

ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES EXPIDE LA DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2019: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR).

#### ANTECEDENTES

- I. El 11 de junio de 2013 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (en lo sucesivo, el "DOF") el "Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6o., 7o., 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones", (en lo sucesivo, el "Decreto Constitucional"), mediante el cual se creó el Instituto Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, el "Instituto"), como un órgano autónomo con personalidad jurídica y patrimonio propio.
- II. El 14 de julio de 2014 se publicó en el DOF el "Decreto por el que se expiden la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y la Ley del Sistema Público de Radiodifusión del Estado Mexicano; y se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones en materia de telecomunicaciones y radiodifusión" (en lo sucesivo, el "Decreto de Ley"), el cual, en términos de lo dispuesto por su artículo Primero transitorio, entró en vigor a los 30 (treinta) días naturales siguientes a su publicación, esto es, el 13 de agosto de 2014.
- III. El 4 de septiembre de 2014, se publicó en el DOF el Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, el "Estatuto Orgánico"), mismo que entró en vigor el día 26 del mismo mes y año, cuya última modificación fue publicada en el DOF el 7 de diciembre de 2018.

- IV. El 8 de julio de 2015, el Pleno del Instituto aprobó por unanimidad de votos, en su XIV Sesión Ordinaria el "ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES DETERMINA SOMETER A CONSULTA PÚBLICA EL ANTEPROYECTO DE ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE EXPIDE LA DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-007-2015: MEDIDAS DE OPERACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN MÁXIMA PARA SERES HUMANOS A RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES EN EL INTERVALO DE 100 kHz A 300 GHz EN EL ENTORNO DE EMISORES DE RADIOCOMUNICACIONES".
- V. Atendiendo a lo establecido en el artículo 51 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, que señala que para la emisión y modificación de reglas, lineamientos o disposiciones administrativas de carácter general, así como en cualquier caso que determine el Pleno, el Instituto deberá realizar consultas públicas bajo los principios de transparencia y participación ciudadana, del 10 al 17 de julio y del 3 al 20 de agosto de 2015 (20 días hábiles) se llevó a cabo la consulta pública del "ANTEPROYECTO DE ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE EXPIDE LA DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-007-2015: MEDIDAS DE OPERACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN MÁXIMA PARA SERES HUMANOS A RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES EN EL INTERVALO DE 100 KHZ A 300 GHZ EN EL ENTORNO DE EMISORES DE RADIOCOMUNICACIONES".
- VI. Derivado del proceso de consulta pública mencionado en el punto anterior, se determinó conveniente dividir el "ANTEPROYECTO DE ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE EXPIDE LA DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-007-2015: MEDIDAS DE OPERACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN MÁXIMA PARA SERES HUMANOS A RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES EN EL INTERVALO DE 100 KHZ A 300 GHZ EN EL ENTORNO DE EMISORES DE RADIOCOMUNICACIONES" en dos, los cuales son el "ANTEPROYECTO DE DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-007-2016: LÍMITES

DE EXPOSICIÓN MÁXIMA PARA SERES HUMANOS A RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES EN EL INTERVALO DE 100 KHZ A 300 GHZ EN EL ENTORNO DE ESTACIONES DE RADIOCOMUNICACIONES” y el “ANTEPROYECTO DE DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2016: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE RADIACIONES NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR)”.

- VII. El 8 de diciembre de 2016, el Pleno del Instituto aprobó por unanimidad de votos, en su XLIV Sesión Ordinaria el “ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES DETERMINA SOMETER A CONSULTA PÚBLICA EL ANTEPROYECTO DE DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2016: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR)”, por un periodo de 40 (cuarenta) días hábiles.
- VIII. Obedeciendo a lo indicado en el artículo 51 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, el cual señala que para la emisión y modificación de reglas, lineamientos o disposiciones administrativas de carácter general, así como en cualquier caso que determine el Pleno, el Instituto deberá realizar consultas públicas bajo los principios de transparencia y participación ciudadana, por lo tanto, del 13 al 21 de diciembre de 2016 y del 5 de enero al 21 de febrero de 2017 (40 días hábiles) se llevó a cabo la consulta pública del “ANTEPROYECTO DE DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2016: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO

DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE RADIACIONES NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR)”.

- IX. El 14 de febrero de 2017, la Asociación Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) a través de su Director General, solicitó al Pleno del Instituto la extensión del plazo de consulta pública por al menos 30 (treinta) días naturales.
- X. El 15 de febrero de 2017, el Pleno del Instituto aprobó por unanimidad de votos, en su VI Sesión Ordinaria el “ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES AMPLÍA EL PLAZO DE LA CONSULTA PÚBLICA ESTABLECIDO EN EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES DETERMINA SOMETER A CONSULTA PÚBLICA EL ANTEPROYECTO DE DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2016: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR)”.
- XI. Atendiendo a lo acordado en el Acuerdo P/IFT/150217/87 de la VI Sesión Ordinaria del Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones, llevada a cabo el 15 de febrero de 2017, se amplía 30 (treinta) días naturales el plazo de consulta pública establecido originalmente en el “ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES DETERMINA SOMETER A CONSULTA PÚBLICA EL ANTEPROYECTO DE DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2016: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS

NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR)”, en consecuencia, el plazo total de consulta pública fue de 61 (sesenta y uno) días hábiles, del 13 de diciembre de 2016 al 23 de marzo de 2017.

- XII. La Coordinación General de Mejora Regulatoria mediante oficio IFT/211/CGMR/050/2018 emitió la opinión no vinculante respecto del proyecto de “ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES EXPIDE LA DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2018: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR).”, en dicha opinión, manifestó diversas recomendaciones a efectos de robustecer y mejorar tanto el Análisis de Impacto Regulatorio como algunas disposiciones del proyecto, las cuales fueron analizadas y, en su caso, atendidas.

Derivado de lo anterior y

## CONSIDERANDO

**PRIMERO. - Competencia del Instituto.** De conformidad con el artículo 28, párrafo décimo quinto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (en lo sucesivo, la “Constitución”), el Instituto tiene por objeto el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las telecomunicaciones, conforme a lo dispuesto en la propia Constitución y en los términos que fijen las leyes.

Para tal efecto, en términos del precepto constitucional invocado, así como de los artículos 1 y 7 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (en lo sucesivo, "LFTR"), el Instituto tiene a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, los recursos orbitales, los servicios satelitales, las redes públicas de telecomunicaciones y la prestación de los servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones, así como del acceso a la infraestructura activa y pasiva y otros insumos esenciales, garantizando lo establecido en los artículos 6o. y 7o. de la Constitución.

Por otra parte, el artículo 6o. Constitucional, en su apartado B, fracción II, señala que las telecomunicaciones son servicios públicos de interés general, por lo que el Estado garantizará que sean prestados en condiciones de competencia, calidad, pluralidad, cobertura universal, interconexión, convergencia, continuidad, acceso libre y sin injerencias arbitrarias.

Asimismo, el Instituto es la autoridad en materia de competencia económica de los sectores de radiodifusión y telecomunicaciones, por lo que en éstos ejercerá en forma exclusiva las facultades del artículo 28 de la Constitución, la LFTR y la Ley Federal de Competencia Económica.

El vigésimo párrafo, fracción IV del artículo 28 de la Constitución señala que el Instituto podrá emitir disposiciones administrativas de carácter general exclusivamente para el cumplimiento de su función regulatoria en el sector de su competencia. En ese orden de ideas, el párrafo segundo del artículo 7 de la LFTR prevé que el Instituto tiene a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, y el párrafo cuarto del mismo artículo prevé que el Instituto es autoridad en materia de lineamientos técnicos relativos a la infraestructura y los equipos que se conecten a las redes de telecomunicaciones, así como en materia de homologación y evaluación de la conformidad de dicha infraestructura y equipos.

El artículo 15, fracciones I y LVI, de la LFTR señala que el Instituto tiene la atribución de expedir disposiciones administrativas de carácter general, planes técnicos

fundamentales, lineamientos, modelos de costos, procedimientos de evaluación de la conformidad, procedimientos de homologación y certificación y ordenamientos técnicos en materia de telecomunicaciones y radiodifusión; así como demás disposiciones para el cumplimiento de lo dispuesto en la LFTR.

Esto es, el Instituto es la autoridad en materia de lineamientos técnicos relativos a la infraestructura y a los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones o hacer uso del espectro radioeléctrico, así como los métodos de prueba para comprobar la observancia de dichas especificaciones.

Conforme a lo anterior, el Instituto cuenta con atribuciones para emitir el presente Acuerdo y expedir la "DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2019: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR)." (en lo sucesivo, se referirá indistintamente por el nombre completo o "Disposición Técnica IFT-012-2019"), conforme a las conferidas en los artículos 15 fracción I, LVI, 289, y 290 de la LFTR y 6 fracción I del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones

**SEGUNDO.** - **Las telecomunicaciones y la radiodifusión como servicios públicos de interés general.** El artículo 28 de la Constitución, establece la obligación del Instituto de garantizar lo establecido en los artículos 6o. y 7o. del mismo ordenamiento, los cuales prevén, entre otras cosas, el derecho humano de acceso a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones y otorgan a dichos servicios la naturaleza de servicios públicos de interés general, respecto de los cuales el Estado señalará las condiciones de competencia efectiva para prestar los mismos.

En ese orden de ideas, en términos de la fracción II del apartado B del artículo 6 de la Constitución y artículo 2 de la LFTR, las telecomunicaciones son un servicio público de interés general, por lo que el Estado garantizará que sean prestadas en condiciones de competencia, calidad, pluralidad, cobertura universal, interconexión, convergencia, continuidad, acceso libre y sin injerencias arbitrarias. En el mismo sentido, de conformidad con la fracción III del apartado B del artículo 6o. de la Constitución y artículo 2 de la LFTR, la radiodifusión es un servicio público de interés general, por lo que el Estado garantizará que sea prestado en condiciones de competencia y calidad y brinde los beneficios de la cultura a toda la población, preservando la pluralidad y la veracidad de la información, así como el fomento de los valores de la identidad nacional, contribuyendo a los fines establecidos en el artículo 3o. de la Constitución.

**TERCERO. - La supervisión de las emisiones radioeléctricas.** Con el objeto de contar con una disposición administrativa de carácter general que coadyuve a la supervisión de las emisiones radioeléctricas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 54 de la LFTR que a la letra dice:

*"...El espectro radioeléctrico y los recursos orbitales son bienes del dominio público de la Nación, cuya titularidad y administración corresponde al Estado. Dicha administración se ejercerá por el Instituto en el ejercicio de sus funciones según lo dispuesto por la Constitución, en esta Ley, en los tratados y acuerdos internacionales firmados por México, y en lo aplicable, siguiendo las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros organismos internacionales.*

*La administración incluye la elaboración y aprobación de planes y programas de uso, el establecimiento de las condiciones para la atribución de una banda de frecuencias, el otorgamiento de las concesiones, **la supervisión de las emisiones radioeléctricas** y la aplicación del régimen de sanciones, sin menoscabo de las atribuciones que correspondan al Ejecutivo Federal.*

*Al administrar el espectro, el Instituto perseguirá los siguientes objetivos generales en beneficio de los usuarios:*

*I. La seguridad de la vida;*

*II. La promoción de la cohesión social, regional o territorial;*

*III. La competencia efectiva en los mercados convergentes de los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión;*

*IV. El uso eficaz del espectro y su protección;*

*....”.*

*(Énfasis añadido)*

**CUARTO. - Marco técnico regulatorio.** Las Disposiciones Técnicas son instrumentos de observancia general expedidos por el Instituto conforme a lo establecido en el artículo 15, fracción I de la LFTR, a través de los cuales se regulan las características y la operación de productos, dispositivos y servicios de telecomunicaciones y radiodifusión y, en su caso, instalación de los equipos, sistemas y la infraestructura en general asociada a éstos; así como las especificaciones que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

En este sentido, y tomando como base los límites máximos de emisiones radioeléctricas no ionizantes establecidos por la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (en adelante, “ICNIRP”) organización científica independiente no gubernamental, esta Disposición Técnica IFT-012-2019, tiene como objetivo establecer que:

- a) Los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones y/o hacer uso del espectro radioeléctrico, que se utilicen cerca de la cabeza, particularmente cerca del oído, cumplan con los límites básicos de exposición de emisiones radioeléctricas no ionizantes en el intervalo de frecuencias de 300 MHz a 6 GHz;

- b) Los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones y/o hacer uso del espectro radioeléctrico, que se utilicen a una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano, cumplan con los límites básicos de exposición de emisiones radioeléctricas no ionizantes en el intervalo de frecuencias 30 MHz a 6 GHz.

El Instituto, bajo el marco de las atribuciones que le confieren las leyes en la materia, establece como una mejor práctica regulatoria revisar la Disposición Técnica de mérito, al menos a los cinco años a partir de su entrada en vigor, a fin de identificar si la misma aún se requiere o si deben realizarse cambios en función de las condiciones que prevalezcan en el sector de Telecomunicaciones y Radiodifusión y en el mercado en general. Lo anterior, de ninguna manera limita las atribuciones del Instituto para realizar dicha revisión en cualquier momento, dentro del periodo establecido.

**QUINTO. - Necesidad de emitir la DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2019: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR).** Con fundamento en los párrafos décimo quinto y vigésimo, fracción IV, del artículo 28 de la Constitución y los artículos 1, 2, 7, párrafos segundo y cuarto, y 15, fracción I, de la LFTR, corresponde exclusivamente al Instituto, como órgano constitucional autónomo, emitir una disposición de observancia general que establezca los límites de exposición máxima para seres humanos a radiaciones electromagnéticas de Radiofrecuencia no ionizantes para los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones y/o hacer uso del espectro radioeléctrico, además de sus métodos de prueba para verificar el cumplimiento de los mismos, y de esta manera

coadyuvar en materia de supervisión con respecto a las emisiones radioeléctricas a través del procedimiento de certificación de los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que hagan uso del espectro radioeléctrico, en apego a las facultades del Instituto referente a la administración del espectro radioeléctrico, en beneficio de la seguridad de la vida de los usuarios y al fomento de la competencia efectiva en los mercados convergentes de los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión.

Los beneficios que se pretenden al emitir la Disposición Técnica de mérito son primordialmente, garantizar que los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones y/o hacer uso del espectro radioeléctrico, que:

- a) se utilicen cerca de la cabeza, particularmente cerca del oído, y
- b) se utilicen a una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano,

Cumplan con los límites básicos de exposición de emisiones radioeléctricas no ionizantes en el intervalo de frecuencias de 300 MHz a 6 GHz y 30 MHz a 6 GHz, respectivamente.

**SEXTO. - Consulta pública.** Con fundamento en lo establecido en el artículo 51 de la LFTR, el Instituto sometió a consulta pública bajo los principios de transparencia y participación ciudadana, el "ANTEPROYECTO DE DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2016: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR).” durante un periodo de sesenta y un días hábiles, comprendido del 13 de diciembre de 2016 al 23 de marzo de 2017

Durante la consulta pública de mérito, se recibieron 11 participaciones de personas morales; dichas participaciones se centraron fundamentalmente en realizar precisiones a las especificaciones técnicas y los métodos de prueba, las cuales se analizaron, valoraron y, en su caso, robustecieron la Disposición Técnica en comento.

**SÉPTIMO. - Análisis de Impacto Regulatorio.** De conformidad con el segundo párrafo del artículo 51 de la LFTR, se establece que previamente a la emisión de reglas, lineamientos o disposiciones administrativas de carácter general de que se trate, el Instituto deberá realizar y hacer público un análisis de impacto regulatorio. Al respecto, de conformidad con lo establecido en los artículos 51 de la LFTR; 4 fracción VIII, inciso IV) y 75 fracción II del Estatuto, la Coordinación General de Mejora Regulatoria mediante oficio IFT/211/CGMR/050/2018 emitió la opinión no vinculante respecto del proyecto de "ACUERDO MEDIANTE EL CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES EXPIDE LA "DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2018: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR).""", en dicha opinión, manifestó diversas recomendaciones a efectos de robustecer y mejorar tanto el Análisis de Impacto Regulatorio como algunas disposiciones del proyecto, las cuales fueron analizadas y, en su caso, atendidas.

Por lo anterior y con fundamento en los artículos 60., apartado B, fracciones II y III, y 28, párrafos décimo quinto y vigésimo, fracción IV, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1, 2, 7, 15, fracciones I, y LVI, 51, y 289 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión; 4, fracción I, y 6, fracción I, del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones, el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones emite el siguiente:

## ACUERDO

**PRIMERO.** - Se aprueba y expide la "DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2019: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR).", misma que se adjunta al presente Acuerdo y que forma parte integrante del mismo.

Proyecto

DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2019: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES DE LOS PRODUCTOS, EQUIPOS, DISPOSITIVOS O APARATOS DESTINADOS A TELECOMUNICACIONES QUE PUEDEN SER CONECTADOS A UNA RED DE TELECOMUNICACIONES Y/O HACER USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR).

## ÍNDICE.

1. OBJETIVO.
2. CAMPO DE APLICACIÓN.
3. DEFINICIONES, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.
  - 3.1. DEFINICIONES.
  - 3.2. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS
4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.
5. MÉTODOS DE PRUEBA.
  - 5.1. MÉTODO DE PRUEBA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR) EN DCI QUE SE USAN EN LA CABEZA PARTICULARMENTE CERCA DEL OÍDO.
    - 5.1.1. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN.
    - 5.1.2. ESPECIFICACIONES DEL MODELO ANTROPOMÓRFICO DE LA CABEZA MAC (CARCASA Y LÍQUIDO EQUIVALENTE AL TEJIDO).
      - 5.1.2.1. ESPECIFICACIONES DEL MODELO ANTROPOMÓRFICO DE LA CABEZA MAC Y CARCASA.
      - 5.1.2.2. LÍQUIDO EQUIVALENTE AL TEJIDO (LET) DE LA CABEZA.
    - 5.1.3. CONSIDERACIONES DE LA MANO.
    - 5.1.4. REQUISITOS DEL SISTEMA DE ESCANEEO.
    - 5.1.5. CONSIDERACIONES Y ESPECIFICACIONES DEL DISPOSITIVO SUJETADOR.
    - 5.1.6 CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTRÓNICA DE MEDICIÓN.
    - 5.1.7. PROTOCOLO PARA MEDICIONES DEL SAR.

- 5.1.7.1. PREPARACIÓN DEL LET Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA.
- 5.1.7.2. PREPARACIÓN DEL EQUIPO BAJO PRUEBA (EBP).
- 5.1.7.3. MODOS DE OPERACIÓN.
  - 5.1.7.3.1 GENERAL.
  - 5.1.7.3.2. MODOS DE OPERACIÓN CON ENVOLVENTE CONSTANTE (MODULACIONES ANALÓGICAS).
  - 5.1.7.3.3. MODO DE OPERACIÓN TDMA (ENVOLVENTE DE PULSO).
  - 5.1.7.3.4. MODOS DE OPERACIÓN DIGITALES CON MODULACIÓN ALEATORIA DE AMPLITUD Y FASE.
  - 5.1.7.3.5. PROCEDIMIENTO DE ESCALAMIENTO DEL SAR PARA VARIACIONES DE SEÑAL O POTENCIA.
- 5.1.7.4. POSICIONAMIENTO DEL EBP RESPECTO AL MAC.
  - 5.1.7.4.1. GENERAL.
  - 5.1.7.4.2. DEFINICIÓN DE LA POSICIÓN DE MEJILLA.
  - 5.1.7.4.3. DEFINICIÓN DE LA POSICIÓN INCLINADA.
  - 5.1.7.4.4. ANTENA.
  - 5.1.7.4.5. OPCIONES Y ACCESORIOS SUMINISTRADOS POR EL FABRICANTE DEL EBP.
  - 5.1.7.4.6. EBP CON FACTOR DE FORMA ALTERNATIVA.
- 5.1.7.5. FRECUENCIAS DE PRUEBA PARA EL EBP.
- 5.1.8. PRUEBAS A REALIZAR.
- 5.1.9. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.
  - 5.1.9.1. PROCEDIMIENTO GENERAL.
  - 5.1.9.2. MEDICIONES DEL SAR DE HANDSETS CON MÚLTIPLES ANTENAS O TRANSMISORES.
    - 5.1.9.2.1. MEDICIÓN DEL SAR PARA SEÑALES NO CORRELACIONADAS.
    - 5.1.9.2.2. MEDICIÓN DEL SAR PARA SEÑALES CORRELACIONADAS.
- 5.1.10. POSPROCESAMIENTO DE DATOS DE MEDICIONES DEL SAR
  - 5.1.10.1. INTERPOLACIÓN
  - 5.1.10.2. EXTRAPOLACIÓN
  - 5.1.10.3. DEFINICIÓN DEL VOLUMEN EN QUE SE REALIZA EL PROMEDIO
  - 5.1.10.4. BÚSQUEDA DEL NIVEL MÁXIMO
- 5.1.11. REDUCCIÓN DE PRUEBAS DEL SAR.
  - 5.1.11.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.
  - 5.1.11.2. REDUCCIÓN DE PRUEBAS PARA DIFERENTES MODOS DE OPERACIÓN EN LA MISMA BANDA DE FRECUENCIA USANDO LA MISMA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA.
  - 5.1.11.3. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADA EN LAS CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL EBP.
  - 5.1.11.4. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADA EN EL ANÁLISIS DEL NIVEL PICO DEL SAR.
  - 5.1.11.5. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADA EN TRANSMISIÓN SIMULTÁNEA EN MÚLTIPLES BANDAS

- 5.1.12. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.
- 5.1.13. REPORTE DE PRUEBAS (RP).
- 5.2. MÉTODO DE PRUEBA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR) EN DCI QUE SE USAN A UNA DISTANCIA MENOR O IGUAL A 200 MM DEL CUERPO HUMANO.
  - 5.2.1. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN.
    - 5.2.1.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.
    - 5.2.2. ESPECIFICACIONES DEL MODELO DE SILUETA HUMANA (MSH).
    - 5.2.3. PROPIEDADES MATERIALES DEL LIQUIDO EQUIVALENTE AL TEJIDO (LET).
    - 5.2.4. ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.
      - 5.2.4.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.
      - 5.2.4.2. SISTEMA DE ESCANEO.
      - 5.2.4.3. SONDAS.
      - 5.2.4.4. CALIBRACIÓN DE LA SONDA.
      - 5.2.4.5. ESPECIFICACIONES PARA EL(LOS) ACCESORIO(S) DE SUJECIÓN DEL EBP EN LA POSICIÓN DE PRUEBA.
    - 5.2.5. PROTOCOLO PARA LAS MEDICIONES DEL SAR EN EL CUERPO.
    - 5.2.6. PREPARACIÓN DEL EQUIPO BAJO PRUEBA.
      - 5.2.6.1. MÚLTIPLES MEDICIONES DEL SAR EMPLEANDO UNA SOLA CARGA DE BATERÍA.
        - 5.2.6.1.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.
        - 5.2.6.1.2. MÉTODO 1 - DETERMINACIÓN DE LA DERIVA MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LA DESCARGA DE LA BATERÍA.
        - 5.2.6.1.3. MÉTODO 2 – DETERMINACIÓN DE LA DERIVA MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA DERIVA ACUMULADA.
        - 5.2.6.1.4. MÉTODO 3 – DETERMINACIÓN DE LA DERIVA MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA DERIVA ACUMULADA
    - 5.2.7. POSICIONES DEL EBP EN RELACIÓN CON EL MSH.
      - 5.2.7.1. POSICIÓN DE UN DCI QUE ES RELATIVAMENTE MÁS GRANDE DEL ÁREA DE LA SUPERFICIE DEL MSH.
      - 5.2.7.2. DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA GENÉRICO (DG).
      - 5.2.7.3. DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE USO CORPORAL (DUC).
      - 5.2.7.4. DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA CON ANTENAS ARTICULADAS O GIRATORIAS (DAG).
      - 5.2.7.5. DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA SOPORTADO POR EL CUERPO (DSC).
      - 5.2.7.6. DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE ESCRITORIO (DCE).
      - 5.2.7.7. DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE USO FRENTE AL ROSTRO (DFR).
      - 5.2.7.8 DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA USADOS EN EXTREMIDADES (DEX).

## 5.2.8. PRUEBAS A REALIZAR.

### 5.2.8.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.

### 5.2.8.2. REDUCCIÓN DE PRUEBAS.

#### 5.2.8.2.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.

#### 5.2.8.2.2. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADO EN UN RAZONAMIENTO FÍSICO.

#### 5.2.8.2.3. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADO EN ANÁLISIS DE DATOS DEL SAR.

#### 5.2.8.2.4. BÚSQUEDA DE CONDICIONES DE PRUEBA DEL VALOR MAS ALTO DEL SAR.

### 5.2.8.3. PROCEDIMIENTO GENERAL DE PRUEBAS.

## 5.2.9. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.

### 5.2.9.1 PROCEDIMIENTO GENERAL.

### 5.2.9.2. PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA EBP CON TRANSMISIONES MULTI-BANDA SIMULTÁNEAS.

## 5.2.10. POSPROCESAMIENTO.

### 5.2.10.1. INTERPOLACIÓN.

### 5.2.10.2. EXTRAPOLACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DE LA SONDA DE PRUEBA.

### 5.2.10.3. DEFINICIÓN DEL VOLUMEN PROMEDIO.

### 5.2.10.4. BÚSQUEDA DEL NIVEL MÁXIMO.

## 5.2.11. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.

### 5.2.12. REPORTE DE PRUEBAS (RP).

## 6. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

## 8. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD.

### 8.1. VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA CERTIFICACIÓN.

## 9. VERIFICACIÓN Y VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO.

## 10. CONTRASEÑA DE PRODUCTO.

## 11. DISPOSICIONES TRANSITORIAS.

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A.** REPORTE DE PRUEBA DE LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DEL NUMERAL 5.1 AL EBP SUJETO AL CUMPLIMIENTO DE LA DT IFT-012-2019.

**ANEXO B.** REPORTE DE PRUEBA DE LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DEL NUMERAL 5.2 AL EBP SUJETO AL CUMPLIMIENTO DE LA DT IFT-012-2019.

- ANEXO C.** REGISTRO DE DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA INHERENTEMENTE CONFORMES CON LA DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-012-2019.
- ANEXO D.** VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DEL SAR PARA LA CABEZA.
- ANEXO E.** CALIBRACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SONDAS DOSIMÉTRICAS.
- ANEXO F.** MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL LET Y ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.
- ANEXO G.** EJEMPLO DE RECETAS PARA EL LÍQUIDO EQUIVALENTE DEL TEJIDO HUMANO (LET) DEL MAC.
- ANEXO H.** TÉCNICAS DE POSPROCESAMIENTO.
- ANEXO I.** VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DEL SAR PARA EL CUERPO.
- ANEXO J.** CORRECCIÓN DEL SAR EN CASO DE DESVIACIÓN DE LA PERMITIVIDAD COMPLEJA DE LOS VALORES OBJETIVO.
- ANEXO K.** MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES DIELECTRICAS DEL LET Y ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE (MSH).
- ANEXO L.** PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DE LA POTENCIA.
- ANEXO M.** JUSTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA SONDA DE PRUEBA.
- ANEXO N.** DEFINICIÓN DE UN SISTEMA DE COORDENADAS PARA EL MAC Y EL EBP.
- ANEXO O.** ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE PARA LAS PRUEBAS INDICADAS EN EL NUMERAL 5.2.
- ANEXO P.** ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE PARA LAS PRUEBAS INDICADAS EN EL NUMERAL 5.1.
- ANEXO Q.** FUENTES PARA LA VALIDACIÓN DEL SISTEMA DEL SAR EMPLEADO EN EL NUMERAL 5.1.
- ANEXO R.** MSH PLANO.
- ANEXO S.** FUENTES ESTÁNDAR Y MSH PARA LA VALIDACIÓN DEL SISTEMA DEL SAR EMPLEADO EN EL NUMERAL 5.2.
- ANEXO T.** EJEMPLO DE RECETAS PARA EL LÍQUIDO EQUIVALENTE DEL TEJIDO HUMANO (LET) DEL MSH.

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1.** Ilustración de las dimensiones en Tabla 3 y Tabla 4.
- Figura 2.** Vista lateral cercana del modelo mostrando la región del oído derecho.
- Figura 3.** Vista lateral de un modelo mostrando las marcas relevantes.
- Figura 4.** Modelo sagitalmente bisecado con perímetro extendido (mostrado reposando sobre su costado como es usado para pruebas del SAR).
- Figura 5.** Imagen del modelo mostrando la zona central.
- Figura 6.** Líneas de referencia verticales y horizontales y puntos de referencia A y B en dos ejemplos de tipos de dispositivos: un teléfono inteligente con pantalla totalmente táctil (superior) y un Handset con teclado (inferior).
- Figura 7-a.** Posición 1 del teléfono – posición de mejilla.
- Figura 7-b.** Una posición posible del EBP contra la cabeza después del Paso c).
- Figura 7-c.** Posición del Handset de la Figura 7-b después de aplicar el Paso d).
- Figura 7-d.** Posición del Handset de la Figura 7-c después de aplicar el Paso e).
- Figura 7-e.** Posición del Handset de la Figura 7-d después de aplicar el Paso f).
- Figura 7-f.** Posición del Handset de la Figura 7-e después de aplicar el Paso g).
- Figura 7-g.** Posición del Handset de la Figura 7-f después de aplicar el Paso h).
- Figura 8.** Posición inclinada del dispositivo inalámbrico del lado izquierdo del MAC.
- Figura 9.** Un EBP con factor de forma alternativo y con las coordenadas y puntos de referencia estándares aplicados.
- Figura 10.** Diagrama de flujo de las pruebas a realizar.
- Figura 11.** Orientación de la sonda con respecto a la línea normal a la superficie del MAC, mostrada en dos ubicaciones diferentes.
- Figura 12.** Procedimiento de medición para diferentes señales correlacionadas.
- Figura 13.** Diagrama modificado.
- Figura 14.** Dimensiones del MSH elíptico.
- Figura 15.** Definición de los puntos de referencia.
- Figura 16.** Medición por desplazamiento del dispositivo en el MSH.
- Figura 17.** Posiciones de prueba para un Dispositivo genérico DG.

**Figura 18.** Posiciones de prueba para DUC.

**Figura 19.** Dispositivo con antena rotatoria (ejemplo de dispositivo de escritorio).

**Figura 20-a.** Computadora portátil con antena externa de tipo plug-in-radio-card (lado izquierdo) o con antena interna colocada en la sección de la pantalla (lado derecho).

**Figura 20-b.** Computadora portátil con factor de forma de tableta.

**Figura 20-c.** Terminal punto de venta.

**Figura 21.** Posiciones de prueba para DE.

**Figura 22-a.** Radios de dos vías.

**Figura 22-b.** Cámaras fotográficas y de video.

**Figura 23.** Posición de prueba para (DEX).

**Figura 24.** Posición de prueba para DIR.

**Figura 25.** Diagrama de bloques de pruebas a realizar.

**Figura 26.** Procedimiento General.

**Figura 27.** Orientación de la sonda de prueba con respecto de la normal a la superficie del MSH.

## LISTADO DE TABLAS

**Tabla 1.** Límites básicos de exposición máxima.

**Tabla 2.** Dimensiones usadas en la obtención del Modelo antropomórfico de la cabeza de información de la cabeza del percentil 90 de hombres de la armada.

**Tabla 3.** Dimensiones adicionales del Modelo antropomórfico de la cabeza comparada con dimensiones selectas de información de la cabeza del percentil 90 de hombres de la armada. Sección de medidas de la cabeza para especialistas.

**Tabla 4.** Propiedades dieléctricas de LET para cabeza.

**Tabla 5.** Parámetros del escaneo de área.

**Tabla 6.** Parámetros del escaneo de zoom

**Tabla 7.** Valores de umbral  $U(f)$  usados en el procedimiento de reducción de pruebas.

**Tabla 8.** Propiedades dieléctricas de LET para el cuerpo.

## **1. OBJETIVO.**

La presente Disposición Técnica establece las especificaciones técnicas para el cumplimiento de los límites máximos de radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia de los productos, equipos, dispositivos o aparatos en materia de telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones y/o hacer uso del espectro radioeléctrico en el intervalo de 30 MHz a 6 GHz, mediante el índice de absorción específica (SAR) medido en la proximidad del cuerpo humano.

La presente Disposición Técnica tiene como objetivo garantizar que:

- a) Los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones y/o hacer uso del espectro radioeléctrico en el intervalo de frecuencias de 300 MHz a 6 GHz, que se utilicen cerca de la cabeza, particularmente cerca del oído, cumplan con los límites básicos de exposición de radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia no ionizantes;
- b) Los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones y/o hacer uso del espectro radioeléctrico en el intervalo de frecuencias 30 MHz a 6 GHz, que se utilicen a una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano, cumplan con los límites básicos de exposición de radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia no ionizantes.

## **2. CAMPO DE APLICACIÓN.**

La presente Disposición Técnica es aplicable a:

Los productos, equipos, dispositivos o aparatos que tengan un transmisor o transceptor de radiofrecuencia, hagan uso del espectro radioeléctrico o se conecten a una red de telecomunicaciones en el intervalo de frecuencias de 30 MHz a 6 GHz y que se utilicen:

- a) Cerca de la cabeza, particularmente cerca del oído, en el intervalo de frecuencias de 300 MHz a 6 GHz, y/o
- b) A una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano, en el intervalo de frecuencias de 30 MHz a 6 GHz.

### 3. DEFINICIONES, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.

#### 3.1. DEFINICIONES.

Para los efectos de la presente Disposición Técnica, además de las definiciones previstas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión y demás disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables, se entenderá por:

- I. **Absorción específica de energía (SA):** Cociente resultante de dividir la energía incremental ( $dW$ ) absorbida por (disipada en) una masa incremental ( $dm$ ) contenida en un elemento de volumen ( $dV$ ) de una determinada densidad ( $\rho_m$ );

$$SA = \frac{dW}{dm} = \frac{1}{\rho_m} \frac{dW}{dV}$$

En donde:

$\rho_m$  = Densidad de masa en  $\text{kg/m}^3$ .

SA = Absorción específica expresada en J/kg.

- II. **Accesorio:** Componente opcional que puede ser usado conjuntamente con un dispositivo de comunicación inalámbrica fijo o móvil y que es incluido en el empaque del mismo;

- III. **Certificado de Conformidad:** Declaración escrita, emitida por un Organismo de Certificación de tercera parte acreditado, y autorizado por el Instituto Federal de Telecomunicaciones, basada en una decisión tomada después de la revisión de la aptitud, adecuación y eficacia de las actividades de selección y determinación, y de los resultados de dichas actividades, con respecto al cumplimiento de los requisitos especificados para un objeto de Evaluación de la Conformidad;
- IV. **Deriva:** Variación lenta de una característica metrológica de un instrumento de medición;
- V. **Disposición Técnica:** Instrumento de observancia general y obligatoria expedido por el Instituto, a través del cual se regulan características y la operación de productos y servicios de telecomunicaciones y radiodifusión, incluyendo infraestructura, en su caso, la instalación de equipos, sistemas y la infraestructura en general asociada a estos, así como las especificaciones que se refieren a su cumplimiento o aplicación, entre otros;
- VI. **Dispositivo de comunicación inalámbrica (DCI):** Equipo, dispositivo o aparato transmisor o transceptor de radiofrecuencia fijo o móvil, que hace uso del espectro radioeléctrico o se conecta a una red de telecomunicaciones y que se utiliza:
- a) Particularmente cerca del oído, y/o
  - b) A una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano;
- VII. **Dispositivo de comunicación inalámbrica de escritorio (DCE):** Dispositivo comúnmente ubicado o montado sobre un escritorio, mesa o estructura de soporte similar; y cuya antena está prevista para usarse a una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano;
- VIII. **Dispositivo de comunicación inalámbrica de uso corporal (DUC):** Dispositivo portátil que contiene un transmisor o Transceptor inalámbrico

posicionado en la proximidad al torso o extremidades de una persona (excepto cabeza y/o oído), mediante un Accesorio de sujeción durante el Uso previsto u operación de sus funciones de radiocomunicación;

- IX. **Dispositivo de comunicación inalámbrica con antenas articuladas o giratorias (DAG):** Dispositivo portátil que contiene una antena o antenas articuladas o giratorias que se encuentren en la proximidad al torso o extremidades (excepto cabeza) de una persona durante el Uso previsto u operación de sus funciones de radio;
- X. **Dispositivo de comunicación inalámbrica de uso frente al rostro (DFR):** Dispositivo comúnmente sostenido con la mano y operado en la proximidad al rostro, puede incluir dispositivos *Push to Talk (PTT)*, radios de dos vías y similares.;
- XI. **Dispositivo de comunicación inalámbrica genérico (DG):** Dispositivo que no puede ser incluido en las clasificaciones de dispositivos previstas en la presente Disposición Técnica;
- XII. **Dispositivo de comunicación inalámbrica soportado por el cuerpo (DSC):** Dispositivo cuyo Uso previsto es transmitir, y que se encuentra tocando directamente alguna parte del cuerpo del usuario con cualquier porción del dispositivo, y no requiere un Accesorio de sujeción, por ejemplo, una laptop;
- XIII. **Dispositivo de comunicación inalámbrica usado en las extremidades del cuerpo (DEX):** Dispositivo cuyo Uso previsto es estar sujeto al brazo o pierna del usuario mientras transmite;
- XIV. **Distancia de separación:** Distancia entre el equipo bajo prueba y la superficie exterior del modelo de silueta humana (MSH) o modelo antropomórfico de la cabeza (MAC), representando la distancia establecida en el Uso previsto;

- XV. Equipo Bajo Prueba (EBP):** Unidad representativa de un DCI sobre el que se llevan a cabo pruebas para verificar el cumplimiento de las especificaciones y requerimientos de la presente Disposición Técnica;
- XVI. Evaluación de la Conformidad:** Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar el grado de cumplimiento de un producto, equipo, dispositivo o aparato destinado a telecomunicaciones o radiodifusión, o infraestructura de telecomunicaciones o radiodifusión, con las Disposiciones Técnicas aplicables; los procedimientos para la Evaluación de la Conformidad comprenden, entre otros, los de muestreo, prueba e inspección, certificación, verificación, y vigilancia del cumplimiento de la certificación y/o de la dictaminación, registro, separadamente o en distintas combinaciones;
- XVII. Factor de trabajo:** Factor promedio de tiempo operacional; es decir, la proporción de tiempo en la que un transmisor transmite durante un periodo de tiempo específico;
- XVIII. Handset:** Dispositivo sostenido con la mano cuyo uso previsto es ser operado en la proximidad del oído. Consiste en una entrada y una salida acústica, un transmisor y un receptor de radio;
- XIX. Incertidumbre:** Estimación asociada al resultado de una prueba o medición que caracteriza el intervalo de valores dentro de los cuales se afirma que está el valor convencionalmente verdadero;
- XX. Índice de absorción específica (SAR):** Es la derivada respecto al tiempo del incremento de energía ( $dW$ ) absorbida (disipada) en un incremental de masa ( $dm$ ), que está contenida en un elemento de volumen ( $dV$ ) con densidad de masa ( $\rho_m$ ):

$$SAR = \frac{d}{dt} \frac{dW}{dm} = \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{\rho_m} \frac{dW}{dV} \right)$$

El SAR es el índice con el cual la energía electromagnética se absorbe en los tejidos del cuerpo y está expresado en  $W/kg$  y se puede calcular mediante las siguientes formulas:

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho_m}$$
$$SAR = c \frac{dT}{dt}$$
$$SAR = \frac{J^2}{\rho_m \sigma}$$

En donde:

$\sigma$  = Conductividad del tejido corporal en S/m.

$\rho_m$  = Densidad de masa en  $kg/m^3$ .

$c$  = Capacidad térmica del tejido corporal en  $J/kg^\circ C$

$E$  = Intensidad de campo eléctrico en el tejido corporal en V/m.

$\frac{dT}{dt}$  = La derivada con respecto al tiempo de la temperatura del tejido corporal en  $^\circ C/s$ .

$J$  = El valor de la densidad de corriente inducida en el tejido corporal en  $A/m^2$ .

XXI. **Instituto:** Instituto Federal de Telecomunicaciones;

XXII. **Intensidad de campo eléctrico:** Fuerza ejercida por un campo eléctrico sobre una carga eléctrica puntual, dividida por el valor de la carga y está expresa en volts por metro V/m;

XXIII. **LFTR:** Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión;

XXIV. **Líquido equivalente al tejido humano (LET):** Líquido homogéneo formulado para obtener una evaluación conservadora del SAR;

XXV. **Longitud de onda ( $\lambda$ ):** Es la distancia entre dos puntos consecutivos de una onda periódica en la dirección de propagación donde se tiene la misma fase de la onda y se expresa en metros y se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde:

$c$  = Es la velocidad de la propagación de ondas electromagnéticas en el vacío (299 792 458 m/s);

$f$  = Es la frecuencia en Hz.

**XXVI. Permittividad compleja:** Es la relación de la densidad de flujo eléctrico en un medio con respecto a la Intensidad de campo eléctrico en un punto determinado; la Permittividad compleja ( $\epsilon^*$ ) se expresa como:

$$\epsilon^* = \epsilon_0(\epsilon' - j\epsilon'') = \epsilon_0 \left( \epsilon' - j \frac{\sigma}{\omega\epsilon_0} \right)$$

Donde:

$\epsilon_0$  = Es la permitividad del vacío (8.854 187 817 x 10<sup>-12</sup> F/m),

$\epsilon'$  = Es la constante dieléctrica, o la parte real de la permitividad compleja,

$\epsilon''$  = Es la parte imaginaria de la permitividad relativa compleja,

$\sigma$  = Es la conductividad el medio, y

$\omega$  = Es la frecuencia angular en radianes.

**XXVII. Permittividad relativa:** Es la relación entre la permitividad compleja y la permitividad del vacío;

**XXVIII. Profundidad de penetración:** Para una frecuencia dada, es la profundidad a la cual la intensidad del campo eléctrico de una onda plana incidente que penetra un medio con pérdidas, se reduce a 1/e (e=2.71) respecto de su valor inicial después de haber penetrado dicho medio. Para una onda plana que incide normalmente a un semiespacio

plano, la profundidad de penetración está dada por la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{1}{\omega} \left[ \left( \frac{\mu_0 \varepsilon_r' \varepsilon_0}{2} \right) \left( \sqrt{1 + \left( \frac{\sigma}{\omega \varepsilon_r' \varepsilon_0} \right)^2} - 1 \right) \right]^{-\frac{1}{2}}$$

Donde:

- $\delta$  = Es la profundidad de penetración en metros;
- $\omega$  = Es la frecuencia angular en radianes por segundo;
- $\varepsilon_r'$  = Es la parte real de la permitividad relativa compleja en F/m;
- $\varepsilon_0$  = Es la permitividad del vacío en F/m;
- $\mu_0$  = Es la permeabilidad del vacío en H/m;
- $\sigma$  = Es la conductividad del medio en S/m.

- XXIX. Radiofrecuencia (RF):** Frecuencia de ondas electromagnéticas, mayor a 9 kHz y menor que 3 000 GHz que se propagan en el espacio sin guía artificial y es útil para establecer telecomunicaciones;
- XXX. Reporte de Prueba (RP):** Documento que emite el Laboratorio de Prueba de tercera parte nacional o Laboratorio de Prueba extranjero reconocido, con los resultados de las pruebas y, en su caso, otra información pertinente a éstas, realizadas a un Producto, de conformidad con el acuerdo de reconocimiento mutuo suscrito entre gobiernos, la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, normas, Disposiciones Técnicas y/o reglamentos técnicos extranjeros;
- XXXI. Transceptor:** Dispositivo de comunicación inalámbrica que combina en una sola unidad un transmisor y un receptor, empleando componentes y circuitos comunes y, usualmente, utiliza la misma antena para transmitir y recibir;
- XXXII. Transmisión multibanda:** Modo de operación en el que se transmite en varias bandas de frecuencia simultáneamente;

- XXXIII. **Uso previsto:** Uso para el cual un Dispositivo de comunicación inalámbrica está destinado, de acuerdo con las especificaciones, instrucciones e información provista por el fabricante en el manual de usuario y/o hoja viajera que acompañe al EBP;
- XXXIV. **Valor pico primario del SAR:** Valor máximo del SAR obtenido en las mediciones de escaneo de área, y
- XXXV. **Valor pico secundario del SAR:** Valor máximo local del SAR determinado en las mediciones de escaneo de área cuya magnitud es menor a la del Valor pico primario del SAR.

### 3.2. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.

En esta Disposición Técnica se emplean las siguientes abreviaturas, símbolos, cantidades y constantes físicas.

Símbolo	Cantidad	Unidades
$\alpha$	Coeficiente de Atenuación	1/m
$c_h$	Capacidad calorífica específica	J/(kg·K)
$E$	Intensidad de campo eléctrico	V/m
$f$	Frecuencia	Hz
$J$	Densidad de corriente	A/m <sup>2</sup>
$P$	Potencia promedio (temporal) absorbida	W
SAR	Índice de absorción específica	W/kg
$T$	Temperatura	°C
$\epsilon$	Permitividad	F/m
$\lambda$	Longitud de onda	m
$\delta$	Profundidad de penetración	m
$\sigma$	Conductividad eléctrica	S/m

Símbolo	Constante física	Magnitud
$c$	Velocidad de la luz en el vacío	299 792 458 m/s
$\eta_0$	Impedancia del vacío	$120\pi$ o $377 \Omega$
$\epsilon_0$	Permitividad del vacío	8.854 187 817 $\times 10^{-12}$ F/m
$\mu_0$	Permeabilidad del vacío	$4\pi \times 10^{-7} \frac{H}{m}$

Abreviaturas	
ANS	Atenuación normalizada del sitio
CDMA	Acceso Múltiple por División de Código (del inglés, <i>Code Division Multiple Access</i> ).
DCI	Dispositivo de comunicación inalámbrica
DT	Disposición Técnica
EBP	Equipo bajo prueba
FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia (del inglés, <i>Frequency Division Multiple Access</i> ).
GPRS	Servicio General de Paquetes vía Radio (del inglés, <i>General Packet Radio Service</i> ).
GSM	Sistema Global para Comunicaciones Móviles (del inglés, <i>Global System for Mobile communications</i> )
ICNIRP	Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (del inglés, <i>International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection</i> ).
LET	Líquido equivalente al tejido humano
MAC	Modelo antropomórfico de la Cabeza
MIMO	Múltiples entradas, múltiples salidas (del inglés, <i>Multiple Input Multiple Output</i> ).
MSH	Modelo de Silueta Humana
OC	Onda Continua
OP	Onda Portadora
PDA	Asistente Digital Personal
PTT	Push-to-talk
RF	Radiofrecuencia
SAR	Índice de absorción específica
STBC	Codificación Espacio-Temporal por Bloques (del inglés, <i>Space Time Block Coding</i> )
VSWR	Razón de onda estacionaria de tensión eléctrica (del inglés, <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> )
Wifi	<i>Wireless Fidelity</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>

#### 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

4.1. Los Dispositivos de comunicación inalámbrica fijos y móviles que hagan uso del espectro radioeléctrico o se conecten a una red de telecomunicaciones en el intervalo de frecuencias de 30 MHz a 6 GHz y que se utilicen:

- a) Particularmente cerca del oído, y/o
- b) A una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano

Deben cumplir con los límites básicos de exposición máxima a radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia no ionizantes establecidos en la **Tabla 1** de la presente Disposición Técnica.

Tabla 1. Límites básicos de exposición máxima.

Tipo de exposición	Intervalo de frecuencias	Densidad de corriente en la cabeza y el tronco (mA/m <sup>2</sup> ) (valor eficaz)	SAR promedio en todo el cuerpo (W/kg)	SAR localizado en la cabeza y el tronco (W/kg)	SAR localizado en las extremidades (W/kg)	Densidad de potencia de onda plana equivalente (W/m <sup>2</sup> )
Público en general	30 MHz-6 GHz	–	0.08	2	4	–

Notas:

1. Debido a que el cuerpo humano no es eléctricamente homogéneo, las densidades de corriente deben ser promediadas sobre una sección transversal de 1 cm<sup>2</sup>, perpendicular a la dirección de la corriente.
2. Todos los valores del SAR deben ser promediados sobre cualquier periodo de 6 minutos.
3. El SAR localizado se promedia sobre un volumen de tejido continuo que contenga 10 gramos de masa. El máximo valor del SAR que se obtenga de esta forma en cualquier zona de la cabeza particularmente cerca del oído, es el que se utiliza para determinar si se exceden los límites de la presente tabla. En el intervalo de frecuencias de 0.3 a 6 GHz, para exposición localizada en la cabeza, se adiciona un límite más en donde la absorción específica de energía (SA) promediada sobre 10 gramos de tejido no debe exceder de 2 mJ/kg para exposición del público en general. Esto es con el fin de evitar un efecto auditivo causado por la expansión de cierto tejido cerebral debido a pequeños y rápidos cambios de temperatura, los cuales producen una onda que se transmite al oído interno.

Lo anterior se verificará con los métodos de prueba contenidos en los numerales 5.1 y 5.2 de la presente disposición, según corresponda.

4.2. Los DCI que, derivado del uso común o del Uso previsto, sean empleados por el usuario final próximos a la cabeza (particularmente cerca del oído) y a una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano, se evaluarán únicamente con los métodos de prueba establecidos en el numeral 5.1 de la presente Disposición Técnica.

4.3. Si el DCI transmite con un nivel de potencia máximo de 20 mW en todas las bandas de frecuencias de operación en México y se emplea comúnmente próximo a la cabeza (particularmente cerca del oído) o a una distancia menor de 200 mm del cuerpo humano, el DCI se puede considerar como inherentemente conforme. En este caso, los referidos DCI no están obligados a demostrar cumplimiento con la presente Disposición Técnica; sin embargo, lo anterior no excluye al DCI inherentemente conforme del cumplimiento con otras Disposiciones Técnicas aplicables y con su registro de acuerdo con el numeral 8 de la presente Disposición Técnica.

Lo anterior se constata con el numeral 5.3.

El DCI no se considera inherentemente conforme si su nivel de potencia es ajustable a una potencia en cuyo intervalo se encuentre los 20 mW y/o no se usa comúnmente a una distancia menor de 200 mm del cuerpo humano.

## **5. MÉTODOS DE PRUEBA.**

Los métodos de prueba permiten evaluar y comprobar que los DCI cumplen con los límites básicos establecidos en la **Tabla 1** de la presente Disposición Técnica.

### **5.1. MÉTODO DE PRUEBA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES.**

## ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR) EN DCI QUE SE USAN EN LA CABEZA PARTICULARMENTE CERCA DEL OÍDO.

### 5.1.1. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN.

- I. El sistema de medición del SAR para DCI que se usan en la cabeza, particularmente cerca del oído, debe consistir, al menos, de un Modelo antropomórfico de la Cabeza (MAC) lleno de Líquido equivalente al tejido humano (LET), instrumentación, electrónica de medición, un sistema de escaneo y un sujetador del EBP.
- II. Para la medición del SAR se debe usar una sonda miniatura, la cual debe posicionarse automáticamente para medir la distribución interna del campo eléctrico en el MAC expuesto a campos electromagnéticos producidos por el EBP.
- III. El MAC debe estar lleno de LET, para representar las propiedades eléctricas de los tejidos en la cabeza humana.
- IV. El LET debe ser de baja viscosidad para permitir el libre movimiento de la sonda.
- V. Lo anterior con el fin de calcular la distribución del SAR y el valor pico promedio espacial del SAR, a partir de los valores del campo eléctrico medido.

Las pruebas se deben de realizar de acuerdo con las siguientes condiciones ambientales:

- a) La temperatura ambiente y la temperatura del LET deben estar en el intervalo de 18 °C a 25 °C, observar el numeral **P.2.6.6** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica, para determinar la Incertidumbre de la temperatura del referido LET.
- b) Antes de llevar a cabo las mediciones de las propiedades dieléctricas del LET y las mediciones del SAR, el EBP, el sistema de medición, el LET y el MAC

deben permanecer en el Laboratorio de Prueba el tiempo suficiente para que sus temperaturas se estabilicen.

- c) Durante las mediciones del SAR, la temperatura del LET debe permanecer dentro de una tolerancia de  $\pm 2$  °C de aquella temperatura a la cual las propiedades dieléctricas fueron medidas (o una temperatura que corresponda a un cambio de 5 % ya sea en  $\epsilon'$  o  $\sigma$  si ésta última es más pequeña). Si el cambio de temperatura excede éste valor, las propiedades dieléctricas deben medirse de nuevo. Observar el numeral **P.2.6.6** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica, para determinar la Incertidumbre de la sensibilidad de la temperatura del LET.
- d) Para corregir el efecto de las reflexiones provenientes de cables, equipo de pruebas, o cualquier otro objeto reflector en las mediciones del SAR, así como para evitar interferencias perjudiciales de RF, el sistema de medición debe albergarse dentro de una jaula de Faraday que utilice materiales absorbentes, la referida jaula de Faraday debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación, adicionalmente podrán emplearse núcleos de ferrita en los cables
  - i. Pérdida de blindaje mayor o igual que 100 dB en el intervalo de 30 MHz a 6 GHz.
  - ii. El acceso de cables de señal, control y alimentación eléctrica del exterior al interior de la jaula de Faraday, debe ser con filtros de RF con una pérdida por inserción mayor o igual que 100 dB para mantener el efecto del blindaje.
  - iii. El efecto de las reflexiones provenientes de cables, equipo de pruebas, o cualquier otro objeto reflector se debe determinar mediante el procedimiento de revisión del sistema de medición del SAR para la cabeza, contenido en D.2 del **Anexo D** de la presente Disposición Técnica. La referida determinación se debe realizar con y

sin los objetos reflectores presentes. Deben cumplirse los requisitos de los siguientes incisos e) y f).

- e) Las mediciones del SAR del EBP se deben realizar, únicamente cuando los efectos de las reflexiones y de los transmisores de RF secundarios, entre otros, den como resultado un pico promedio espacial del SAR menor a 0.012 W/kg (para 1 g o 10 g de masa, cualquiera que sea aplicable a la prueba). Lo anterior cuando se mida el pico promedio espacial del SAR a 0.04 W/kg.

Cuando el efecto de los cables y los reflectores sea mayor a 0.012 W/kg, se deben aplicar núcleos de ferrita, materiales absorbentes de RF y otras técnicas de mitigación para reducir el error del SAR. Si el límite anterior no se puede lograr, se debe considerar un valor mayor en 3 % de 0.012 W/kg en el presupuesto de Incertidumbre en la fila de "Condiciones ambientales de RF - reflexiones" de la **Tabla A.1** en el **Anexo A** de la presente Disposición Técnica; de manera tal que pueda demostrarse que la contribución del SAR debida a las reflexiones determinadas por el procedimiento de revisión del sistema es menor a 10 % del SAR medido para el EBP.

- f) El efecto de las reflexiones se debe verificar al menos cada año o cuando la revisión del sistema (**Anexo D** de la presente Disposición Técnica) muestre resultados inesperados.
- g) Durante las pruebas, el EBP no debe estar conectado a ninguna red inalámbrica excepto a un simulador de estación base.
- h) La validación del sistema de acuerdo al protocolo definido en el **Anexo D** de la presente Disposición Técnica, se debe realizar al menos una vez por año o cuando un nuevo sistema es puesto en operación y cuando se hayan realizado modificaciones al mismo (ejemplo: una nueva versión de software, diferente tipo o versión de la electrónica de medición o uso de diferente sonda).

- i) Se debe validar el sistema de medición como un sistema completo; sin embargo, se acepta la calibración de la sonda por separado del sistema, previendo que las características de la interfaz eléctrica entre la sonda y la electrónica de medición, sean especificadas e implementadas durante las mediciones. La(s) sonda(s) debe(n) calibrarse al mismo tiempo con amplificadores, dispositivos de medición y sistemas de adquisición de datos. La sonda debe ser calibrada en el LET a la frecuencia de operación e intervalo de temperatura apropiados, de acuerdo con la metodología descrita en el **Anexo E** de la presente Disposición Técnica.
- j) El límite inferior de detección debe ser menor o igual o 0.01 W/kg, y el límite de detección máximo debe ser mayor
- k) Un diámetro de sonda más grande puede ser utilizado, si se demuestra que el campo eléctrico de cualquier distribución potencial puede ser medido con una Incertidumbre menor al  $\pm 15\%$  ( $k=2$ ) en la superficie del MAC, considerando las distancias que se muestran en la **Tabla 2**, o a las distancias recomendadas por el fabricante del sistema dosimétrico (la que sea menor).
- l) Donde explícitamente se especifiquen características de desempeño para el sistema de medición o para parte del sistema de medición, se debe documentar la conformidad con las referidas especificaciones.

#### 5.1.2. ESPECIFICACIONES DEL MODELO ANTROPOMÓRFICO DE LA CABEZA MAC (CARCASA Y LÍQUIDO EQUIVALENTE AL TEJIDO).

- I. Para la configuración típica de un MAC seccionado sagitalmente, cada mitad del modelo antropomórfico de cabeza debe estar colocado sobre uno de sus costados, y el EBP se coloca debajo del referido modelo.
- II. El MAC debe llenarse con el LET considerando las propiedades dieléctricas requeridas.
- III. Para minimizar las reflexiones provenientes de la superficie superior del LET, la profundidad del líquido debe ser al menos de 150 mm, que es la distancia

aproximada entre los oídos de una cabeza humana; también se pueden usar profundidades del líquido menores a 150 mm, si se demuestra (por ejemplo, usando simulaciones numéricas) que el efecto en el pico promedio espacial del SAR es menor a 1 % bajo las condiciones del peor caso. Si es más de 1 % pero menos de 3 %, la Incertidumbre para el valor del peor caso proveniente de la demostración se debe añadir al presupuesto de Incertidumbre de la **Tabla A.1** del **Anexo A** de la presente Disposición Técnica.

- IV. Se deben evaluar y comparar los parámetros dieléctricos con los valores dados en la **Tabla 4** usando interpolación lineal. Esta medición puede realizarse usando el equipo y los procedimientos descritos en el **Anexo F** de la presente Disposición Técnica.
- V. Para los cálculos del SAR se deben usar las propiedades dieléctricas medidas, no los valores de la **Tabla 4** de la presente Disposición Técnica.

**Nota.** Ver el numeral **5.1.7.1.** inciso IV de la presente disposición técnica, para la variación permisible de los parámetros dieléctricos medidos y los de la **Tabla 4** de la presente Disposición Técnica.

- VI. El fabricante del MAC debe definir al menos tres puntos de referencia en dicho modelo, lo anterior para efectos de alineación del sistema de escaneo con el referido modelo. Estos puntos deben ser visibles, abarcando al menos 80 % de la superficie superior del modelo y debe haber al menos 200 mm de separación entre cada punto.

#### **5.1.2.1. ESPECIFICACIONES DEL MODELO ANTROPOMÓRFICO DE LA CABEZA MAC Y CARCASA.**

Las dimensiones del MAC están listadas en la **Tabla 3** y se muestran en la **Figura 1**. La **Tabla 4** muestra otras dimensiones pertinentes para comparación. En el Punto de referencia del oído (PRO), se seleccionó un grosor de 6 mm incluyendo los 2 mm de carcasa para modelar el oído externo (pabellón auditivo), éste delgado

espaciador del oído también simula usuarios con orejas pequeñas, y da una representación conservadora del SAR.

Se debe emplear un sistema de líneas y puntos de referencia para correlacionar el posicionamiento del Handset con el modelo (**Figuras 2 y 3**). El punto "M" es el punto de referencia de la boca, "OI" es el punto de referencia del oído (PRO) izquierdo, y "OD" es el PRO derecho. Los PRO están 15 mm posteriores a la entrada del canal auditivo (ECA) junto con la línea B-M (Posterior-Boca).

Proyecto

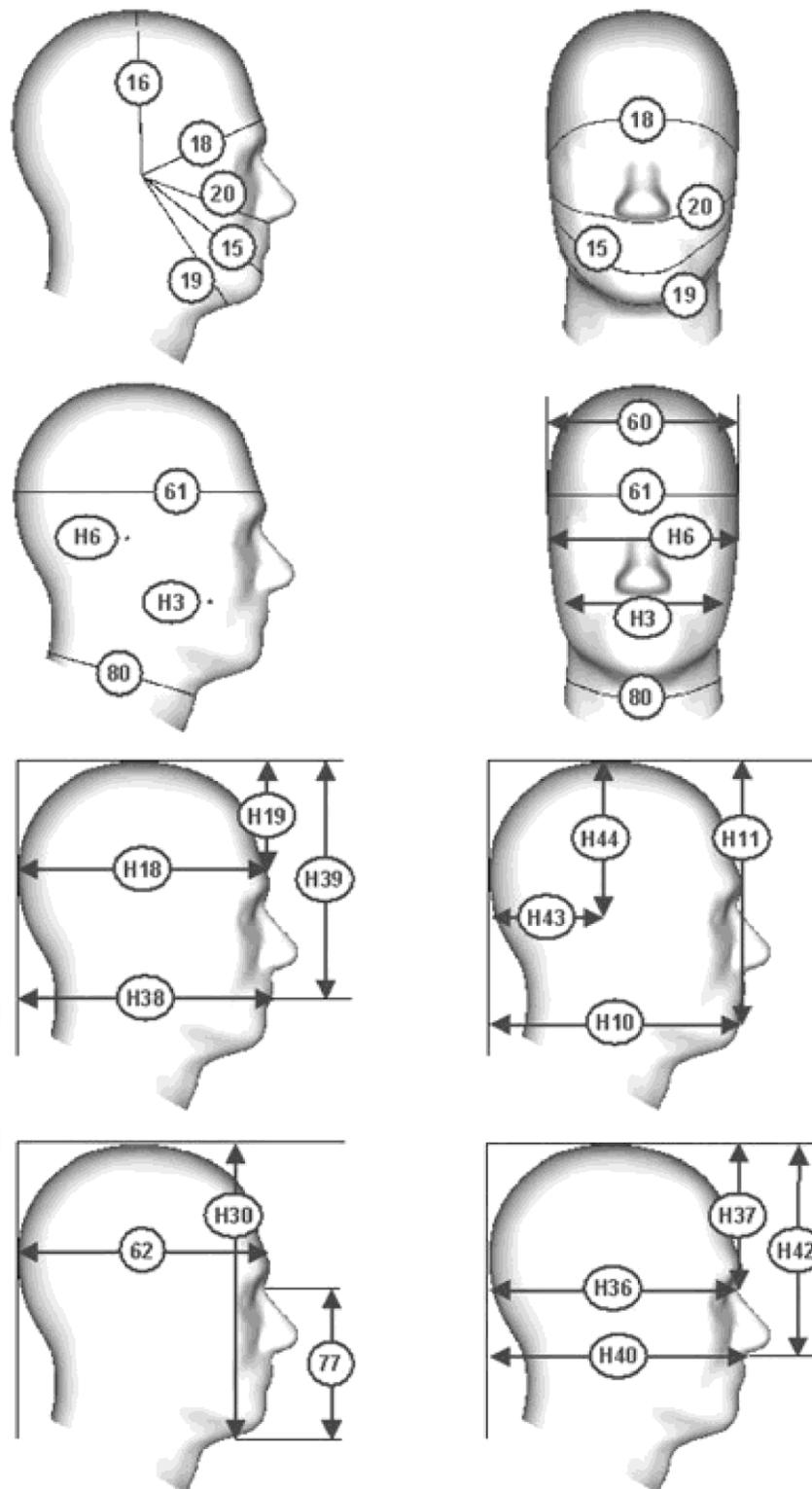


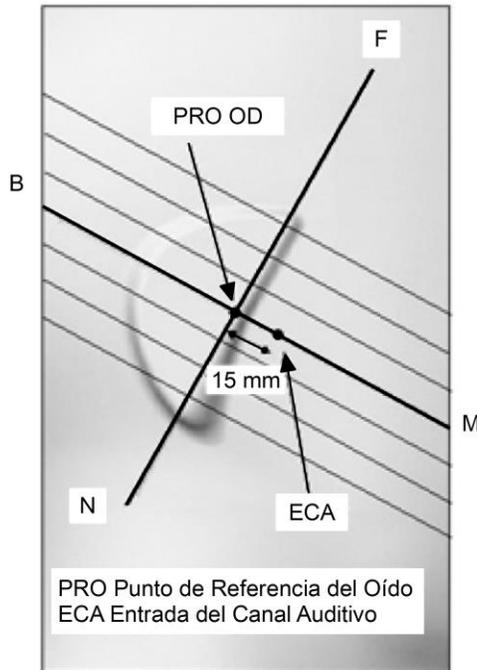
Figura 1. Ilustración de las dimensiones en Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 2. Dimensiones usadas en la obtención del Modelo antropomórfico de la cabeza de información de la cabeza del percentil 90 de hombres de la armada.

Ref.	Anatomía	Reporte de Gordon (mm)			MAC (mm)	Desviación (%)
		Valor promedio	Desviación estándar	Percentil 90		
15	Arco Zygion-Pogonio-Zygion	325.8	13.4	343.1	329.3	-4.0
16	Arco Zygion-Vertex-Zygion	353.3	12.9	369.7	367.3	-0.6
18	Arco Zygion-Glabela-Zygion	304.3	10.6	318.2	314.1	-1.3
19	Arco Zygion-Submandíbula-Zygion	304.2	14.5	323.2	333.5	3.2
20	Arco Zygion-Nasoespinal-Zygion	292	11.1	306.3	305.3	-0.3
H60	Anchura de la cabeza	151.7	5.4	158.6	158.4	-0.1
61	Circunferencia de la cabeza	567.7	15.4	587.3	594.8	1.3
62	Longitud de la cabeza	197.1	7.1	206	206.0	0.0
77	Longitud Mentón-Nasion	121.9	6.5	130.4	125.0	-4.1
80	Circunferencia del cuello	379.6	19.7	405.3	395.4	-2.5

Tabla 3. Dimensiones adicionales del Modelo antropomórfico de la cabeza comparada con dimensiones selectas de información de la cabeza del percentil 90 de hombres de la armada. Sección de medidas de la cabeza para especialistas.

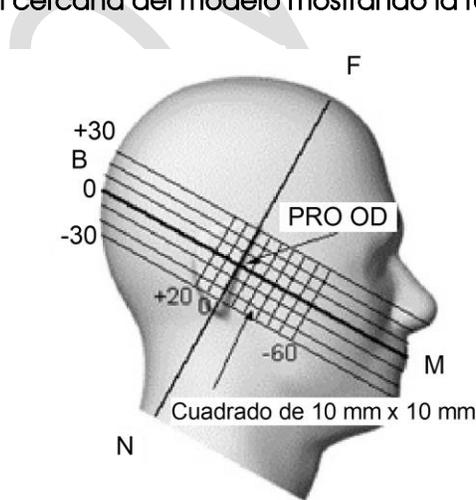
Ref.	Anatomía	Reporte de Gordon (mm)			MAC (mm)	Desviación (%)
		Valor promedio	Desviación estándar	Percentil 90		
H3	Anchura bigoniáca	118.9	7.9	129.2	130.0	0.6
H6	Diámetro bicigomático	144.8	6	152.3	152.7	0.2
H10	Pogonio-Parte posterior de la cabeza	194.2	10.3	207.3	206.5	-0.4
H11	Pogonio-Parte Superior de la cabeza	216.8	8.9	228.3	220.4	-3.5
H18	Glabela-Parte posterior de la cabeza	199.7	7.2	208.5	209.2	0.3
H19	Glabela-Parte superior de la cabeza	96.2	7.3	105.6	104.4	-1.1
H30	Mentón-Parte superior de la cabeza	232.0	8.8	243.3	246.7	1.4
H36	Nasion-Parte posterior de la cabeza	197	7.1	205.9	205.3	-0.3
H37	Nasion-Parte superior de la cabeza	112	6.9	120.9	121.7	0.7
H38	Prostion-Parte posterior de la cabeza	199.4	9.6	211.9	211.4	-0.2
H39	Prostion-Parte superior de la cabeza	186.3	7.8	196.3	196.3	0.0
H40	Nasoespinal-Parte posterior de la cabeza	203.5	8.3	213.6	213.0	-0.3
H42	Nasoespinal-Parte superior de la cabeza	161.9	7.7	171.8	177.6	3.4
H43	Zygion-Parte posterior de la cabeza	98.9	8.5	106.4	106.4	0.0
H44	Zygion-Parte superior de la cabeza	131	5.7	138.2	138.2	0.0



**Simbología**

- B Dirección de la línea B-M en el punto final de la nuca
- F Dirección de la línea N-F en el punto final de la frente
- N Dirección de la línea N-F en el punto final del cuello
- M Punto de referencia de la boca
- OD Punto de referencia del oído (PRO) derecho

Figura 2. Vista lateral cercana del modelo mostrando la región del oído derecho.



**Simbología**

- B Punto final de la línea B-M en la nuca
- M Punto final frontal de la línea B-M
- N Punto final de la línea N-F en el cuello
- F Punto final frontal de la línea N-F
- OD Punto de referencia del oído (PRO) derecho

Figura 3. Vista lateral de un modelo mostrando las marcas relevantes.

El plano que pasa a través de los dos PRO y M se define como el plano de referencia. La línea N-F (cuello-frente), también llamada línea de referencia pivotante, está a lo largo del borde frontal truncado del oído. Las dos líneas N-F y B-M se deben marcar en la carcasa exterior del modelo para facilitar el posicionamiento del Handset. Posterior a la línea N-F, la carcasa del modelo con la forma de una oreja es una superficie plana con grosor de 6 mm en los PRO. Anterior a la línea N-F, la oreja está truncada como se ilustra en la **Figura 2**. El truncamiento de la oreja es introducido para imposibilitar un posicionamiento inestable del EBP en la mejilla.

La proyección de la línea de referencia B-M y la línea de referencia N-F se deben marcar en el modelo. Se pueden elegir líneas adicionales por conveniencia. Las marcas opcionales en la **Figura 3** pueden ser grabadas en la superficie externa del modelo sin afectar las especificaciones.

La carcasa del MAC con un espaciador integral de la oreja, se debe construir con un material químicamente resistente, de baja permitividad y bajas pérdidas, con Permitividad relativa entre 2 y 5.

La tangente de pérdidas de la carcasa del MAC debe ser menor o igual a 0.05. Se ha demostrado que a frecuencias más altas, particularmente por arriba de los 3 GHz, la permitividad de la carcasa del modelo tiene un impacto creciente en la Incertidumbre de las mediciones del SAR, por lo tanto, la evaluación de la Incertidumbre por arriba de 3 GHz se debe llevar a cabo de acuerdo con el numeral **P.2.4.** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica.

La forma de la carcasa del MAC debe tener una tolerancia menor a  $\pm 0.2$  mm con respecto al diseño digital (*Computer-aided Design, CAD*) del MAC. En cualquier área dentro de la proyección del Handset, el grosor de la carcasa debe ser de  $2 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$ , excepto la oreja y las paredes de perímetro extendido (ver la **Figura 4**). La carcasa del MAC debe estar hecha de materiales resistentes a los compuestos empleados para la elaboración del LET (por ejemplo, aquellos listados en el **Anexo G** de la presente Disposición Técnica), para evitar daños y conservar

las tolerancias de  $\pm 0.2$  mm. Para áreas no críticas, es decir la zona central conteniendo la nariz, como se muestra en la **Figura 5**, está permitido que la tolerancia esté dentro de  $\pm 1$  mm.

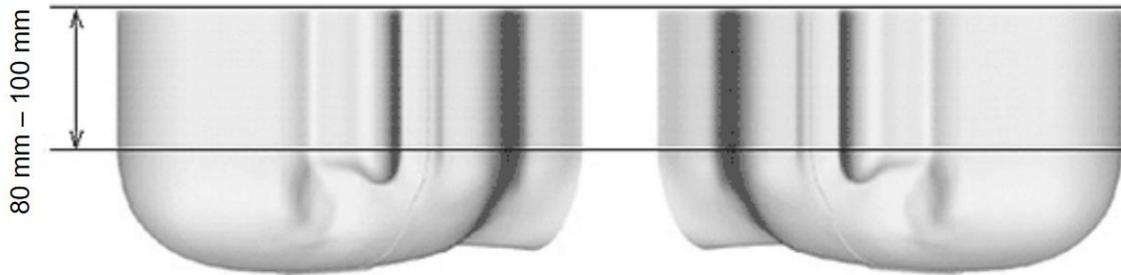


Figura 4. Modelo sagitalmente bisecado con perímetro extendido (mostrado reposando sobre su costado como es usado para pruebas del SAR).

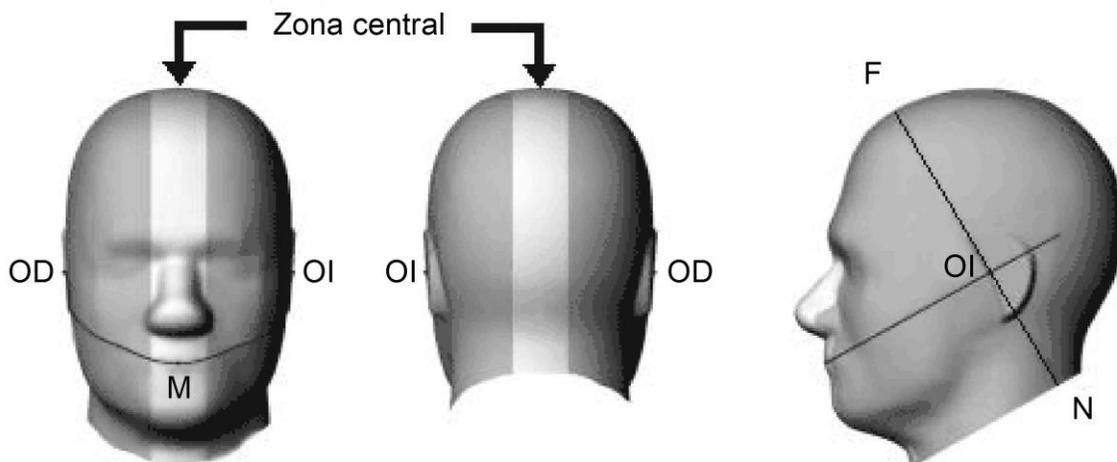


Figura 5. Imagen del modelo mostrando la zona central.

#### 5.1.2.2. LÍQUIDO EQUIVALENTE AL TEJIDO (LET) DE LA CABEZA.

- I. Los valores dieléctricos nominales del líquido del MSH se especifican en la **Tabla 4**, para frecuencias discretas comprendidas en el intervalo de 300 MHz y 6 GHz.
- II. Para otras frecuencias contenidas en el intervalo de 300 MHz a 6 GHz, los valores dieléctricos nominales se deben obtener por interpolación lineal entre las cifras mayor y menor tabuladas.

- III. En el **Anexo G** de la presente Disposición Técnica, se proporcionan ejemplos de recetas para preparar líquidos equivalentes al tejido, los cuales están diseñados para producir las propiedades dieléctricas en el intervalo de frecuencias de 30 MHz a 6 GHz.
- IV. Las mediciones de las propiedades dieléctricas del LET se deben realizar con el equipo y procedimientos descritos en el **Anexo F** de la presente Disposición Técnica. Las mediciones del LET deben corresponder con los valores objetivo de la **Tabla 4**, para los valores medidos de la Permitividad relativa y conductividad, tomando en cuenta las tolerancias establecidas en la **fracción IV** del numeral **5.1.7.1**. Para los cálculos del SAR, se deben de usar las propiedades dieléctricas medidas y no las de la **Tabla 4**.

**Tabla 4. Propiedades dieléctricas de LET para cabeza.**

Frecuencia MHz	Permitividad relativa $\epsilon_r$	Conductividad ( $\sigma$ ) S/m
300	45.3	0.87
450	43.5	0.87
750	41.9	0.89
835	41.5	0.90
900	41.5	0.97
1 450	40.5	1.20
1 500	40.4	1.23
1 640	40.2	1.31
1 750	40.1	1.37
1 800	40.0	1.40
1 900	40.0	1.40
2 000	40.0	1.40
2 100	39.8	1.49
2 300	39.5	1.67
2 450	39.2	1.80
2 600	39.0	1.96
3 000	38.5	2.40
3 500	37.9	2.91
4 000	37.4	3.43
4 500	36.8	3.94
5000	36.2	4.45
5 200	36.0	4.66
5 400	35.8	4.86
5 600	35.5	5.07
5 800	35.3	5.27
6 000	35.1	5.48

Frecuencia MHz	Permitividad relativa $\epsilon_r$	Conductividad ( $\sigma$ ) S/m
<b>Nota.</b> Los valores mostrados en cursiva fueron linealmente interpolados entre los valores en esta tabla que están inmediatamente encima y por debajo de estos valores, excepto los valores a 6 000 MHz que fueron linealmente extrapolados de los valores a 3 000 MHz y 5 800 MHz.		

### 5.1.3. CONSIDERACIONES DE LA MANO.

Durante la operación normal de un DCI, la cabeza y la mano están en el campo cercano del EBP cuando se usa cerca del oído y por eso ambos absorben energía. Para extremidades como la mano, está permitido un límite más alto del SAR, por ejemplo 4 W/kg promediados en 10 g de tejido. Estudios numéricos y experimentales<sup>1</sup> han mostrado que no se espera que el SAR medido en la mano supere aquellos límites a los niveles de potencia usados por los Handsets. Por lo tanto, la medición del SAR en la mano no es obligatoria en la presente Disposición Técnica.

### 5.1.4. REQUISITOS DEL SISTEMA DE ESCANEO.

- I. El sistema de escaneo con sondas para medir el SAR debe tener la capacidad de escanear las regiones de medición del MAC necesarias, las cuales se encuentran dentro de las proyecciones del EBP, lo anterior con el objetivo de evaluar la distribución del SAR en tres dimensiones.
- II. La tolerancia del posicionamiento de la punta de la sonda en el punto de medición debe ser de  $\leq 0.2$  mm.
- III. La resolución del posicionamiento de la sonda debe ser  $\leq 1$  mm.
- IV. La exactitud del posicionamiento de la sonda del sistema de escaneo necesitará que los puntos de referencia del modelo, definidos por el fabricante de éste, sean verificados.

### 5.1.5. CONSIDERACIONES Y ESPECIFICACIONES DEL DISPOSITIVO SUJETADOR.

<sup>1</sup> Lineamientos de exposición de RF de la ICNIRP. Estándar IEEE C95.1-2005.

- I. El dispositivo sujetador debe permitir que el EBP sea posicionado de acuerdo a las definiciones dadas en el numeral **5.1.7.4.**, de la presente Disposición Técnica.
- II. Debe estar hecho de materiales con bajas pérdidas y baja permitividad, la tangente de pérdidas debe ser  $\leq 0.05$  y la Permitividad relativa debe ser  $\leq 5$  F/m.
- III. Sobre el acoplamiento del EBP al modelo, el dispositivo sujetador debe proveer la mínima cantidad de contacto con el EBP para garantizar una sujeción segura y mantener la posición requerida durante la medición.
- IV. El dispositivo sujetador debe ayudar a posicionar el EBP repetidamente en la misma posición.
- V. En los casos donde no se pueda lograr un posicionamiento relativo predeterminado, por ejemplo, debido a la interacción del dispositivo sujetador con los botones y controles del EBP, entonces se deben aplicar diferencias mínimas en el posicionamiento en una dirección predefinida para lograr la posición de prueba del EBP necesaria.
- VI. Las Incertidumbres del posicionamiento se deben estimar siguiendo los procedimientos descritos en el numeral **P.2.5.** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica.
- VII. Para verificar que el dispositivo sujetador no perturba el SAR, se debe realizar una prueba de sustitución, la cual consiste en soportar el Handset de prueba contra el MAC plano con bloques de espuma con baja Permitividad relativa y bajas pérdidas (de acuerdo con el numeral **P.2.5.2** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica).

#### **5.1.6 CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTRÓNICA DE MEDICIÓN.**

La salida de la sonda es procesada por la electrónica de medición e instrumentación asociada que combina las tensiones provenientes de los sensores

de la sonda para proporcionar una salida que es proporcional al cuadrado de la amplitud del campo eléctrico incidente en los sensores. Se emplean diodos detectores en el punto de alimentación del dipolo para rectificar las tensiones de los sensores, las señales rectificadas son transmitidas a través de líneas resistivas (transparentes a RF) al sistema de electrónica de medición.

Para una señal de Onda Continua (OC) a bajos niveles de intensidad del campo, la salida de la sonda es proporcional al cuadrado de la amplitud del campo eléctrico incidente; a niveles de señal más altos (por encima del punto de compresión del diodo), la salida no es linealmente proporcional a  $|E^2|$ , pero llega a ser proporcional a  $|E|$ . Esta compresión de la señal llevará a una subestimación del SAR real en condiciones de mayor intensidad del campo si no es compensada correctamente mediante la calibración de la sonda. Además, los amplificadores en la electrónica de medición pueden desviarse de una respuesta lineal ideal e introducir Incertidumbre adicional.

Para calcular las Incertidumbres asociadas con la electrónica de medición de las sondas, se debe observar el numeral **P.2.2.6.** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica.

#### **5.1.7. PROTOCOLO PARA MEDICIONES DEL SAR.**

##### **5.1.7.1. PREPARACIÓN DEL LET Y REVISIÓN DEL SISTEMA.**

- I. Las propiedades dieléctricas del LET deben ser medidas dentro de las 24 horas previas a las mediciones del SAR y cada dos días en caso de uso continuo.
- II. Son aceptables mediciones dieléctricas con menor frecuencia si se puede documentar el cumplimiento de la **Tabla 4** de la presente Disposición Técnica y los requisitos del numeral **5.1.2.** de la presente Disposición Técnica, usando intervalos de medición de hasta, una semana, pero no mayor a ella.

- III. Si la serie de pruebas al Handset toma más de 48 horas, los parámetros del LET también deben ser medidos al finalizar la serie de pruebas al Handset.
- IV. Los LET deben arrojar valores medidos de la Permitividad relativa y conductividad dentro del  $\pm 10\%$  de los valores objetivo en las frecuencias en que el SAR es medido, en los casos donde se aplique el método descrito en el numeral **P.2.7.2.** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica, para corregir el SAR medido cuando suceden desviaciones en la permitividad y conductividad; de lo contrario, la Permitividad relativa y la conductividad deben estar dentro del  $\pm 5\%$ .
- V. Si se aplican fórmulas de corrección de la Incertidumbre para los parámetros dieléctricos del LET, los valores de permitividad y conductividad medidos deben estar dentro del  $\pm 10\%$ .
- VI. Se debe realizar una revisión del sistema de medición dentro de las 24 horas previas a realizar las mediciones del SAR para un EBP, de acuerdo con los procedimientos descritos en el **Anexo D** de la presente Disposición Técnica.
- VII. El propósito de la revisión del sistema es comprobar que opera dentro de sus especificaciones en las frecuencias de prueba. La revisión del sistema es una prueba de repetibilidad con una fuente calibrada para asegurar que el sistema trabaja correctamente durante la Evaluación de la Conformidad.
- VIII. La revisión del sistema se debe realizar con el objetivo de detectar posibles Derivas en cortos periodos de tiempo y otras Incertidumbres en el sistema, tales como:
  - a) Cambios inaceptables en los parámetros del líquido, por ejemplo, debido a la evaporación del agua o a cambios de temperatura;
  - b) Fallas en los componentes;
  - c) Derivas en los instrumentos;
  - d) Errores del operador en la preparación o en los parámetros del software;

- e) Condiciones ambientales adversas para el sistema, por ejemplo, interferencia de RF.
- IX. El procedimiento de revisión del sistema se debe realizar en el mismo sistema de medición del SAR, con la(s) misma(s) sonda(s) y LET que se emplearán en la Evaluación de la Conformidad del EBP en cada banda de frecuencia probada.

#### 5.1.7.2. PREPARACIÓN DEL EQUIPO BAJO PRUEBA (EBP).

- I. La(s) antena(s), batería y Accesorios deben ser aquellos especificados por el fabricante, y documentados en el Reporte de Pruebas y en el **Anexo A** de la presente Disposición Técnica.
- II. La batería debe estar completamente cargada antes de cada medición, sin conexiones externas o cables.
- III. Para tecnologías de 3G/4G, la potencia de salida y frecuencia (canal) de RF deben ser controladas por un enlace inalámbrico con un simulador de estación base o de red.
- IV. El EBP debe ser configurado para transmitir con el máximo nivel de potencia de salida para condiciones de uso junto al oído.
- V. Las pruebas deben realizarse con el máximo nivel de potencia en consistencia con las especificaciones de fabricación.
- VI. El SAR medido se debe escalar al máximo nivel de potencia de salida permitida para el EBP, dicho escalamiento se debe documentar en el **Anexo A** de la presente Disposición Técnica.
- VII. Los niveles máximos de potencia de salida del EBP se deben verificar mediante pruebas de potencia radiada, realizadas con la batería completamente cargada, para respaldar el escalamiento.

Para ciertas señales con modulación digital semejante al ruido (ver el numeral **5.1.7.3.4.**, de la presente Disposición Técnica) la potencia máxima de salida del EBP puede variar en los diferentes modos de operación dependiendo del ancho de banda de la señal, el esquema de modulación, la razón entre potencias pico y

promedio y la tasa de datos. Estas condiciones requieren una cuidadosa selección de la configuración del dispositivo para las mediciones del SAR. Cuando se emplea el esquema de Duplexación por División de Tiempo (del inglés, *TDD, time división duplexing*), las señales del enlace ascendente y el enlace descendente se transmiten en la misma frecuencia; típicamente en orden aleatorio con Factores de trabajo no periódicos. Es importante que estos factores sean considerados para tales tecnologías inalámbricas para asegurar que el SAR sea medido correctamente. Por ejemplo, para dispositivos con el estándar IEEE 802.11 (WiFi/WLAN) la potencia de salida durante las mediciones del SAR se debe fijar típicamente por el software de pruebas del sistema de medición al nivel máximo para la tasa de datos y modulación correspondiente. El software de pruebas también configura el dispositivo para transmitir con un Factor de trabajo periódico determinado lo que permite medir correctamente el SAR.

El SAR medido puede necesitar ser escalado a un Factor de trabajo más alto correspondiente a la máxima exposición esperada durante el uso real. Para Handsets con la funcionalidad de WiFi, típicamente se espera que la modulación de más bajo orden tenga la razón más baja entre las potencias pico y la potencia promedio, y la potencia de salida promedio más alta; por lo tanto, cuando sea apropiado, se debe probar la modulación de más bajo orden, para asegurar mediciones conservadoras y evitar errores en la medición del SAR debido a altas razones entre las potencias pico y la promedio.

### **5.1.7.3. MODOS DE OPERACIÓN.**

#### **5.1.7.3.1 GENERAL.**

- I. Las tecnologías inalámbricas usadas por el EBP determinarán el modo de operación y el tipo de señales (frecuencia, esquema de modulación, potencia de salida, etc.) usadas en las pruebas del SAR.

- II. Todos los modos de operación aplicables previstos para el Uso del dispositivo junto al oído, deben ser considerados para las pruebas.
- III. El numeral 5.1.11., de la presente Disposición Técnica, establece un procedimiento de reducción de pruebas para modos de operación en la misma tecnología y banda de frecuencia.

Las características de la señal de cada modo de operación se describen en los numerales 5.1.7.3.2., y 5.1.7.3.4., de la presente Disposición Técnica.

Para dispositivos que no operan con Factores de trabajo periódicos, generalmente será necesario software o equipo especial, para hacer que el EBP transmita con un Factor de trabajo periódico máximo antes de que se lleve a cabo la medición del SAR.

#### **5.1.7.3.2. MODOS DE OPERACIÓN CON ENVOLVENTE CONSTANTE (MODULACIONES ANALÓGICAS).**

Un EBP operando en modo donde la envolvente de la señal en el dominio del tiempo es constante, por ejemplo, modo de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA) se debe probar con una señal OP (onda portadora)-Equivalente usando códigos de prueba o un simulador de estación base.

#### **5.1.7.3.3. MODO DE OPERACIÓN TDMA (ENVOLVENTE DE PULSO).**

Un EBP operando en modo TDMA puede transmitir voz y datos usando diferentes cantidades de ranuras de tiempo. Dependiendo de la tasa de datos, el modo de operación para enviar datos utilizando modulaciones de alto orden pueden operar con una potencia de salida reducida para acomodar la razón entre las potencias pico y la promedio; por ejemplo, EDGE.

Si los modos de operación para enviar datos están funcionando durante las llamadas de voz, como ocurre en ciertas configuraciones del modo de operación con transferencia dual GSM/GPRS/EDGE, el número de intervalos de tiempo y la potencia de salida más alta, para voz y datos deben ser consideradas en la

configuración de las condiciones de transmisión simultánea para las pruebas del SAR junto al oído.

Si no es factible configurar el EBP para operar a su máxima potencia de salida en condiciones de ranuras múltiples para voz y datos debido a las limitaciones del EBP, la prueba debe realizarse en un modo de operación de una sola ranura de forma que los resultados sean escalados al número máximo de ranuras en que se puede transmitir.

Cualquier diferencia en la potencia máxima de salida entre las condiciones de una sola ranura y múltiples ranuras se debe tomar en cuenta también en el escalamiento.

Se debe demostrar que el escalamiento del SAR es lineal o ligeramente menor que lineal con respecto a la potencia de salida y que la distribución del SAR es independiente de la potencia de salida, ambos razonamientos deben estar contenidos en **Anexo A** de la presente Disposición Técnica, así como la relación entre el SAR y la potencia de salida de acuerdo con el procedimiento de escalamiento de potencia descrito en el numeral **5.1.7.3.5.**, de la presente Disposición Técnica.

#### **5.1.7.3.4. MODOS DE OPERACIÓN DIGITALES CON MODULACIÓN ALEATORIA DE AMPLITUD Y FASE.**

Para un EBP en modos de operación que empleen CDMA de espectro disperso, Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM) u otro esquema de modulación donde la envolvente de la señal varíe aleatoriamente con el tiempo, la potencia de salida generalmente varía debido al cambio en la razón entre las potencias pico y la promedio a causa de la tasa de datos y otras condiciones y parámetros de operación específicos de esa tecnología. En estos casos las pruebas se deben realizar con el máximo nivel de potencia de salida soportado por el EBP y, cuando sea aplicable, con un Factor de trabajo fijo.

Se debe de asegurar que el transmisor esté configurado para operar a un nivel de potencia de salida aceptable y soportada por el EBP y para escalar el SAR medido al nivel de potencia de salida requerido.

#### 5.1.7.3.5. PROCEDIMIENTO DE ESCALAMIENTO DEL SAR PARA VARIACIONES DE SEÑAL O POTENCIA.

El escalamiento del SAR es la extrapolación o interpolación del SAR de un EBP determinado con una señal de prueba ( $mod_x$ ) a un SAR del mismo EBP en la misma posición de exposición de prueba y el mismo canal de frecuencia con una señal diferente ( $mod_y$ ).

La diferencia puede ser en el nivel de potencia, modulación, o ambos. La potencia de salida de RF de  $mod_x$  y  $mod_y$  se debe determinar mediante la medición de la potencia promedio para ambas o mediante integración numérica de la envolvente de potencia si las señales son suficientemente conocidas.

El escalamiento del SAR es posible si se cumple con lo siguiente:

- I. Se emplea la misma etapa de amplificador de RF para  $mod_x$  y  $mod_y$ .
- II. Se usa la misma antena para  $mod_x$  y  $mod_y$  y no hay MIMO (entradas múltiples salidas múltiples) o la aplicación de otras técnicas de diversidad de antenas.
- III. La Incertidumbre de la respuesta de la sonda a la modulación ha sido evaluada para la señal modulada  $mod_x$  (ver numeral **P.2.2.4** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica) y se ha determinado el SAR para  $mod_x$ .
- IV. La razón de la potencia de salida de RF promediada en el tiempo ( $R_p$ ) de  $mod_x$  y  $mod_y$  después de la etapa del amplificador de RF es conocida de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$R_p = \frac{P_{max,mod_y}}{P_{mod_x}}$$

Donde  $P_{\max, \text{mod}_Y}$  corresponde al ajuste más alto de potencia de salida promediada en el tiempo.

Si las dos señales difieren en modulación, entonces la señal de prueba debe ajustarse a la máxima potencia de salida:  $P_{\text{mod}_X} = P_{\max, \text{mod}_X}$ .

El factor  $R_p$  se debe determinar a través de métodos experimentales (por ejemplo, medición usando un medidor de potencia promedio).

- V. La frecuencia de la portadora de RF de  $\text{mod}_X$  es la misma que la de  $\text{mod}_Y$ .
- VI. La razón del ancho de banda de la señal ( $R_m$ ) de  $\text{mod}_X$  y  $\text{mod}_Y$  satisface la siguiente ecuación:

$$R_m = \left| \frac{BW_{\text{mod}_Y}}{BW_{\text{mod}_X}} - 1 \right| \times 100 \leq 30$$

- VII. Los anchos de banda de los canales  $\text{mod}_X$  y  $\text{mod}_Y$  están cada uno dentro del 5 % de la frecuencia de la portadora.

Si los requisitos de las fracciones I a VII del presente numeral se satisfacen, entonces se debe realizar un escalamiento del SAR para  $\text{mod}_X$  y  $\text{mod}_Y$  de acuerdo con la siguiente expresión y un escalamiento de la Incertidumbre como se especifica en el numeral P.2.11 del Anexo P de la presente Disposición Técnica:

$$SAR_{\text{mod}_Y} = R_p \times SAR_{\text{mod}_X}$$

Si se emplea la aproximación del presente numeral (5.1.7.3.5.), entonces se debe registrar en el RP correspondiente que los puntos I al VII se cumplen.

#### 5.1.7.4. POSICIONAMIENTO DEL EBP RESPECTO AL MAC.

##### 5.1.7.4.1. GENERAL.

La presente Disposición Técnica especifica dos posiciones de prueba para el Handset contra el MAC, la posición de "mejilla" y la posición "inclinada", estas dos

posiciones de prueba se definen en los numerales **5.1.7.4.2** y **5.1.7.4.3**, respectivamente.

El EBP se debe probar en estas dos posiciones tanto en el lado izquierdo, como en el lado derecho del MAC. En algunos casos (por ejemplo, Handsets asimétricos) los procedimientos de posicionamiento del EBP representando las condiciones de Uso previsto no pueden ser usados (observar los numerales **5.1.7.4.2** y **5.1.7.4.3**). En éste caso, se debe adaptar un procedimiento de alineación alternativo con todos los detalles asentados en el RP correspondiente. Estos procedimientos alternativos deben replicar las condiciones de Uso previsto tanto como sea posible, de acuerdo con el propósito de los procedimientos descritos en **5.1.7.4.2** y **5.1.7.4.3**.

Para otras formas asociadas con dispositivos montados en la cabeza (usados en la oreja pero no se inserten en el canal auditivo), las posiciones y orientaciones usadas para la evaluación deben alinearse lo más posible con aquellas definidas para los Handsets en **5.1.7.4.2** y **5.1.7.4.3**. También se debe considerar la orientación para el Uso previsto, observar el numeral **5.1.7.4.6**, de la presente Disposición Técnica.

Cuando el EBP contenga una entrada y una salida acústica, entonces éste se debe alinear con los puntos de referencia PRO y M, respectivamente.

Se deben documentar de forma clara todos los detalles de la posición real en el RP correspondiente.

#### **5.1.7.4.2. DEFINICIÓN DE LA POSICIÓN DE MEJILLA.**

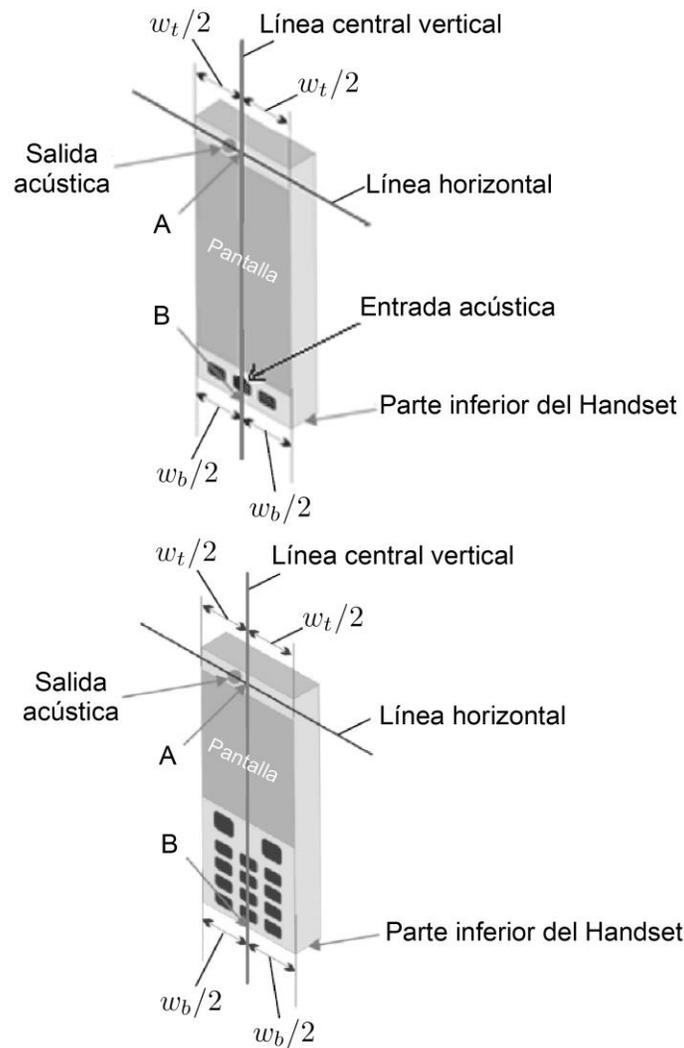
La posición de mejilla se establece de los incisos **a)** al **i)** de la siguiente forma:

- a)** Configurar EBP para operar en modo de conversación. Por ejemplo, para EBP con una tapa abatible, giratoria o corrediza, abrir la tapa si esto es consistente con la operación en modo de conversación. Si el EBP puede ser empleado también con la tapa cerrada, se deben probar con ambas configuraciones.

- b) Para que el EBP esté en orientación vertical como se muestra en la **Figura 6**, definir dos líneas imaginarias en dicho EBP, la línea central vertical y la línea horizontal. La línea central vertical pasa a través de dos puntos en el lado frontal del EBP: el punto central de la anchura  $w_f$  del EBP a la altura de la salida acústica (punto A en la **Figura 6**), y el punto central de la anchura  $w_b$  en la parte inferior del Handset (punto B). La línea horizontal debe ser perpendicular a la línea central vertical y debe pasar a través del centro de la salida acústica (ver la **Figura 6**). Las dos líneas se intersectan en el punto A. En algunos casos para diversos Handsets, el punto A coincide con el centro de la salida acústica. Sin embargo, la salida acústica puede estar localizada en algún otro lugar de la línea horizontal. Al mismo tiempo notar que la línea central no es necesariamente paralela a la cara frontal del EBP, especialmente para Handsets con tapa tipo almeja, abatible y otros con forma irregular.
- c) Colocar el EBP cercano a la superficie del MAC de tal forma que el punto A esté en la extensión (virtual) de la línea que pasa a través de los puntos OD (oído derecho) y OI (oído izquierdo) en el modelo (ver **Figura 7-a** y **Figura 7-b**). El plano definido por la línea central vertical y la línea horizontal del EBP debe ser paralelo al plano sagital del MAC.
- d) Trasladar el EBP hacia el MAC a lo largo de la línea que pasa a través de OD y OI hasta que el Handset toque el oído (ver **Figura 7-c**).
- e) Girar el EBP en torno a la línea OI-OD (virtual) hasta que la línea vertical central del EBP esté en el plano de referencia (ver **Figura 7-d**).
- f) Rotar el EBP en torno a su línea central vertical hasta que el plano definido por la línea central vertical y la línea horizontal sean paralelos a la línea N-F, y después trasladar el EBP hacia el MAC a lo largo de la línea OI-OD hasta que el punto A del EBP toque el oído en el PRO (punto de referencia del oído) (ver **Figura 7-e**).

- g) Mientras se mantiene el punto A en la línea que pasa a través de OD y OI, y manteniendo el EBP en contacto con el pabellón auditivo, rotar el Handset en torno a la línea N-F hasta que cualquier punto del EBP esté en contacto con un punto del MAC debajo del pabellón auditivo (mejilla) (ver **Figura 7-f**) Los ángulos físicos de rotación se deben documentar en el RP.
- h) Mientras se mantiene el punto A del EBP en contacto con el PRO, rotar el Handset en torno a una línea perpendicular al plano definido por la línea central vertical y la línea horizontal y que pase por el punto A del EBP, hasta que la línea central vertical del EBP coincida con el plano de referencia (ver **Figura 7-g**).
- i) Verificar que la posición de mejilla sea correcta, de la siguiente manera:
- La línea N-F está en el plano definido por la línea central vertical y línea horizontal del EBP;
  - El punto A del EBP debe estar en contacto con el pabellón auditivo el PRO;
  - La línea central vertical del EBP coincide con el plano de referencia.

NOTA: El **Anexo N** de la presente Disposición Técnica define sistemas de coordenadas de referencia opcionales que pueden ser utilizados para proporcionar una descripción inequívoca de la posición del EBP con respecto al MAC.



Simbología

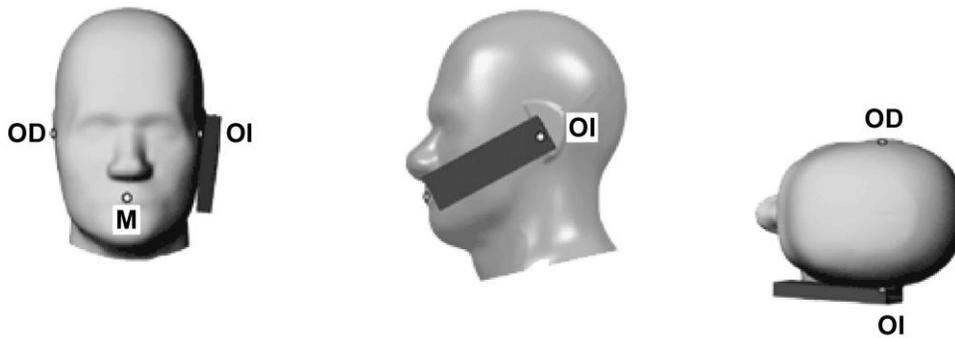
$w_t$  Anchura del Handset a la altura de la salida acústica

$w_b$  Anchura de la parte inferior del Handset

A Punto medio de la anchura  $w_t$  del Handset a la altura de la salida acústica

B Punto medio de la anchura  $w_b$  de la parte inferior del Handset

Figura 6. Líneas de referencia verticales y horizontales y puntos de referencia A y B en dos ejemplos de tipos de dispositivos: un teléfono inteligente con pantalla totalmente táctil (superior) y un Handset con teclado (inferior).



NOTA Se indican los puntos de referencia para el oído derecho (OD), oído izquierdo (OI) y boca (M), los cuales establecen el plano de referencia para el posicionamiento del Handset. Esta posición del DCI debe mantenerse para el arreglo de prueba con el MCH sagital mostrado en la Figura 04.

Figura 7-a. Posición 1 del teléfono – posición de mejilla.

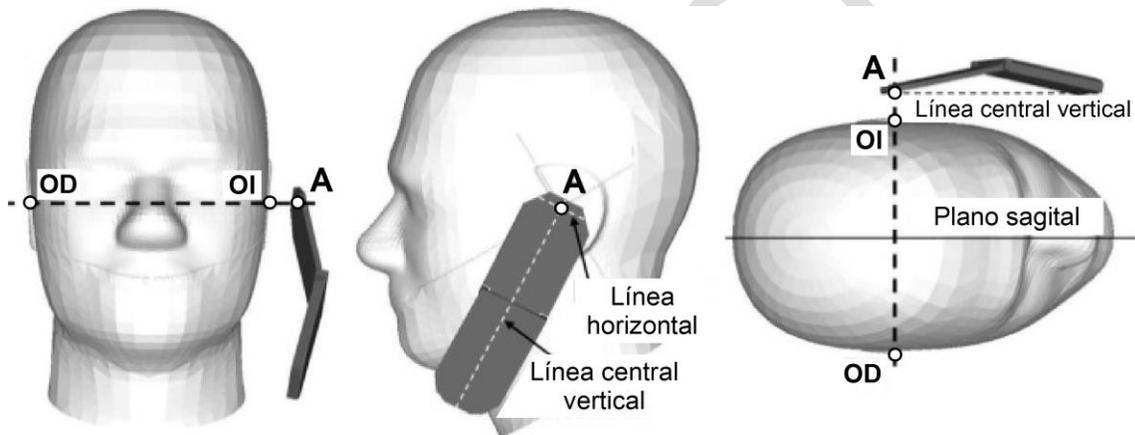
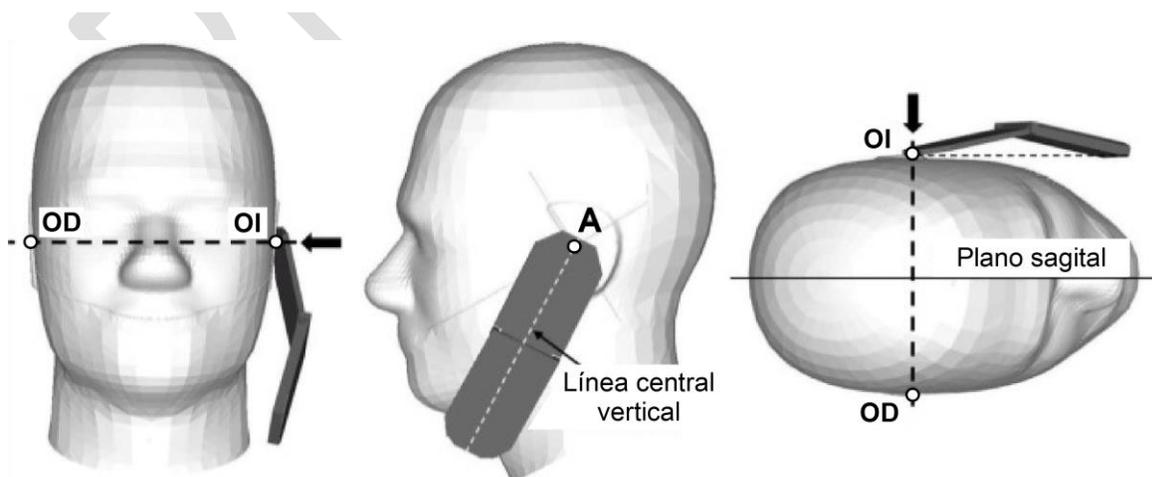
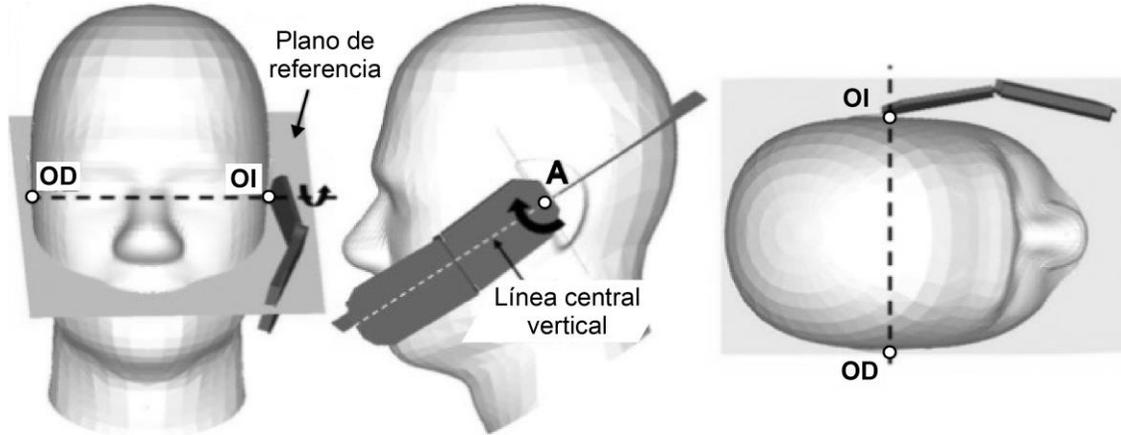


Figura 7-b. Una posición posible del EBP contra la cabeza después del Paso c).

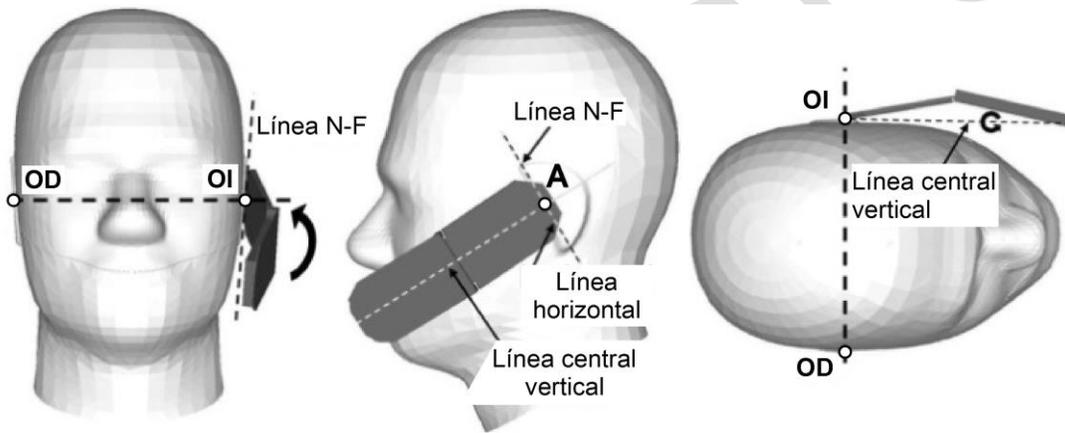


NOTA Las flechas negras indican la dirección de traslación del EBP para el Paso d).

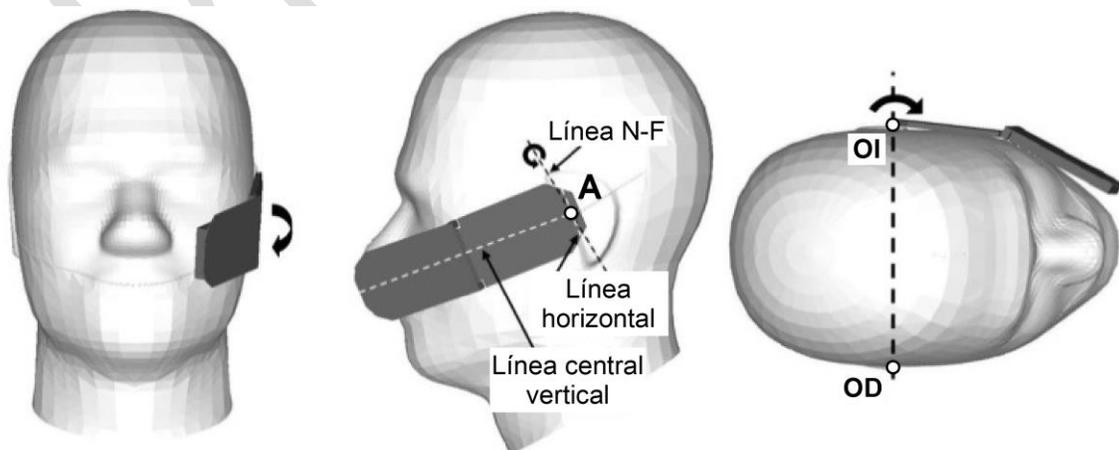
Figura 7-c. Posición del Handset de la Figura 7-b después de aplicar el Paso d).



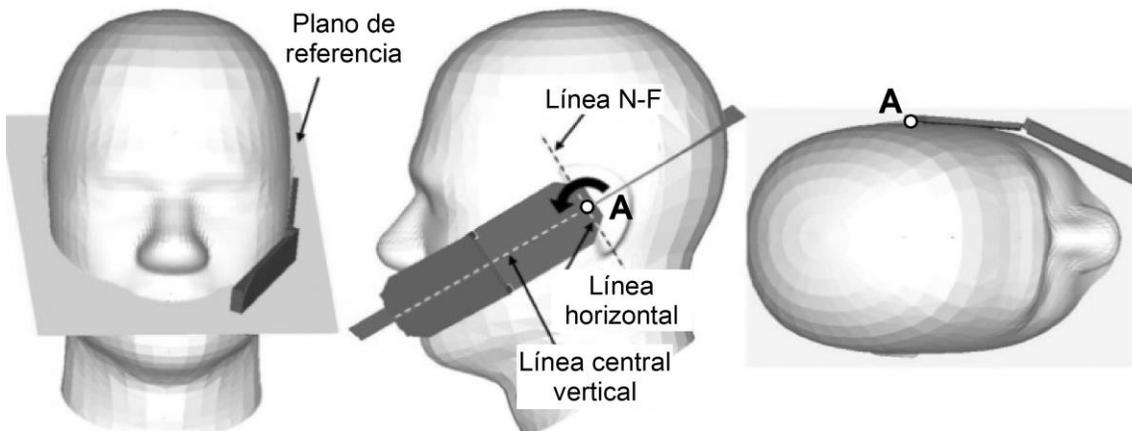
NOTA Las flechas negras curvas indican la dirección de rotación del EBP para el Paso e).  
 Figura 7-d. Posición del Handset de la Figura 7-c después de aplicar el Paso e).



NOTA Las flechas negras curvas indican la dirección de rotación del EBP para el Paso f).  
 Figura 7-e. Posición del Handset de la Figura 7-d después de aplicar el Paso f).



NOTA Las flechas negras curvas indican la dirección de rotación del EBP para el Paso g).  
 Figura 7-f. Posición del Handset de la Figura 7-e después de aplicar el Paso g).



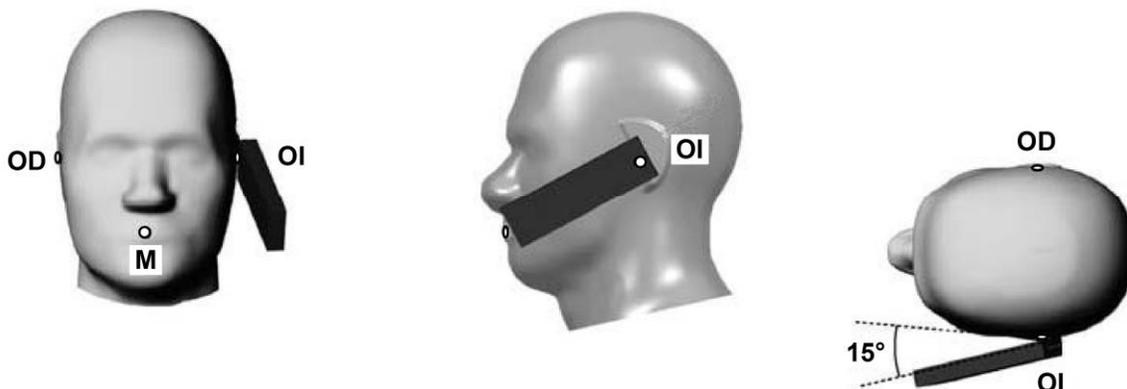
NOTA Las flechas negras curvas indican la dirección de rotación del EBP para el Paso h).

Figura 7-g. Posición del Handset de la Figura 7-f después de aplicar el Paso h).

#### 5.1.7.4.3. DEFINICIÓN DE LA POSICIÓN INCLINADA.

La posición inclinada se establece de los incisos a) al d) de la siguiente forma:

- a) Repetir desde el Paso a) hasta el Paso i) del numeral 5.1.7.4.2, para colocar el EBP en la posición de mejilla (ver la Figura 7).
- b) Mientras se mantiene la orientación del EBP, alejar el EBP del pabellón auditivo a lo largo de la línea que pasa a través de OD y OI lo suficiente para permitir la rotación del Handset alejándolo de la mejilla 15°.
- c) Girar 15° el EBP en torno a la línea horizontal (ver la Figura 8).
- d) Mientras se mantiene la orientación del EBP, mover el EBP hacia el MAC sobre una línea que pase por OD y OI hasta que alguna parte del EBP toque el oído. La posición inclinada se obtiene cuando el contacto se realiza con el pabellón auditivo. Si el contacto es en cualquier otra parte que no sea el pabellón auditivo, por ejemplo, la antena extendida tocando la parte posterior del MAC, el ángulo del EBP se debe reducir. En este caso, la posición inclinada se obtiene si cualquier parte del EBP está en contacto con el pabellón auditivo y una segunda parte del EBP está en contacto con el MAC.



#### Simbología

- M Punto de referencia de la boca.
- OI Punto de referencia del oído izquierdo.
- OD Punto de referencia del oído derecho

Esta posición del DCI debe mantenerse para el arreglo de prueba con el MCH.

**Figura 8. Posición inclinada del dispositivo inalámbrico del lado izquierdo del MAC.**

#### 5.1.7.4.4. ANTENA.

Para DCI que emplean una o más antenas externas con posición variable (por ejemplo, antena extendida, retraída, girada), éstas deben ser posicionadas de acuerdo con las instrucciones de Uso previsto proporcionadas por el fabricante en el manual de usuario. Si no se especifica una posición de antena, las pruebas se deben realizar con las antenas orientadas de tal forma que se obtenga la condición de exposición más alta mientras se mantiene el EBP en la posición de mejilla o inclinada de acuerdo con los numerales 5.1.7.4.2., y 5.1.7.4.3. Para antenas que pueden ser extendidas, las pruebas deben ser realizadas con la antena completamente extendida y completamente retraída. Las configuraciones de la antena se deben documentar en el RP del **Anexo A** de la presente Disposición Técnica.

#### 5.1.7.4.5. OPCIONES Y ACCESORIOS SUMINISTRADOS POR EL FABRICANTE DEL EBP.

Se deben probar los Accesorios incluidos en el empaque del EBP que puedan afectar la potencia de salida de RF o la distribución de corrientes de RF en el EBP cuando es usado en la proximidad del oído, de acuerdo con las condiciones de Uso previsto especificadas por el fabricante. Por ejemplo, (a) antenas opcionales,

(b) paquetes de baterías adicionales que pueden cambiar el desempeño del Handset o el SAR, etc., y (c) cables conectados durante el Uso previsto.

#### 5.1.7.4.6. EBP CON FACTOR DE FORMA ALTERNATIVA.

Para el propósito de esta Disposición Técnica, específicamente el numeral 5.1., se considera que el EBP tiene una forma de tipo barra convencional (rectangular, cuboide). No obstante, los principios básicos definidos y especificados aquí pueden ser aplicados a otras formas de otros DCI dentro del alcance de la presente Disposición Técnica.

Uno de tales dispositivos es un Headset inalámbrico (por ejemplo, conectado vía Bluetooth), el cual puede ser evaluado de la misma manera que cualquier otro EBP mediante el uso de una geometría similar y el mapeo de coordenadas de éste dispositivo a la definición de EBP dada en la **Figura 9**.

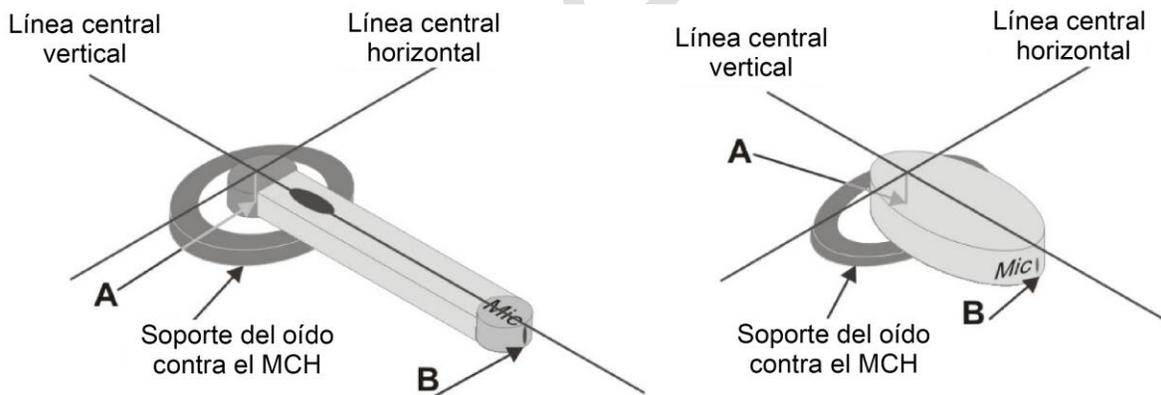


Figura 9. Un EBP con factor de forma alternativo y con las coordenadas y puntos de referencia estándares aplicados.

Las características básicas de cualquier DCI que permitan un mapeo fácil al sistema de geometría y coordenadas usado en la presente Disposición Técnica incluye la identificación de un punto de salida acústica que será definido como punto A cuando esté en el punto medio del ancho del DCI y el punto B que estará en la parte inferior del DCI, donde la ubicación del micrófono primario está en el extremo más cercano a la boca.

Asimismo, se deben considerar los modos de operación disponibles en el referido dispositivo y los niveles máximos de potencia de operación que apliquen.

Todos los detalles relacionados con DCI con factor de forma alternativo se deben documentar completamente en el RP, incluyendo diagramas o fotografías que ayuden en la descripción, adicionalmente se deben aplicar pruebas de ingeniería de sonido para implementar el mapeo de un dispositivo con factor de forma alternativo.

#### 5.1.7.5. FRECUENCIAS DE PRUEBA PARA EL EBP.

El EBP debe de cumplir con los límites de exposición en todas las bandas de frecuencias en las que transmita y para todas aquellas en las el EBP vaya a operar en los Estados Unidos Mexicanos. Sin embargo, probar cada canal de transmisión no es práctico e innecesario.

Para cada modo de operación de las tecnologías inalámbricas de EBP, las pruebas deben de realizarse en el canal más cercano al centro de cada banda de transmisión. Si la anchura de la banda de transmisión ( $\Delta f = f_{alta} - f_{baja}$ ) excede el 1 % de la frecuencia central ( $f_c$ ), entonces se debe de probar también con los canales en la frecuencia mayor y menor de la banda. Además, si el ancho de banda de transmisión es mayor al 10 % de la frecuencia central, se debe de usar la siguiente ecuación para determinar el número de canales ( $N_c$ ) a ser probados.

$$N_c = 2 \times \text{redondeo} \left[ 10 \times \frac{(f_{alta} - f_{baja})}{f_c} \right] + 1$$

Donde:

- $f_c$  Es la frecuencia central del canal central en la banda de transmisión en Hz.
- $f_{alta}$  Es la frecuencia más alta del último canal en la banda de transmisión en Hz.

$f_{baja}$  Es la frecuencia más baja del primer canal en la banda de transmisión en Hz.

$N_c$  Es el número de canales de la banda de transmisión.

Y la función “redondeo ( $x$ )” redondea su argumento  $x$  al entero superior siguiente. Por lo tanto, el número de canales  $N_c$  siempre será un número impar.

Los canales probados deben de estar igualmente espaciados en frecuencia (tanto como sea posible) y deben incluir canales de las frecuencias más altas y bajas. La calibración de las sondas debe de ser válida para todas las frecuencias y parámetros de LET a dichas frecuencias. Bandas de frecuencias muy grandes pueden requerir varios puntos de calibración para la sonda y diferentes recetas de LET para poder cubrir toda la banda.

#### **5.1.8. PRUEBAS A REALIZAR.**

Con el objeto de determinar el valor del pico espacial promedio del SAR más alto de un Handset, se debe probar en cada banda de frecuencias, en las que vaya operar el EBP en los Estados Unidos Mexicanos, todas las posiciones del dispositivo, las configuraciones y modos de operación necesarios, lo anterior de acuerdo con los Pasos 1 al 3 mostrados a continuación.

Para dispositivos con capacidad de transmisión simultánea, se debe aplicar el procedimiento descrito en el numeral 5.1.9.2.; en la Figura 10 se muestra un diagrama de flujo del proceso de pruebas para mayor referencia.

1: El procedimiento de medición descrito en el numeral 5.1.9 de la presente Disposición Técnica se debe realizar en el canal que está más cerca del centro de la banda de frecuencia de transmisión ( $f_c$ ) para cada antena de transmisión empleada:

- a) En todas las posiciones de prueba del dispositivo (mejilla e inclinada, para el lado izquierdo y el lado derecho del MAC, como se describe en 5.1.7.4);

- b) En todas las configuraciones de uso para cada posición del dispositivo indicada en el inciso **a)**, por ejemplo, un dispositivo con la cubierta abierta y cerrada o la antena extendida y retraída;
- c) En todos los modos de operación, por ejemplo, modulación analógica y digital en cada posición del dispositivo indicada en el inciso **a)** y configuración indicada en el inciso **b)** en cada banda de frecuencia.

**2:** Para la condición que proporcione el pico más alto del promedio espacial del SAR determinado en el **numeral 1** para cada configuración descrita en los incisos **a)**, **b)** y **c)**, se deben realizar todas las pruebas descritas en el numeral **5.1.9.**, en todos los demás canales de frecuencia de prueba, por ejemplo, en el canal más alto y en el más bajo.

Adicionalmente, para cada posición, configuración y modo de operación del EBP donde el valor del pico promedio espacial del SAR determinado en el **numeral 1** incisos **a)**, **b)** y **c)** sea mayor o igual a la mitad del límite del SAR aplicable, será necesario realizar pruebas en todos los demás canales de prueba requeridos; de lo contrario, no será necesario.

**3:** Examinar todos los datos del valor pico más grande del promedio espacial SAR medido en las fracciones **1** y **2** del presente numeral y, determinar los requisitos que deben ser documentados en el RP.

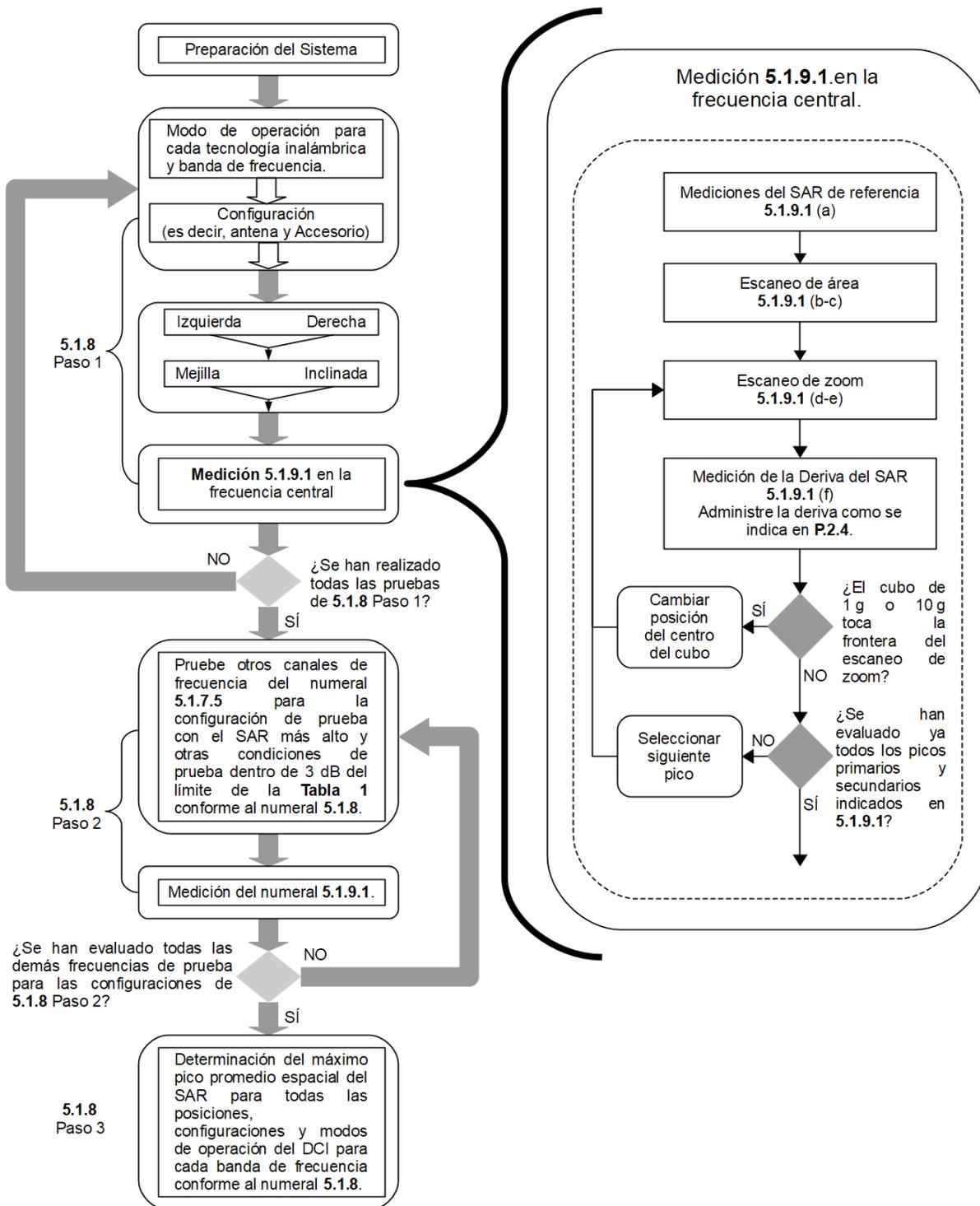


Figura 10. Diagrama de flujo de las pruebas a realizar.

## 5.1.9. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.

### 5.1.9.1. PROCEDIMIENTO GENERAL.

El siguiente procedimiento se debe realizar para cada una de las condiciones de prueba descritas en el numeral **5.1.8** (ver la **Figura 10**).

La **Tabla 5** provee los parámetros de medición usados en el escaneo de área (*area scan*) y la **Tabla 6** los usados en el escaneo de zoom (*zoom scan*).

- a) Medir el SAR local en un punto de prueba a 10 mm o menos de la superficie interna del MAC donde el SAR local medido exceda el límite inferior de detección del sistema de medición. De preferencia, el punto de prueba debe estar por arriba de la ubicación del pico del SAR esperado dentro de la distancia mencionada anteriormente. Como se explica en el **Paso del inciso f)**, se debe realizar una medición comparativa por el sistema en el mismo punto después de completar las mediciones del SAR.
- b) El área sobre la cual se realiza la medición del SAR debe cubrir un área más grande que la proyección del Handset y su antena. Para algunos Handsets, el área proyectada en el MAC puede ser tal que la sonda puede no alcanzar todos los puntos. En éste caso, se pueden emplear MAC rotados y el área puede ser evaluada por múltiples escaneos de área traslapados. Medir la distribución del SAR en dos dimensiones dentro del MAC (procedimiento de escaneo de área). Los límites del área de medición deben ser con respecto a los requisitos del MAC. La resolución de la medición y la resolución espacial para la interpolación deben ser elegidos de tal manera que permitan la identificación de la ubicación de los picos locales dentro de la mitad de la dimensión lineal que corresponde al lado del volumen del escaneo de zoom. El espaciamiento máximo de la cuadrícula debe ser de 20 mm para frecuencias iguales o menores a 3 GHz y  $(60/f \text{ GHz})$  mm para frecuencias superiores a 3 GHz. La Incertidumbre de la resolución del SAR de las mediciones puede ser estimada usando las

funciones descritas en el numeral **P.2.10.** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica.

La distancia máxima entre el centro geométrico de las sondas detectoras y la superficie interior del MAC debe ser menor o igual a 5 mm para frecuencias iguales o inferiores a 3 GHz y  $\delta \ln(2)/2$  mm para frecuencias por arriba de 3 GHz, donde  $\delta$  es la profundidad de penetración en la piel de la onda plana y  $\ln(x)$  es el logaritmo natural. La variación máxima de la distancia entre el sensor y la superficie interna del MAC debe ser de  $\pm 1$  mm para frecuencias iguales o debajo de los 3 GHz y  $\pm 0.5$  mm para frecuencias superiores a 3 GHz. En todos los puntos de medición, el ángulo de la sonda respecto a la línea normal a la superficie debe ser menor a 30° para frecuencias iguales o menores a 3 GHz y 20° para frecuencias por encima de 3 GHz (ver la **Figura 11**). La **Tabla 5** provee los parámetros de medición necesarios para el escaneo de área.

- c) De la distribución escaneada del SAR, se debe identificar la posición del Valor máximo primario del SAR, además se deben identificar las posiciones de los Valores pico secundarios locales del SAR dentro de los 2 dB del valor máximo que no estarán en el escaneo de zoom de otros picos. Se deben medir picos adicionales sólo cuando el Valor pico primario del SAR esté dentro de los 2 dB del límite de cumplimiento del SAR de la **Tabla 1** de la presente Disposición Técnica.
- d) Medir la distribución del SAR en tres dimensiones en las ubicaciones de los valores picos primarios y secundarios identificados en el **Paso del inciso c)** (proceso de escaneo de zoom). La división horizontal de la rejilla debe ser de  $(24/f \text{ GHz})$  mm o menos pero no más de 8 mm. El tamaño volumétrico mínimo del escaneo de zoom es 30 mm por 30 mm por 30 mm para frecuencias iguales o menores a 3 GHz.

Para frecuencias más altas, el tamaño volumétrico mínimo del escaneo de zoom puede reducirse a 22 mm por 22 mm por 22 mm. Un volumen más

pequeño de escaneo de zoom con menos espaciamiento entre puntos de medición está permitido, debido a un decaimiento más pronunciado del campo eléctrico, el cual puede reducir el tiempo de medición. Para frecuencias mayores a 3 GHz, la división de la rejilla en dirección vertical no debe exceder  $(8 - f \text{ GHz})$  mm, y para frecuencias iguales o menores a 3 GHz si se emplea espaciamiento uniforme la división de la rejilla no debe exceder de 5 mm. Si se emplea espaciamiento variable en la dirección vertical (rejillas no uniformes o rejillas graduadas), el espaciamiento máximo entre los dos puntos de medición más cercanos a la carcasa del modelo no debe exceder  $(12/f \text{ GHz})$  mm para frecuencias superiores a 3 GHz, y no mayor a 4 mm para frecuencias iguales o menores a 3 GHz. Además, el espaciamiento entre los puntos adyacentes más alejados se debe incrementar con un factor que no exceda 1.5, cuando se usen rejillas graduadas, se deben emplear rutinas de extrapolación de acuerdo con el numeral **P.2.10.3.2** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica, con el mismo espaciamiento usado en las mediciones. La distancia máxima entre el centro geométrico de las sondas detectoras y la superficie interior del MAC debe ser de 5 mm para frecuencias iguales o menores a 3 GHz y  $\delta \ln(2)/2$  mm para frecuencias mayores a 3 GHz, donde  $\delta$  es la profundidad de penetración de la onda plana y  $\ln(x)$  es el logaritmo natural. Se deben centrar rejillas separadas en cada uno de los valores picos hallados en el **Paso del inciso c)**. En todos los puntos de medición, el ángulo de la sonda respecto a la línea normal a la superficie debe ser menor a 30° para frecuencias iguales o menores a 3 GHz y 20° para frecuencias mayores a 3 GHz.

- e) Se deben determinar los valores pico promedio espacial del SAR mediante el posprocesamiento, es decir los procedimientos de interpolación y extrapolación definidos en el numeral **5.1.10** de la presente Disposición Técnica.

- f) Se debe medir el SAR local exactamente en la misma ubicación del punto de prueba del **Paso del inciso a)**. La Deriva del SAR del EBP se puede estimar por la diferencia entre los valores medidos en el mismo punto en el **Paso del inciso a)** y del presente inciso. La Deriva del SAR del EBP debe mantenerse dentro de  $\pm 5\%$ ; de lo contrario se debe observar el numeral **P.2.8** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica, para más información acerca de la Deriva de la medición del SAR.

Los Handsets comerciales deben tener una Deriva en la potencia de salida de  $\pm 5\%$ . Algunos DCI pueden tener fluctuaciones considerables en la potencia de salida que no son clasificables como una Deriva indeseable de la potencia sino como una característica del comportamiento normal de operación del DCI. En éste caso, se pueden emplear otros métodos, tales como el escalamiento en potencia, con el objetivo de asegurar un SAR exacto y conservador.

La Incertidumbre debido a la distorsión de los campos entre la frontera del medio y la cubierta dieléctrica de la sonda se debe minimizar, lo cual se logra si la distancia entre la superficie del MAC y la punta física de la sonda es mayor al diámetro de la punta de la sonda.

Tabla 5. Parámetros del escaneo de área.

Parámetro	Frecuencia del EBP siendo probado	
	$f \leq 3 \text{ GHz}$	$3 \text{ GHz} < f \leq 6 \text{ GHz}$
Distancia máxima entre los puntos medidos (centro geométrico de los sensores) y la superficie interna del MAC ( $z_{M1}$ en la <b>Figura 11</b> en mm)	$5 \pm 1$	$\delta \ln(2)/2 \pm 0.5^a$
Distancia máxima entre puntos de medición adyacentes (ver <b>P.2.10.3.1</b> del <b>Anexo P</b> de la presente Disposición Técnica, en mm) <sup>b</sup>	20 o la mitad de la longitud correspondiente del escaneo de área reducida, la que sea menor	$60/f$ o la mitad de la longitud correspondiente del escaneo de área reducida, la que sea menor
Ángulo máximo entre el eje de la sonda y la normal de la superficie del MAC ( $\alpha$ en la <b>Figura 11</b> )	$30^\circ$	$20^\circ$
Tolerancia en el ángulo de la sonda	$1^\circ$	$1^\circ$

- <sup>a</sup>  $\delta$  es la profundidad de penetración de la onda plana incidiendo en un medio-espacio plano normal.
- <sup>b</sup> Ver numeral **P.2.10** del **Anexo P** de la presente Disposición Técnica, en como  $\Delta x$  y  $\Delta y$  pueden ser seleccionadas para necesidades individuales de escaneo de área.
- <sup>c</sup> El ángulo de la sonda respecto a la normal de la superficie del modelo está restringida debido a la degradación en la exactitud de la medición en campos con gradientes espaciales de rápido cambio. La exactitud de la medición decrece al incrementar el ángulo de la sonda y la frecuencia. Esta es la razón para la que la restricción del ángulo de la sonda sea más estricta en frecuencias mayores a 3 GHz.

**Tabla 6. Parámetros del escaneo de zoom**

Parámetro	Frecuencia del EBP siendo probado	
	$f \leq 3$ GHz	$3$ GHz $< f \leq 6$ GHz
Distancia máxima entre el punto medido más cercano y la superficie del MAC ( $z_{M1}$ en la <b>Figura 11</b> y <b>Tabla 5</b> , en mm)	5	$\delta \ln(2)/2^a$
Ángulo máximo entre el eje de la sonda y la normal de la superficie del MAC ( $\alpha$ en la <b>Figura 11</b> )	30°	20°
Espaciamiento máximo entre los puntos medidos en las direcciones x- y y- (numeral <b>P.2.10.3.2</b> de la presente Disposición Técnica, en mm)	8	$24/f^b$
<i>Para cuadrículas uniformes:</i>		
Espaciamiento máximo entre los puntos medidos en la dirección de la normal de la carcasa MAC ( $\Delta z_1$ en la <b>Figura 11</b> , en mm)	5	$8 - f$
<i>Para cuadrículas graduadas:</i>		
Espaciamiento máximo entre los dos puntos medidos más cercanos en la dirección de la normal de la carcasa del MAC ( $\Delta z_1$ en la <b>Figura 11</b> , en mm)	4	$12/f$
<i>Para cuadrículas graduadas:</i>		
Máximo aumento incremental en el espaciamiento entre puntos medidos en la dirección de la normal de la carcasa del MAC ( $R_z = \Delta z_2/\Delta z_1$ en la <b>Figura 11</b> )	1.5	1.5
Longitud mínima del lado del volumen de escaneo de zoom en las direcciones x- y y- ( $L_z$ en numeral <b>P.2.10.3.2</b> de la presente Disposición Técnica, en mm)	30	22
Longitud mínima del lado del volumen de escaneo de zoom en la dirección de la normal de la carcasa del MAC ( $L_n$ en el numeral <b>P.2.10.3.2</b> del <b>Anexo P</b> de la presente Disposición Técnica, en mm)	30	22
Tolerancia en el ángulo de la sonda	1°	1°
<sup>a</sup> $\delta$ es la profundidad de penetración para una onda plana incidiendo en un medio-espacio plano normal.		
<sup>b</sup> Esta es la separación máxima permitida, la cual puede no funcionar en todas las circunstancias.		

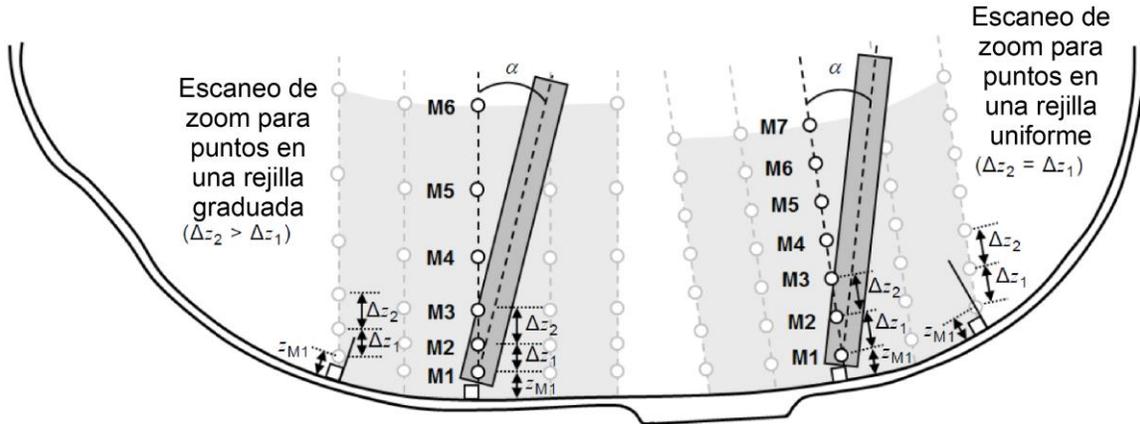


Figura 11. Orientación de la sonda con respecto a la línea normal a la superficie del MAC, mostrada en dos ubicaciones diferentes.

#### 5.1.9.2. MEDICIONES DEL SAR DE HANDSETS CON MÚLTIPLES ANTENAS O TRANSMISORES.

Los Handsets con múltiples antenas o múltiples transmisores transmitiendo simultáneamente requieren consideraciones especiales de prueba. Los métodos para combinar los campos, con el fin de determinar la distribución del SAR combinado difieren dependiendo de si los correspondientes transmisores de RF emiten formas de onda que están correlacionadas o no en el tiempo. El método de suma de los campos y la instrumentación de medición asociada necesaria para formas de onda de señales correlacionadas son diferentes de aquellos para señales no correlacionadas.

##### 5.1.9.2.1. MEDICIÓN DEL SAR PARA SEÑALES NO CORRELACIONADAS.

Los siguientes procedimientos son aplicables a DCI que incorporan múltiples modos de operación y que están destinados a operar simultáneamente a través de:

- a) Múltiples frecuencias ( $f_1$ ,  $f_2$ , etc.), las cuales tienen una separación mayor al intervalo de frecuencias válido para la calibración de la sonda o el LET, el que sea más pequeño (es decir, cuando el SAR no puede ser normalmente evaluado de forma simultánea usando la misma sonda y líquido);

El intervalo de frecuencias válido de la calibración de la sonda es típicamente angosto (por ejemplo, de  $\pm 50$  MHz a  $\pm 100$  MHz) para sondas de campo eléctrico en la mayoría de los sistemas actualmente en uso. Además, dado que las sondas de campo eléctrico usadas en los sistemas actuales típicamente tienen un voltaje de DC en la salida, la sonda no puede distinguir entre señales a diferentes frecuencias. El intervalo de frecuencias válido del LET se refiere al intervalo de frecuencias sobre el cual los parámetros dieléctricos están dentro de la tolerancia de los valores objetivo (ver la **Tabla 4**). Debido a estas limitaciones, los valores del SAR deben evaluarse primero por separado y después combinados aritméticamente.

- b) Múltiples antenas que transmiten utilizando diferentes modulaciones (por ejemplo, una llamada de voz usando CDMA y datos usando WiFi) en el mismo intervalo de frecuencias válido para la calibración de la sonda y el LET.

En el caso de múltiples antenas transmitiendo diferentes modulaciones en el mismo intervalo de frecuencias, se deben realizar mediciones con ambas señales transmitiendo simultáneamente. Sin embargo, esto no es necesario si los valores pico promedio espacial se suman como se describe en la **Alternativa 1**, (dado que ese método provee un sobreestimado conservador del SAR combinado). Para el caso de múltiples antenas transmitiendo señales correlacionadas (por ejemplo, ciertas configuraciones MIMO), ver el numeral **5.1.9.2.2** de la presente Disposición Técnica.

En el numeral **5.1.9.2**, de la presente Disposición Técnica, se define una combinación de prueba como una combinación en particular de la posición del EBP (mejilla izquierda, de inclinación derecha, etc.), la configuración (por ejemplo, posición de la antena) y el (los) Accesorio(s) (por ejemplo, batería).

Existen otros procedimientos de evaluación alternativos para transmisiones simultáneas en diferentes bandas de frecuencia. Un ejemplo de ellos se puede

encontrar a continuación, sin embargo, para estar en posibilidad de aplicarlos se deben cumplir al menos los siguientes prerrequisitos:

- El escaneo de área, el escaneo de zoom y el pico promedio espacial del SAR deben ser evaluados por separado en cada frecuencia (según el numeral **5.1.9.1** de la presente Disposición Técnica) con la transmisión encendida a esa frecuencia y apagada en las demás frecuencias.
- Los datos del SAR de diferentes frecuencias o antenas están combinados sólo cuando la combinación de prueba es la misma para aquellas bandas de frecuencia o antenas, y si esa combinación de prueba es una combinación de prueba destinada para operación simultánea.

Algunas alternativas de procedimientos de evaluación para transmisiones simultáneas en diferentes bandas de frecuencia se resumen a continuación:

- **Alternativa 1:** Suma de los valores del pico promedio espacial del SAR – es el método más simple y conservativo para hallar un límite superior; siempre aplicable. El procedimiento se aplica para determinar el límite superior del SAR combinado en una manera conservadora, cuando la máxima potencia de salida es usada en cada transmisor o antena es usada para transmisión sencilla y simultánea. Si se usan valores del pico promedio espacial del SAR, estos serán diferentes en distintas locaciones espaciales, por lo que este procedimiento sobreestimaré el valor combinado del SAR en este caso.
  - a) Para una combinación de pruebas en la que se requiere operación simultánea, sumar los valores del pico promedio espacial del SAR en cada antena y banda de frecuencia donde se utilice operación simultánea.
  - b) Verificar que el máximo valor de la sumatoria del SAR está dentro de 3 dB del límite aplicable del SAR. De ser así, asegure que todos los canales de frecuencia requeridos en **5.1.7.4.7** han sido medidos para todas las

- bandas de frecuencia y todas las antenas del DCI en las que se utilice operación simultánea (repita el paso a) de ser necesario).
- c) La suma de los valores del SAR obtenida en los pasos a) y b) es el SAR combinado.
- **Alternativa 2:** Selección del valor evaluado más alto del pico promedio espacial del SAR – método simple; aplicable bajo ciertas circunstancias. Este procedimiento da un estimado del SAR multibanda cuando las distribuciones del escaneo de zoom medido por separado tienen poca o nula superposición. Los máximos están separados de manera que el máximo del valor pico promedio espacial del SAR de cada distribución no incrementará más de 5% cuando las distribuciones del SAR de otros modos simultáneos son sumadas. Esta Alternativa 2 solo es aplicable si el valor pico promedio espacial de SAR más alto es menor al 70% del límite de cumplimiento, de acuerdo a lo calculado en los escaneos de zoom en cada frecuencia.
- a) Medir el valor pico promedio espacial del SAR en cada frecuencia de acuerdo a **5.1.7.4.7**. El escaneo de área debe ser realizado en el mismo plano en cada frecuencia. La distancia  $z_{M1}$  para todos los escaneos de área debe ser menor o igual al menor valor de  $z_{M1}$  en la **Tabla 6** para todas las frecuencias a ser medidas.
- b) Los escaneos de área realizados por separado, deben de ser interpolados de manera que el área de superposición tenga la misma rejilla de medición. La resolución de la rejilla interpolada debe ser 1 mm o mejor. Localizar el valor pico en cada una de los escaneos de área. Las áreas superpuestas contendrán todos los picos del SAR.
- c) Usando todos los escaneos de área realizados, crear una nueva distribución del SAR sumando espacialmente los escaneos de área interpolados (punto a punto).
- d) Si el valor pico en la nueva distribución del SAR creada en el paso c) no sobrepasa el valor más alto de los valores máximos del SAR, localizados

en el paso b), por más de 5%, el valor del SAR multibanda se selecciona como el valor máximo del pico promedio espacial del SAR calculado, del escaneo zoom, en el paso a).

- **Alternativa 3:** Cálculo del SAR volumétrico combinado a partir de escaneos de área/escaneo de zoom existentes – método exacto y rápido; siempre aplicable. Este procedimiento usa escaneos de área y zoom existentes en combinación con interpolación y extrapolación para generar una distribución volumétrica del SAR.
  - a) Para una combinación donde se utiliza operación simultánea, calcular la distribución volumétrica del SAR sobre la región correspondiente al escaneo de área de cada banda de frecuencia en la que se requiere operación simultánea. El cálculo de incertidumbre debe de ser documentado e incluido en el RP.
  - b) Realizar la sumatoria de todas las distribuciones de SAR para todas las bandas de manera espacial, usando interpolación de acuerdo a lo establecido en el numeral **5.1.10.1** de la presente Disposición Técnica. Para cada banda de frecuencia en la que se requiere operación simultánea, este paso debe ser realizado en cada canal probado de acuerdo a lo establecido en el numeral **5.1.7.4.7**. y el procedimiento establecido en **5.1.8**.
  - c) Usar técnicas de posprocesamiento definidas en el numeral **5.1.10** y el anexo H de la presente Disposición Técnica para determinar el valor pico promedio espacial del SAR de las distribuciones obtenidas en el paso b).
  - d) Verificar que el valor pico promedio espacial máximo del SAR está dentro de 3 dB del valor límite del SAR. De ser así, asegurar que todos los canales de frecuencia han sido probados (**5.1.7.4.7**) en todas las bandas en las que se requiere operación simultánea y repetir los pasos a) a c).

- **Alternativa 4:** Escaneo volumétrico – el método más exacto; siempre aplicable. Los valores del SAR son combinados para cada condición de prueba donde se requiere transmisión simultánea.
  - a) Para una combinación de pruebas en las que se requiere operación simultánea, asegurar que el escaneo de zoom ha sido medido de acuerdo a lo establecido en el numeral **5.1.7.4.7** y **5.1.8** de la presente Disposición Técnica en todas las bandas en las que se requiere operación simultánea.
  - b) Por cada banda de frecuencia en el paso a), seleccionar el canal con el valor máximo pico promedio espacial del SAR.
  - c) Determinar una rejilla volumétrica que incluya los escaneos de zoom en las frecuencias determinadas en el paso b) en todas las bandas de frecuencias en las que se requiere operación simultánea. Si, los escaneos de zoom en las frecuencias  $f_1, f_2$ , etc. están muy separados de manera que la rejilla volumétrica es muy grande, una variación aceptable de este paso es identificar las locaciones del escaneo de zoom para cada frecuencia en el paso b) y aplicar el procedimiento alterno en el paso d).
  - d) En cada frecuencia determinada en el paso b), medir la rejilla volumétrica determinada en el paso c). Si se decidió utilizar locaciones de escaneo de zoom en lugar de la rejilla volumétrica en el paso c), entonces, en cada canal de frecuencia determinado en el paso b), medir el escaneo de zoom para las demás frecuencias en exactamente los mismos lugares que para cada escaneo de zoom realizado en el paso a). La medición concluye con el modo de operación encendido en esa frecuencia y los modos de operación en otras frecuencias apagados.
  - e) Realizar la sumatoria de las distribuciones del SAR obtenidas en el paso d). Calcular el máximo del SAR combinado de la distribución sumatoria usando técnicas de posprocesamiento para determinar el valor pico promedio espacial del SAR. Cuando los escaneos volumétricos sean realizados en cada frecuencia, estos deben ser sumados para

determinar el máximo usando la distribución total. En caso de que se usen escaneos de zoom en el paso d), estos deben de combinarse y el mayor se identificará para calcular el valor pico promedio espacial del SAR.

- Se considera que la medición del EBP cumple completamente con los requisitos de la presente Disposición Técnica, referente a señales no correlacionadas, si satisface los requisitos de al menos uno de estos procedimientos de evaluación alternativos.

La **Alternativa 1** es la más conservadora y computacionalmente sencilla, además, no requiere mediciones adicionales del SAR. Las **Alternativas 2 y 3** reducen sucesivamente el grado de sobreestimación, pero requieren mayor cálculo y análisis de las pruebas. La **Alternativa 4** proporciona la menor sobreestimación y requiere el mayor esfuerzo.

#### 5.1.9.2.2. MEDICIÓN DEL SAR PARA SEÑALES CORRELACIONADAS.

En general, se pueden hallar dos tipos de señales en la mayoría de los transmisores con múltiples antenas de la más reciente generación.

La primera llamada **Tipo 1**, son señales con fases relativas sin cambios durante un tiempo relativamente largo comparado con la duración del símbolo. Éste tipo de señales pueden hallarse en sistemas con antenas en arreglo de fase, donde las fases relativas de las señales alimentadas a las antenas son controladas para formar el patrón de radiación del arreglo de antenas hacia una dirección determinada. En diferentes ambientes de operación, las fases relativas pueden cambiar para obtener un patrón de radiación deseado diferente. Por lo tanto, cuanto la dirección de transmisión es determinada y se forma el patrón, las fases relativas son ajustadas a cierta duración, y sólo cambiarán cuando el patrón de radiación sea configurado de una forma diferente. De hecho, el tiempo en el que las fases relativas se mantienen sin cambios es relativamente largo comparado con la duración del símbolo en una comunicación normal.

Por otro lado, el segundo tipo de señales, llamado **Tipo 2**, son señales con fases relativas que varían rápidamente en un periodo de tiempo relativamente corto. Estas señales pueden ser encontradas en sistemas que emplean técnicas MIMO. Las fases relativas de las señales cambian de símbolo en símbolo debido a la función de Codificación Espacio-Temporal por Bloques (STBC) de los esquemas MIMO. Las fases relativas de las señales cambian de símbolo a símbolo de acuerdo con la codificación STBC, y la formación del haz no es usada durante una comunicación normal.

Existen dos métodos para combinar el SAR de mediciones individuales usando sondas escalares de campo eléctrico convencionales.

- I. El primer método combina las magnitudes de los valores individuales de campo eléctrico, y
- II. El segundo se basa en las magnitudes de las componentes individuales del campo eléctrico.

Estos dos métodos (I y II) se pueden implementar usando sistemas de medición del SAR convencionales y requieren sólo un número limitado de escaneos igual al número de transmisores.

El procedimiento de medición para diferentes tipos de señales correlacionadas se describe en la **Figura 12**.

Para señales de **Tipo 1** en la clasificación anteriormente mencionada, o señales sin especificación, la segunda aproximación basado en una combinación de los campos eléctricos individuales debe de ser usada, esto lleva a una menor probabilidad de sobreestimar el SAR y muchos sistemas del SAR proveen rápidamente los datos de entrada necesarios para el posprocesamiento.

Para señales de **Tipo 2**, el uso de la aproximación de las mediciones del SAR promediado en el tiempo requiere sólo del procedimiento de medición definido en el numeral **5.1.9.**, de la presente Disposición Técnica, con el uso de sondas escalares convencionales.

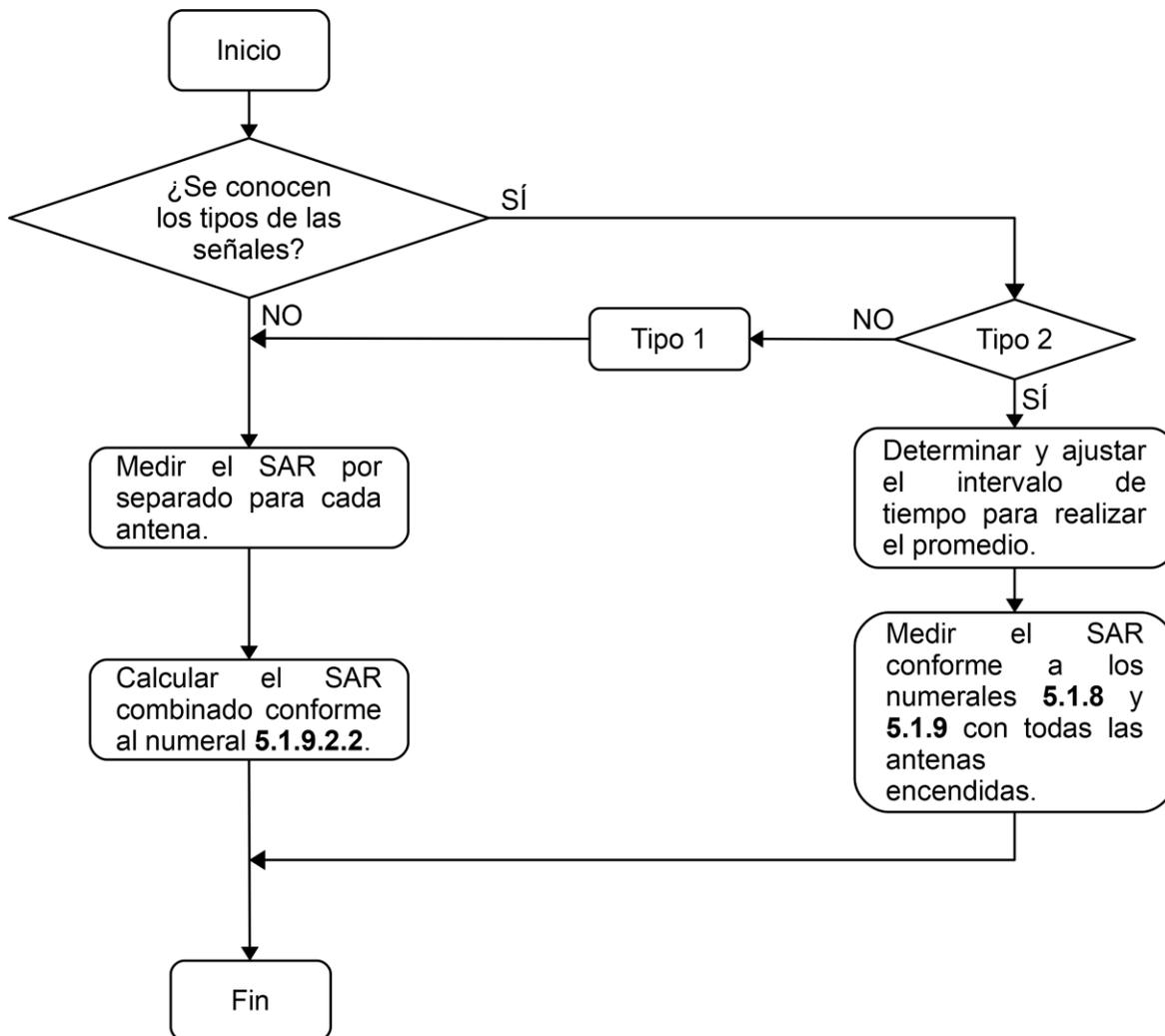


Figura 12. Procedimiento de medición para diferentes señales correlacionadas.

## 5.1.10. POSPROCESAMIENTO DE DATOS DE MEDICIONES DEL SAR.

### 5.1.10.1. INTERPOLACIÓN.

Si la resolución de la rejilla de medición no es lo suficientemente fina para cumplir con los requisitos de interpolación del escaneo de área y del escaneo de zoom para calcular el pico promedio espacial del SAR, se deben aplicar procedimientos de interpolación en los puntos de medición, de acuerdo al **Anexo H** de la presente Disposición Técnica.

#### 5.1.10.2. EXTRAPOLACIÓN.

Las sondas de campo eléctrico usadas para medir el SAR generalmente contienen tres dipolos ortogonales en proximidad e integrados en una carcasa/cubierta protectora. El punto de medición está situado a unos cuantos milímetros de la punta de la sonda, esta distancia debe tomarse en cuenta cuando se identifique la posición del SAR medido. Debido a errores causados por efectos de frontera y al “desplazamiento” del sensor de la sonda, el SAR no es medido en la superficie del MAC. Los puntos medidos más cercanos a la superficie se deben extrapolar para estimar el SAR más alto en la superficie del modelo, de acuerdo a lo establecido en el **Anexo H** de la presente Disposición Técnica.

#### 5.1.10.3. DEFINICIÓN DEL VOLUMEN EN QUE SE REALIZA EL PROMEDIO

El volumen en que se realiza el promedio debe tener la forma de un cubo, cuyos lados deben tener las dimensiones necesarias para contener 1 g o 10 g de masa. Se debe emplear una densidad de  $1\ 000\ \text{kg/m}^3$  para representar la densidad del tejido de la cabeza, la longitud del lado del cubo de 1 g debe ser de 10 mm, y la longitud del lado del cubo de 10 g debe ser de 21.5 mm, por lo que hace a la orientación del volumen cúbico se debe observar el **Anexo H** de la presente Disposición Técnica.

#### 5.1.10.4. BÚSQUEDA DEL NIVEL MÁXIMO

El volumen cúbico en que se realiza el promedio debe pasar a través del escaneo de zoom interpolado y extrapolado en la superficie interna del MAC en la vecindad del máximo local del SAR, tomando consideraciones como las dadas en el **Anexo H** de la presente Disposición Técnica. El cubo con el máximo pico promedio espacial del SAR no debe estar en el borde/perímetro del volumen del escaneo de zoom, en caso de que lo esté, el volumen del escaneo de zoom debe ser desplazado y se deben repetir las mediciones.

## 5.1.11. REDUCCIÓN DE PRUEBAS DEL SAR.

### 5.1.11.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.

La cantidad de mediciones del SAR necesarias para identificar la configuración que da el máximo pico promedio espacial del SAR para un EBP capaz de transmitir en varias frecuencias y con diferentes configuraciones de uso pueden ser grande. Éste es el caso cuando el EBP puede ser utilizado con diferentes Accesorios. El tiempo total necesario para realizar las mediciones y Evaluar la Conformidad de un DCI se puede disminuir mediante la reducción directa del número de pruebas a realizar.

Los métodos de reducción de pruebas del SAR aplicados durante las pruebas se deben registrar claramente en el RP correspondiente. Y dichos métodos pueden ser:

- A. Reducción de pruebas para diferentes modos de operación en la misma banda de frecuencia usando la misma tecnología inalámbrica;
- B. Reducción de pruebas basada en las características del diseño del EBP;
- C. Reducción de pruebas basada en el análisis del nivel pico del SAR;
- D. Reducción de pruebas basada en consideraciones de transmisión simultánea en múltiples bandas.

**NOTA 1** Por ejemplo, se considera que GSM, GPRS y EDGE (todas usando la modulación GMSK) son la misma tecnología inalámbrica, sin embargo, GSM y UMTS no son consideradas la misma tecnología inalámbrica.

**NOTA 2** Los procedimientos de reducción de pruebas del SAR descritos en el numeral 5.1.11. de la presente Disposición Técnica, permiten ahorrar tiempo para las pruebas. Estas alternativas de pruebas no son obligatorias, el Laboratorio de Prueba tiene la libertad de aplicarlas o de seguir el procedimiento de medición descrito de los numerales 5.1.7 al 5.1.10. de la presente Disposición Técnica.

### 5.1.11.2. REDUCCIÓN DE PRUEBAS PARA DIFERENTES MODOS DE OPERACIÓN EN LA MISMA BANDA DE FRECUENCIA USANDO LA MISMA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA.

En caso de que múltiples modos (mod<sub>x</sub>, mod<sub>y</sub>, etc.) operen en la misma banda de frecuencia, se puede emplear procedimientos para reducir el número de

mediciones para los modos de baja potencia ( $mod_y$ , etc.). Estos procedimientos pueden ser aplicados si se cumplen las siguientes condiciones:

- a) La misma etapa de amplificación RF es usada para  $mod_x$  y  $mod_y$ .
- b) La misma antena es usada para  $mod_x$  y  $mod_y$ .
- c) No se aplican técnicas MIMO para  $mod_x$  y  $mod_y$ .
- d) Los modos  $mod_x$  y  $mod_y$ , usan la misma tecnología inalámbrica.
- e) La modulación de la señal es la misma y esta modulación tiene amplitud constante, o la potencia de salida promediada en tiempo de  $mod_y$  es por lo menos 2 dB menor a la potencia de salida de  $mod_x$ .
- f) La calibración de la sonda es válida para  $mod_x$  y  $mod_y$ . El certificado de calibración de la sonda define la validez e incertidumbre de calibración son aplicables a  $mod_x$  y  $mod_y$ ).
- g) El mismo sistema de medición (sonda, MAC, LET, electrónica de medición) es usado para todos los modos de operación.
- h) La frecuencia portadora de  $mod_x$  es la misma para  $mod_y$ .
- i) La razón entre el ancho de banda del canal de  $mod_x$  y  $mod_y$  cumple con la siguiente ecuación:

$$R_m = \left| \frac{BW_{mod_y}}{BW_{mod_x}} - 1 \right| \leq 0.3$$

Para reducir el número de pruebas requeridas, se puede aplicar el siguiente procedimiento si todas las condiciones anteriores se cumplen:

**Paso 1.** Probar todos los modos de operación ( $mod_x$ ,  $mod_y$ , etc.) en cualquiera de las configuraciones de prueba (por ejemplo, posición mejilla).

**Paso 2.** Realizar la prueba completa en todas las configuraciones de prueba para el modo de operación con el valor más alto del SAR encontrado en el Paso 1.

**Paso 3.** Realizar la prueba completa en todas las configuraciones de prueba todos los demás modos de operación evaluados en el Paso 1 que cumplen con las siguientes condiciones:

- a. El SAR medido en el Paso 1 está dentro del 15 % del valor más alto del SAR (identificado en el Paso 2), y;
- b. El valor más alto del SAR identificado en el paso 2 está dentro del 15 % del valor límite del SAR.

### **5.1.11.3. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADA EN LAS CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL EBP.**

El siguiente procedimiento puede ser aplicado a DCI con antenas internas y frecuencias de operación entre 800 MHz y 2 GHz.

Para un DCI con antena interna en la parte inferior del dispositivo, máximo a 2.5 cm de la parte inferior del mismo, y el valor pico promedio espacial del SAR medido en la posición mejilla, para determinada banda de frecuencia y modo de operación, está por lo menos a 3 dB o mejor del valor límite del SAR, no se requiere probar en la posición inclinada.

Para otras posiciones de la antena, cuando el valor del SAR medido en la posición inclinada y se use el canal de frecuencia con el mayor valor medido del SAR sea 3 dB o mejor del valor límite del SAR, no se requiere probar en la misma posición inclinada para los demás canales.

Las siguientes condiciones deben de cumplirse para poder aplicar el presente procedimiento de reducción pruebas:

- a) El DCI utiliza los mismos elementos en la etapa de RF (transmisores, amplificadores, conectores, etc.)
- b) Utiliza la misma antena y conexión a tierra.
- c) No se aplican técnicas MIMO.
- d) El mismo sistema de medición (sonda, MAC, LET, electrónica de medición) es usado.

Para poder aplicar reducción de pruebas a DCI con antena interna en la parte inferior y que usa la misma antena inferior para múltiples modos de comunicación con la misma tecnología inalámbrica y bandas de frecuencias, seleccionar el

sistema de comunicación con la mayor potencia de salida promediada en tiempo y realizar una medición completa del SAR, incluyendo todas las configuraciones y posiciones de prueba. Pruebas sucesivas en la posición inclinada, para otros modos de comunicación en la misma banda frecuencia, no es necesario si se cumplen las siguientes condiciones:

- 1) La posición mejilla tiene el valor más alto del valor pico promedio espacial del SAR para la banda de frecuencia.
- 2) Los valores pico promedio espacial del SAR para la posición inclinada están debajo de 30 % del valor límite del SAR.

El Reporte de prueba debe incluir fotos o diagramas, mostrando la posición y ubicación de las antenas en el DCI, y, describir los modos de operación inalámbrica aplicable a cada antena para justificar la reducción de pruebas. Si se usa la reducción de prueba relacionada con DCI con antena interna en la parte inferior y que usa la misma antena inferior para múltiples modos de comunicación con la misma tecnología inalámbrica y bandas de frecuencias, se debe de describir en el RP la antena y los circuitos de acoplamiento para cada sistema de comunicación del DCI.

#### **5.1.11.4. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADA EN EL ANÁLISIS DEL NIVEL PICO DEL SAR.**

El propósito de este procedimiento es eliminar la realización del escaneo de zoom cuando el valor medido del SAR en el escaneo de área se encuentra debajo de cierto umbral, asegurando que el valor pico promedio espacial del SAR es:

- medido correctamente y no está sobreestimado, especialmente cuando pudiera estar cerca del valor límite del SAR;
- identificado correctamente, incluso si no se realiza el escaneo de zoom.

Nota: Este procedimiento de reducción de pruebas es diferente al procedimiento de medición "Fast SAR" debido a que la decisión de aplicar el procedimiento completo de medición del SAR se toma después de analizar los valores obtenidos en el escaneo de área. Además, requiere de un valor umbral ya que el objetivo es evitar realizar el escaneo de zoom para ciertas configuraciones de

mediciones en particular y no depende de un algoritmo de "Fast SAR" para estimar el valor pico promedio espacial del SAR.

EL procedimiento descrito a continuación solo es aplicable a Handsets operando en las bandas UMTS GSM900/DCS1800 y sus respectivos modos de operación (no aplica a modos de operación en GSM850, PCS1900, GPRS, etc.) y no aplica a transmisiones simultáneas. Para aplicar el procedimiento, es necesario:

- 1) ajustar los parámetros de escaneo de área especificados en la **Tabla 5** para usar una rejilla no mayor a 10 mm;
- 2) realizar los escaneos de área a una distancia fija de 4 mm máximo entre los puntos medidos (centro geométrico de la sonda) y la superficie interna del MAC.

La reducción de pruebas para una sola banda de frecuencia consiste en:

- a) Medir el SAR como se describe en el numeral **5.1.9.1**, paso a).
- b) Realizar el escaneo de área para una de las posiciones definidas en **5.1.9** en la frecuencia central de la banda considerada, como se indica en el procedimiento completo indicado en el numeral **5.1.9.1**.
- c) Determinar el SAR pico del escaneo de área; este es definido como el primer pico absoluto del SAR (PABS).
- d) Realizar el escaneo de zoom, como se indica en el numeral **5.1.9.1**. Evaluar la Deriva como se indica en el numeral **5.1.9.1** paso f).
- e) Para las demás posiciones y canales de frecuencia a ser medidos, repetir los siguientes pasos:
  - Paso 1.** Medir el SAR local como se describe en el numeral **5.1.9.1** paso a).
  - Paso 2.** Realizar el escaneo de área como se indica en el numeral **5.1.9.1** paso b).
  - Paso 3.** Evaluar el valor pico del SAR del escaneo de área; si el valor es mayor que el primer pico absoluto del SAR (inciso c), entonces el PABS será asignado como el valor pico del SAR del escaneo

de área determinado en este paso, después de completar el paso 4.

**Paso 4.** Realizar el escaneo de zoom requerido por el numeral 5.1.9.1. Si el valor pico del SAR del escaneo de área no es menor a 1.6 W/kg (80% de 2.0 W/kg) o si el valor pico del SAR es igual o mayor a  $U(f) \times PABS$ , donde el umbral  $U(f)$  es definido en la **Tabla 7** y  $PABS$  es el valor pico absoluto del SAR. Si se requiere medir múltiples valores pico (como indica el numeral 5.1.9.1 paso c) de la presente Disposición Técnica), aplique este paso a todos los valores pico.

**Paso 5.** Calcule la Deriva de medición como se indica en el numeral 5.1.9.1 paso f) de la presente Disposición Técnica.

Los pasos e.1 a e.5 deben de ser aplicados de manera secuencial a todas las bandas aplicables. Los valores del umbral usados en el paso e.4 se muestran en la siguiente **Tabla 7**.

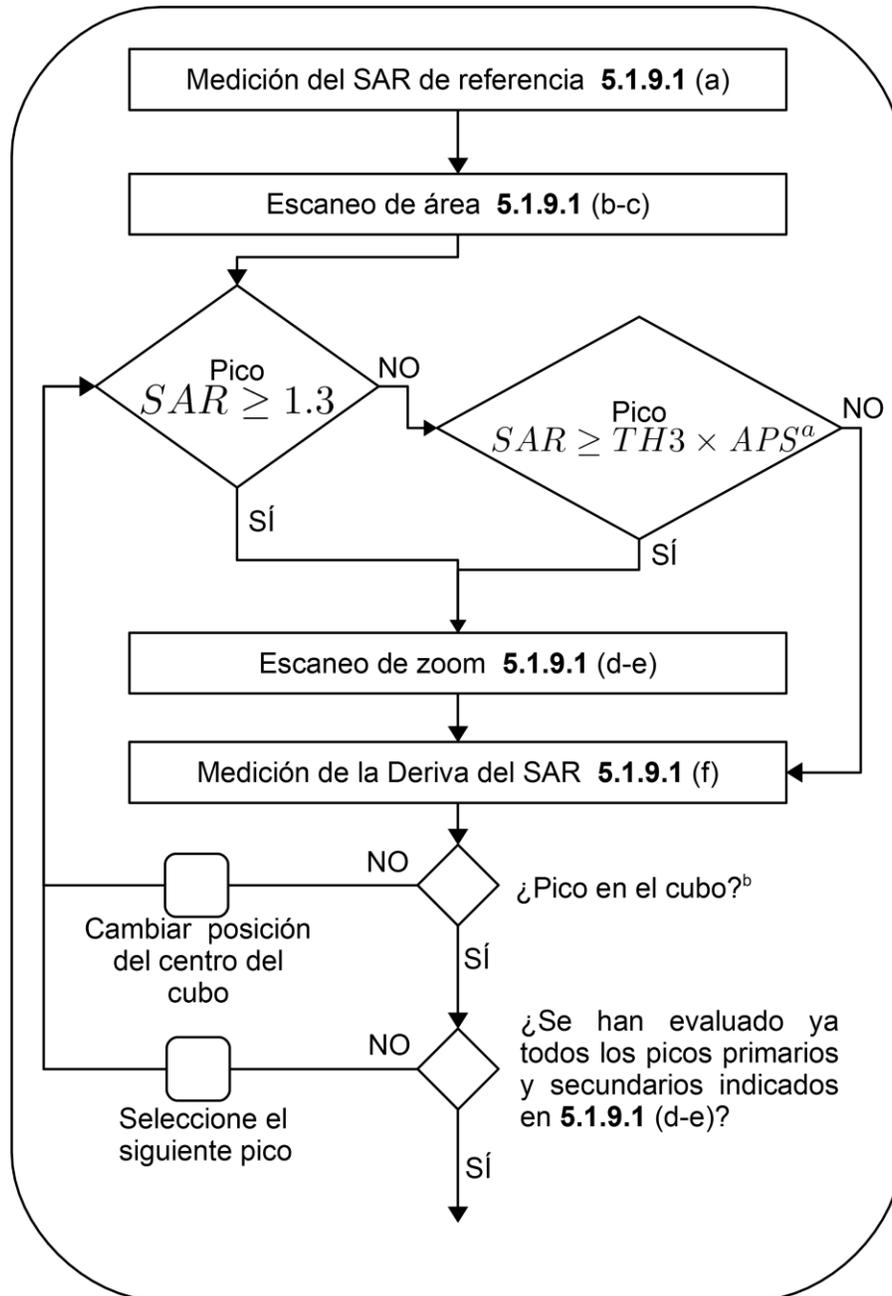
**Tabla 7.** Valores de umbral  $U(f)$  usados en el procedimiento de reducción de pruebas.

Modo de operación	$U(f)$
GSM900	0.75
UMTS VI	0.75
DCS1800	0.60
UMTS IX	0.60
UMTS I	0.60

Cuando se siga este procedimiento de reducción de pruebas:

- Se debe de seguir el diagrama de la izquierda en la **Figura 10**.
- El diagrama de la derecha en la **Figura 10** aplicara únicamente para la primera medición del SAR. Mediciones sucesivas del SAR deben ser

realizadas de acuerdo a la **Figura 13**, que es una modificación del procedimiento descrito en la **Figura 10**.



<sup>a</sup> APS = Pico absoluto del SAR. Vea **5.1.11.4**.

<sup>b</sup> Aplicar este paso solo si se ha realizado el escaneo de zoom.

**Figura 13.** Diagrama de la **Figura 10** modificado.

#### **5.1.11.5. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADA EN TRANSMISIÓN SIMULTÁNEA EN MÚLTIPLES BANDAS**

La transmisión simultánea multibanda significa que el EBP puede operar en múltiples modos de transmisión al mismo tiempo, por lo tanto, si el transmisor secundario opera con niveles de potencia menor o igual a 20 mW, dicho transmisor puede ser excluido de las pruebas de medición del SAR.

#### **5.1.12. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.**

La estimación de la incertidumbre de las mediciones de los valores del SAR producidos por un EBP de la presente Disposición Técnica se debe realizar de acuerdo al **Anexo P** de la presente Disposición Técnica, debiendo integrar al RP correspondiente la **Tabla A.1** del **Anexo A** de la presente Disposición Técnica.

Asimismo, se debe observar que no es suficiente proveer solo la referida **Tabla A.1** sin la disponibilidad de documentación detallada sobre la estimación de la influencia de la incertidumbre en cada cantidad, incluyendo su metodología y la evaluación de los datos para cada componente, así como la forma en que la incertidumbre fue derivada del conjunto de datos.

#### **5.1.13. REPORTE DE PRUEBAS (RP).**

Todos los resultados de las pruebas correspondientes al numeral **5.1** deben de registrarse en el formato contenido en el **Anexo A** de la presente Disposición Técnica. Dicho reporte debe incluir toda la información necesaria para la interpretación de las combinaciones de prueba del EBP evaluadas, la calibración realizada y toda la información requerida por el método y la instrumentación utilizados.

Adicionalmente el RP debe contener al menos los siguientes elementos;

- a) Se debe registrar toda la información necesaria para realizar pruebas, cálculos o mediciones repetibles, dando los resultados dentro de los límites de Incertidumbre requeridos.

b) Introducción general

- 1) Identificación del Laboratorio de Prueba.
- 2) Identificación del EBP incluyendo las versiones del hardware y software, número de serie, y en su caso, IMEI (Identificador Internacional del Equipo Terminal Móvil).
- 3) Requisitos de cumplimiento, por ejemplo, estándares de prueba, lineamientos, recomendaciones, etc.
- 4) Límites de exposición aplicables, **Tabla 1** de la presente Disposición Técnica, etc.

c) Sistema de medición

- 1) Descripción de los componentes principales del sistema de medición, incluyendo posicionador, líquido, electrónica de medición, dispositivo sujetador, modelo y cualquier otro elemento relevante.

Para la(s) sonda(s) utilizadas se debe incluir:

- dimensiones,
- isotropía,
- resoluciones espaciales,
- intervalo dinámico,
- linealidad.

- 2) Información sobre la calibración de componentes relevantes, por ejemplo, certificados de calibración de las sondas.
- 3) Una descripción de los algoritmos de interpolación y extrapolación usados en los escaneos de área y/o escaneos de zoom.
- 4) Características de o los líquidos dieléctricos y los materiales usados.

Incluyendo:

- propiedades dieléctricas para cada banda de frecuencia,
  - desviación del valor objetivo,
  - temperatura del líquido,
  - resumen de la composición de los LET.
- 5) Resultados de la revisión del sistema
- Resultados de medición para cada banda de frecuencia.
  - Desviación del valor objetivo del SAR.
  - Descripción de la fuente radiante.
- d) Estimación de la Incertidumbre (revisión del sistema para la medición del SAR y validación del mismo).
- 1) Incluir valores de la Incertidumbre de medición en la **Tabla A.1 del Anexo A** de la presente Disposición Técnica.
  - 2) Cualquier otra información relevante.
- e) Detalles del EBP y de las pruebas
- 1) Descripción del factor de forma del EBP en una descripción breve de su Uso previsto.
  - 2) Descripción de las posiciones y orientaciones a ser probadas, incluyendo fotos y justificación para cualquier reducción de pruebas.
  - 3) Descripción de las antenas y Accesorios, incluyendo baterías, disponibles y probadas.
  - 4) Descripción de los modos de operación, niveles de potencia y bandas de frecuencia disponible y probada, así como la justificación de cualquier reducción de pruebas.

- 5) Condiciones ambientales de prueba, por ejemplo, temperatura.
  - 6) Resultados de todas las pruebas realizadas (valor del pico promedio espacial del SAR para cada prueba, y una representación gráfica de los escaneos amplios con respecto al EBP para el valor máximo del SAR de cada modo de operación) y detalles de los resultados del escalamiento.
- f) Información referente a la validación del método de medición del SAR.
- 1) Descripción del o los proceso(s) de validación.
  - 2) Resultados de los cálculos, mediciones y/u otras evaluaciones realizadas del método de medición del SAR.
  - 3) Descripción de la fuente radiante y distribución del SAR para cada banda de frecuencia.
  - 4) Intervalo de frecuencias de operación, modulaciones, configuraciones de operación del EBP, condiciones de exposición y distribuciones del SAR para cada banda de frecuencia específica al método.
  - 5) Incertidumbre del SAR.
- g) Reporte de reducción de pruebas del SAR

Cuando se apliquen los procedimientos de reducción de pruebas, descritos en el numeral **5.1.11.** de la presente Disposición Técnica, durante las mediciones del SAR de un EBP, el RP debe incluir información adicional sobre las siguientes alternativas de reducción de pruebas.

- 1) Reducción de pruebas para diferentes modos de operación en la misma banda de frecuencia (ver el numeral **5.1.11.2** de la presente Disposición Técnica). El RP debe proporcionar una descripción detallada de cómo se aplicaron las condiciones del numeral **5.1.11.2**, de la presente Disposición Técnica.

- 2) Reducción de pruebas basada en las características del diseño del EBP (observar el numeral **5.1.11.3** de la presente Disposición Técnica). El RP debe incluir dibujos o fotografías ilustrando la disposición y ubicación de las antenas en el Handset y una descripción de los modos de operación aplicables a cada antena para respaldar la reducción y exclusión de pruebas considerada.
  - 3) Reducción de pruebas basada en el análisis del nivel pico del SAR (ver el numeral **5.1.11.4** de la presente Disposición Técnica). El RP debe incluir una descripción sistemática de cómo se aplicó el protocolo de reducción de pruebas descrito en el numeral en comento.
  - 4) Reducción de pruebas basada en consideraciones de transmisión simultánea en múltiples bandas (observar el numeral **5.1.11.5** de la presente Disposición Técnica). El RP debe incluir la medición de la potencia de salida promediada en el tiempo y cómo se cumple con el nivel del umbral de potencia disponible.
- h) Resumen del reporte
- 1) Combinaciones de prueba y bandas de frecuencia.
    - i) Lista de todas las bandas de frecuencia y modulaciones probadas.
    - ii) Lista de todas las combinaciones de prueba evaluadas.
  - 2) Valores del SAR tabulados más las posiciones de prueba, bandas, modos de operación y configuraciones del dispositivo.
  - 3) Resultados de las pruebas del SAR realizadas como resultado de los numerales **5.1.9** y **5.1.10** de la presente Disposición Técnica, los cuales incluyen el valor del pico promedio espacial del SAR para cada prueba requerida y una representación gráfica de los escaneos con respecto al EBP.

## 5.2. MÉTODO DE PRUEBA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS DE RADIOFRECUENCIA NO IONIZANTES. ÍNDICE DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR) EN DCI QUE SE USAN A UNA DISTANCIA MENOR O IGUAL A 200 MM DEL CUERPO HUMANO.

### 5.2.1. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN.

#### 5.2.1.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.

- I. El sistema de medición del SAR debe consistir en un modelo de silueta humana (MSH), instrumentos de medición electrónicos, un sistema de escaneo y un dispositivo sujetador.
- II. La prueba se debe realizar usando una sonda miniatura, la cual se debe posicionar automáticamente para medir la distribución interna del campo eléctrico en el MSH que representa un cuerpo humano expuesto a los campos electromagnéticos producidos por el EBP. A partir de los valores medidos de campo eléctrico se debe calcular la distribución del SAR y el valor pico promedio espacial del mismo.
- III. La prueba se debe realizar con las siguientes condiciones ambientales:
  - a) La temperatura ambiente y del LET, deben estar en el intervalo de 18 °C a 25 °C; para determinar la Incertidumbre derivada de la temperatura del LET se debe observar el numeral **O.2.4.4** del **Anexo O** de la presente Disposición Técnica;
  - b) El EBP, equipo de medición, LET y MSH se deben mantener estáticos el tiempo suficiente para que sus temperaturas se estabilicen;
  - c) La variación de la temperatura del LET durante la prueba no debe exceder la temperatura obtenida durante la medición de propiedades dieléctricas por más de  $\pm 2$  °C, o aquella que resulte en una desviación del SAR de  $\pm 5$  %, cualquiera que sea menor; se debe observar el numeral

**O.2.4.4** del **Anexo O** de la presente Disposición Técnica, para determinar la Incertidumbre causada por la temperatura del LET;

- d) El ruido ambiental (por ejemplo, ruido del equipo de medición, ruido por los movimientos del robot, ruido de otros transmisores RF, etc.) no debe inducir un SAR mayor a 0.012 W/kg en 1 g (3% del valor mínimo de 0.4 W/kg, lo cual se debe determinar con las Incertidumbres de la **Tabla B.1** del **Anexo B**), medido de acuerdo al numeral **O.2.4.5** del **Anexo O** de la presente Disposición Técnica, con el transmisor RF del EBP apagado;
- e) El EBP no debe estar conectado a ninguna red inalámbrica, durante la prueba; sin embargo, puede estar conectado a una estación base simulada;
- f) Los efectos de dispersores (por ejemplo, el piso, el robot, otros dispositivos, etc.), aparte del transmisor y el MSH, deben ser menores al 3 % del SAR medido de acuerdo al numeral **O.2.4.5** del **Anexo O** de la presente Disposición Técnica, con el transmisor de RF del EBP encendido. Si el efecto de los dispersores es mayor al 3 %, se debe agregar una Incertidumbre adicional de acuerdo al numeral **O.2.4.5** del **Anexo O** de la presente Disposición Técnica.
- g) El sistema debe ser validado de acuerdo al protocolo definido en el **Anexo I** de la presente Disposición Técnica, por lo menos una vez al año, cuando un sistema nuevo es puesto en operación y cada vez que se realicen modificaciones al sistema. Los medios estándares de validación usados para validar el sistema (por ejemplo, un dipolo de media onda, antena de parche, guía de onda abierta) deben ser diseñados y validados de acuerdo al protocolo descrito en el **Anexo I** de la presente Disposición Técnica.

### 5.2.2. ESPECIFICACIONES DEL MODELO DE SILUETA HUMANA (MSH).

- I. Se puede emplear un modelo de silueta humana construido en forma de contenedor abierto por la parte de arriba con un fondo plano (MSH plano).
- II. El MSH debe ser llenado con el líquido equivalente al tejido del cuerpo humano con las propiedades dieléctricas requeridas y debe tener las siguientes dimensiones:
  - a) Para frecuencias menores o iguales a 300 MHz la figura del modelo de silueta debe ser una elipse con una longitud de 600 mm  $\pm 5$  mm (ver la **Figura 13**) y un ancho de 400 mm  $\pm 5$  mm.
  - b) Para frecuencias superiores a 300 MHz y para una Distancia de separación menor o igual a 25 mm medidos desde el exterior de la superficie del fondo de la carcasa del MSH, se aceptan otras formas más pequeñas si:
    - 1) Entre 300 MHz y 800 MHz la pared del MSH plano tiene cualquier forma que englobe una elipse con una longitud de  $0.6\lambda_0$  y un ancho de  $0.4\lambda_0$ , donde  $\lambda_0$  es la Longitud de onda en el aire
    - 2) Entre 800 MHz y 6 GHz, el MSH tiene cualquier forma plana en la pared de fondo que englobe una elipse de longitud 225 mm y ancho de 150 mm.

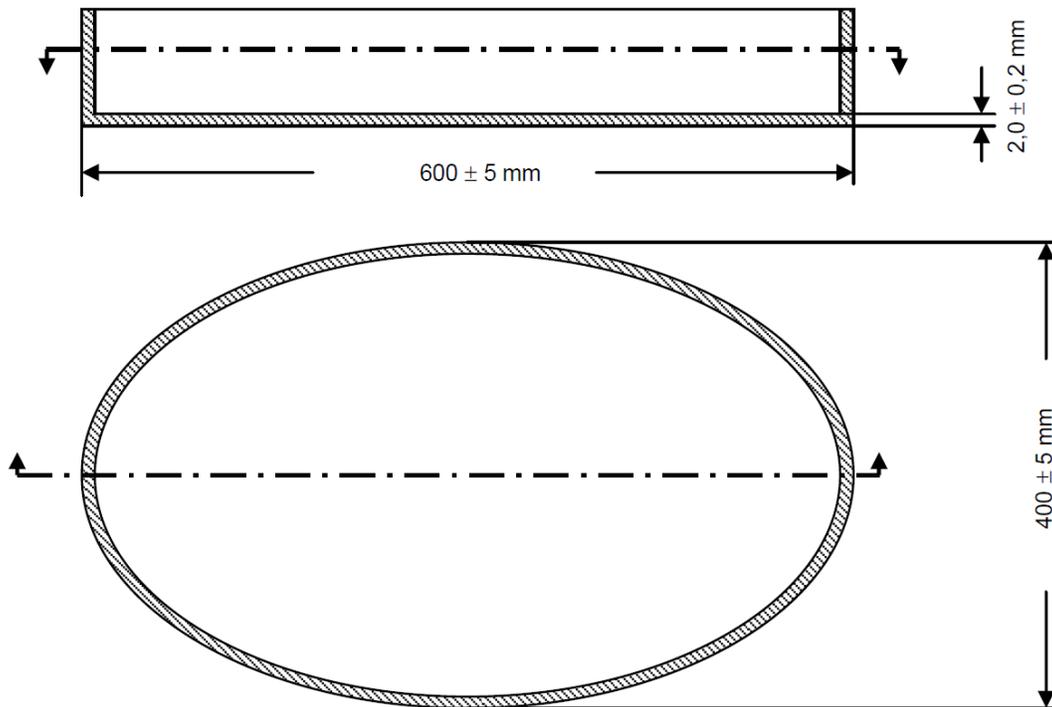


Figura 14. Dimensiones del MSH elíptico.

- III. El MSH se debe llenar con LET a una profundidad de al menos 150 mm. Para el intervalo de frecuencias de 3 GHz a 6 GHz, la profundidad del LET también se recomienda que sea 150 mm; sin embargo, se puede reducir demostrando que las reflexiones de la superficie del líquido no cambian el valor pico promedio espacial del SAR más de 1 %.
- IV. Cuando el modelo se encuentre lleno de LET, el hundimiento de la superficie exterior al centro de la pared del fondo debe ser menor a 2 mm.
- V. La carcasa del MSH debe estar hecha de materiales con bajas pérdidas y baja permitividad, con una tangente de pérdidas de  $\tan(\delta) \leq 0.05$  y una Permitividad relativa (en F/m):
  - $\epsilon'_r \leq 5$  para  $f \leq 3$  GHz

- $3 \leq \epsilon'_r \leq 5$  para  $f > 3$  GHz
- VI. El espesor de la pared de fondo del MSH plano debe ser 2.0 mm con una tolerancia de  $\pm 0.2$  mm.
- VII. Si los requerimientos anteriores se cumplen, el efecto de la forma y el espesor del MSH deben ser menor al 1 % en la repetibilidad de los resultados de las mediciones del SAR.
- VIII. El material del MSH debe ser resistente al daño o a la reacción con los químicos del LET.

### 5.2.3. PROPIEDADES MATERIALES DEL LIQUIDO EQUIVALENTE AL TEJIDO (LET).

- I. Los valores dieléctricos nominales del líquido del MSH se especifican en la **Tabla 8**, para frecuencias discretas comprendidas en el intervalo de 30 MHz y 6 GHz.
- II. Para otras frecuencias contenidas en el intervalo de 30 MHz a 6 GHz, los valores dieléctricos nominales se deben obtener por interpolación lineal entre las cifras mayor y menor tabuladas.
- III. En el **Anexo T** de la presente Disposición Técnica, se proporcionan ejemplos de recetas para preparar líquidos equivalentes al tejido, los cuales están diseñados para producir las propiedades dieléctricas en el intervalo de frecuencias de 30 MHz a 6 GHz.

Tabla 8. Propiedades dieléctricas de LET para el cuerpo.

Frecuencia MHz	Parte real de la permitividad relativa compleja, $\epsilon_r'$	Conductividad ( $\sigma$ ) S/m
30	55.0	0.75
150	52.3	0.76
300	45.3	0.87
450	43.5	0.87
750	41.9	0.89
835	41.5	0.90
900	41.5	0.97
1 450	40.5	1.20

Frecuencia MHz	Parte real de la permitividad relativa compleja, $\epsilon_r'$	Conductividad ( $\sigma$ ) S/m
1 800	40.0	1.40
1 900	40.0	1.40
1 950	40.0	1.40
2 000	40.0	1.40
2 100	39.8	1.49
2 450	39.2	1.80
2 600	39.0	1.96
3 000	38.5	2.40
3 500	37.9	2.91
4 000	37.4	3.43
4 500	36.8	3.94
5 000	36.2	4.45
5 200	36.0	4.66
5 400	35.8	4.86
5 600	35.5	5.07
5 800	35.8	5.27
6 000	35.1	5.48

Para las evaluaciones del SAR, se debe asumir que el LET tiene una densidad de 1000 kg/m<sup>3</sup>.

#### 5.2.4. ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

##### 5.2.4.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.

Los requerimientos generales del sistema de escaneo y sondas están dados en los numerales 5.2.4.2 y 5.2.4.3 respectivamente. La calibración de la sonda y los requerimientos del sujetador del EBP se definen en los numerales 5.2.4.4 y 5.2.4.5 ambos en la presente Disposición Técnica.

##### 5.2.4.2. SISTEMA DE ESCANEO.

Los requerimientos mínimos del sistema de escaneo son:

- I. Exactitud de posición: menor o igual a  $\pm 0.2$  mm;
- II. Resolución mínima (tamaño del incremento): menor o igual a 1 mm;
- III. Intervalo de escaneo: mayor o igual al 90 % de las dimensiones del MSH en todas direcciones.

#### 5.2.4.3. SONDAS.

Para mediciones exactas se requiere que la punta de la sonda sea lo suficientemente pequeña para ser capaz de distinguir efectivamente la distribución de los campos inducidos en el MSH. La sonda debe causar solo una distorsión mínima en la distribución del campo, lo cual se puede lograr si el diámetro de la sonda es menor a un tercio de la Longitud de onda en el LET. Además, se necesitan mediciones exactas lo más cerca posible de la superficie del MSH para mantener el error de extrapolación al mínimo posible.

Los requerimientos mínimos del párrafo anterior se cumplen si la sonda presenta las siguientes especificaciones:

- I. Diámetro de la punta de la sonda:
  - a. Menor o igual a 8 mm, para frecuencias de hasta 2 GHz;
  - b. Menor o igual a  $\lambda/3$  para frecuencias mayores a 2 GHz.

Donde  $\lambda$  es la Longitud de onda en el medio líquido en mm;

- II. Sensibilidad: menor o igual a 0.01 W/kg.

#### 5.2.4.4. CALIBRACIÓN DE LA SONDA.

La sonda se debe calibrar junto con la electrónica de medición asociada, la calibración obtenida debe ser válida para cualquier otra electrónica de medición idéntica o técnicamente equivalente. La sonda debe estar calibrada en cada LET a la frecuencia de operación y el intervalo de temperatura de acuerdo a la metodología descrita en el **Anexo I** de la presente Disposición Técnica.

#### 5.2.4.5. ESPECIFICACIONES PARA EL(LOS) ACCESORIO(S) DE SUJECCIÓN DEL EBP EN LA POSICIÓN DE PRUEBA.

El dispositivo sujetador debe ser de un material o materiales con pocas pérdidas y baja Permitividad, con las siguientes características:

- I. Tangente de pérdida  $\tan(\delta)$  menor o igual a 0.05,
- II. Permitividad relativa  $\epsilon'_r$  menor o igual a 5 F/m.

El dispositivo sujetador debe asegurar una posición precisa y repetible del EBP. La Incertidumbre de posicionamiento debe ser valorada de acuerdo a los métodos del numeral **O.2.3.4.3** de la presente Disposición Técnica.

#### 5.2.5. PROTOCOLO PARA LAS MEDICIONES DEL SAR EN EL CUERPO.

- I. Las propiedades del LET se deben medir dentro de las 24 horas previas a las mediciones del SAR, y cada dos días en caso de uso continuo.
- II. La conductividad y Permitividad relativa medida debe estar entre el 10 % de los valores objetivo. Los resultados de las mediciones del SAR se deben corregir usando los procedimientos de **Anexo J** de la presente Disposición Técnica, si la corrección  $\Delta SAR$  tiene signo negativo, los resultados de las mediciones del SAR no deben ser corregidos.
- III. Se deben emplear los procedimientos de medición para los parámetros del dieléctrico descrito en el **Anexo K** de la presente Disposición Técnica.
- IV. Antes de realizar las mediciones de un EBP, se debe completar una revisión del sistema de acuerdo a los procedimientos del **Anexo I** de la presente Disposición Técnica.

#### 5.2.6. PREPARACIÓN DEL EQUIPO BAJO PRUEBA.

- I. El EBP debe usar su transmisor, ya sea que éste se encuentre interno, integrado o conectado al EBP. Las antenas y los Accesorios usados se deben especificar en el formato de reporte de pruebas (RP) contenido en el **Anexo B** de la presente Disposición Técnica.
- II. La salida de potencia de RF y la frecuencia (canal) se deben controlar usando un programa de prueba externo o por un enlace inalámbrico a una estación base o una red, ambas simuladas.

- III. El EBP debe estar configurado para transmitir con su nivel más alto de potencia de salida de RF, el cual es definido por el modo de transmisión y/o los requerimientos de operación del EBP, si lo anterior no es práctico o técnicamente posible, la prueba se debe realizar con cualquier nivel de potencia menor y después escalarlo numéricamente al nivel más alto de potencia si el valor del factor de escalamiento es conocido, documentando dicho factor en el RP. El **Anexo L** de la presente Disposición Técnica, presenta algunos ejemplos del procedimiento de escalamiento.
- IV. Si el modo normal de operación incluye transmisión en ráfagas sin un Factor de trabajo fijo, las mediciones se deben realizar usando un Factor de trabajo fijo controlado y los resultados de las mediciones del SAR deben, por lo tanto, ser escalados al máximo Factor de trabajo usado para ese modo y documentado en el RP.
- V. Si el valor máximo de Factor de trabajo usado no está bien identificado y es complicado generar un Factor de trabajo controlado y fijo, entonces se debe usar un modo disponible de operación y se debe elegir un escalamiento apropiado, ambos se deben documentar en el RP.
- VI. Las pruebas de exposición se deben basar en características del EBP, por ejemplo, modos de operación, bandas de operación, configuraciones de las antenas, etc. Cuando existan y estén disponibles múltiples modos de operación, todos éstos se deben medir, a menos de que en algunos de estos modos pueda ser claramente demostrable el empleo de una menor potencia de salida de RF, lo anterior con respecto a otros modos en las mismas frecuencias. Por ejemplo, si un EBP tiene múltiples ranuras de transmisión, se debe usar el modo que tenga el mayor número de ranuras de transmisión y los modos que usen menos ranuras a las mismas frecuencias no se deben medir (asumiendo que la potencia de salida de RF durante una ranura es la misma para todos los modos).

- VII. En general, el EBP debe ser evaluado usando todas las configuraciones de operación para las frecuencias autorizadas a operar en los Estados Unidos Mexicanos.
- VIII. No debe haber cables conectados al EBP, a menos que los cables sean necesarios para su funcionamiento en la configuración operacional elegida, en tal caso la posición del cable debe ser documentado en el RP.
- IX. Si un modo operacional es capaz de ser usado en el modo de transmisiones múltiples simultáneas, por ejemplo, GSM y transmisor Bluetooth juntos, este modo operacional también debe ser medido de acuerdo a lo establecido en el numeral **5.2.9.2** de la presente Disposición Técnica.
- X. Cuando un EBP esté destinado a ser operado únicamente con una fuente de energía externa, éste se debe conectar a una batería, la cual debe estar cargada al 100 % antes de las mediciones y los valores del SAR deben ser corregidos de acuerdo al numeral **5.2.6.1** sobre múltiples mediciones del SAR empleando una carga de batería.

#### **5.2.6.1. MÚLTIPLES MEDICIONES DEL SAR EMPLEANDO UNA SOLA CARGA DE BATERÍA.**

##### **5.2.6.1.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.**

Existen tres condiciones que deben de cumplirse cuando se realizan múltiples mediciones empleando una sola carga de la batería:

- a) los valores medidos del SAR deben de ser corregidos por un factor mayor o igual a la magnitud de la Deriva;
- b) la Deriva acumulada (la magnitud de la Deriva después de la segunda, tercera, cuarta, etc., medición en secuencia del SAR) deberá ser menor o igual a  $\pm 1.0$  dB;
- c) los resultados de la medición en la cual la Deriva acumulada sea mayor a  $\pm 1.0$  dB, deben de ser desechados (se debe repetir la medición).

La magnitud de la Deriva acumulada puede ser determinada en tres diferentes formas, como se describe a continuación.

#### **5.2.6.1.2. MÉTODO 1 - DETERMINACIÓN DE LA DERIVA MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LA DESCARGA DE LA BATERÍA.**

Este método de determinación de la Deriva acumulada usa la medición de las características de la descarga de la batería para el DCI operando en la misma frecuencia y modo de operación a ser medido en la prueba del SAR. La descarga de la batería puede ser caracterizada usando una prueba conducida por medio de una conexión a la salida de RF del DCI (en caso de estar disponible) o por medición del SAR usando un MSH plano. Para ambos casos, se debe monitorear la potencia de transmisión del DCI (configurado para transmitir en la frecuencia y modo requerido por la prueba del SAR) hasta que la magnitud de la Deriva sobrepase 1.0 dB (26 %).

Nota: Para evitar realizar numerosas repeticiones de la caracterización de descarga de la batería del DCI, se puede realizar una sola medición usando la frecuencia y el modo de operación con la mayor potencia de transmisión promedio temporal. Esto dará un valor conservador a la corrección de la Deriva.

Para la caracterización conducida, se realiza una medición de la potencia de salida. Estas mediciones son realizadas en el puerto de la antena del DCI usando equipo adecuado antes de someter el DCI a las pruebas del SAR. Si se realiza este tipo de caracterización, la potencia de salida debe de ser medida antes y después de la prueba del SAR.

Para medir la potencia de transmisión radiada por el DCI, el valor del SAR a una distancia fija dentro del LET y un MSH plano será monitoreado. El punto de referencia debe de ser seleccionado de manera que el valor del SAR sobrepase el límite inferior de detección del sistema de medición del SAR. Una medición secundaria puede ser realizada por el sistema en el punto de referencia después de completar la medición del SAR.

La resultante curva de potencia o reducción del SAR comparada con el tiempo debe de ser usada para corregir la Deriva en las múltiples mediciones. La corrección debe de ser registrada en el RP, denotando la duración de tiempo desde el inicio de la secuencia de mediciones múltiples y el final de cada prueba, además de los valores de la correspondiente caída del SAR o potencia para ese periodo de tiempo, derivado de la curva.

#### **5.2.6.1.3. MÉTODO 2 – DETERMINACIÓN DE LA DERIVA MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA DERIVA ACUMULADA.**

En este método, la Deriva registrada en cada medición del SAR individual es agregada a la Deriva acumulada para todas las mediciones del SAR en la secuencia. Por ejemplo, si en una secuencia de 3 mediciones se obtienen Derivas de 0.4 dB, 0.25 dB y 0.31 dB; la Deriva acumulada será:

- para la prueba inicial: 0.4 dB
- para la segunda prueba: 0.65 dB (es decir, 0.4 dB + 0.25 dB)
- para la tercera prueba: 0.96 dB (es decir, 0.4 dB + 0.25 dB + 0.31 dB)

La magnitud de la Deriva para cada medición individual del SAR debe ser obtenida por medio de la medición de la intensidad del campo eléctrico radiado (o SAR en un solo punto) en un valor fijo de referencia en el LET, como se describe en el numeral **5.2.6.1.2** de la presente Disposición Técnica, antes y después de cada medición individual de SAR. Si no es posible realizar el método radiado, se puede usar como alternativa el método conducido midiendo la potencia de salida del DCI antes y después de cada medición del SAR. El intervalo entre las mediciones sucesivas del SAR no deberá de exceder los 5 minutos.

Cuando la Deriva acumulada del SAR sobrepase 1.0 dB, la última medición del SAR en la secuencia debe de ser descartada y los valores de las demás mediciones serán ajustados con la magnitud de la Deriva.

#### 5.2.6.1.4. MÉTODO 3 – DETERMINACIÓN DE LA DERIVA MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA DERIVA ACUMULADA.

Este método solo es aplicable si el DCI no es movido durante la secuencia de pruebas. Este método es similar al descrito en el numeral 5.2.6.1.3, sin embargo, la Deriva acumulada es calculada después de cada prueba con el DCI reconfigurado para operar en la frecuencia y modo de transmisión usado en la prueba inicial y registrando la potencia conducida o el campo eléctrico radiado (o valor SAR) relativo al nivel previo registrado antes de la primera prueba.

Cuando la Deriva acumulada del SAR sobrepase 1.0 dB, la última medición del SAR en la secuencia debe de ser descartada y los valores de las demás mediciones serán ajustados con la magnitud de la Deriva.

#### 5.2.7. POSICIONES DEL EBP EN RELACIÓN CON EL MSH.

El presente numeral describe los procedimientos de posicionamiento para los siguientes tipos de DCI.

- a. Dispositivo de comunicación inalámbrica de escritorio (DCE).
- b. Dispositivos de comunicación inalámbrica con antenas articuladas o giratorias (DAG).
- c. Dispositivo de comunicación inalámbrica genérico (DG).
- d. Dispositivo de comunicación inalámbrica de uso frente al rostro (DFR).
- e. Dispositivo de comunicación inalámbrica de uso corporal (DUC).
- f. Dispositivo de comunicación inalámbrica usado en extremidades (DEX).
- g. Dispositivo de comunicación inalámbrica soportado por el cuerpo (DSC).

Si el fabricante especifica en el manual de usuario diversas posiciones y orientaciones debido al Uso previsto del DCI, **las mediciones se deben limitar a cada una de estas posiciones y orientaciones**, de lo contrario se deben emplear las posiciones y orientaciones establecidas para los DG.

En todos los casos el EBP se debe evaluar contra el MSH plano, el EBP se debe posicionar debajo del MSH de tal forma que el pico promedio espacial del SAR pueda ser medido. Para DCI grandes o en caso de que el valor máximo se registre en el borde del área de escaneo, se requerirá un MSH al menos 20 % más grande que la proyección del EBP (incluyendo cables), o un desplazamiento del EBP y reevaluarlo, lo anterior con el objeto de capturar completamente el máximo valor del SAR dentro del área de escaneo.

El EBP debe orientarse de acuerdo con el Uso previsto especificado por el fabricante, de lo contrario se debe seguir con el siguiente procedimiento:

P1, P2, P3 y P4 se definen como los puntos medios de cada borde de la superficie como se muestra en la **Figura 15**. La línea P1-P2 y la línea P3-P4 deben ser paralelas a la superficie del MSH, de tal forma que la Distancia de separación entre P1 y la superficie del MSH sea igual a la Distancia de separación entre P2 y la superficie del MSH. De igual manera, la Distancia de separación entre el punto P3 y la superficie del MSH debe ser igual a la Distancia de separación entre P4 y la superficie del MSH. El punto más cercano en la práctica puede ser entonces P1 y P2, P3 y P4 o el punto definido por la Distancia de separación entre la carcasa del MSH y el punto más cercano al EBP cuando se posiciona como se describe en la siguiente **Figura 15**.

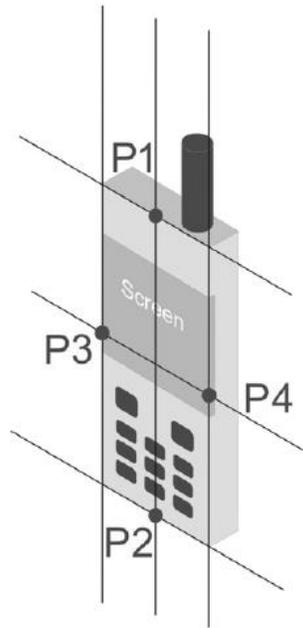


Figura 15. Definición de los puntos de referencia.

#### 5.2.7.1. POSICIÓN DE UN DCI QUE ES RELATIVAMENTE MÁS GRANDE DEL ÁREA DE LA SUPERFICIE DEL MSH.

Si el EBP es más grande que el MSH elíptico mínimo definido en la **Figura 14**, el EBP debe ser desplazado de tal manera que los múltiples escaneos del área puedan cubrir al EBP por completo. Cuando el MSH es desplazado sobre la superficie considerada del EBP, el acoplamiento entre el EBP y el MSH puede cambiar y será diferente del observado con un MSH más grande que cubra un EBP completo.

Para limitar las diferencias en el SAR medido causadas por las variaciones de acoplamiento, debe existir un traslape entre las áreas escaneadas del EBP de dos pruebas consecutivas de al menos un tercio en la dirección del desplazamiento como se muestra en la **Figura 16**.

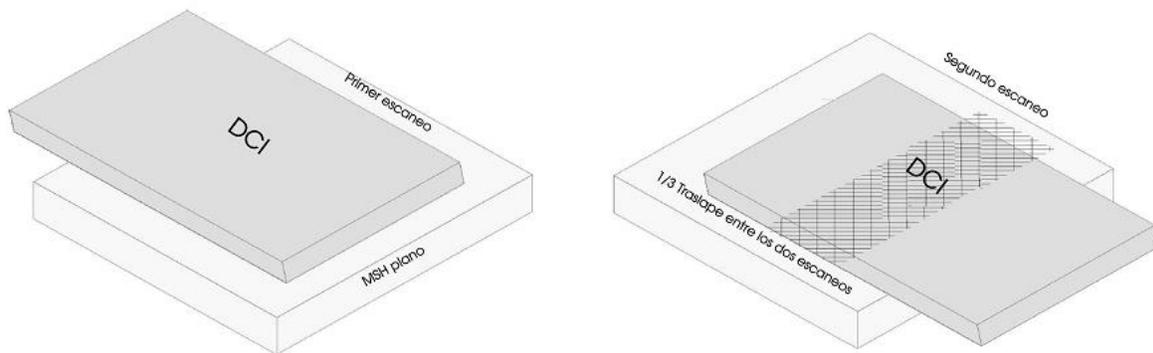


Figura 16. Medición por desplazamiento del dispositivo en el MSH.

Se debe verificar que la desviación máxima del SAR en puntos individuales entre dos áreas traslapadas sea menor a la Incertidumbre expandida para repeticiones según la **Tabla O.6** de la presente Disposición Técnica. De otra manera, la Incertidumbre resultante debe ser valorada y documentada de acuerdo a los procedimientos y técnicas presentadas en el numeral **5.2.11** de la presente Disposición Técnica. No hay necesidad de realizar desplazamientos si las estructuras radiantes son pequeñas comparadas con ambos, el EBP y el MSH y/o la primera área escaneada muestra que la distribución del SAR se capturó por completo dentro de dicha área. Los razonamientos para omitir el desplazamiento deben ser claramente especificados en el RP.

#### 5.2.7.2. DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA GENÉRICO (DG).

Cualquier dispositivo que no puede ser categorizado como ninguno de los tipos de dispositivos especificados en la presente Disposición Técnica, se considera un DG.

La evaluación del SAR se debe realizar para todas las superficies del EBP que sean accesibles durante el Uso previsto, como se indica en la **Figura 17**. La Distancia de separación en la prueba debe corresponder a la distancia de Uso previsto como se especifica en el manual de usuario proporcionado por el fabricante. Si el

fabricante no especifica el Uso previsto, todas las superficies del EBP se deben probar directamente contra el MSH.

La superficie de un DG (o la superficie del Accesorio que sujete al EBP) apuntando al MSH de superficie plana se debe colocar en paralelo a la superficie del MSH.

Cuando se incluye el transmisor al dispositivo y opera como uno solo, se debe tratar de acuerdo a los numerales 5.2.7.3., a 5.2.7.9., según aplique. En el caso en el que la antena o el transmisor RF sean externos al EBP y la posición de la antena o el transmisor de RF sean independientes a la posición del mismo, por ejemplo, que el transmisor esté conectado a través de un cable, se debe realizar la evaluación usando los procedimientos de un DG.

Para EBP con antenas múltiples, aplican los mismos principios, y se deben probar todas las combinaciones relevantes de la posición de la antena.

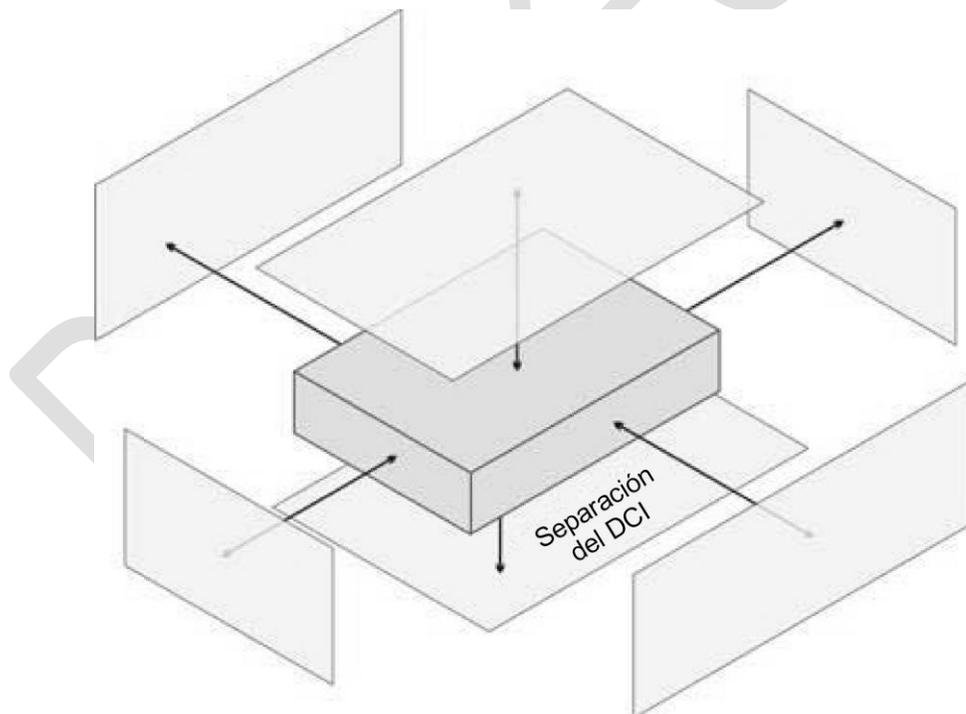


Figura 17. Posiciones de prueba para un Dispositivo genérico DG

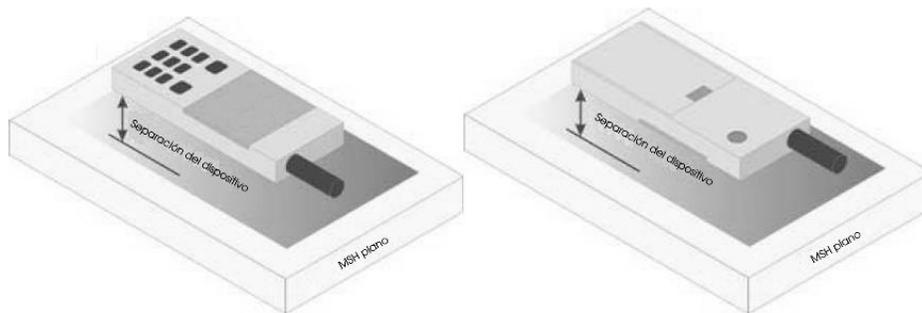
### 5.2.7.3. DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE USO CORPORAL (DUC).

Un ejemplo típico de un DUC es un teléfono móvil, un PDA con conectividad inalámbrica o cualquier otro dispositivo conectado inalámbricamente, alimentado por una batería, con la habilidad de transmitir mientras se encuentra montado en el cuerpo de una persona utilizando un Accesorio aprobado por el fabricante del dispositivo e incluido, junto con el DCI, en el empaque del mismo.

Si las instrucciones de uso proporcionadas por el fabricante especifican el Uso previsto con un Accesorio de portabilidad (clip para cinturón, sujetador, carcasa o similar), el dispositivo debe ser colocado como fue previsto en el Accesorio y el Accesorio debe ser colocado en la orientación prevista contra el MSH.

En el caso de que diferentes Accesorios construidos con materiales no conductivos sujeten el EBP a diferentes distancias mínimas del MSH, se espera que el Accesorio que ofrezca la menor Distancia de separación produzca el SAR más alto, por consecuencia no es necesario probar Accesorios que sujeten al EBP a mayor distancia. Para Accesorios que no contengan materiales conductivos (por ejemplo, metal), es aceptable que se sustituyan por espacio vacío (con aire) o un separador que mantenga al EBP a una distancia de la superficie del MSH no mayor a la distancia dada por el fabricante del Accesorio. El separador debe estar hecho de un material de bajas pérdidas y baja permitividad con una tangente de pérdidas menor o igual a 0.005 y una Permitividad relativa  $\leq 1.1$  F/m.

Los Accesorios que no contengan transmisores RF y se haya demostrado que producen un incremento en el pico del SAR de menos de 5 %, como dispositivos manos libres, no son susceptibles de ser sometidos a pruebas del SAR por separado. Si el manual de usuario proporcionado por el fabricante especifica el Uso previsto con un Accesorio apropiado a una Distancia de separación del cuerpo dada, el dispositivo debe ser colocado a dicha Distancia de la superficie externa del MSH



**Figura 18. Posiciones de prueba para DUC.**

Cuando se evalúa el SAR sin el Accesorio especificado, la separación no debe exceder de 25 mm. La superficie del EBP apuntando a la superficie del MSH plano debe ser paralela a esta última. Sin embargo, no todos los dispositivos tienen una superficie plana, por lo tanto, los detalles de la colocación del dispositivo, por ejemplo, la definición de la Distancia de separación y la relación física entre el EBP y el MSH se deben documentar en el RP correspondiente de acuerdo a las instrucciones.

Comúnmente se usa una Distancia de separación de 15 mm para teléfonos móviles de uso corporal para representar el espacio producido por los Accesorios.

Si no se especifica el Uso previsto en el manual de usuario, el EBP debe ser probado con todas sus superficies directamente contra la superficie plana del MSH. Los detalles de la posición del EBP, especialmente los puntos de contacto con la superficie del MSH se deben documentar en el RP correspondiente. Si se omiten las pruebas para una o más superficies se debe especificar y fundamentar la razón en el RP.

#### **5.2.7.4. DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA CON ANTENAS ARTICULADAS O GIRATORIAS (DAG).**

Para DCI que hagan uso de una o más antenas externas que puedan ser colocadas en diversas posiciones (por ejemplo, una antena extendida, retraída,

rotada), y de acuerdo a su Uso previsto se usen a menos de 200 mm del cuerpo, se deben de colocar la(s) antena(s) externa(s) de acuerdo al manual de usuario proporcionado por el fabricante.

Para dispositivos con una sola antena, si no hay posición de uso especificada en el manual, las pruebas se deben realizar, según aplique, en ambas posiciones, horizontal y vertical con respecto al MSH y con la antena orientada en dirección contraria al cuerpo del EBP (**Figura 19**) y/o con la antena extendida y retraída según se obtenga la mayor exposición. Para antenas con rotación en uno o dos planos, se deben realizar pruebas para encontrar el escenario con mayor exposición y realizar la medición únicamente bajo estas condiciones, dicho escenario debe ser documentado en el RP. Para DCI con múltiples antenas desmontables ver las disposiciones en el numeral **5.2.8.2.**, de la presente Disposición Técnica.

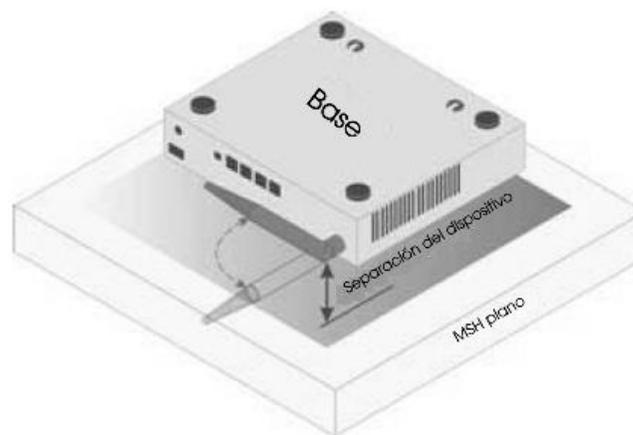


Figura 19. Dispositivo con antena rotatoria (ejemplo de dispositivo de escritorio)

#### 5.2.7.5. DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA SOPORTADO POR EL CUERPO (DSC).

Un ejemplo típico de un dispositivo soportado por el cuerpo es una computadora portátil con conectividad inalámbrica que se puede colocar en los muslos de un usuario sentado. Para representar esta orientación, el EBP se debe colocar con la base contra la superficie del MSH plano. El fabricante puede especificar estas

orientaciones en el manual de usuario. Si no se especifica el Uso previsto, el EBP debe ser probado directamente contra la superficie plana del MSH en todas las orientaciones posibles.

La porción del EBP con la pantalla debe estar en una posición abierta con un ángulo de 90° como se muestra en la **Figura 20-a** (lado izquierdo), o en el ángulo de operación especificado por el fabricante en el manual de usuario. En el caso de EBP que requieren de una pantalla completa para su operación normal, el lado de la pantalla no necesita ser probado si la pantalla permanece alejada del cuerpo 200 mm. En el caso de que exista una antena montada en la pantalla, se debe repetir la posición con la pantalla contra la superficie del MSH plano como se muestra en **Figura 20-b** (lado derecho), siempre y cuando esto sea consistente con el Uso previsto descrito por el fabricante.

Otros dispositivos que se agrupan en esta categoría son computadoras portátiles tipo tableta y terminales de autorización de transacciones de tarjeta de crédito, puntos de venta y/o terminales de inventario. Algunos de estos EBP se pueden colocar en el torso o sujetarse a un miembro del cuerpo, en este caso, se deben aplicar los mismos principios que un EBP colocado sobre el cuerpo.

El ejemplo de la **Figura 20-b** muestra una computadora portátil con forma de tableta para la cual el SAR se debe evaluar por separado con:

- a) Cada superficie y;
- b) Las Distancias de separación.

Se deben posicionar contra la superficie del MSH plano que corresponde al Uso previsto indicado por el fabricante. Si el Uso previsto no se encuentra especificado en el manual de usuario, el dispositivo debe ser probado directamente contra la superficie del MSH plano en todas las orientaciones posibles.

Algunos dispositivos soportados sobre el cuerpo se pueden probar con una fuente de poder externa (por ejemplo, un adaptador C.A.) adicional a la batería, sin embargo, se debe verificar y documentar en el RP que el SAR registrado es

conservador. Para DCI que utilizan una antena externa con posiciones variables (por ejemplo, una antena rotatoria) ver 5.2.7.4, y Figura 19.

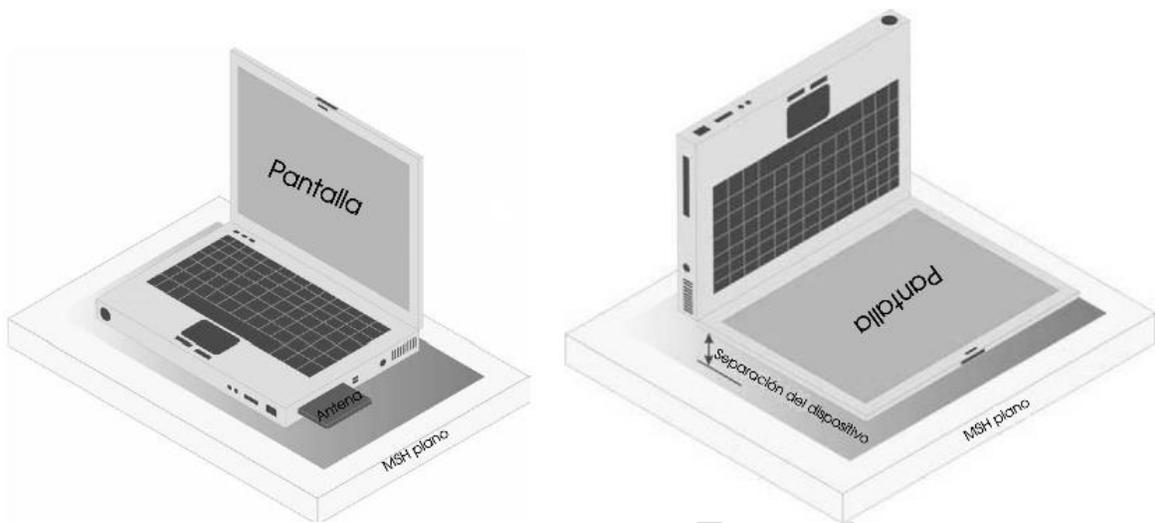


Figura 20-a. Computadora portátil con antena externa de tipo *plug-in-radio-card* (lado izquierdo) o con antena interna colocada en la sección de la pantalla (lado derecho).

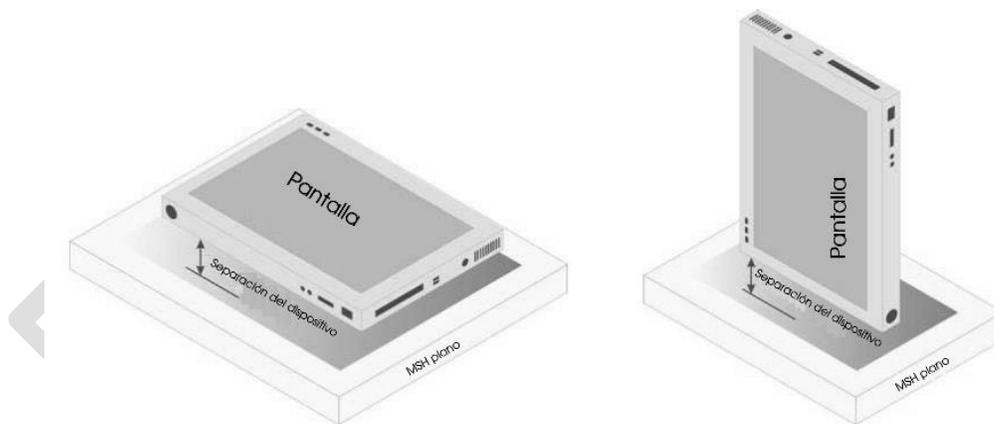


Figura 20-b. Computadora portátil con factor de forma de tableta

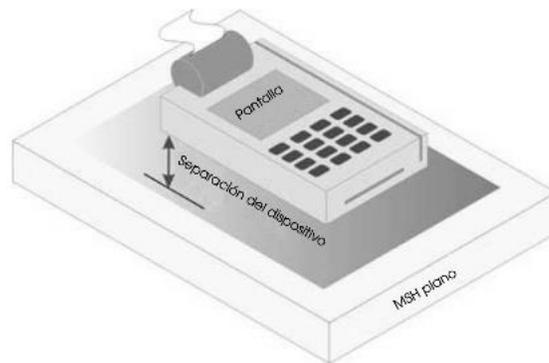


Figura 20-c. Terminal punto de venta

#### 5.2.7.6. DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE ESCRITORIO (DCE).

Un ejemplo típico de un dispositivo de escritorio es una computadora con conectividad inalámbrica colocada sobre una mesa o escritorio en el momento de uso siempre y cuando, debido al Uso previsto, se use a 200 mm o menos del cuerpo humano.

En este caso, el EBP se debe colocar a una distancia de 25 mm y orientado hacia el MSH, como corresponda al Uso previsto especificado por el fabricante en el manual de usuario. Para dispositivos que utilizan una antena externa con posiciones variables, se deben realizar pruebas para todas las posibles posiciones de la antena. Las Figuras 19 y 21 muestran posiciones de medición del SAR para Dispositivos de escritorio. Si el Uso previsto no se especifica por el fabricante, el dispositivo se debe probar directamente contra la superficie plana del MSH.

Debido al diseño físico, algunas superficies pueden no estar sujetas a prueba, por ejemplo, la base de un dispositivo que se coloca sobre un escritorio.

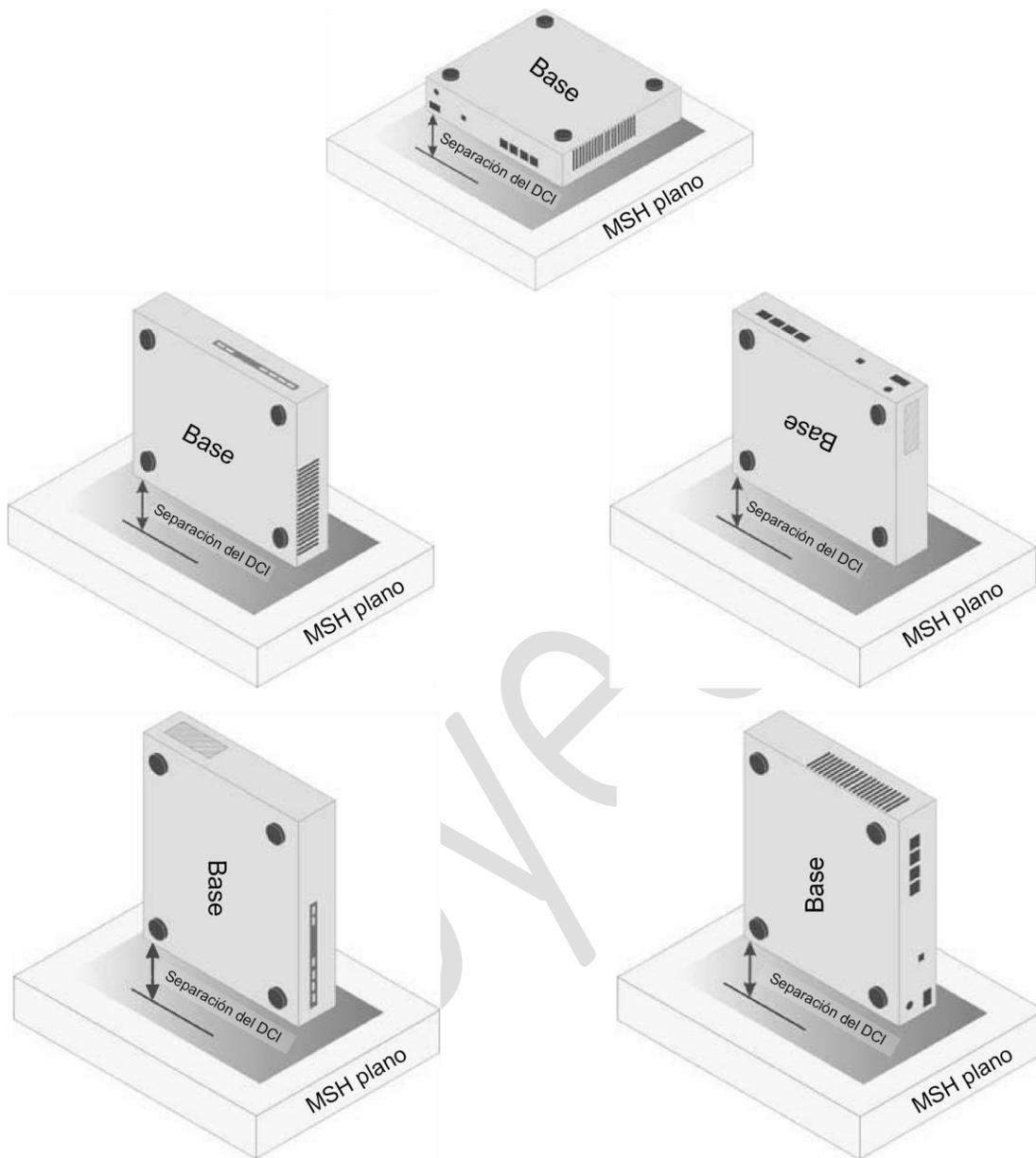


Figura 21. Posiciones de prueba para DE.

#### 5.2.7.7. DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE USO FRENTE AL ROSTRO (DFR).

Un ejemplo típico de Dispositivos frente al rostro es un radio de dos vías o transceptor, que se sostiene a cierta distancia del rostro del usuario cuando transmite, en estos casos el EBP debe estar posicionado a una distancia de la

superficie del MSH que corresponda a la distancia de Uso previsto indicada por el fabricante en el manual de usuario (**Figura 22-a**). Si el fabricante no especifica un Uso previsto, se debe utilizar una Distancia de separación de 25 mm<sup>2</sup> entre la superficie del MSH y el EBP.

Otros dispositivos que también se pueden considerar dentro de esta categoría incluyen cámaras fotográficas y de video con conexión inalámbrica, que pueden enviar datos a una red u otro dispositivo (**Figura 22-b**). En el caso de algún dispositivo que su Uso previsto requiera de una Distancia de separación del usuario (por ejemplo, dispositivos con una pantalla de despliegue), éste debe ser colocado a una distancia de la superficie del MSH que corresponda al Uso previsto indicado por el fabricante en el manual de usuario (**Figura 22-b**, lado izquierdo). Si el fabricante no especifica un Uso previsto, se debe utilizar una Distancia de separación de la superficie del MSH de 25 mm.

Para un dispositivo en el que el Uso previsto requiere que el rostro del usuario tenga contacto con el dispositivo (por ejemplo, un dispositivo con visor óptico), éste debe ser colocado directamente contra la superficie del MSH (**Figura 22-b**, lado derecho).

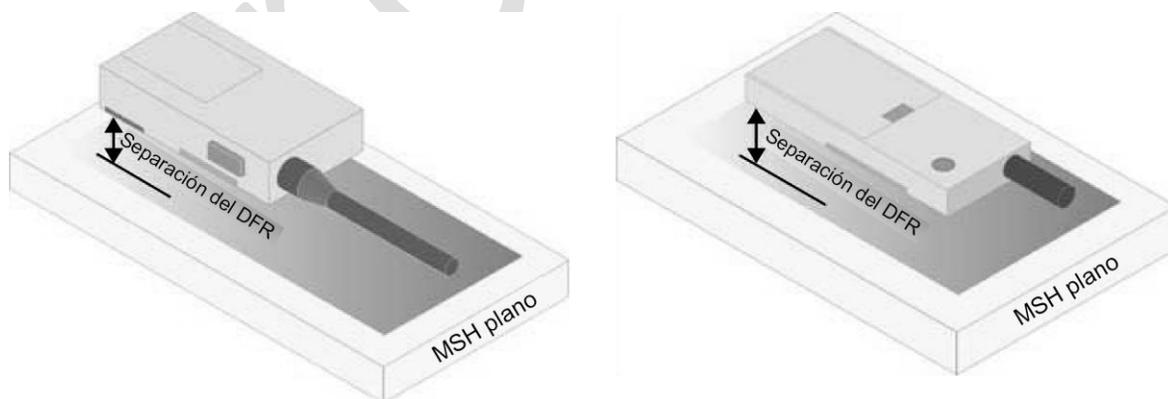


Figura 22-a. Radios de dos vías

<sup>2</sup> Esta distancia corresponde al percentil 95 de la altura de la nariz obtenida en la encuesta antropométrica de Gordon et al. .

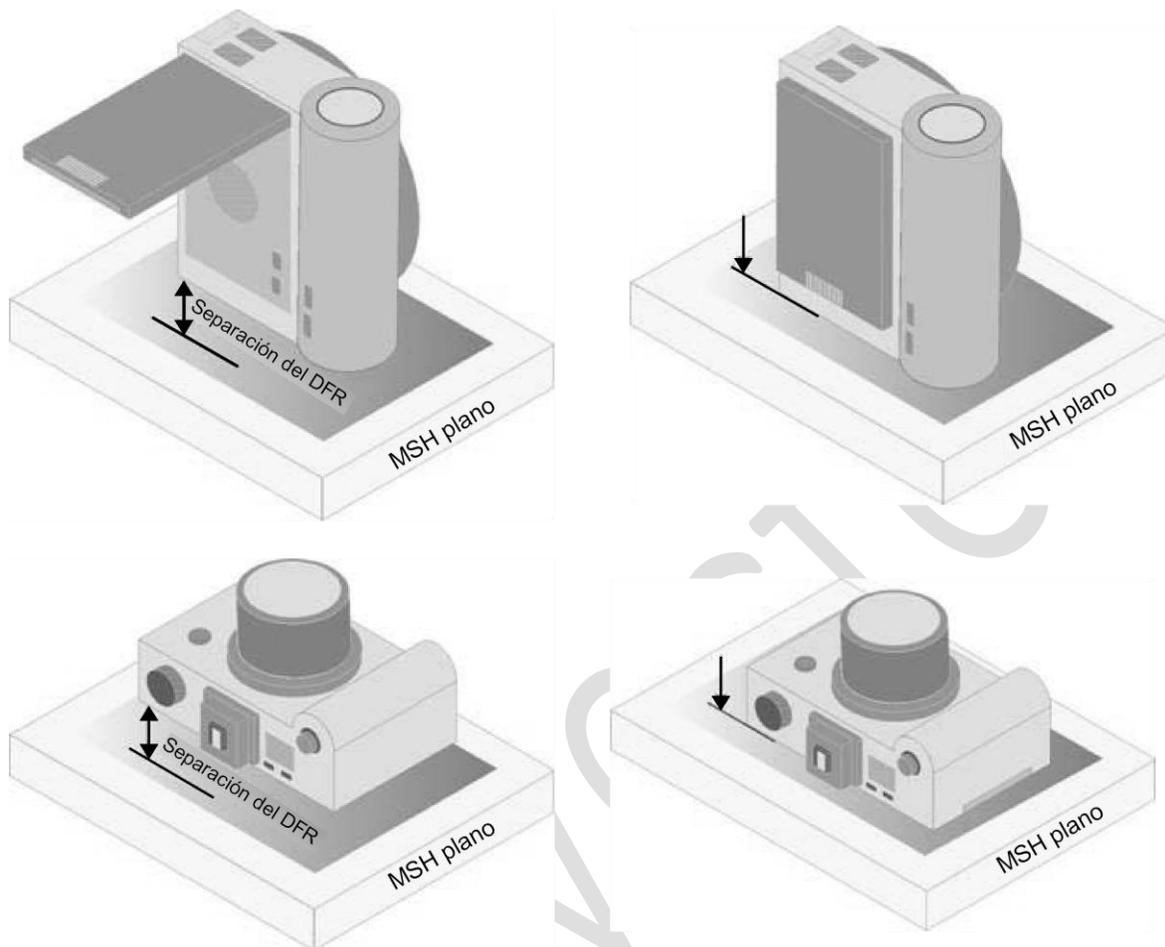


Figura 22-b. Cámaras fotográficas y de video

#### 5.2.7.8 DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA USADOS EN EXTREMIDADES (DEX).

Un dispositivo usado en una extremidad es un DCI cuyo Uso previsto es estar sujeto con una correa al brazo o pierna del usuario mientras transmite (excepto en modo ocioso). Es similar a un DUC. Por lo tanto, las posiciones de prueba de **5.2.7.3.**, también le aplican. En caso de que el Uso previsto del DEX considere el uso frente al Rostro, le aplicarán también las posiciones de prueba del numeral **5.2.7.7.** La correa deberá estar abierta de tal forma que quede dividida en dos partes como se muestra en **Figura 23.** El EBP debe estar colocado directamente contra la

superficie del MSH con la correa tan justa como sea posible y la parte posterior del dispositivo orientado hacia el MSH.

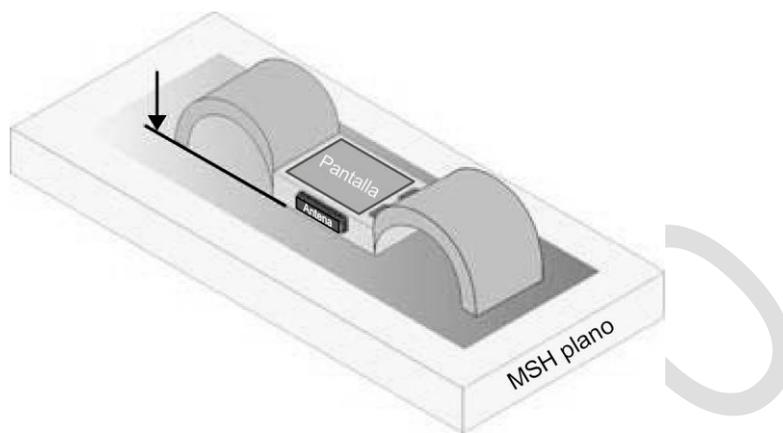


Figura 23. Posición de prueba para DEX.

Si no es posible abrir la correa para permitir colocar el EBP en contacto directo con la superficie del MSH, podría ser necesario romper la correa, siempre y cuando se asegure no dañar la antena.

## 5.2.8. PRUEBAS A REALIZAR.

### 5.2.8.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.

Para determinar el valor pico promedio espacial del SAR más alto de un EBP de acuerdo con las posiciones del dispositivo, configuraciones y modos operacionales, se debe probar cada banda de frecuencia en la que el EBP vaya a operar en los Estados Unidos Mexicanos de la siguiente forma:

- a) Se identifican todas las posibles combinaciones de prueba del EBP (frecuencia y bandas de frecuencia de acuerdo a lo establecido en el numeral 5.1.7.5 de la presente Disposición Técnica, modos operacionales, Accesorios especificados por el fabricante, posiciones del EBP, etc.)
- b) Se seleccionan las combinaciones de prueba a medir aplicando los métodos de reducción de pruebas (ver numeral 5.2.8.2, opcional)

- i. Excluir las condiciones de pruebas innecesarias basadas en un razonamiento físico (ver numeral 5.2.8.2.2.) o en el análisis de los datos del SAR. (numeral 5.2.8.2.3);
  - ii. Realizar una búsqueda (ver numeral 5.2.8.2.4.) para elegir las condiciones de prueba a realizar.
- c) Se evalúan las condiciones de prueba seleccionadas, de acuerdo a lo establecido en el numeral 5.2.8.3.

## **5.2.8.2. REDUCCIÓN DE PRUEBAS.**

### **5.2.8.2.1. REQUERIMIENTOS GENERALES.**

En todos los casos donde se haya ejercido la reducción de pruebas, se debe documentar claramente en el RP, la combinación relevante de los Accesorios o la orientación del EBP que sea excluida y el sustento para aplicar la mencionada reducción.

### **5.2.8.2.2. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADO EN UN RAZONAMIENTO FÍSICO.**

Se pueden excluir las pruebas del SAR para ciertas combinaciones de dispositivos-Accesorios si, a través de una sólida justificación ingenieril, se demuestra que no hay incremento en el SAR respecto a una configuración de referencia. Dos casos comunes donde se argumentan condiciones físicas y, éstas se considerarán como aceptables son:

- I. Los Accesorios de un Dispositivo de uso corporal (DC) no contienen materiales conductivos (por ejemplo, metal), y
- II. Accesorios que son similares (con contenido metálico idéntico), excepto por el color, el cual no tiene impacto en el SAR.

### **5.2.8.2.3. REDUCCIÓN DE PRUEBAS BASADO EN ANÁLISIS DE DATOS DEL SAR.**

Se podrán emplear, para desarrollar justificaciones ingenieriles para la reducción de ciertas pruebas del SAR, el análisis de datos del SAR, por ejemplo, análisis

estadístico basado en diseño de experimentos enfocados. Por ejemplo, si los dispositivos están disponibles con placas frontales opcionales con pintura de recubrimiento variando el contenido metálico de las mismas, se puede emplear un análisis de los datos estadísticos del SAR para justificar la exclusión de pruebas de placas frontales con menos que cierta cantidad de contenido metálico.

#### **5.2.8.2.4. BÚSQUEDA DE CONDICIONES DE PRUEBA DEL VALOR MAS ALTO DEL SAR.**

Un EBP podrá operar en diferentes modos de transmisión y puede ser usado con varias posiciones de la antena, opciones de batería y otros Accesorios, y el número de posibles combinaciones puede ser muy grande, por lo tanto, se requieren métodos para delimitar el proceso de medición, de modo que las condiciones de pruebas del valor más alto del SAR se puedan identificar rápidamente. Por ejemplo, el EBP con dos configuraciones de antena (extendida y retráctil), cuatro tipos de baterías, cuatro tipos de Accesorios de portación y cuatro tipos de Accesorios de audio. El hecho de probar todas las posibles combinaciones puede resultar en al menos  $2^7 = 128$  pruebas por banda de frecuencia y por posición del EBP. Sería innecesario probar todas las posibles combinaciones; por lo que se pueden emplear técnicas estadísticas que muestren tendencias de un grupo más pequeño de datos y determinar qué combinación de dispositivo-Accesorio resulta en valores más altos del SAR.

#### **5.2.8.3. PROCEDIMIENTO GENERAL DE PRUEBAS.**

Con el objeto de determinar el valor pico más alto del promedio espacial del SAR de un EBP, las condiciones de pruebas aplicables determinadas, en su caso por el numeral **5.2.8.2** se deben realizar para cada banda de frecuencias en la que vaya a operar el EBP en los Estados Unidos Mexicanos, lo anterior de acuerdo a lo siguiente:

1. Las pruebas se deben realizar en las posiciones del EBP que le correspondan según el tipo del dispositivo y en el canal utilizable que esté más cercano al centro de la banda de frecuencia de transmisión en la que opere el EBP y su correspondiente antena.

2. Para la condición de prueba que proporcione el pico más alto del promedio espacial del SAR determinado en el **numeral 1**, se deben realizar las pruebas descritas en el numeral **5.2.9**, para todas las otras frecuencias en las el EBP vaya operar en los Estados Unidos Mexicanos. Adicionalmente para todas las otras condiciones (posiciones del EBP, modos de configuración y operación), donde el valor pico promedio espacial del SAR determinado en el **numeral 1** se encuentre entre los 3 dB del límite establecido en la **Tabla 1** de la presente Disposición Técnica.
3. Examine todos los datos para determinar el valor pico más alto del promedio espacial del SAR encontrado en los **numerales 1 y 2**.
4. Para el EBP con capacidades de transmisión simultánea de antenas múltiples separadas, se debe aplicar el procedimiento descrito en el numeral **5.2.9.2.**, de la presente Disposición Técnica.

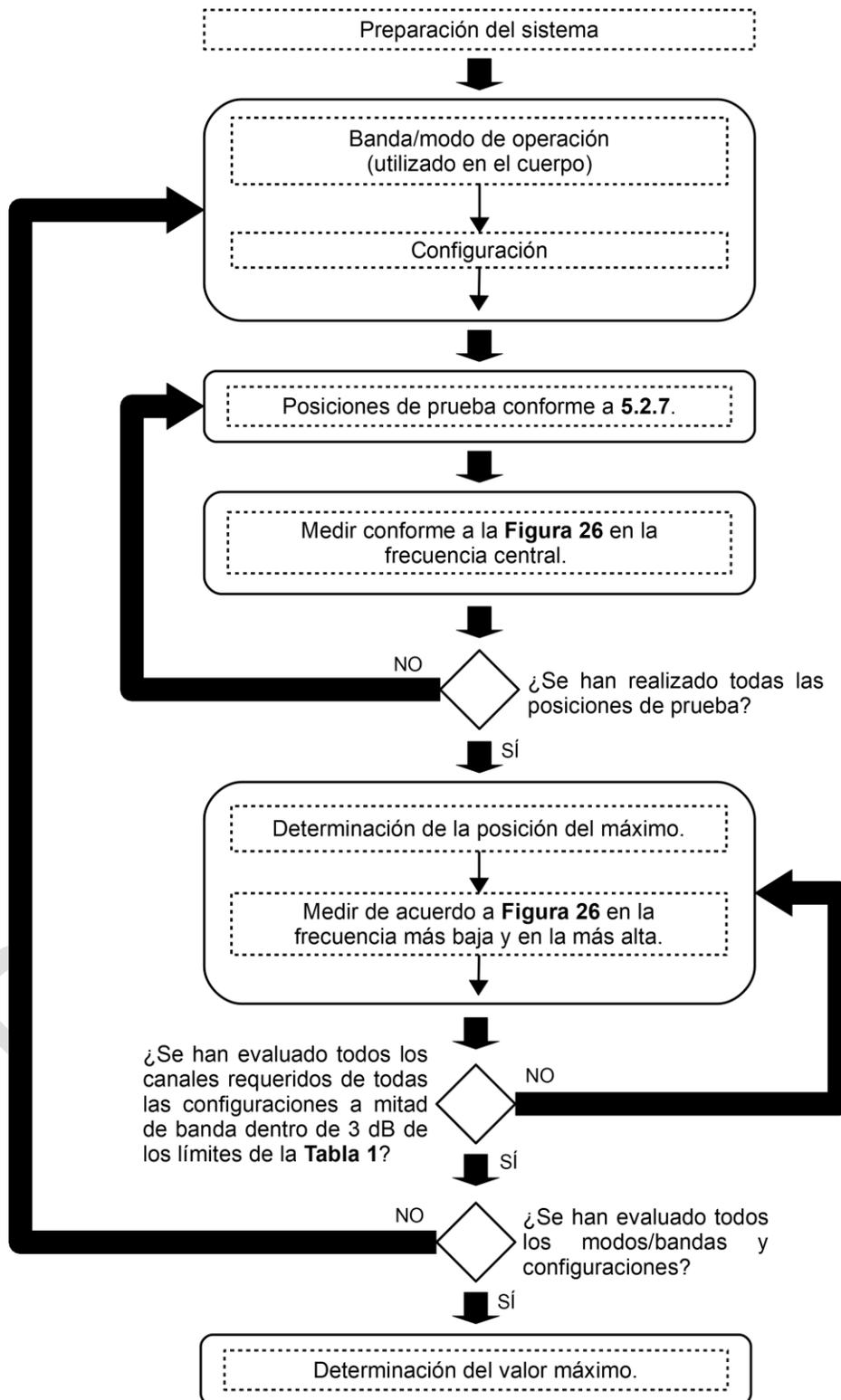


Figura 25. Diagrama de bloques de pruebas a realizar.

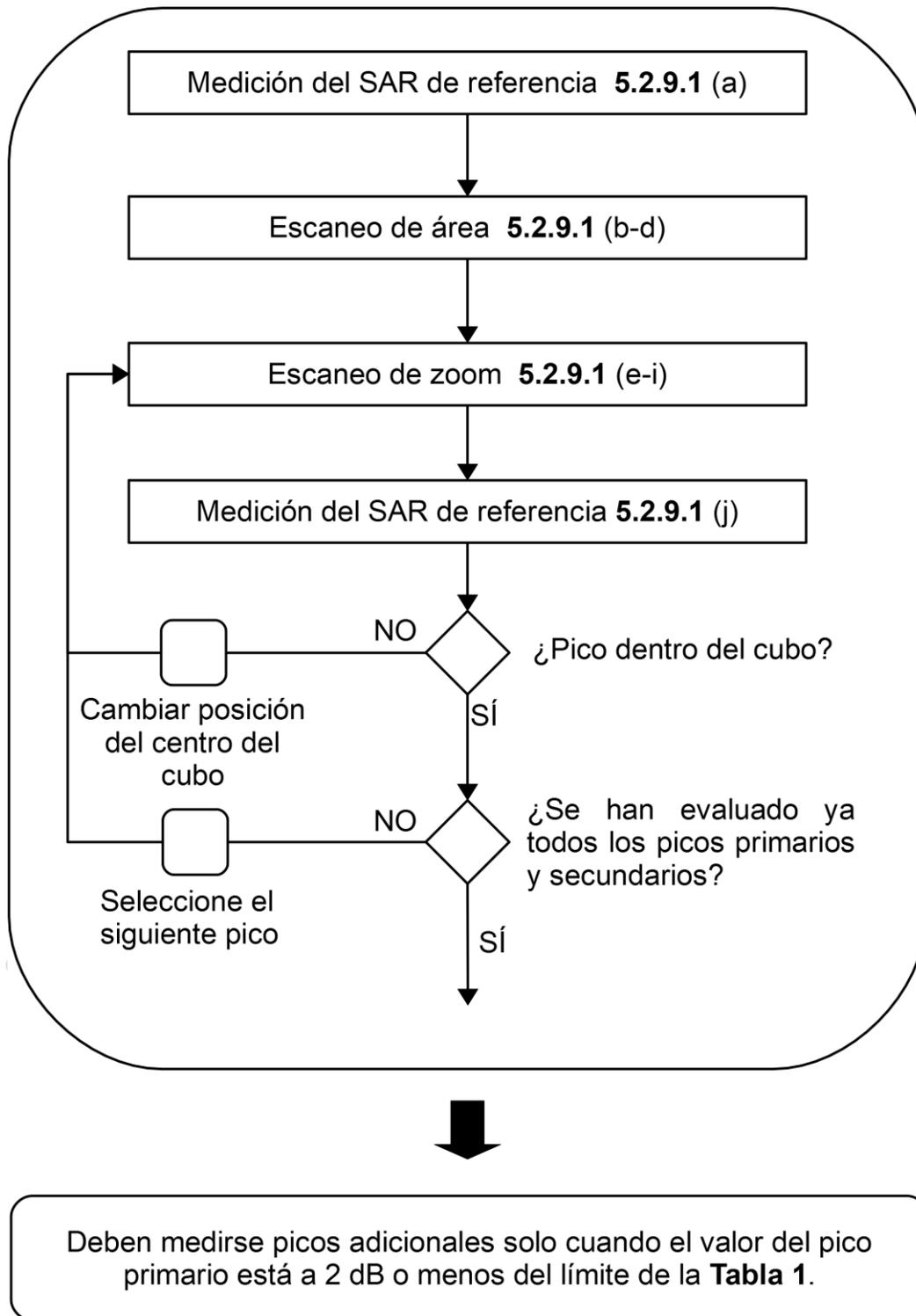


Figura 26. Procedimiento General.

## 5.2.9. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.

### 5.2.9.1 PROCEDIMIENTO GENERAL.

El siguiente procedimiento se debe realizar para cada combinación de prueba, ver la **Figura 26** descrita en el numeral anterior.

- a) Se mide el SAR local en un punto de prueba a 8 mm o menos de la superficie interior MSH que esté más cercana al EBP. Alternativamente, medir la Deriva del SAR como se describe en el numeral **O.2.2.10.** de la presente Disposición Técnica.
- b) Se mide la distribución bidimensional del SAR dentro del MSH (procedimiento de escaneo de área). Las fronteras del área de mediciones no deben estar a menos de 20 mm de las paredes de los lados del MSH. La distancia entre los puntos de medición debe permitir la detección de la ubicación del máximo local con una exactitud mejor que la mitad de la dimensión lineal del cubo de tejido después de la interpolación. El espaciamiento de la rejilla debe ser de 20 mm para frecuencias por debajo de 3 GHz y  $(60/f \text{ GHz})$  mm para frecuencias de 3 GHz o mayores. La resolución de la medición también se puede probar usando las funciones descritas en el numeral **O.2.5.2.** de la presente Disposición Técnica.
- c) La distancia máxima entre el centro geométrico de la sonda y la superficie interna del MSH debe ser de 5 mm para frecuencias por debajo de 3 GHz y  $\delta \ln(2)/2$  mm para frecuencias de 3 GHz o superiores, donde  $\delta$  es la profundidad de penetración de una onda plana en la piel y  $\ln(x)$  es el logaritmo natural. La máxima variación de la distancia entre la superficie del MSH y la sonda deberá ser  $\pm 1$  mm para frecuencias por debajo de 3 GHz y  $\pm 0.5$  mm para frecuencias de 3 GHz o mayores. En todos los puntos de medición el ángulo de la sonda con respecto de la línea normal a la superficie del MSH debe ser menor a  $5^\circ$  (ver la **Figura 27** de la presente Disposición Técnica y el **Anexo M** de la presente Disposición Técnica). Si lo

anterior no se puede lograr, y la distancia de medición de la superficie interior del MSH es más pequeña que el diámetro de la sonda, se deben emplear evaluaciones adicionales de Incertidumbre y documentarlas en el RP correspondiente.

- d) De la distribución del SAR escaneada, se debe identificar la posición del Valor pico primario del SAR, adicionalmente se debe identificar la posición de cualquier otro Valor pico secundario del SAR local que se encuentre a 2 dB o menos del valor pico primario, el cual no estará en el escaneo de zoom de otros picos; se deben medir picos adicionales únicamente cuando el pico primario este a 2 dB o menos de los límites establecidos en la **Tabla 1** de la presente Disposición Técnica.
- e) Se mide la distribución del SAR en tres dimensiones en la ubicación del Valor pico primario local del SAR identificado en el **Paso del inciso d)** (procedimiento de escaneo volumétrico de zoom). La división de la rejilla horizontal debe ser de  $(24/f \text{ GHz})$  mm o menos pero no más de 8 mm. El tamaño mínimo del escaneo volumétrico de zoom es de 30 mm por 30 mm por 30 mm para frecuencias por debajo de 3 GHz. Para frecuencias más altas, el tamaño del escaneo volumétrico de zoom se puede reducir a 22 mm por 22 mm por 22 mm. Las divisiones en la rejilla vertical deben ser de  $(8 - f \text{ GHz})$  mm o menos pero no más de 5 mm, si se usa un espaciamiento uniforme (ver el **Anexo H**, numeral **H.3.3**. de la presente Disposición Técnica).

Si se emplean divisiones con espaciamiento variable en la dirección vertical, el máximo espaciamiento entre los dos puntos de medición más cercanos de la carcasa del MSH debe ser  $(12/f \text{ GHz})$  mm o menos pero no más de 4 mm y el espaciamiento entre los puntos más lejanos debe incrementarse en un factor que no exceda el factor de 1.5., en su caso, cuando se usen espaciamientos variables se deben probar procedimientos de extrapolación con el mismo espaciamiento que el usado en las mediciones.

- f) La máxima distancia entre el centro geométrico de la sonda detectora y la superficie interior de las paredes del MSH debe ser de 5 mm para frecuencias por debajo de 3 GHz y  $\delta \ln(2)/2$  mm para frecuencias de 3 GHz o mayores, donde  $\delta$  es la profundidad de penetración de una onda plana en la piel y  $\ln(x)$  es el logaritmo natural.
- g) En las ubicaciones de los Valores pico primarios locales del SAR encontrados en el del **Paso del inciso d)** se deben emplear rejillas separadas, y minimizar las Incertidumbres de la sonda de prueba debidas a la distorsión de los campos entre la frontera del medio y la carcasa dieléctrica de la sonda. Lo anterior se logra si la Distancia de separación entre la superficie del MSH y la punta física de la sonda de prueba es mayor que el diámetro de la punta de la sonda.
- h) Para todos los puntos de medición, el ángulo de la sonda de prueba con respecto de la línea normal a la superficie plana del MSH debe ser menor a 5°. Si lo anterior no se puede lograr se debe realizar una evaluación de Incertidumbre de acuerdo con el numeral **O.2.2.6** de la presente Disposición Técnica.
- i) Se deben emplear, al menos, los procedimientos definidos en el numeral **5.2.5.6** de la presente Disposición Técnica, para determinar los valores del SAR locales en la resolución espacial necesaria para el promediado de masas.
- j) El SAR local se debe medir en la misma ubicación del **Paso del inciso a)**. La Deriva del SAR se debe evaluar y reportar en el balance de Incertidumbre de la **Tabla B.1** del **Anexo B** de la presente Disposición Técnica, como se describe en el numeral **O.2.2.10** de la presente Disposición Técnica.

En el caso de que la medición de la Deriva del SAR excede el 5 % de la tolerancia, se deben repetir las mediciones de acuerdo a los pasos antes mencionados.

En el caso de que la Deriva del SAR sea mayor al 5 %, entonces la medición de la Deriva debe considerarse como un sesgo, no como Incertidumbre y se deben realizar correcciones al valor del SAR medido. No es necesario registrar la Deriva en el balance de Incertidumbres (por ejemplo  $u_i = 0 \%$ ). El balance de Incertidumbre reportado en el RP debe corresponder con el valor más alto del SAR reportado (en su caso, después de la corrección).

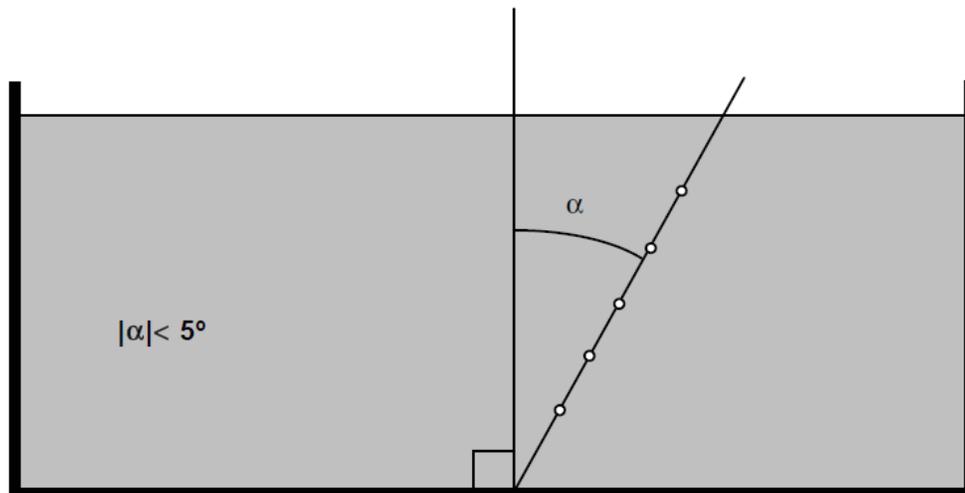


Figura 27. Orientación de la sonda de prueba con respecto de la normal a la superficie del MSH.

#### 5.2.9.2. PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA EBP CON TRANSMISIONES MULTI-BANDA SIMULTÁNEAS.

El procedimiento es aplicable a los dispositivos que tienen incorporado modos múltiples de transmisión, que están destinados a ser operados simultáneamente a diferentes frecuencias ( $f_1, f_2$ , etc.), las cuales tienen una separación mayor al intervalo de frecuencias de calibración de la sonda de prueba o del LET, cualquiera que sea el menor. El intervalo de frecuencias válido de la calibración de la sonda de prueba típicamente es angosto (p. ej.  $\pm 50$  MHz), derivado de lo anterior, los modos múltiples de transmisión se deben evaluar primero de manera individual y después combinados aritméticamente.

### Caso a)

Para el caso de transmisores secundarios (ej. transmisores de baja potencia), éstos pueden no ser evaluados si sus niveles de potencia son menor o igual a  $P_{max,m} = 20 \text{ mW}$  y se emplea comúnmente a una distancia menor de 200 mm del cuerpo humano.

### Caso b)

La transmisión simultánea multibanda significa que el EBP puede operar en múltiples modos de transmisión al mismo tiempo, por lo tanto, si el transmisor secundario se emplea de manera individual, éste podrá ser excluido de la evaluación del SAR en el caso de multibandas simultáneas; sin embargo, cuando el transmisor primario y secundario se usen al mismo tiempo los límites del SAR establecidos en la **Tabla 1** de la presente Disposición Técnica, se pueden rebasar; en este caso, se requerirá de un método para determinar el nivel de potencia de umbral del transmisor secundario que permita eliminarlo de la evaluación.

El método para determinar el umbral de potencia del transmisor secundario  $P_{disponible}$  es el cálculo a partir del pico promedio espacial del SAR medido en el transmisor primario ( $SAR_1$ ) de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$P_{disponible} = P_{th,m} \times (SAR_{lim} - SAR_1) / SAR_{lim}$$

Donde  $P_{th,m}$  es la potencia umbral de exclusión para la frecuencia del transmisor secundario en la Distancia de separación usada en las mediciones y se calcula de la siguiente manera:

$$P_{th,m} = \exp[As + Bs^2 + C \ln(BW) + D]$$

donde  $s$  es la Distancia de separación entre el DCI y el cuerpo del usuario (medida en mm),  $BW$  es el ancho de banda (expresada en porcentaje) y  $A$ ,  $B$ ,  $C$  y  $D$  son los polinomios de frecuencia de tercer orden. El ancho de banda corresponde a  $|s_{11}| \leq -7 \text{ dB}$ , que es el recíproco del factor de calidad de

radiación, definido como la razón entre la energía almacenada y radiada de una antena.

Los parámetros dependientes de frecuencia y  $A$ ,  $B$ ,  $C$  y  $D$  pueden ser encontrados con las siguientes ecuaciones, con  $f$  en GHz:

$$\begin{aligned} A &= (-0.4588f^3 + 4.407f^2 - 6.112f + 2.497)/100 \\ B &= (0.1160f^3 - 1.402f^2 + 3.504f - 0.4367)/1000 \\ C &= (-0.1333f^3 + 11.89f^2 - 110.8f + 301.4)/1000 \\ D &= -0.03540f^3 + 0.5023f^2 - 2.297f + 6.104 \end{aligned}$$

Si la potencia de salida del transmisor secundario es menor a  $P_{\text{disponible}}$ , no se requiere realizar mediciones al transmisor secundario.

Para el caso en el que existan más de dos transmisores se debe emplear la siguiente ecuación:

$$P_{\text{disponible}} = P_{\text{th},m} \times \left( SAR_{\text{lim}} - \sum_{i=1}^{N-1} SAR_i \right) / SAR_{\text{lim}}$$

Alternativamente, se puede sustituir  $P_{\text{th},m}$  por  $P_{\text{max},m}$ , lo cual es más sencillo, pero esto conduce a un umbral de potencia más restrictivo.

Adicionalmente, se podrán considerar las alternativas de evaluación para medir el SAR en el caso de transmisores multibanda simultáneos, las cuales se listan a continuación:

- 1) Suma de los valores del pico promedio espacial del SAR. Este es el método más fácil y conservador para determinar el límite superior del SAR multibanda. Observe que los valores pico promediados del SAR para diferentes modos pueden estar en diferentes lugares; este método va a sobreestimar el SAR multibanda en este caso.
  - i. Por cada condición de prueba donde se requiera operación simultánea, sume los valores pico promediados del SAR en cada frecuencia  $f_1$ ,  $f_2$ , etc.

- ii. Si el valor de la suma máxima del SAR está dentro de -3 dB del límite, mediciones adicionales en frecuencias menores y mayores deben de ser realizadas para esta condición de prueba. Estos valores adicionales deben ser usados para determinar el SAR máximo.
  - iii. El valor de la suma máxima del SAR en el paso 1 o 2 es el valor del SAR multibanda.
- 2) Selección del máximo valor evaluado del SAR. Este método da una estimación precisa del SAR multibanda cuando las distribuciones por separado del escaneo de zoom de SAR tienen mínima superposición. Los máximos están separados de tal manera que difieren entre ellos por menos del 5 % de valor pico del SAR si las distribuciones del SAR se suman de manera espacial.
- i. Medir el SAR máximo promediado en masa en cada frecuencia de manera separada de acuerdo a **5.2.9**.
  - ii. Para todas las condiciones de prueba idénticas, analizar la superposición de las distribuciones del SAR al sumar en espacio los escaneos de área.
  - iii. Si el valor pico del SAR de la distribución resultante es menor que 5 % del valor pico del SAR más alto, entonces el valor del SAR multibanda es igual al máximo de los valores de SAR promediados en masa.
- 3) Cálculo del SAR multibanda de un área existente y escaneo de zoom. Este método usa escaneos de área y zoom en combinación con interpolaciones y extrapolaciones para generar los datos del SAR volumétrico y es una forma rápida de obtener el SAR multibanda.
- i. En cada frecuencia, calcule la distribución volumétrica del SAR en la región proyectada por el escaneo de área. Existen diferentes métodos y la incertidumbre del mismo debe de ser documentada en el correspondiente RP.
  - ii. Sumar las distribuciones volumétricas del SAR en todas las frecuencias, usando interpolación si es necesario.

- iii. Usar procedimientos de posprocesamiento para determinar el valor pico promedio del SAR en la distribución obtenida en el inciso anterior.
- 4) Escaneo volumétrico. Este método es la forma más precisa para determinar el SAR multibanda y siempre es aplicable. La información del SAR es combinada para cada condición de prueba donde dos o más modos de transmisión operan en conjunto.
- i. Determinar la malla volumétrica que abarque los escaneos de zoom en todas las frecuencias medidas previamente.
  - ii. En cada frecuencia, realizar el escaneo de zoom volumétrico determinado en el paso anterior. Este escaneo de zoom debe satisfacer todos los requerimientos establecidos en el numeral **5.2.9** con excepción del tamaño mínimo del escaneo volumétrico. La medición se debe de conducir con el modo de transmisión operando en la frecuencia seleccionada y las demás frecuencias apagadas.
  - iii. Sumar las distribuciones del SAR obtenidas en el paso anterior para obtener la distribución suma. Calcule el máximo SAR multibanda usando la distribución suma.

A efectos de llevar a cabo la medición del SAR utilizando dichas alternativas, se tendrán que cumplir los siguientes requisitos:

- a) El área de escaneo, el área de escaneo de zoom y el pico promedio espacial del SAR se deben evaluar por separado en cada frecuencia de operación con el modo de transmisión encendido a esa frecuencia y los modos de otras frecuencias apagados.
- b) Cuando dos o más modos de operación están destinados a operar de manera simultánea, las condiciones de medición del SAR se deben combinar (posición del EBP, canal, configuración y Accesorios).

Cualquiera que sea la alternativa al **PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS PARA EBP CON TRANSMISIONES MULTI-BANDA SIMULTÁNEAS** que se elija, ésta debe ser documentada y debidamente justificada en el correspondiente RP.

#### **5.2.10. POSPROCESAMIENTO.**

##### **5.2.10.1. INTERPOLACIÓN.**

Si la rejilla de medición no es tan fina como se requiere para calcular el SAR promedio sobre una masa dada, se debe llevar a cabo la interpolación entre los puntos medidos; a efectos de lo anterior se debe observar lo establecido en el **Anexo H** de la presente Disposición Técnica, y la Incertidumbre debe ser evaluada de acuerdo al numeral **5.1.12** de la presente Disposición Técnica.

##### **5.2.10.2. EXTRAPOLACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DE LA SONDA DE PRUEBA.**

Las sondas de campo eléctrico empleadas generalmente contienen tres dipolos ortogonales en proximidad y estos dipolos están integrados en un tubo protector. Los puntos de medición situados a unos cuantos milímetros de la punta de la sonda y su desplazamiento deben ser considerados cuando se identifique la posición medida del SAR, de acuerdo al **Anexo H** de la presente Disposición Técnica y su Incertidumbre debe ser evaluada también de acuerdo al numeral **5.1.12** de la presente Disposición Técnica.

##### **5.2.10.3. DEFINICIÓN DEL VOLUMEN PROMEDIO.**

El volumen promedio debe tener la forma de un cubo y la dimensión lateral de 1 g o 10 g de masa, se debe emplear una densidad de 1 000 kg/m<sup>3</sup> para representar la densidad del tejido del cuerpo, lo anterior para ser consistente con la definición de las propiedades de LET, es decir, la longitud lateral del cubo de 1 g debe ser de 10 mm, la longitud lateral del cubo de 10 g es de 21.5 mm.

##### **5.2.10.4. BÚSQUEDA DEL NIVEL MÁXIMO.**

Los volúmenes cúbicos se deben mover en la superficie interior del MSH, en la vecindad del valor máximo local del SAR considerando lo establecido en el **Anexo**

H de la presente Disposición Técnica. El cubo con el valor máximo local del SAR no debe estar en el borde del volumen, si éste fuera el caso, el volumen de escaneo se debe desplazar y se deben repetir las mediciones.

#### **5.2.11. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.**

La estimación de la Incertidumbre de las mediciones de los valores del SAR de la presente Disposición Técnica producida por un EBP se debe realizar de acuerdo al **Anexo O** de la presente Disposición Técnica, debiendo integrar al RP correspondiente la **Tabla B.1** del **Anexo B** de la presente Disposición Técnica.

#### **5.2.12. REPORTE DE PRUEBAS (RP).**

Todos los resultados de las pruebas correspondientes al numeral **5.2** deben de registrarse en el formato contenido en el **Anexo B** de la presente Disposición Técnica. Dicho reporte debe incluir todos los resultados obtenidos, la información necesaria para la interpretación de las pruebas realizadas, la calibración de las sondas y la información que se requiera de acuerdo al método y procedimiento empleado para evaluar un EBP.

Adicionalmente el RP debe contener al menos los siguientes elementos:

- a) Introducción
  - i. Identificación del Laboratorio de Prueba.
  - ii. Identificación del EBP, incluyendo software y hardware, número de serie, y en su caso IMEI.
  - iii. Especificaciones técnicas de cumplimiento (**Tabla 1** de la presente Disposición Técnica).
- b) Sistema de medición.
  - i. Descripción de los principales componentes del sistema de medición, por ejemplo, posicionador, sonda, LET, etc.

- ii. Certificados de calibración vigentes para los elementos relevantes del sistema, en su caso.
  - iii. Descripción del esquema de interpolación/extrapolación empleado.
  - iv. LET usado y sus características.
  - v. Resultados de la revisión del sistema.
- c) Estimación de la Incertidumbre.
- i. Incluir la **Tabla B.1** del **Anexo B**.
  - ii. Cualquier otro elemento relevante en la estimación de la incertidumbre.
- d) Detalles del EBP y de las pruebas.
- i. Descripción del factor de forma del EBP y una breve descripción del Uso destinado.
  - ii. Descripción de la posición y orientación a ser probada (de acuerdo a lo establecido en el numeral **5.2.7** de la presente Disposición Técnica) y el razonamiento para incluir cualquier reducción, cuando sea apropiado; de acuerdo al numeral **5.2.8.2** de la presente Disposición Técnica, justificación de la definición de la distancia basada en una relación física entre el EBP y el MSH.
  - iii. Descripción de las antenas disponibles y probadas, así como de los Accesorios, incluyendo baterías.
  - iv. Descripción de todos los modos de operación disponibles y probados, niveles de potencia y bandas de frecuencia y, en su caso, el razonamiento de reducciones de pruebas.
  - v. Condiciones ambientales.
  - vi. Resultados de todas las pruebas realizadas (el valor pico promedio espacial del SAR para cada prueba, y su representación gráfica en el

total de los escaneos con respecto al EBP para el valor máximo del SAR en cada modo de operación) y los detalles del escalamiento de los resultados.

e) Resumen del Reporte de prueba

- i. Tabla de los valores del SAR contra las posiciones probadas, bandas, modos y configuraciones.
- ii. Referencia a los límites establecidos en la **Tabla 1** de la presente Disposición Técnica.

### 5.3 DCI INHERENTEMENTE CONFORMES.

Se constatará ocularmente que los DCI inherentemente conformes de acuerdo con lo establecido en el numeral **4.3**, se encuentren en la base de datos que para tal efecto disponga la Unidad de Concesiones y Servicios del Instituto.

### 6. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.

La presente Disposición Técnica coincide básicamente con:

- I. IEC 62209-1: *Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted Wireless communication devices- Part1: Devices used next to the ear (Frequency range of 300 MHz to 6 GHz)*. Ed.2. agosto de 2016.
- II. IEC 62209-2: *Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted Wireless communication devices-Human models, instrumentation, and procedures- Part. 2: Procedure to determine the specific absorption ratio (SAR) for Wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz)*. Ed. 1. marzo de 2010.
- III. *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)". HEALTH PHYSICS 74 (4):494-522. 1998.*

- IV. ISO/IEC 17043:2010, *Conformity assessment- General requirements for proficiency testing.*
- V. ISO/IEC 17025:2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.*

Difiere en el intervalo de frecuencias considerado para los límites máximos de radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia de los productos, equipos, dispositivos o aparatos en materia de telecomunicaciones empleado por el ICNIRP.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- 1) IEEE Std., C95.1-2005 - *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human 5934 Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz.*
- 2) IEEE Std., C95.1a-2010 - *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz Amendment 1: Specifies Ceiling Limits for Induced and Contact Current, Clarifies Distinctions between Localized Exposure and Spatial Peak Power Density.*
- 3) DROSSOS, A., SANTOMAA, V. and KUSTER, N. *The dependence of electromagnetic energy absorption upon human head tissue composition in the frequency range of 300-3000 MHz.* IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Nov. 2000, vol. 48, no. 11, pp. 1988-1995.
- 4) Gordon, C.C., Churchill, T., Clauser, C.E., Bradtmiller, B., McConville, J.T., Tebbets I. y Walker, R.A., 1988. "Anthropometric Survey of U.S. Army Personnel: Methods and Summary Statistics." *Technical Report NATICK/TR-89/044*, U.S. Army Natick Research, Sept. 1989.
- 5) ICNIRP, "International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (Up to 300 GHz)," *Health Physics*, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522, 1998.

- 6) IEC/CISPR 16-1-4:2010. Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary equipment - Radiated disturbances
- 7) IEC 62209-1, *Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices-Human models, instrumentation, and procedures-Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)*, Ed.1. Febrero de 2005.
- 8) IEC 62209-1: *Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted Wireless communication devices- Part 1: Devices used next to the ear (Frequency range of 300 MHz to 6 GHz)*. Ed 2. Agosto de 2016.
- 9) IEC 62209-2: *Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted Wireless communication devices-Human models, instrumentation, and procedures- Part 2: Procedure to determine the specific absorption ratio (SAR) for Wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz)*. Ed 1. Marzo de 2010.
- 10) IEC 62311: *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)*. Ed 1. Agosto de 2007.
- 11) IEC/TR 62630, *Guidance for evaluating exposure from multiple electromagnetic sources*. Ed. 1. Marzo de 2010., 2010
- 12) IEEE Std 1528, *Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption 5936 Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques*, New 5937 York: Institute Electrical and Electronics Engineers, Sep. 2013.

- 13) ISO 3534-1: *Statistics -- Vocabulary and symbols -- Part 1: General statistical terms and terms used in probability*. Ed.1. Junio de 1993.
- 14) Levin, V. V. y Podlovchenki, T. L., "Dispersion of the dielectric permittivity of ethylene glycol," *Zhurnal Strukturnoi Khimii*, vol. 11, pp. 766-767, 1970.
- 15) Li Q., Gandhi O.P. y Kang G., "An open-ended waveguide system of SAR system validation and/or probe calibration for frequencies above 3 GHz," *Physics in Medicine and Biology*, vol. 49, pp. 4173-4186, Septiembre de 2004.
- 16) Loader B., "Computer Simulation of WR159 Waveguide against a Flat Dielectric Phantom at 5.2 GHz and 5.8 GHz," *NPL Report DEM EM 008*. Marzo de 2007.
- 17) M. Okoniewski, M. Stuchly, "A study of the handset antenna and human body interaction", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 44, No. 10, October 1996, pp. 1855-1864.
- 18) P. Bernardi, M. Cavagnaro, S. Pisa, "Evaluation of the SAR distribution in the human head for cellular phones used in a partially closed environment", *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, Vol. 38, No. 3, August 1996, pp. 357-366
- 19) Porter S.J. y Manning M.I. "Method validates SAR measurement systems," *Microwaves and RF*, vol. 44, no. 4, pp. 70-78. Abril de 2005.
- 20) Q. Balzano, O. Garay, T. Manning, "Electromagnetic energy exposure of simulated users of portable cellular telephones", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 44, No. 3, August 1995, pp. 390-403.
- 21) S. Watanabe, M. Taki, T. Nojima, O. Fujiwara, "Characteristics of the SAR distribution in a head exposed to electromagnetic fields radiated by a hand-held portable radio", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 44, No. 10, October 1996, pp. 1874-1883.

- 22) U.S. Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology, "Evaluating compliance with FCC guidelines for human exposure to radiofrequency electromagnetic fields, additional information for evaluating compliance of mobile and portable devices with FCC limits for human exposure to radiofrequency emissions", Supplement C to OET Bulletin 65, Edition 01-01, June 2001, Washington, D.C.
- 23) U.S. Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology, "Evaluating compliance with FCC guidelines for human exposure to radiofrequency electromagnetic fields, additional information for Radio and Television Broadcast Stations", Supplement A to OET Bulletin 65, Edition 97-01, Washington, D.C.
- 24) V. Hombach, K. Meier, M. Burkhardt, E. Kühn, N. Kuster, "The dependence of EM energy absorption upon human head modeling at 900 MHz", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 44, No. 10, October 1996, pp. 1865-1873.

## 8. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD.

La Evaluación de la Conformidad de la presente Disposición Técnica se realizará en los términos de la LFTR, así como en lo aplicable al Procedimiento de Evaluación de la Conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión vigente, conforme a lo siguiente:

- I. La Evaluación de la Conformidad será realizada por Laboratorios de prueba y Organismos de Certificación acreditados y autorizados.

La documentación, formatos, manuales de usuario y requisitos necesarios para llevar a cabo los procedimientos de Evaluación de la Conformidad que se refieren en el presente ordenamiento deben presentarse en idioma español. La demás documentación técnica requerida, como son los diagramas de bloques o eléctricos, puede presentarse en idioma español o inglés.

- II. A efecto de someter un DCI al Procedimiento de Evaluación de la Conformidad para demostrar que éste cumple con las especificaciones previstas en la presente Disposición Técnica, el interesado debe solicitar los servicios de certificación de un Organismo de Certificación y los servicios de pruebas de un Laboratorio de Pruebas, con el objetivo de obtener el referido Certificado de Conformidad, el cual debe indicar el valor máximo del SAR espacial promedio obtenido para cada banda de frecuencias en la que opere el DCI en México, de acuerdo al objetivo y campo de aplicación de la presente DT.
- III. Si un DCI, de acuerdo al Uso previsto por el fabricante, o de manera común, se emplea por el usuario final:
  - a) próximo a la cabeza (particularmente cerca del oído), y
  - b) a menos o igual a 200 mm del cuerpo humano,debe ser evaluado, únicamente, por el método de prueba descrito en el numeral 5.1 de la presente Disposición Técnica.
- IV. Una vez emitido el certificado de conformidad, el Organismo de Certificación debe enviarlo de manera electrónica al interesado y a la Unidad de Concesiones y Servicios del Instituto. La Unidad de Concesiones y Servicios del Instituto debe registrar el certificado de conformidad en el sistema electrónico que para tal efecto administre. El Organismo de Certificación debe enviar el certificado de conformidad en el(los) formato(s) electrónico(s) que determine la Unidad de Concesiones y Servicios del Instituto.
- V. El titular del Certificado de Conformidad correspondiente al DCI debe solicitar la Homologación a la Unidad de Concesiones y Servicios del Instituto; para tal efecto, el titular del Certificado de Conformidad debe seguir lo establecido en el inventario de trámites para la Homologación, o en su caso, los lineamientos que al efecto emita el instituto.

El Certificado de Homologación expedido por el Instituto contendrá la siguiente leyenda:

*“Cada uno de los Dispositivos de Comunicación Inalámbrica amparados por el presente Certificado de Homologación cumple con los límites básicos del SAR conforme a lo establecido en la Disposición Técnica IFT-012-2019”.*

El Certificado de Homologación debe indicar el valor del SAR espacial promedio obtenido para cada banda de frecuencias en la que opere el DCI, de acuerdo al objetivo y campo de aplicación de la presente Disposición Técnica.

- VI. Si la potencia conducida del DCI, en cualquier canal de radiofrecuencia para todas las bandas de frecuencias de operación en México, tiene un valor máximo de 20 mW y además el manual del DCI indica que éste se emplea comúnmente próximo a la cabeza (particularmente cerca del oído) o a una distancia menor de 200 mm del cuerpo humano; entonces los referidos DCI no están obligados a demostrar cumplimiento con la presente Disposición Técnica, el Interesado debe poner a disposición de la Unidad de Concesiones y Servicios del Instituto, el **Formato 003** “Registro de Dispositivos de Comunicación Inalámbricos inherentemente conformes”, contenido en el **Anexo C** de la presente Disposición Técnica, firmado por el interesado en donde quede constancia que el DCI opera con una potencia de transmisión menor o igual a 20 mW y que éste se emplea comúnmente próximo a la cabeza (particularmente cerca del oído) o a una distancia menor de 200 mm del cuerpo humano. El Instituto podrá realizar acciones de verificación sobre dichos productos, equipos, dispositivos o aparatos registrados como inherentemente conformes.

La Coordinación General de Política del Usuario del Instituto publicará y mantendrá actualizada en el portal de Internet del mismo la lista de los DCI registrados como inherentemente conformes y de los productos, equipos,

dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones homologados, indicando el valor del SAR espacial por banda de frecuencia de dichos DCI. Esta lista deberá ser publicada a los doce meses de la entrada en vigor de la presente Disposición Técnica y ser actualizada al menos cada 6 meses.

- VII. La interpretación, actualización o modificación del presente procedimiento, así como la atención y resolución de los casos no previstos en el mismo, corresponderán al Instituto.

### **8.1. VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA CERTIFICACIÓN.**

Los EBP que cuenten con un Certificado de Conformidad conforme a la presente Disposición Técnica estarán sujetos a Vigilancia del cumplimiento de la certificación, por parte del Organismo de Certificación que expidió dicho certificado, mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, constatación ocular o examen de documentos; las referidas visitas de Vigilancia del cumplimiento de la certificación se deben realizar en las bodegas o puntos de venta del titular del Certificado de Conformidad que se encuentren en territorio nacional, y serán realizadas por los Organismos de Certificación auxiliados por Laboratorios de Prueba autorizados por el Instituto.

El número anual de visitas de Vigilancia del cumplimiento de la certificación se llevará a cabo sobre una porción de entre el cinco a el quince por ciento del total de los Certificados de Conformidad expedidos por cada Organismo de Certificación respecto a la Disposición Técnica IFT-012-2019, el año anterior en que se realice la Vigilancia del cumplimiento de la certificación, seleccionados éstos de manera aleatoria.

La Vigilancia del cumplimiento de la certificación de la presente Disposición Técnica se realizará en los términos aplicables del Procedimiento de Evaluación de la Conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión vigente, y de las disposiciones que al efecto emita el Instituto.

## **9. VERIFICACIÓN Y VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO.**

Corresponde al Instituto en el ámbito de su competencia, la verificación y vigilancia del cumplimiento de la presente Disposición Técnica, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.

## **10. CONTRASEÑA DE PRODUCTO.**

Los Dispositivos de comunicaciones inalámbricas amparados por el Certificado de Homologación, deben exhibir el número de certificado de homologación correspondiente, así como la marca y el modelo con la que se expide dicho certificado en cada unidad de producto mediante marcado o etiqueta que lo haga ostensible, claro, visible, legible, intransferible e indeleble con el uso normal. De no ser posible exhibir dicho número en el producto mismo, deberá hacerse en su envase, embalaje, etiqueta, envoltura, hoja viajera, registro electrónico interno o manual de usuario.

El marcado o etiqueta a que se refiere el párrafo anterior, debe cumplir con los elementos y características que indique la disposición que al efecto emita el Instituto.

## **11. DISPOSICIONES TRANSITORIAS.**

**PRIMERO.** - La presente Disposición Técnica entrará en vigor a 365 días contados a partir del día siguiente a su publicación en el Diario Oficial de la Federación, para el caso de los productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones que pueden ser conectados a una red de telecomunicaciones y/o hacer uso del espectro radioeléctrico y que:

- a) Se utilicen cerca de la cabeza, particularmente cerca del oído en el intervalo de frecuencias de 300 MHz a 6 GHz.
- b) Se utilicen a una distancia menor o igual a 200 mm del cuerpo humano en el intervalo de frecuencias 30 MHz a 6 GHz.

Lo anterior sin perjuicio de lo dispuesto en los transitorios siguientes.

**SEGUNDO.** - Los Laboratorios de Prueba y Organismos de Certificación podrán llevar a cabo la Evaluación de la Conformidad, siempre y cuando se encuentren en condiciones de realizarla conforme a lo dispuesto en la presente Disposición Técnica, requiriendo una acreditación por un Organismo de Acreditación autorizado por el Instituto y una autorización por el mismo.

**TERCERO.** - Los Dispositivos de comunicaciones inalámbricas se podrán certificar con respecto a esta Disposición Técnica una vez que el Instituto autorice al primer Laboratorio de Prueba y Organismo de Certificación, lo anterior una vez que la presente Disposición Técnica entre en vigor.

**CUARTO.** - Los Laboratorios de Prueba y los Organismos de Certificación de producto podrán iniciar los trámites de Acreditación y Autorización en la presente Disposición Técnica a partir del día siguiente a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**QUINTO.** - La presente Disposición Técnica será revisada por el Instituto al menos a los cinco años contados a partir de su entrada en vigor. Lo anterior, de ninguna manera limita las atribuciones del Instituto para realizar dicha revisión en cualquier momento, dentro del periodo establecido.