



CONATEL
COMISION NACIONAL DE
TELECOMUNICACIONES

RESOLUCIÓN DIRECTORIO N° 1332/2016

POR LA CUAL SE APRUEBA LA NORMA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA TASA DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CERTIFICACIÓN Y HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES.

Asunción, 28 de julio de 2016.

VISTO: El Interno N° 04/DH/16 del Dpto. de Homologación de fecha 19.07.2016 presentado por Providencia GT N° 388/16 de la Gerencia Técnica de fecha 21.07.2016, y;

CONSIDERANDO: Que el Interno N° 04/DH/16 indica que la evaluación de la conformidad, para la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones, consiste en el examen sistemático del grado de cumplimiento del dispositivo, respecto de los requisitos especificados en las normas técnicas respectivas.

Que actualmente, la evaluación de la conformidad se lleva a cabo verificando el cumplimiento de normas técnicas extranjeras, en los resultados de los ensayos de laboratorios, al que se somete el equipo.

Que un requisito fundamental para alinear los ensayos de laboratorios con la NORMA QUE FIJA LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) PARA LA EXPOSICIÓN DE LAS PERSONAS A LAS RADIACIONES NO IONIZANTES (RNI), aprobada por Decreto N° 10.071 del 2 de marzo de 2007, es contar con una norma técnica nacional que establezca los procedimientos de ensayos de laboratorio respecto a la tasa de absorción específica (SAR), de manera a permitir la realización de las pruebas y verificación del cumplimiento de los parámetros mínimos necesarios, para asegurar que el equipo a ser homologado, sea seguro para el usuario.

Que la Tasa de Absorción Específica es el valor que indica la cantidad de energía procedente de emisiones electromagnéticas absorbida por unidad de masa del cuerpo humano. Que la Organización Mundial de la Salud indica en su Nota Descriptiva N° 193 de octubre de 2014, que los límites de exposición de los usuarios, a las radiofrecuencias, se expresan según el coeficiente de absorción específica, es decir, la tasa de absorción de energía de radiofrecuencia por unidad de masa corporal; que la publicación hace referencia a las directrices emanadas de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) y del Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos IEEE, respecto a los límites de exposición.

Que el proyecto está basado en las normas internacionales IEEE 1528, IEC 62209-1 e IEC 62209-2, relativas a la determinación de los valores máximos de la tasa de absorción específica promedio espacial, en el cuerpo humano, originadas por los dispositivos de comunicación inalámbricos, y contiene las normas de fondo y los procedimientos para realizar los ensayos de equipos y aparatos de telecomunicaciones, relativos a la Tasa de Absorción Específica, en consonancia con la ya referida NORMA QUE FIJA LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) PARA LA EXPOSICIÓN DE LAS PERSONAS A LAS RADIACIONES NO IONIZANTES (RNI, y elaborada conforme a las directrices de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP).

Que en particular, el proyecto de norma establece los requisitos técnicos generales y específicos, mínimos, que deberán observarse en la medición de la Tasa de Absorción Específica (*Specific Absorption Rate - SAR*) en equipos de telecomunicaciones que operan en las cercanías del cuerpo humano, en el rango de frecuencias entre 300 MHz y 6 GHz, y los procedimientos de laboratorio para realizar los ensayos respectivos.

Que la Gerencia Técnica, mediante la Providencia GT 388/16 de fecha 21.07.2016, eleva a consideración del Directorio los documentos presentados y solicita su aprobación.

POR TANTO: El Directorio de la CONATEL, en sesión ordinaria del 28 de julio de 2016, Acta N° 33/2016, y de conformidad con las disposiciones previstas en la Ley N° 642/95 "De Telecomunicaciones"; el Decreto N° 14.135/96 y el Reglamento de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones.

RESUELVE:

- Art. 1 **APROBAR LA NORMA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA TASA DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CERTIFICACIÓN Y HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES**, Anexa a la presente Resolución.
- Art. 2 **PUBLICAR** en la Gaceta Oficial y cumplido, archivar.

Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA
ING. MIRIAN TERESITA PALACIOS
Presidenta
Res. Dir. N° 1332/2016

**NORMA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA TASA DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA PARA LA
CERTIFICACIÓN Y HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES**

NTC-T-SAR:2016

1. OBJETIVO

Esta norma establece los requisitos técnicos generales y específicos, mínimos, que deberán observarse en la medición de la Tasa de Absorción Específica (*Specific Absorption Rate - SAR*) en equipos de telecomunicaciones que operan en las cercanías del cuerpo humano, en el rango de frecuencias entre 300 MHz y 6 GHz.

2. ALCANCE

Serán sometidos al ensayo de la Tasa de Absorción Específica (SAR), todos los equipos de telecomunicaciones cuya operación regular, se realice hasta una distancia de 20 cm del cuerpo humano.

3. REFERENCIA

Esta norma es concordante con la "NORMA QUE FIJA LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) PARA LA EXPOSICIÓN DE LAS PERSONAS A LAS RADIACIONES NO IONIZANTES (RNI)", aprobada por Decreto N° 10.071 del 2 de marzo de 2007.

4. REMISIÓN

En las materias no especificadas en la presente norma, o en su interpretación, se aplicarán supletoriamente las normas internacionales IEEE 1528, IEC 62209-1 e IEC 62209-2.

5. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Tasa de Absorción Específica: (*Specific Absorption Rate - SAR*), es el valor que indica la cantidad de energía procedente de emisiones electromagnéticas absorbida por unidad de masa del cuerpo.

Máximo Valor de SAR Promedio Espacial: (Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate) es el máximo valor de SAR promedio, en una masa de 10 gramos de tejido humano contiguo.

Fantoma Biseccionado SAM: (Specific Anthropomorphic Mannequin o maniquí antropomórfico específico) es un contenedor que está dividido por el plano sagital, que da lugar a dos partes simétricas (lados derecho e izquierdo) de la cabeza humana.



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Fantoma Plano: es un contenedor abierto en la parte superior con la parte inferior plana.

Líquido Equivalente: es el líquido que simula las características dieléctricas del tejido humano.

Exposición Pública: es la exposición no controlada que se aplica a situaciones en las que el público en general puede estar expuesto a radiaciones no ionizantes, y no haber sido advertido de la potencial exposición, por lo que no pueden ejercer el control sobre las mismas.

Sonda Dosimétrica: Es una sonda isotrópica triaxial, con los sensores de cada eje situados de forma ortogonal. Esta geometría permite medir el campo electromagnético total en un punto, sin necesidad de mover la sonda.

6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

GENERALIDADES

El mecanismo de medición del equipo bajo ensayo consiste en colocar el dispositivo en una posición concreta por debajo del fantoma, el cual está lleno de un líquido que simula las características dieléctricas del tejido humano. Las mediciones se realizan en muestras que se recogen por medio de una sonda dosimétrica que mide el campo eléctrico en el interior del líquido. Estas muestras son procesadas para la obtención de los resultados.

VALORES LÍMITES

La siguiente Tabla muestra los valores máximos de SAR permitidos, para la exposición pública a las radiaciones no ionizantes.

Tabla 1 – Valores Máximos de SAR.

UBICACIÓN	Valor máximo de SAR	Significado
Cuerpo completo (SAR promedio)	0.08 W/Kg	Exposición uniforme: 0.08 W/kg, promediado sobre la masa del cuerpo.
Cabeza y tronco (SAR localizada)	2 W/Kg	Exposición localizada en cabeza y tronco: 2 W/kg, promediado sobre cualquier porción de 10 g de tejido humano contiguo de forma cúbica.
Extremidades (SAR localizada)	4 W/Kg	Exposición localizada en extremidades: 4 W/kg, promediado sobre cualquier porción de 10 g de tejido humano contiguo de forma cúbica.

Ing. Carlos V. Cerenz B.
Secretario General
ES COPIA

7. ESPECIFICACIONES

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN SAR

Descripción: el sistema de medición SAR está compuesto de una sonda dosimétrica, un sistema automático de posicionamiento de múltiples ejes, uno o más fantasmas, soportes para el equipo bajo ensayo, instrumentos de medición y un módulo de pos procesamiento para el cálculo de SAR.

Sistema Auxiliar: el laboratorio deberá contar con los equipos necesarios para realizar la medición de los parámetros dieléctricos del líquido equivalente.

ESPECIFICACIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO DE ENSAYOS

La temperatura ambiente donde se realiza la medición de SAR debe estar comprendida entre 18°C y 25°C.

Durante la medición de SAR, la variación de temperatura del líquido equivalente deberá ser inferior a $\pm 2^\circ\text{C}$.

El ruido ambiente de radiofrecuencias (RF) debe ser inferior a 0,012 W/kg. Esta medición debe ser hecha con todos los transmisores internos del laboratorio desconectados.

El ruido ambiente debido a la reflexión no deberá ser superior al 3% del nivel de SAR medida. Todos los transmisores internos del laboratorio deberán estar desconectados para la medición de este parámetro.

El equipo o aparato bajo ensayo, no podrá conectarse a ninguna red inalámbrica externa, al laboratorio donde se realiza la medición.

ESPECIFICACIONES DE LA Sonda DOSIMÉTRICA

El diámetro externo total de la sonda dosimétrica (sensores y capa de protección) debe ser menor o igual a 8 mm en la posición en que se encuentran los sensores de campo eléctrico, para la medición con frecuencias de hasta 2 GHz. Para frecuencias iguales o superiores a 2 GHz, el referido diámetro debe ser menor o igual a 16 mm/frecuencia (en GHz).

El límite inferior de detección de la sonda debe ser de 0,01 W/kg o mejor, mientras que el límite superior debe ser de, al menos, 100 W/kg.

La linealidad de respuesta de la sonda dosimétrica debe estar dentro de los de $\pm 0,25$ dB en el rango de medición SAR.



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

El error máximo de isotropía axial de la sonda, debe ser $\pm 0,25$ dB y el error máximo de isotropía hemisférica debe ser de $\pm 0,5$ dB. Estos errores deben ser considerados en las frecuencias de operación del equipo bajo ensayo.

Las sondas dosimétricas utilizadas en la medición deben calibrarse en el líquido equivalente, de acuerdo con los parámetros dieléctricos especificados para cada banda de frecuencia, con los procedimientos establecidos en las normas IEEE 1528, IEC 62209-1 e IEC 62209-2.

El laboratorio o institución que realiza las calibraciones de sondas isotrópicas deben estar acreditados bajo la guía ISO/IEC 17025.

ESPECIFICACIONES DE LOS FANTOMAS

El fantoma debe permitir el acoplamiento con la antena radiante de RF y permitir el recorrido de la sonda dosimétrica para determinar el valor de SAR en 10 g de tejido contiguo durante las mediciones en los equipos bajo ensayo, o en los procedimientos de control y validación del sistema.

El fantoma debe estar construido con un material dieléctrico de bajas pérdidas y permitividad (Tangente de Pérdida $\tan(\delta) \leq 0,05$ y Constante Dieléctrica $\epsilon_r = 4 \pm 1$).

El espesor de la cubierta debe ser de $2 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$, en todas las regiones en las que se medirá SAR. El material de construcción del fantoma debe ser resistente a los productos químicos utilizados en el líquido equivalente, a fin de mantener las tolerancias especificadas en esta norma.

ESPECIFICACIONES DEL FANTOMA BISECCIONADO SAM

Este fantoma es un contenedor que está dividido por el plano sagital, que da lugar a dos partes simétricas (lados derecho e izquierdo) de la cabeza humana, representativa de no menos del 90% de una cabeza humana real de un hombre adulto. Cada mitad de la cabeza del fantoma debe permitir el relleno con el líquido equivalente, a una profundidad que sea suficiente para minimizar las reflexiones de la superficie superior (interfaz aire-líquido) y no menor a $15 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm}$, para un rango de frecuencias entre 300MHz y 6 GHz. La profundidad del líquido se debe medir desde el punto de referencia de la oreja (dentro del fantoma) hasta la superficie del líquido.

El fantoma debe tener, al menos, tres puntos de referencia proveídos por el fabricante, para que sean utilizados como referencia espacial, en relación al recorrido de exploración. Estos puntos deben ser visibles por el operador y deben estar distanciados entre sí, por al menos 10 cm.

ESPECIFICACIONES DEL FANTOMA PLANO

El fantoma plano debe ser un recipiente abierto en la parte superior con la parte inferior plana.

El fantoma será una elipse con una longitud de $600 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ y $400 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de ancho.



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

El fantoma plano debe ser llenado con el líquido equivalente, con una profundidad mínima de 15 cm. Cuando está lleno con el líquido equivalente, el fondo plano no puede curvarse más del 1% del tamaño máximo del equipo bajo ensayo o del dipolo utilizado en la validación o el control del sistema, asegurando así que el área de superficie de contacto del equipo bajo ensayo, sea máxima.

El fantoma plano debe tener una extensión de al menos 20% superior, respecto del ancho y del largo del equipo bajo ensayo.

ESPECIFICACIONES DEL SOPORTE PARA EL EQUIPO SOMETIDO A ENSAYO

La función del soporte para el equipo sometido a ensayo, es permitir el posicionamiento del mismo, para la realización de las pruebas de manera controlada y susceptible de repetición.

Deberá estar construido de material dieléctrico de bajas pérdidas, con una constante dieléctrica de 5.0 y una Tangente de Pérdida $\tan(\delta) \leq 0,05$

El soporte no podrá tener partes metálicas.

Mecánicamente, el soporte debe permitir que el equipo bajo ensayo se posicione conforme a las configuraciones establecidas en esta norma y con la tolerancia de $\pm 1^\circ$ en el ángulo de inclinación.

Durante la medición, el soporte para el equipo no puede afectar el valor SAR más de $\pm 5\%$. La constatación de que el soporte no perturba la medición se realiza a través de una prueba de sustitución del soporte, con bloques de espuma de baja constante dieléctrica y tangente de pérdida, o con la utilización de cinta adhesiva para fijar el equipo al fantoma.

ESPECIFICACIONES DEL LÍQUIDO EQUIVALENTE

Propiedades dieléctricas para líquidos equivalentes se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2 - Propiedades dieléctricas del líquido equivalente.

Frecuencia (MHz)	Cabeza		Cuerpo	
	ϵ_r	σ (S/m)	ϵ_r	σ (S/m)
150	52.3	0.76	61.9	0.80
300	45,3	0.87	58.2	0.92
450	43.5	0.87	56.7	0.94

Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

835	41.5	0.90	55.2	0.97
900	41.5	0.97	55.0	1.05
915	41.5	0.98	55.0	1.06
1450	40.5	1.20	54.0	1.30
1610	40.3	1.29	53.8	1.40
1800 -2000	40.0	1.40	53.3	1.52
2450	39.2	1.80	52.7	1.95
3000	38.5	2.40	52.0	2.73
4000	37.4	3.43	50.8	3.90
5000	36.2	4.45	49.3	5.07
5200	36.0	4.66	49.0	5.30
5400	35.8	4.86	48.7	5.53
5800 - 6000	35.1	5.48	47.9	6.23

ϵ_r = constante dieléctrica
 σ (S/m) = conductividad

Para obtener las propiedades dieléctricas del líquido equivalente en función a las frecuencias que no se encuentran en la Tabla 2, se debe utilizar la interpolación lineal.

Los parámetros descritos en la Tabla 2, son los equivalentes a las propiedades del tejido humano a 37°C de temperatura.

Para frecuencias entre 300 MHz y 6 GHz, los valores medidos de la constante dieléctrica y la conductividad, deben estar dentro de $\pm 5\%$ de los valores que se describen en la Tabla 2.

La temperatura del líquido equivalente durante la medición SAR debe estar dentro del rango de $\pm 2^\circ\text{C}$ de la temperatura a la cual se miden los parámetros dieléctricos.



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

Para cada medición, el líquido equivalente debe cumplir con las características de la Tabla 2 y su validez es de 24 horas. Transcurridas 24 horas, se deben comprobar nuevamente sus características.

El líquido equivalente se debe agitar ligeramente después de su vertido en el fantoma y debe estar libre de burbujas de aire para llevar a cabo la medición de SAR.

La viscosidad del líquido equivalente no debe impedir el movimiento de la sonda isotrópica en el fantoma con líquido. Para esta norma, la densidad del líquido equivalente debe ser de 1000 kg/m³

La composición del líquido equivalente, debe cumplir con lo establecido en las normas IEEE 1528, IEC 62.209-1 e IEC 62.209-2.

8. MÉTODO DE ENSAYO

CONDICIONES GENERALES

Los ensayos deben realizarse en una muestra, representativa del modelo en producción comercial.

Los ensayos deben realizarse con todos los tipos de antenas y accesorios con que se comercializará el equipo, sean estos propios del mismo, u opcionales; y en todas las configuraciones y modos de uso, con y sin accesorios. En caso de que el equipo bajo ensayo tenga más de un transmisor, el equipo debe ser probado, además, en todas las situaciones descritas, en su modo de uso principal (transmisor principal), con y sin los transmisores secundarios operando.

Si el equipo será comercializado con baterías de diferente capacidad de carga y diferentes dimensiones, deberá probarse en todas las situaciones.

En caso de que el equipo utilice baterías, la misma debe estar completamente cargada antes de cada prueba y debe permanecer con carga durante todo el ensayo.

El equipo bajo ensayo debe transmitir a su potencia máxima en todas las condiciones de prueba.

Durante las pruebas, el equipo bajo ensayo no puede estar conectado a ninguna red ni dispositivo externo al laboratorio.

El ensayo debe realizarse en el canal más cercano a la frecuencia central de la banda de transmisión.

En caso de que el ancho de banda de frecuencia de transmisión ($f = f_{alta} - f_{baja}$), donde f_{alta} es la frecuencia más alta de la banda y f_{baja} es la frecuencia más baja en la banda), supere el 1% de la frecuencia central (f_c), se deben probar también, el canal más alto y el canal más bajo de la banda de transmisión.



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

En caso de que el ancho de banda de transmisión supere el 10% de su frecuencia central, se debe utilizar la siguiente fórmula para determinar el número de canales a ser probados $N_c = (2 \times N_b) + 1$, donde N_c es el número de canales a ser probados y N_b = mayor número entero ($10 f / f_c$). El espaciamiento en frecuencias de los canales a ser medidos, debe ser uniforme.

COMPROBACIÓN DEL SISTEMA

La comprobación del sistema consiste en una prueba rápida y fiable que debe ser realizada antes de cada medición del EBE, para verificar la precisión del sistema de medición SAR. El objetivo es determinar que el sistema de medición SAR y el líquido equivalente son aceptables para realizar las mediciones.

La comprobación debe realizarse para cada banda de frecuencias y dentro del rango válido de cada punto de calibración requerido para probar el equipo bajo ensayo.

Comprobación de las Propiedades del Líquido Equivalente

Consiste en la comprobación de que los valores de constante dieléctrica y conductividad del líquido equivalente, se encuentren dentro del rango de tolerancia, respecto de los valores establecidos en esta norma, para cada banda de frecuencias objeto de las mediciones.

Comprobación del Correcto Funcionamiento del Sistema Completo

Para la comprobación del sistema, se llevará a cabo una medida normal, con una fuente radiante de referencia, sobre una masa equivalente de 10g, a fin de para comprobar que los parámetros de medida son aceptables.

Esta medición se debe realizar sobre un fantoma, con un dipolo con pérdidas de retorno inferior a -20 dB, colocado de tal forma que sus brazos queden paralelos al eje mayor de dicho fantoma, $\pm 1^\circ$, y su punto de alimentación quede situado justo en el medio de la superficie inferior del mismo, separado de dicha superficie 15 mm, ± 0.2 mm, para frecuencias por debajo de 1 GHz; y 10 mm ± 2 mm, para frecuencias superiores, siendo esta distancia controlada, colocando un espaciador entre el dipolo y el fantoma. El espaciador debe estar fabricado con material de bajas pérdidas y permitividad, ($\tan(\delta) \leq 0,05$ y Constante Dieléctrica $\epsilon_r \leq 5$)

Para comprobar los resultados se debe alimentar el dipolo de referencia con una señal con potencia de referencia de alimentación, normalizada a 1W. El procedimiento y los valores de referencia son los establecidos en las normas IEEE 1528, IEC 62209-1 e IEC 62209-2.

VALIDACIÓN DEL SISTEMA

La validación del sistema de medición SAR se debe realizar anualmente, o en ocasión de la instalación de un nuevo sistema, o cuando ocurra cualquier modificación del sistema de medición de SAR en funcionamiento. Entre los cambios que podemos se pueden citar: el cambio de software, el mantenimiento de parte del sistema, el uso de



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

sondas dosimétricas diferentes. La validación del sistema se realizará de acuerdo con las normas IEEE 1528, IEC 62209-1 e IEC 62209-2.

CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados para la calibración deben ser trazables por las instituciones nacionales o internacionales metrología: En Paraguay el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología INTN.

9. ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

PREPARACIÓN DEL EQUIPO BAJO ENSAYO

Mediciones en Equipos que Operan Próximos a la Cabeza

El equipo bajo ensayo debe ser probado en cada uno de los lados del fantoma SAM, izquierdo y derecho.

Las mediciones deben efectuarse en todas las posiciones en que opera normalmente el equipo bajo ensayo.

Si el equipo bajo ensayo se tratara de un terminal de telefonía móvil, se probará, además, con el terminal pegado a la cabeza (oreja y mejilla), con el auricular en la posición de la oreja y el micrófono en la dirección de la boca ("touch cheek position"); y, con el terminal pegado a la cabeza (oreja), con el auricular en la posición de la oreja y el micrófono en la dirección de la boca, de manera que la línea axial auricular-micrófono, forme un ángulo de 15° con la línea axial oreja-mejilla ("tilt position").

Si el equipo bajo ensayo operara normalmente frente al rostro del usuario, debe ser probado utilizando el fantoma plano. Dicho equipo será ubicado en paralelo al fantoma, a la distancia indicada en el manual del usuario, pero no mayor a 2,5 cm.

Mediciones en Equipos que Operan Próximos al Cuerpo (Tronco y Extremidades)

Las mediciones deben ser realizadas en un fantoma plano o en un área plana del fantoma biseccionado SAM, con las características especificadas para el fantoma plano.

Si el manual del usuario del equipo bajo ensayo no especificara otra cosa, el ensayo se realizará ubicando el equipo en contacto con el fantoma y de forma paralela al mismo. El ensayo se realizará con la cara frontal del equipo en contacto con el fantoma y luego con la cara posterior en contacto con el fantoma.

Si el manual del usuario indica que equipo opera normalmente en varias posiciones, sólo será necesario realizar la prueba para la distancia más cercana al cuerpo humano. El ensayo se realizará con la cara frontal del equipo hacia el fantoma y luego con la cara posterior.

Ing. Carlos V. Ceronel B.
Secretario General
ES COPIA

Si el equipo bajo ensayo opera normalmente en las extremidades, a una distancia mayor a 20 cm de la cabeza o del tronco, debe ubicarse de la manera descripta en el manual del usuario, en su operación normal, debajo del fantoma plano. Si la ubicación no fuera especificada en el manual del usuario, el equipo se ubicará en contacto con el fantoma plano.

PROCEDIMIENTO GENERAL DE ENSAYO

PASO 1 –Medida de Potencia de Referencia

Los valores de SAR deben ser medidos utilizando una sonda de campo eléctrico en un punto de prueba dentro de los 10 mm o menos, en la dirección normal a la superficie interior de la pared fantoma (SAM o plano), lleno de líquido equivalente adecuado. Para el caso de fantasmas SAM, el punto de prueba debe ser el más cercano a la oreja.

PASO 2 –Barrido de Área (Area Scan)

El Barrido de Área se utiliza para buscar el área de mayor SAR, en un barrido de dos dimensiones.

La distribución de SAR debe ser medida en una superficie interior del fantoma, que cubra la proyección del EBE por completo, más, al menos, 2 cm en cada dirección de las dos dimensiones.

La distancia entre los puntos medidos durante el barrido y la superficie interna del fantoma, debe ser de 8 mm o menos y permanecer constante, con un rango de variación de ± 1 mm. Lateralmente, los puntos medidos deben tener una resolución espacial suficiente para que el algoritmo de interpolación del sistema de medición SAR pueda identificar las ubicaciones con picos de SAR en los puntos intermedios de dimensión lineal, en un Barrido de Volumen (Zoom Scan). Así, el paso de la cuadrícula espacial, debe ser inferior a 20 mm.

En todos los puntos de medición del barrido, el ángulo de la sonda con relación a la línea normal a la superficie, debe ser menor a 30°.

En la distribución SAR obtenida en el barrido, se debe identificar la posición con el valor máximo de SAR, así como cualquier valor máximo local de SAR dentro de 2 dB, que no esté dentro del volumen del Barrido de Volumen (Zoom Scan). Los picos adicionales deben medirse sólo cuando el pico principal se encuentra dentro de 2 dB del límite de SAR (es decir, 1,26 W/kg para un valor límite de 2 W/kg en un cubo de 10 g).

La(s) posición (es) identificada(s) en el punto anterior serán evaluada(s) con el Barrido de Volumen, para determinar el mayor valor de SAR promedio, en el cubo de 10 g.

Si se encontrara un pico a una distancia menor de la mitad de la dimensión lineal cubo (10,8 mm para un cubo de 10 g), desde el límite (borde) del área de barrido, dicha área debe ampliarse.



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

PASO 3 – Barrido de Volumen (Zoom Scan)

El Barrido de Volumen se utiliza para evaluar el valor máximo de SAR promedio espacial, dentro de un volumen cúbico promedio de 10 g de tejido humano simulado.

Después de haber localizado los picos en el Barrido Área, se debe obtener el máximo valor SAR promedio espacial, utilizando el Barrido de Volumen (Zoom Scan). Para ello, se miden los valores de SAR en un volumen centrado en cada máximo local obtenido en el Barrido de Área. El tamaño mínimo de este volumen debe ser de 32 mm x 32 mm x 32 mm (1,5 veces la longitud de la arista de un cubo de 10 gramos), centrado en la ubicación del pico de SAR determinado en el Barrido de Área, con un paso de cuadrícula menor a 5mm.

La distancia entre puntos de la cuadrícula (paso) en la dirección vertical en el Barrido de Volumen, debe ser calculada por la relación $(8 - f \text{ [GHz]})$ y no debe ser mayor a 5 mm. En la dirección horizontal, paralela a la superficie, la distancia entre puntos de la cuadrícula (paso) debe ser calculada por la relación $(24/f \text{ [GHz]})$ y no debe ser mayor a 8 mm, en caso de se adopte el espaciamiento uniforme de la cuadrícula. En el caso de que el espaciamiento de la cuadrícula no sea uniforme, la distancia entre puntos en dirección horizontal debe ser calculada por la relación $(12/f \text{ [GHz]})$ y no debe ser mayor a 4 mm. El uso de estas resoluciones permite que el algoritmo de interpolación calcule los valores de SAR en una cuadrícula con paso de 2 mm, con error de menos de 5%.

Para todos los demás picos secundarios encontrados en el PASO 2, que estén dentro de los 2 dB del pico máximo y no estén dentro de este volumen del Barrido de Volumen, se debe repetir el PASO 3.

El valor máximo de SAR promedio espacial, se debe obtener mediante procedimientos de interpolación y extrapolación. Para la interpolación y la extrapolación, se deben seguir los procedimientos que se describen en las normas IEEE 1528, IEC 62209-1 e IEC 62209-2.

Los valores de SAR interpolados extrapolados, de las mediciones de Barrido de Volumen deben ser integradas en la forma de un cubo de 10 gramos, para determinar el valor máximo de SAR promedio espacial en la región del Barrido de Volumen. La conformidad de SAR en el equipo bajo ensayo está determinada por el valor más alto de SAR en un cubo de 10 gramos, obtenidos en todos los Barridos de Volumen, realizados para cada Barrido de Área.

PASO 4 – Medida de Potencia de Referencia

Finalmente, se repite la medida de SAR en el punto de ensayo inicial usado en el PASO 1, para verificar que la potencia de salida del EBE, no haya variado más de un 5%, es decir, el valor absoluto de la variación entre la medición obtenida en el PASO 4 y el PASO 1 debe ser inferior a $\pm 5\%$.



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

10. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

Para la estimación de la incertidumbre en las mediciones de los valores SAR, deberán tenerse en cuenta todos los elementos del sistema de medición que introducen incertidumbre.

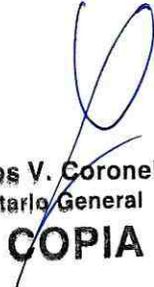
El cálculo de la incertidumbre debe llevarse a cabo de conformidad con la norma IEC 62209-1, para las de mediciones SAR en equipos que operan cerca de la cabeza del usuario (fantoma SAM) y de conformidad con la norma IEC 62209-2, para mediciones SAR en equipos que operan en otras posiciones (fantoma plano). Complementariamente se utilizarán las normas Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM), Working Group on the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) JCGM 100:2008 (Evaluación de los Datos de Medición – Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida) y concordantes.

La tolerancia de la incertidumbre de los parámetros dieléctricos del líquido equivalente (permitividad relativa y conductividad) no puede sobrepasar $\pm 5\%$. Para el cálculo de la incertidumbre en los líquidos se tiene en cuenta que la función de distribución es rectangular. La tolerancia de la incertidumbre en el caso del fantoma no puede sobrepasar $\pm 4\%$. Su función de distribución es también rectangular.

La incertidumbre total expandida a un nivel de confianza del 95% para la medición del valor máximo de SAR promedio espacial, no puede ser más de $\pm 30\%$ para los valores entre 0,4 W/kg a 10 W/kg.

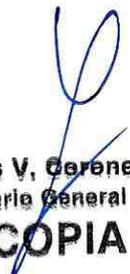
11. INFORME DE ENSAYO

El informe de ensayo debe adecuarse al modelo que se presenta a continuación en el Apéndice.



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

APÉNDICE



Ing. Carlos V. Cerónel B.
Secretario General
ES COPIA

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

LOGO DEL
LABORATORIO

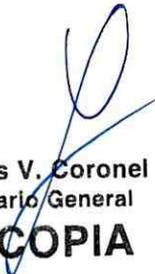
LOGO DEL
ORGANISMO
ACREDITADOR

INFORME DE ENSAYO SAR

NÚMERO DE INFORME: [número del informe]

Fecha del Informe

SOLICITANTE: [nombre del solicitante, dirección, ciudad, país]
NOMBRE DEL EQUIPO: [nombre del equipo]
MARCA: [marca del equipo]
MODELO: [nombre del modelo]
FABRICANTE: [nombre del fabricante, dirección, ciudad, país]
NORMA TÉCNICA: NTC-T-SAR:2016
LABORATORIO DE ENSAYO: [nombre del laboratorio de ensayo, dirección, ciudad, país, número de teléfono, fax, correo electrónico]



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. __ de __

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

HISTORIAL DE REVISIONES

[Aquí debe incluirse el historial de los ensayos previos, realizados al equipo bajo ensayo. Los datos a consignar son, al menos: N° de Informe, Versión del Informe, Descripción Breve del Contenido y la fecha del mismo]

N° DE INFORME	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

Pág. __ de __

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

LABORATORIO DE ENSAYO

UBICACIÓN

[nombre del laboratorio y dirección]

ACREDITACIÓN

[se colocará el nombre de la institución acreditadora, el código de acreditación, fecha y demás datos relativos a la acreditación]

AMBIENTE DEL LABORATORIO

[se deben describir las condiciones ambientales del laboratorio durante los ensayos: se deben consignar, al menos, los siguientes datos: rango de temperatura, rango de humedad relativa ambiente y nivel de ruido ambiental de RF]

DATOS DEL PROYECTO

[nombre del director del laboratorio, nombre del responsable técnico del ensayo, fecha de inicio del ensayo y fecha de finalización del ensayo]

FIRMAS

[esta página debe contener las firmas del director del laboratorio y del responsable técnico del ensayo]



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. ___ de ___

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

ÍNDICE DE CONTENIDO

[aquí se colocará el índice de los puntos del informe que se desarrollan a continuación]

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO

INFORMACIONES DEL CLIENTE

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

INFORMACIÓN DEL FABRICANTE

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO BAJO ENSAYO (EBE) Y ACCESORIOS

EQUIPO BAJO ENSAYO

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO BAJO ENSAYO

IDENTIFICACIÓN DE LOS ACCESORIOS

METODOLOGÍA DEL ENSAYO

NORMAS APLICABLES

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN SAR Y EQUIPOS DE PRUEBA

PROCEDIMIENTO GENERAL DE MEDICIÓN

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN ESPECÍFICO

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE PRUEBAS

EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES DIELECTRICAS

EQUIPOS DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

OTROS EQUIPOS

LÍQUIDO SIMULADOR DEL TEJIDO HUMANO

MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES DIELECTRICAS

COMPROBACIÓN DEL SISTEMA

CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DEL SISTEMA

ENSAYOS

DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. __ de __

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO

SOLICITANTE	
NOMBRE DEL EQUIPO	
MARCA	
MODELO	
FABRICANTE	
CONATEL ID	

A continuación se describirá en una tabla, el resumen de los resultados del ensayo.

[se agregará una tabla que contenga los valores máximos de SAR obtenidos durante el procedimiento de ensayo, para cada banda de frecuencia y cada tecnología, discriminado conforme al tipo de exposición (cabeza, cuerpo y extremidades), en las posiciones "touch cheek", "tilt position", anterior y posterior, según corresponda]

[al final de la página se agregará el siguiente cuadro]

REVISADO Y APROBADO POR	PREPARADO POR
[firma]	[firma]
[nombre y cargo]	[nombre y cargo]

Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

Pág. __ de __

ES COPIA



CONATEL

COMISION NACIONAL DE
TELECOMUNICACIONES

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

INFORMACIONES DEL CLIENTE

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

[aquí se colocará: nombre del solicitante, dirección, ciudad, país, nombre de la persona de contacto, dirección de correo electrónico, número de teléfono y número de fax]

INFORMACIÓN DEL FABRICANTE

[aquí se colocará: nombre del fabricante, dirección, ciudad, país, nombre de la persona de contacto, dirección de correo electrónico, número de teléfono y número de fax]


Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. __ de __

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO BAJO ENSAYO (EBE) Y ACCESORIOS

EQUIPO BAJO ENSAYO

[aquí se describirá el tipo de equipo, el nombre del modelo, los modos de operación, las bandas de frecuencia de transmisión y las dimensiones físicas]

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO BAJO ENSAYO

[aquí se identificará el equipo bajo ensayo. Se consignará al menos: el número de serie ó IMEI, versión de hardware, versión de software, y otros datos que permitan la identificación del dispositivo, según corresponda]

IDENTIFICACIÓN DE LOS ACCESORIOS

[aquí se identificarán los accesorios con los que se realizaron los ensayos del EBE. Se consignará, al menos: tipo de accesorio, marca, modelo, fabricante]



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. __ de __



CONATEL

COMISION NACIONAL DE
TELECOMUNICACIONES

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

METODOLOGÍA DEL ENSAYO

NORMAS APLICABLES

[listado de las normas y procedimientos aplicados para el ensayo]

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

[aquí se describirá los pasos que se han realizado para efectuar el ensayo, y para la obtención de los resultados]


Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. __ de __

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN SAR Y EQUIPOS DE PRUEBA

PROCEDIMIENTO GENERAL DE MEDICIÓN

[aquí se describirá el procedimiento completo realizado sobre el EBE y accesorios, discriminado en los pasos, PASO 1, PASO 2, PASO 3 y PASO 4 descriptos en la norma]

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN ESPECÍFICO

[aquí se describirán los procedimientos de medición específicos para cada tecnología]



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. ___ de ___

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE PRUEBAS

EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES DIELECTRICAS

[aquí se listarán los equipos utilizados para la medición de las propiedades dieléctricas del líquido simulador del tejido humano]

Nombre del Equipo	Fabricante	Tipo/Modelo	Número de Serie	Fecha de Calibración	Periodo de Validez

EQUIPOS DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

[aquí se listarán los equipos utilizados en el sistema de medición SAR]

Nombre del Equipo	Fabricante	Tipo/Modelo	Número de Serie	Fecha de Calibración	Periodo de Validez

OTROS EQUIPOS

[aquí se listarán los equipos auxiliares utilizados en el sistema de medición]

Nombre del Equipo	Fabricante	Tipo/Modelo	Número de Serie	Fecha de Calibración	Periodo de Validez

[para cada uno de los equipos listados en estas tablas, se deberá presentar copia del certificado de calibración]

Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

Pág. ___ de ___

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

LÍQUIDO SIMULADOR DEL TEJIDO HUMANO

MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES DIELECTRICAS

[aquí se describirá, en una tabla, las propiedades dieléctricas del líquido simulador del tejido humano, utilizado en las pruebas. Se deberá consignar la constante dieléctrica y la conductividad medidas, para cada banda de frecuencia probada y para cada tipo de exposición. Para determinar la cantidad de frecuencias a probar, se utilizará el mismo criterio establecido para las mediciones SAR. Se consignarán además, los valores de constante dieléctrica y de conductividad objetivo, el porcentaje de diferencia "delta" entre los valores medidos y objetivo, así como el porcentaje por encima o por debajo de límite establecido en la norma. Se incluirá para cada medición, la fecha de comprobación]

Ejemplo:

Fecha	Banda	Frecuencia	Parámetros del líquido	Medido	Objetivo	Delta (%)	Límite (±%)
		Frecuencia baja	Constante dieléctrica				
			Conductividad				
		Frecuencia media	Constante dieléctrica				
			Conductividad				
		Frecuencia alta	Constante dieléctrica				
			Conductividad				
		Frecuencia baja	Constante dieléctrica				
			Conductividad				
		Frecuencia media	Constante dieléctrica				
			Conductividad				
		Frecuencia alta	Constante dieléctrica				
			Conductividad				



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General
ES COPIA

Pág. ___ de ___

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

COMPROBACIÓN DEL SISTEMA

CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

[aquí se describirán todos los componentes y los procedimientos empleados para calibrar el sistema, conforme a las disposiciones de la norma acerca de la "COMPROBACIÓN DEL SISTEMA"]

PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DEL SISTEMA

[aquí se colocarán, en una tabla, los resultados de la verificación del sistema. Se consignarán, al menos: los valores SAR medidos, valores de SAR objetivos y sus desviaciones, para cada banda de frecuencia verificada, para cada tipo de exposición, y las fechas de verificación correspondientes, conforme a las disposiciones de la norma acerca de la "COMPROBACIÓN DEL SISTEMA"]



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. __ de __

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

ENSAYOS

[los resultados de los ensayos serán presentados en tablas que contendrán, al menos: la potencia de salida medida para cada prueba, clasificada según el tecnología ensayada, la banda de frecuencia respectiva, cada canal medido (la cantidad de canales será determinado conforme a la norma), el modo de operación, el tipo de exposición (cabeza, tronco, extremidades), la ubicación del EBE respecto del fantoma (mejilla "cheek", inclinado "tilt", anverso, reverso, etc), con y sin accesorios, para cada uno de los distintos tipos de baterías, según corresponda al tipo de EBE]

[cada ensayo deberá estar acompañado de fotografías en la que se muestre la posición de EBE con respecto al fantoma y los diagramas de distribución SAR observados]

[en el caso de que una tecnología o modo de operación contemple el uso de diferentes anchos de banda de canal, se elaborará una tabla que contenga las pruebas descritas en el punto anterior, para cada tipo de canal (ancho de banda del canal). La cantidad de canales será determinado conforme a la norma]

[para los EBE con más de un transmisor, deberá presentarse además, una tabla con los ensayos para todos los casos descritos, para el trasmisor de uso principal, con los trasmisores secundarios operando simultáneamente]

[en cada una de las tablas se deberá consignar, además, la temperatura ambiente y la temperatura del líquido simulador]



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. __ de __

Número de Informe: _____

Fecha del Informe: _____

DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

[aquí se consignará en una tabla, la evaluación de la incertidumbre. En la tabla se consignarán: en nombre de cada elemento del sistema que introduce incertidumbre, el valor de la incertidumbre, el tipo de incertidumbre (A ó B), la distribución de probabilidad, divisor (conforme a la distribución de probabilidad), coeficiente de sensibilidad C_i para una masa de 10 g, incertidumbre estándar $u(x)$ para una masa de 10 g]

[se consignará igualmente el valor de la incertidumbre combinada estándar y el valor de la incertidumbre expandida]



Ing. Carlos V. Coronel B.
Secretario General

ES COPIA

Pág. ___ de ___