ec

CONARTEL, www.conartel.gov.ec

CONELEC, www.conelec.gov.ec

Federal Communications Commission U.S.A.- 47 CFR Parts 1, 2, 15, 24 And 97 Guidelines For Evaluating The Environmental Effects Of Radiofrequency Radiation -(ET Docket No. 93-62; FCC 96-326).

Institute of Electical and Electronic Engineers -IEEE- IEEE Std C95.1 IEEE Standard for Safety Levels with Respecto to Human Exposure toRadio Frequecy Electromagnetic Fields (3 kHz - 300 GHz) 1999.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú- Decreto Supremo No. 038-2003 Establecen Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones.

National Health and Medical Research Council (Australian) - Interim Guidelines on Limits of Exposure to 50/60 Hz Electric and Magnetic Fields. December 1989.

Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (CMSUE) relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) 12 de julio de 1999.

REPUBLICA DEL ECUADOR. Ley de Régimen del Sector Eléctrico, R.O. No. 43 - Octubre 10, 1996.

REPUBLICA DEL ECUADOR. Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico Suplemento, R.O. No. 182 - Octubre 28 de 1997.

REPUBLICA DEL ECUADOR. Reformase el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del sector Eléctrico, R.O. No. 202 - Noviembre 26, 1997. Suplemento R.O. No. 191 - Noviembre 11, 1997.

REPUBLICA DEL ECUADOR. Ley Reformativa a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico. Suplemento, RO No. 227 - Enero 2, 1998. Suplemento R.O. No. 261 - Febrero 19, 1998.

REPUBLICA DEL ECUADOR. Reglamento de concesiones, permisos y licencias para la prestación del servicio de energía eléctrica Suplemento R.O. No. 290 - Abril 3, 1998.

REPUBLICA DEL ECUADOR. Reformase el Reglamento Constitutivo del Consejo de Modernización del Sector Eléctrico, COMOSEL 337. Suplemento R.O. No. 376 - Agosto 5, 1998.

REPUBLICA DEL ECUADOR. Ley de Gravámenes y Derechos tendientes a obras de electrificación (imposición de servidumbre para obras de electrificación). R.O. No. 472 - Noviembre 28, 1977.

REPUBLICA DEL ECUADOR. Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas R. O. 396 - 23 de Agosto del 2001.

U.S. Department of Health and Public Services, Manual for Measuring Occupational Electric and Magnetic Field Exposure, October 1998.

Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, Recomendación UIT-T-K52 Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, Febrero 2002.

APÉNDICE 1**PROCEDIMIENTOS PARA MEDICIÓN DE INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO Y
MAGNÉTICO
PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ALTA TENSIÓN****A. CONSIDERACIONES**

Esta es una traducción al español de un extracto de la norma IEEE 644 Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields From AC Power Lines -1994. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente estándar, en cualquier forma, sin permiso de la editorial. Para las actividades de control y seguimiento del CONELEC, se deberá considerar todo lo indicado en la norma IEEE 644 - 1994.

B. PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO**B.1 Procedimiento para medición de Intensidad de Campo Eléctrico en las cercanías de las líneas de transmisión**

La intensidad de campo eléctrico debajo de una línea de transmisión deberá medirse a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo. Las mediciones a otras alturas de interés, deberán indicarse de manera explícita.

La sonda del medidor de intensidad de campo eléctrico deberá estar orientada para leer la componente vertical de la Intensidad de Campo Eléctrico (E). Esta cantidad es comúnmente utilizada para caracterizar los efectos de inducción en objetos cercanos al nivel del suelo.

La distancia entre el medidor de intensidad de campo eléctrico y el operador deberá ser de por lo menos 2,5 metros. Esta distancia reducirá los efectos de proximidad (sombra de E) entre el 1,5% y 3%, considerando un operador de 1,8 metros de altura.

Sin embargo, donde amplios efectos de proximidad sean considerados como aceptables, la distancia del operador puede reducirse. En estos casos, la distancia deberá explícitamente anotarse. El cinco por ciento del efecto de proximidad ocurre cuando el operador se encuentra alejado del medidor, a una distancia entre 1,8 metros y 2,1 metros. El valor actual del efecto de proximidad, dependerá de la geometría de la combinación operador-medidor-línea de transmisión.

Debido a que el operador está normalmente cerca al potencial de tierra, los efectos de proximidad indicados previamente pueden ser considerados como típicos. Durante la ejecución de la medición, el operador podrá introducir menor perturbación, cuando se encuentre ubicado en la región de menor intensidad de campo eléctrico.

Las sondas de los medidores de Intensidad de Campo Eléctrico diseñadas con asimetrías pueden cambiar la dirección del eje eléctrico en relación con el eje vertical aparente. Las mediciones realizadas con este tipo de instrumento pueden ser más o menos inmune a la proximidad del operador. En tales casos, el efecto de proximidad del operador puede ser cuantificado antes de utilizar el medidor de intensidad de campo eléctrico. Los efectos de proximidad que se encuentren en exceso a los indicados anteriormente, deberán ser reportados.

Para proporcionar una mayor descripción de la intensidad de campo eléctrico en un punto de interés, se deberán medir el mayor y menor valor de intensidad de campo en esa posición, ambos en el plano del campo elíptico.

En condiciones ideales donde las líneas de transmisión son horizontales y la superficie del suelo lisa, el plano de la elipse es perpendicular a la dirección de los conductores. Para realizar mediciones en el plano de la elipse, el operador del medidor de campo deberá ubicarse paralelo a los conductores. Se deberá rotar el medidor alrededor del sitio de medición, hasta determinar los valores máximo y mínimo de las componentes de campo con sus correspondientes direcciones.

La distancia entre el medidor y objetos no permanentes deberá por lo menos tres veces la altura del objeto de manera de medir los valores no perturbados de campo. La distancia entre el medidor y objetos permanentes deberá ser 1 metro o más para asegurar suficiente exactitud en la medición del ambiente perturbado del campo.

B.2 Perfil Lateral

El perfil lateral de la Intensidad de Campo Eléctrico en un punto de interés a lo largo de un tramo de la línea de transmisión, deberá medirse en intervalos seleccionados, en una dirección normal a la línea, a 1 metro sobre el nivel del suelo. (ver Figura 1 y Figura 2)

Las mediciones de los perfiles laterales deberán empezar desde el centro de la línea en el área de interés y deberán realizarse a una distancia lateral de por lo menos 30 metros de la ubicación del último conductor.

Por lo menos cinco mediciones espaciadas de igual manera, deberán realizarse debajo de los conductores. Es recomendable que el perfil sea graficado en el campo para determinar si se ha obtenido un detalle adecuado de la intensidad de campo eléctrico.

Una medición del perfil completo podría iniciarse en la región de interés más allá de la ubicación del último conductor y avanzar progresivamente hasta el lado opuesto de la franja de servidumbre. Algunas mediciones finales se deberán realizar en algunos puntos intermedios, para obtener indicaciones en relación a cambios en la altura de la línea, carga o voltaje, ocurridos durante la ejecución de la medición. La hora de la medición deberá registrarse periódicamente en la hoja de datos para facilitar una revisión posterior de los datos recogidos con los registros de voltajes de línea y datos de carga de las subestaciones.

B.3 Perfil Longitudinal

El perfil longitudinal de la intensidad de campo deberá medirse donde el campo es el mayor a mitad del tramo de línea de transmisión o en otros puntos de interés, determinados en el perfil lateral, paralelo a la línea de transmisión y un metro sobre el nivel del suelo.

Las mediciones del perfil longitudinal deberán realizarse al menos en 5 incrementos consecutivos separados de igual manera, desde un punto en la mitad del tramo de la línea de transmisión en ambas direcciones para una distancia total equivalente a un tramo de la línea.

C. PROCEDIMIENTOS PARA MEDICIONES DE CAMPOS MAGNÉTICOS**C.1 Procedimiento para medición de campos magnéticos en las cercanías de las líneas de transmisión**

Los campos magnéticos bajo la línea de transmisión deberán ser medidos a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo. Las mediciones a otras alturas de interés deberán estar explícitamente indicadas. Los medidores de campos con sondas de un solo eje deberán orientarse hasta detectar la lectura de mayor valor. Alternativamente, los medidores de campo con sondas de tres ejes pueden usarse para medir la resultante del campo magnético (valor eficaz, rms). Las componentes verticales y horizontales de campo pueden medirse cuando sea requerida ya sea por comparación con cálculos o por cálculos de los efectos de inducción en cercas, etc. En todos los casos, cuando se reporten los resultados de las mediciones, las cantidades a ser reportadas deberán estar claramente indicadas. (por ejemplo, el máximo campo magnético, la resultante de campo magnético)

Debe tomarse en cuenta que la resultante de campo magnético BR, es igual al valor eficaz (rms) de la densidad de flujo magnético, independiente de las fases de las componentes ortogonales.

En casos donde el campo magnético permanece relativamente constante, puede utilizarse un medidor de un solo eje para determinar la resultante de campo magnético mediante la medición de las componentes horizontal y vertical del campo y combinar ambas de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$B_R = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

Si las señales desde de unas de las sondas individuales de un medidor de tres ejes pueden detectarse, entonces una de las sondas puede rotarse para determinar el máximo campo.

El operador deberá estar cerca de la sonda. Para medir los campos no perturbados, los objetos no permanentes que contienen materiales magnéticos o conductores no magnéticos deberán estar alejados del punto de medición por lo menos a una distancia equivalente a tres veces la dimensión del mayor objeto.

Para obtener mediciones precisas en un ambiente de campo perturbado, la distancia entre la sonda y los objetos magnéticos permanentes deberá ser por lo menos un metro.

Para obtener una descripción completa de los campos magnéticos en un punto de interés, deberá medirse los campos máximos y mínimos con sus orientaciones en el plano del campo elíptico.

C.2 Perfil Lateral

Deberán seguirse los procedimientos de medición de intensidad de campo eléctrico.

C.3 Perfil Longitudinal

Deberán seguirse los procedimientos de medición de intensidad de campo eléctrico.

D. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

D.1. Medidores de Intensidad de Campos Eléctricos

Existen dos tipos de medidores para la medición de intensidad de campo eléctrico, desde las líneas de transmisión de alta tensión AC:

- **Medidores de Cuerpo Libre (Free-Body)** : Mide la corriente inducida de estado estacionario o carga oscilante entre dos mitades de un cuerpo conductivo aislado, el cual se encuentra ante la presencia de un campo eléctrico.

Los medidores de cuerpo libre son recomendables para mediciones de investigación porque son portátiles y permiten realizar mediciones sobre el nivel del suelo, además no requieren de niveles de referencia del suelo. Este tipo de medidor es recomendable para la ejecución de mediciones en las cercanías de líneas de transmisión.

- **Medidores de Referencia de Tierra:** Mide las corrientes de tierra desde una sonda plana introducida dentro de una campo eléctrico.

Las técnicas de medición presentadas en la presente norma, solamente contemplan la utilización de medidores de cuerpo libre.

Los medidores utilizados para caracterizar campos eléctricos provenientes de radiofrecuencias no deben utilizarse para mediciones de campos eléctricos de líneas de transmisión AC.

D.2. Medidores de Campos Magnéticos

Los medidores de campos magnéticos consisten de dos partes: la sonda o elemento sensor del campo, y el detector. El detector procesa las señales captadas por la sonda e indica los valores eficaces (rms) del campo magnético en un visualizador digital o analógico.

Los medidores de campos magnéticos miden las componentes de los vectores oscilantes (linealmente polarizados) o vectores giratorios (elíptica o circularmente polarizados) de los campos magnéticos que se encuentran perpendiculares al área de la sonda.

Los medidores de campos magnéticos, utilizados en líneas de transmisión AC, son:

- **Medidores de Un Solo Eje:** Las sondas de estos tipos de medidores consisten de un rollo de hilo eléctricamente apantallado. Estos medidores han sido utilizados en combinación con medidores de voltaje como detectores de campos magnéticos desde líneas de transmisión AC.
- **Medidores de Tres Ejes:** Las sondas de estos tipos de medidores consisten de tres cables ortogonalmente orientados, que simultáneamente miden los valores eficaces (rms)de los componentes espaciales y los combina para registrar la resultante de campo magnético.

E. REPORTE DE LAS MEDICIONES

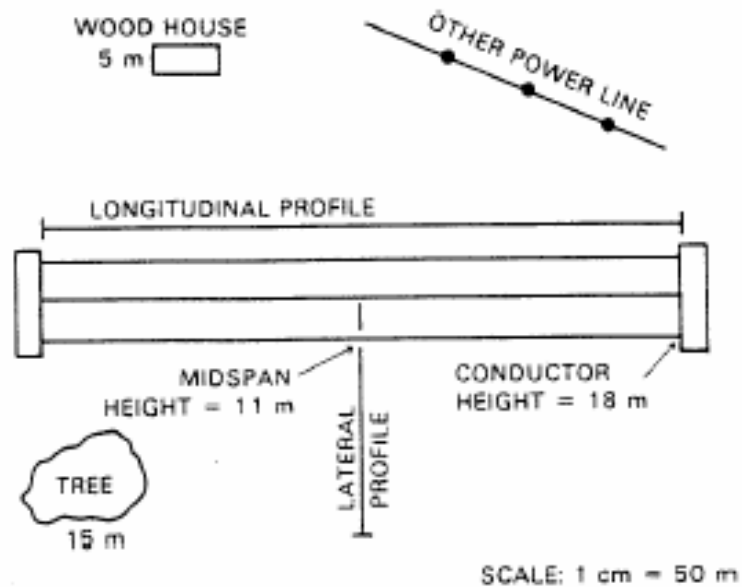
En la tabla 1 se presenta un listado de los datos que pueden incluirse en el reporte de mediciones de intensidades de campos eléctricos e intensidades de campos magnéticos. Estos datos incluye, entre otros: condiciones ambientales (temperatura, humedad) parámetros de la

línea de transmisión (voltaje de línea, corrientes, geometría de los conductores), equipos de medición utilizados.

TABLA 1
HOJA DE DATOS DE CAMPO

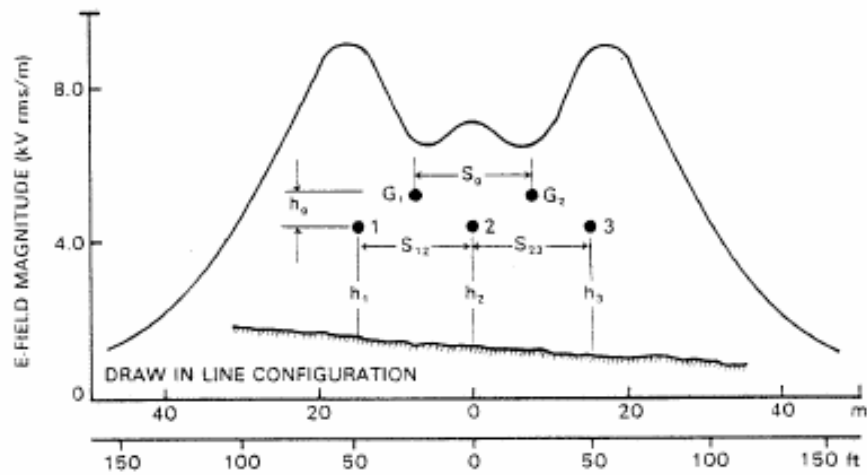
A) Voltaje de Línea (kV) / Corriente de Línea (A)
1. Nominal
2. Actual
B) Conductores de Línea y Cables Aéreos
1. Tipo
2. Diámetro (cm)
3. Altura (m)
4. Relación de fase de los conductores
5. Diagrama esquemático de la línea
C) Condiciones Atmosféricas
1. Temperatura
2. Humedad Relativa
3. Presión Barométrica Pascal (Pa)
4. Velocidad del viento (m/s)
5. Despejado, lluvia, otros
D) Torres
1. Metal
2. Madera
3. Otros
4. Esquema con dimensiones
E) Harmónicas
1. Contenido, porcentaje
2. Naturaleza de la fuente, por ejemplo: industrial
3. Distancia a la fuente (m)
F) Número de Mediciones
G) Instrumento de Medición
1. Tipo de Medidor
a) Fabricante
b) Modelo
2. Sonda y Circuito Acondicionador de Señal
a) Descripción (Dibujo)
b) Dimensiones
c) Circuito Equivalente
d) Respuesta de Frecuencia
e) Característica Direccional
f) Intensidad de Campo Corona de Inicio
g) Efectos de
1. Campos eléctricos y magnéticos
2. Temperatura
3. Humedad
h) Características de las Lecturas (rms, etc)
i) Exactitud y Sensibilidad
3. Dispositivos
a) Longitud
b) Características Eléctricas
4. Cables Conectores (Si el circuito acondicionador de señal es separado de la sonda)
a) Longitud
b) Tipo
5. Información de Calibración (breve descripción)

FIGURA 1
MEDICIÓN PERFIL LATERAL
CONFIGURACIÓN TÍPICA CON ALTURAS DE OBJETOS PERMANENTES



Fuente: IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields From AC Power Lines --1994

FIGURA 2
MEDICIÓN DE PERFIL LATERAL
COMPONENTE VERTICAL DE INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO
EN UN PUNTO DE UN TRAMO DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN



NOTE—The symbols (h_1 , S_{12} , etc.) represent conductor heights and spacings.

Fuente: IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields From AC Power Lines -1994

FIGURA 3
SEÑALIZACIÓN ZONA REBASAMIENTO POBLACIONAL



FIGURA 4
SEÑALIZACIÓN ZONA DE REBASAMIENTO OCUPACIONAL



APÉNDICE 2
DISPOSICIONES PARA FUENTES DE RADIOCOMUNICACIONES

A. LÍMITES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN PARA FUENTES DE RADIOCOMUNICACIONES

TABLA 1
LÍMITES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN
PARA FUENTES DE RADIOCOMUNICACIONES (3 kHz- 300 GHz)

TIPO DE EXPOSICIÓN	RANGO DE FRECUENCIA	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO E (V/M)	INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO H (A/M)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (μ T)	DENSIDAD DE POTENCIA DE ONDA PLANA EQUIVALENTE S (W/M ²)
Ocupacional	3 – 65 kHz	610	24.4	30.7	
	0.065 – 1 Mhz	610	1.6 / f	2.0 / f	
	1 –10 Mz	610 / f	1.6 / f	2.0 / f	
	10 – 400 MHz	61	0.16	0.2	10
	400 – 2 000 MHz	3 f ¹ / ₂	0.008 f ¹ / ₂	0.01 f ¹ / ₂	f / 40
	2 –300 GHz	137	0.36	0.45	50
Público General	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	0.073	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	0.2	10

Fuente: Comisión Internacional De Protección De Radiaciones No Ionizantes-ICNRI- 1998 Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz)

Notas:

- a) Los valores límites señalados en esta tabla corresponden a valores eficaces (RMS) sin perturbaciones.
- b) f es la magnitud de la frecuencia indicada en la columna rango de frecuencias; se deben omitir las unidades al momento de hacer el cálculo del límite respectivo.
- c) Para las frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, el periodo de tiempo en el que se debe realizar la medición será de 6 minutos.
- d) Para las frecuencias superiores a 10 GHz; el periodo de tiempo en el que se debe realizar la medición será 68/f ^{1.05} minutos.

B. NIVEL DE EXPOSICIÓN SIMULTÁNEA POR EFECTOS DE MÚLTIPLES FUENTES

Para el cálculo de los Niveles de Exposición Simultánea por Efecto de Múltiples Fuentes se debe aplicar las siguientes ecuaciones en función de los rangos de frecuencia:

Frecuencia entre 3 kHz y 10 MHz

Para campo eléctrico:

$$\sum_{i=3\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{i,j}} + \sum_{i>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad (1)$$

Para campo magnético:

$$\sum_{j=3\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \frac{H_j}{H_{j,j}} + \sum_{j>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1 \quad (2)$$

Donde:

E_i : Es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i (usando un medidor de banda angosta).

E_{L,i} : Es el límite de referencia de intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i (Tabla No. 1, del presente Apéndice).

H_j: Es la intensidad de campo magnético a la frecuencia j (usando un medidor de banda angosta).

H_{L,j}: Es el límite de referencia de intensidad de campo magnético a la frecuencia j (Tabla No. 1, del presente Apéndice).

a : Es 610 V/m para exposición ocupacional y 87 V/m para exposición poblacional.

b : Es 24,4 A/m para exposición ocupacional y 5 A/m para exposición poblacional.

Frecuencia entre 10 MHz y 300 GHz

- Para campo eléctrico:

$$\sum_{f=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{f>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{i,f}} \right)^2 \leq 1 \quad (3)$$

- Para campo magnético:

$$\sum_{f=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{f>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{j,f}} \right)^2 \leq 1 \quad (4)$$

Donde

E_i: Es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i (usando un medidor de banda angosta).

E_i, i: Es el límite de referencia de intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i (Tabla No. 1, del presente apéndice)

H_j: Es la intensidad de campo magnético a la frecuencia j (usando un medidor de banda angosta)

H_j, j: Es el límite de referencia de intensidad de campo magnético a la frecuencia j (Tabla No. 1, del presente apéndice)

c: Es 610/f V/m (f en MHz) para exposición ocupacional y 87/f_{1/2} V/m para exposición poblacional.

d: Es 1,6/f A/m (f en MHz) para exposición ocupacional y 0,73/f para exposición poblacional.

Nota:

Si el rango de frecuencias se establece entre 100 kHz y 10 MHz, se debe calcular el nivel de exposición porcentual con las ecuaciones (1)-(3) ó (2)-(4).

C. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE RADIACIONES NO IONIZANTES PARA FUENTES DE RADIOCOMUNICACIONES (3 KHZ - 300 GHZ)

C.1 General

Las radiaciones no ionizantes para fuentes de radiocomunicaciones (3kHz - 300 GHz) serán determinadas entre otros en base de los siguientes instrumentos:

- De banda ancha: Medidores isotrópicos de radiación.
- De banda angosta: Medidores de campo o analizadores de espectro y juego de antenas calibradas para los distintos rangos de medición.

Los instrumentos y sondas o antenas empleados deberán poseer certificado de calibración, extendido por un laboratorio acreditado en el país de origen del instrumento, vigente a la fecha de la medición

C.2 Procedimiento de Medición

1. Como paso previo a la medición se llevará a cabo un levantamiento visual del lugar de instalación del sistema irradiante, y se tomarán fotografías para dar una vista panorámica del entorno de la antena considerada.
2. Se deberá efectuar la medición en los puntos accesibles al público donde la misma sea prácticamente realizable.
3. A efectos de evitar posibles acoplamientos capacitivos, los puntos de medición deben encontrarse a una distancia no inferior a 20 cm de cualquier objeto.
4. Se calculará el punto de frontera entre el campo cercano y el campo lejano al fin de medir:
 - En el campo lejano el campo eléctrico E o el campo magnético H
 - En el campo cercano el campo eléctrico E y el campo magnético H.

Considerando que el punto de frontera está dado por el máximo entre:

$$\text{Max} (3 \lambda; 2 D^2 / \lambda)$$

Donde:

D: Es el diámetro de la antena. (m)

λ : Longitud de onda. (m)

C.3 Método de Medición

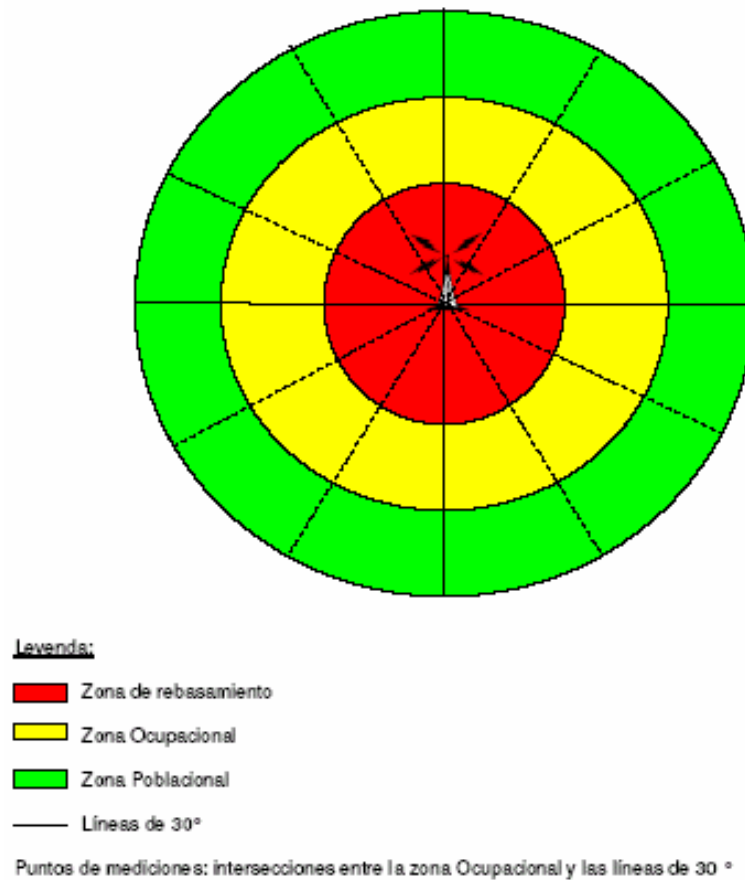
1. El encargado de realizar las medidas correspondientes deberá colocarse en el límite del cálculo teórico de la zona ocupacional y la zona poblacional, (que sea físicamente realizable), cubriendo un área radial cada 30 grados.
2. Si el resultado de la medición es superior al establecido en el artículo 5 del presente Reglamento, se deberá continuar midiendo hasta encontrar el punto que permita cumplir con los límites establecidos.
3. Para cada uno de los radiales deberá cubrirse lo establecido en el punto 1, del presente procedimiento.
4. Se repetirán lo indicado en los numerales 1, 2 y 3 del presente procedimiento, al fin de determinar la zona de rebasamiento.
5. Una vez establecidos y cumplidos los límites máximos de exposición se procederá con levantamiento de la señalización que sea visible al público en general y a los operarios en el caso de la zona de rebasamiento.

C.4 Disposiciones para las Mediciones de Radiaciones No Ionizantes

1. En aquellos casos en los que el responsable técnico de la Autoridad Ambiental de Control, considere que los puntos precedentes no se ajusten para la medición, dadas las características de la instalación y funcionamiento, podrá determinar otros puntos de medición, aclarando en el informe correspondiente las justificaciones del caso.
2. Los puntos de medición deberán quedar perfectamente definidos sobre el croquis a presentar en el informe técnico de inspección, con el fin de permitir la realización de controles periódicos.

3. En los casos que corresponda, las mediciones se realizarán en las horas de mayor tráfico, para lo cual el concesionario deberá poner a disposición de la Autoridad Ambiental de Control la información que requiera.

FIGURA 1
ESQUEMA DE LAS ZONAS



Fuente: Anexo 3 del Reglamento de Protección de Radiaciones No Ionizantes generadas por Frecuencias del Espectro Radioeléctrico

D. REGISTRO DE MEDICIONES

Los registros de mediciones de radiaciones no ionizantes provenientes de fuentes de radiocomunicaciones deberán presentarse conforme al formulario para presentar informe técnico de inspección de emisiones de RNI (3 kHz - 300GHz)

D1. Formulario para presentar el informe técnico de inspección de emisiones de RNI

MA	FORMULARIO PARA EL INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN DE EMISIONES DE RNL				RNI-I1-1
					Fecha:
1) USUARIO:					
Nombre de la Empresa:					
Dirección:					
2) UBICACIÓN DEL SITIO					
Provincia:	Ciudad/Cantón:	Localidad:	Latitud:	Longitud:	
3) DESCRIPCIÓN GENERAL Y CONDICIONES PARTICULARES					
4) PERSONAS PRESENTES DURANTE LA MEDICIÓN:					
Nombres:		Apellidos:		Cargo:	
5) CÁLCULO DE PIRE:					
Potencia Máxima del Equipo (W)		Ganancia Máxima de la Antena		Valor de PIRE (W)	
6) ESTACIÓN(ES) DE TX/RX VISIBLE(S) ALREDEDOR DEL SITIO DE MEDICIÓN:					
Distancia					
inferior a 50 m					
de 50 a 100m					
de 100 a 200 m					
de 200 a 1 000 m					
Adjuntar fotos que permitan una vista panorámica del entorno de la(s) antena(s). (con fecha)					
7) DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS:					

MA	FORMULARIO PARA EL INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN DE EMISIONES DE RNL			RNI-I1-1
				Fecha:
Rangos de Frecuencias:				
EQUIPOS DE MEDICIÓN				
Fabricante (Marca)		Tipo	Número de Serie	Fecha de Calibración
8) INFORME TÉCNICO DE LAS MEDICIONES REALIZADAS				
Fecha de Medición:		Hora de inicio:	Hora de finalización:	Observaciones:
9) CROQUIS DE LA INSTALACIÓN CON LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN:				

MA	FORMULARIO PARA EL INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN DE EMISIONES DE RNL		RNI-I1-3
			Fecha:
EMISIÓN			
Ubicación del punto de medición	Latitud (°) (') (") (S o N)	Longitud (°) (') (") (S o N)	Altura de la medición d(m)
Pto. 1			
Pto. 2			
Pto. 3			
Pto. 4			
Pto. 5			
Pto. 6			
Pto. 7			
Pto. 8			
Pto. 9			
Pto. 10			
Pto. 11			
Pto. 12			
INMISIÓN			
Ubicación del punto de medición	Latitud (°) (') (") (S o N)	Longitud (°) (') (") (S o N)	Altura de la medición d(m)
Pto. 1			
Pto. 2			
Pto. 3			
Pto. 4			
Pto. 5			
Pto. 6			
Pto. 7			
Pto. 8			
Pto. 9			
Pto. 10			
Pto. 11			
Pto. 12			

MA		FORMULARIO PARA EL INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN DE EMISIONES DE RNI			RNI-I1-3	
					Fecha:	
10) TABLA DE VALORES MEDIDOS PARA LA EMISIÓN						
Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo Eléctrico E (V/m)	Campo Magnético H (A/m)	Densidad de Potencia (W/m)	Altura de la medición d(m)
	Frecuencia máxima	Frecuencia mínima				Observaciones
Pto. 1						
Pto. 2						
Pto. 3						
Pto. 4						
Pto. 5						
Pto. 6						
Pto. 7						
Pto. 8						
Pto. 9						
Pto. 10						
Pto. 11						
Pto. 12						
11) TABLA DE VALORES MEDIDOS PARA LA INMISIÓN						
Ubicación del punto de medición	Frecuencias de operación (MHz)		Campo Eléctrico E (V/m)	Campo Magnético H (A/m)	Densidad de Potencia (W/m)	Altura de la medición d(m)
	Frecuencia máxima	Frecuencia mínima				Observaciones
Pto. 1						
Pto. 2						
Pto. 3						
Pto. 4						
Pto. 5						
Pto. 6						
Pto. 7						
Pto. 8						
Pto. 9						
Pto. 10						
Pto. 11						
Pto. 12						

E. CÁLCULO DE DISTANCIA DE SEGURIDAD DE EMISIONES PARA FUENTES DE RADIOCOMUNICACIONES (3 KHZ - 300 GHZ)

1. A partir del peor de los casos se establece la densidad de potencia de la onda plana equivalente.
2. Aplíquese el presente cálculo solo a campo lejano. Para determinar la distancia de seguridad se debe utilizar en cuenta la siguiente fórmula:

$$Slím = PIRE / \pi R^2$$

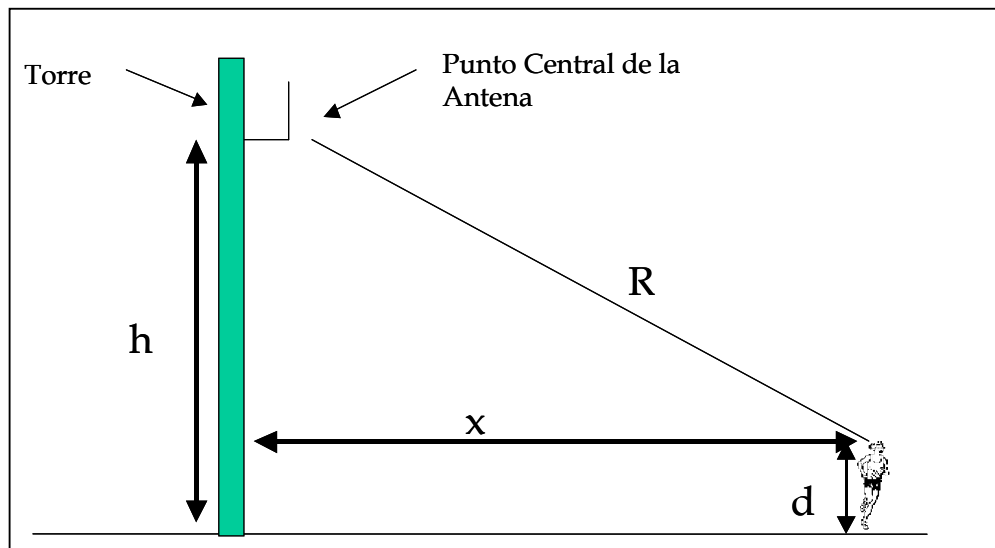
Donde:

Slím : Densidad de Potencia de la onda plana equivalente. (W/m²)

PIRE: Producto de la potencia suministrada a la antena y la máxima ganancia de la antena respecto a una antena isotrópica, y sin tomar en cuenta las pérdidas. (W)

R: Es la distancia entre el punto central de la fuente radiante y el supuesto individuo expuesto a Campos Electro-Magnéticos. (m)

FIGURA 2
DIAGRAMA DE REFERENCIA
DISTANCIAS DE SEGURIDAD



Fuente: Anexo 5 del Reglamento de Protección de Radiaciones No Ionizantes generadas por Frecuencias del Espectro Radioeléctrico

Donde: $R^2 = X^2 + (h-d)^2$

E.1 Condiciones de Aplicación

- a) Para definir el límite máximo de la zona de exposición poblacional y ocupacional los valores de Slím definidos en el artículo 5 del presente Reglamento.
- b) El cálculo del PIRE se tomará en cuenta el máximo de la potencia y el máximo los catálogos de los equipos.
- c) Las frecuencias bajo 10 MHz, no se puede determinar la distancia debido Slím no están determinados, por lo tanto, las zonas de exposición poblacional serán determinadas por la Autoridad Ambiental de Control durante las actividades de seguimiento ambiental .
- d) Para efectos de cálculo, tomar como referencia que d sea igual a 1.5 m.

F. DELIMITACIÓN DE ZONAS QUE SUPERAN LOS LÍMITES DE EMISIONES DE RNI

La señalización estaría dispuesta tomando en cuenta los siguientes tipos de zonas:

- Zona Ocupacional
- Zona de Rebasamiento

F.1 Zona Ocupacional

- a) La señalización de ingreso a la Zona Ocupacional, debe estar visible tanto al público como al operario de la instalación de estaciones radioeléctricas fijas.
- b) Si está dentro de una zona ya delimitada físicamente, se debe ubicar la señalización a la entrada de dicha zona.
- c) Se debe demarcar la zona de acuerdo a la topografía del área donde se implantarán vallas que permitan el acceso únicamente al operario, de acuerdo con lo que establezca la Autoridad Ambiental de Control.
- d) En la Figura 3 se presenta la señalización de advertencia para zona de ocupacional.

F.2 Zona de Rebasamiento

- a) La señalización de ingreso a la Zona de Rebasamiento debe estar visible al público, considerando cada uno de los accesos para el operario de la estación radioeléctrica fija.
- b) Los paneles de señalización deberán estar dispuestos en el límite de la zona de Rebasamiento.
- c) En la Figura 4 se presenta la señalización de advertencia para zona de rebasamiento.

G. SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA

El panel de señalización deberá tener las siguientes características:

- Forma rectangular (30, 5cm x 46cm)
- Con los bordes redondeados.
- Incluir perforaciones a conveniencia para fines de un montaje adecuado.
- Contar con una protección ultra violeta (UV), a fin de aumentar su vida útil en ambientes exteriores.
- Para el panel de precaución las zonas que aparecen en gris deberán ser de color amarillo.
- Para el panel de atención las zonas que aparecen en gris deberán ser de color rojo.

FIGURA 3
SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA
ZONA OCUPACIONAL



Fuente: Anexo 8 del Reglamento de Protección de Radiaciones No Ionizantes generadas por Frecuencias del Espectro Radioeléctrico

FIGURA 4
SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA
ZONA DE REBASAMIENTO



Fuente: Anexo 8 del Reglamento de Protección de Radiaciones No Ionizantes generadas por Frecuencias del Espectro Radioeléctrico