

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R SM.1723-2
(09/2011)

**Unidad móvil de comprobación
técnica del espectro**

Serie SM
Gestión del espectro



Unión
Internacional de
Telecomunicaciones

Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2011

© UIT 2011

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R SM.1723-2*

Unidad móvil de comprobación técnica del espectro

(2005-2008-2011)

Cometido

Tras la aprobación del Manual de la UIT sobre comprobación técnica del espectro (edición de 2011), se hizo evidente que la Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones tenía que publicar una Recomendación relativa a las características y funciones de la comprobación técnica del espectro que abarcara la información sobre esta materia contenida en el Manual de la UIT sobre comprobación técnica del espectro (edición de 2011) y en las Recomendaciones del UIT-R. Esta Recomendación facilitará a las administraciones el establecimiento en sus territorios de sistemas móviles de comprobación técnica de las radiocomunicaciones.

Palabras clave

Estación de comprobación técnica, estación móvil, comprobación técnica del espectro

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se dispone de sistemas móviles de comprobación técnica del espectro para apoyar las actividades administrativas, de concesión de licencias y de comprobación técnica de los administradores del espectro;
- b) que la incorporación de unidades móviles en el sistema de comprobación técnica y de gestión permite que este tipo de sistema lleve a cabo funciones de medición que las estaciones fijas de comprobación técnica no pueden efectuar de manera eficaz;
- c) que las unidades móviles desempeñan una función fundamental cuando los bajos niveles de potencia de los transmisores, la gran directividad de antena y las características específicas de propagación impiden que las estaciones fijas de comprobación técnica lleven a cabo la medición;
- d) que muchas administraciones ya han informatizado sus sistemas cuya información puede ponerse a disposición de los sistemas de gestión y de comprobación técnica del espectro,

observando

- a) la Recomendación UIT-R SM.1537 – Automatización e integración de los sistemas de comprobación técnica del espectro con la gestión automática del espectro;
- b) que el Manual del UIT-R – Comprobación técnica del espectro proporciona directrices sobre todos los aspectos relativos a la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas;
- c) que los datos de medición y de radiogoniometría recopilados por las unidades móviles permiten a los administradores del espectro llevar a cabo sus tareas en todo el país;
- d) que el análisis de los datos a partir de una unidad móvil que utiliza un sistema automatizado de medición y de radiogoniometría es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema nacional de gestión del espectro,

* La Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones introdujo algunas modificaciones redaccionales en esta Recomendación en 2019, de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

recomienda

1 que las administraciones tengan en cuenta la información que figura en el Anexo 1 al adquirir unidades móviles integradas y automatizadas o unidades polivalentes que puedan equiparse en la función de la tarea que vayan a realizar.

Anexo 1

Unidad móvil de comprobación técnica del espectro

1 Contexto

Toda administración que tenga la intención de definir y adquirir un sistema de comprobación técnica del espectro debe tomar en consideración la posibilidad de recurrir a una unidad móvil de comprobación técnica. A diferencia de los sistemas fijos, las unidades móviles constituyen una forma flexible de comprobación técnica del espectro que resulta particularmente adecuada para medir cerca de los emisores que se caracterizan, por ejemplo, por un nivel de potencia reducida y/o emisiones de alta frecuencia.

La flexibilidad en lo que respecta a la medición depende:

- del tipo de vehículo;
- de los equipos de medición disponibles en el vehículo;
- de los dispositivos específicos instalados en el vehículo.

Por otra parte, los sistemas de comprobación técnica que utilizan estaciones fijas no suelen estar dimensionados para ofrecer una cobertura total del territorio de un país, sino que se configuran con arreglo a la densidad de usuarios (zonas urbanas o de alta densidad de radiocomunicaciones). Gracias a la informatización y la configuración de la red de radiocomunicaciones, la unidad móvil puede integrarse en un sistema fijo de comprobación del espectro y funcionar como una estación fija adicional de comprobación técnica del espectro con el fin de aumentar temporalmente la cobertura del sistema global. Así pues, utilizada junto con los sistemas de comprobación técnica y gestión del espectro, la unidad móvil puede utilizar de manera automática los datos recabados por el sistema de comprobación técnica y la información de la licencia consignada en la base de datos de gestión para detectar las emisiones sin licencia y las infracciones de la misma (véase la Recomendación UIT-R SM.1537). En muchos casos, las tareas de gestión del espectro sólo pueden efectuarse eficazmente si se recurre a unidades móviles de comprobación técnica además de las estaciones fijas, debido a la naturaleza de los valores que han de medirse o las dificultades que entraña la topografía o la congestión del espectro.

Por consiguiente, dependiendo del equipo instalado en el vehículo, una unidad móvil podrá realizar las mediciones prescritas por la UIT. Las unidades móviles pueden incorporarse al sistema nacional de comprobación técnica del espectro en dos niveles, a saber:

- 1) integradas en un centro de comprobación técnica que consta de estaciones fijas de comprobación técnica;
- 2) funcionando de manera autónoma.

La finalidad de la presente contribución es facilitar algunas directrices sobre las especificaciones técnicas y operativas que podrían resultar útiles a la hora de definir los requisitos y adquirir unidades móviles de comprobación técnica del espectro.

2 Unidad móvil y comprobación técnica del espectro

2.1 Concepto general de unidad móvil

Las estaciones móviles de comprobación técnica del espectro son complementarias a la red de estaciones fijas. En la práctica, la unidad móvil puede efectuar mediciones como una estación fija de comprobación técnica y puede instalarse fácilmente en casi cualquier lugar del país.

Una unidad móvil consiste en un vehículo equipado con un sistema de medición y de radiogoniometría que puede utilizarse, en modo manual o automático, para llevar a cabo las siguientes funciones de comprobación técnica del espectro:

- medición de los parámetros técnicos de la señal;
- medición de la ocupación junto con mediciones de radiogoniometría;
- análisis de la señal;
- detección y localización de transmisores, incluidas estaciones y transmisores no identificados que producen interferencia;
- programación de las operaciones de medición y de radiogoniometría en tiempo real y diferido;
- transmisión a distancia de los datos recopilados a través de la unidad móvil a los centros de comprobación técnica del espectro;
- intercambio de información técnica entre las unidades fijas y móviles de comprobación técnica del espectro del sistema nacional de comprobación del espectro;
- medición de la cobertura/intensidad de campo móvil en carreteras.

Puede utilizarse con fines generales otra unidad móvil provista de un equipo básico, por ejemplo una torre de antena, un sistema de cableado, una fuente de alimentación y un interfaz con el velocímetro o el sistema de control de la velocidad de cruce del vehículo para realizar mediciones de carreteras.

Los dos parámetros principales que se han de tomar en consideración al definir la unidad móvil de comprobación técnica son:

- la zona de operación;
- las tareas que se han de realizar.

El primer criterio determina el tipo de vehículo que resultará más adecuado para la zona de operación considerada y la accesibilidad del emplazamiento donde se vaya a utilizar (entorno urbano, suburbano, rural o montañoso).

A continuación se incluye una lista de ejemplos de vehículos representativos que pueden utilizarse como unidades móviles de comprobación técnica del espectro y que se discuten de manera más detallada y se ilustran en el Manual del UIT-R sobre comprobación técnica del espectro. Pueden seleccionarse otros tipos en función de las necesidades nacionales.

Tipo 1: Se trata de vehículos de pasajeros o camionetas utilizadas para el transporte de pasajeros, equipos y antenas. El sistema de antenas utilizado para la radiogoniometría y la comprobación técnica se monta en un discreto bastidor directamente en el portaequipajes situado en la parte superior del vehículo. El equipo de comprobación técnica y de radiogoniometría se monta en la zona reservada para el equipaje en la parte de atrás del

vehículo, y el operador puede sentarse en cualquier sitio de la zona de pasajeros del vehículo y controlar el equipo desde su computadora portátil. Este tipo de estación puede funcionar estando en movimiento o estacionada. Puede utilizarse como vehículo de Tipo 1 casi cualquier tipo de vehículo de pasajeros o de camioneta, especialmente si viene equipado de fábrica con un bastidor en el techo. Dado que parecen vehículos de pasajeros normales y no llaman la atención, este tipo de estaciones móviles resulta especialmente útil para la búsqueda de emisoras ilegales.

Tipo 2: Se trata de vehículos pesados 4x4 que se utilizan en terrenos difíciles en los que no pueden desplazarse los vehículos de Tipo 1 y 2 (zonas desérticas, montañosas, etc.). Transportan equipos tanto de comprobación técnica como de radiogoniometría, que funcionan por igual con el vehículo en movimiento o estacionado. Estos vehículos van equipados con un mástil telescópico adaptado a las dificultades del terreno en que se utilizan y a la compacidad del compartimento de equipajes. Con el mástil replegado, este tipo de estación puede funcionar con el vehículo en movimiento o estacionado. Este tipo de vehículos es el habitual para las actividades en zonas rurales o montañosas en las que resulta difícil el acceso de vehículos de pasajeros o grandes camionetas.

Tipo 3: Se trata de camionetas pesadas. Son de uso universal y, en consecuencia, están equipados con el mismo tipo de equipo de comprobación técnica y radiogoniometría que los vehículos de Tipo 2, incluido un mástil que puede elevarse a una altura aproximada de 10 m por encima del nivel del suelo. Cuando el mástil no está desplegado, los vehículos de Tipo 3 pueden funcionar en movimiento como una estación de radiolocalización. En este vehículo pueden instalarse con comodidad un pasajero en la parte delantera y 2 ó 3 operadores en la parte de atrás. Este tipo de vehículo es el habitual para el servicio de comprobación técnica, y se utiliza principalmente para la investigación de interferencias. También puede trasladar equipo transportable/portátil para desarrollar tareas de comprobación técnica y radiogoniometría fuera del vehículo, a fin de acceder a las zonas a las que no pueden llegar los vehículos.

Estos tipos y tamaños son indicativos y pueden adaptarse en función de la disponibilidad o las necesidades de una determinada administración.

El segundo criterio determina el equipo de medición y los sistemas que han de instalarse en el vehículo. Dependiendo de las funciones que hayan de realizar, los subsistemas móviles de comprobación técnica (vehículo para la investigación de interferencias, medición de cobertura, medición de redes de microondas ...) dispondrán de capacidades de medición especializadas. Así pues, cabe destacar 5 niveles de especialización:

- Nivel 1:* Vehículo no especializado (de propósito general con un equipo básico (por ejemplo, sólo un mástil)).
- Nivel 2:* Vehículo especial para mediciones específicas (medición de radiodifusión con modulación de frecuencias, cobertura GSM o UMTS, medición de la calidad del servicio ...).
- Nivel 3:* Vehículo especial para medir ciertas bandas de frecuencia (decamétricas, métricas, decimétricas o centimétricas).
- Nivel 4:* Vehículo de propósito general (la diferencia con respecto al Tipo 1 es que éste dispone de todos los dispositivos (mástil, generador, teléfono móvil, estaciones de trabajo ...) y equipos mínimos (antena, analizador de espectro, receptor, radiogoniómetro ...)).
- Nivel 5:* Vehículo automatizado para garantizar la interconexión con un sistema fijo de comprobación técnica, que integra todos los equipos y dispositivos necesarios para realizar las mediciones.

Por otra parte, las estaciones móviles totalmente desarrolladas, en la que cada estación dispone de idénticas capacidades de medición puede resultar más ventajoso y, en consecuencia, pueden utilizarse para realizar muchos tipos de medidas. El inconveniente es que su construcción requiere de instrumentos más costosos y no todos ellos se utilizan.

Ahora bien, resulta mucho más práctico disponer de vehículos fáciles de desplazar provistos de equipos especiales.

Para poder seleccionar la unidad móvil de comprobación técnica más adecuada es preciso determinar adecuadamente el entorno de operación y las tareas de comprobación técnica que se han de realizar.

2.2 Tareas de comprobación técnica del espectro

Las principales tareas de comprobación técnica del espectro que debe realizar una unidad móvil son las siguientes:

- Comprobación técnica de las emisiones para determinar su conformidad con las condiciones de la asignación de frecuencias.
- Medición de la ocupación.
- Medición de la interferencia.
- Identificación y localización de emisiones no autorizadas.
- Radiogoniometría y medición de posición.
- Asistencia en eventos especiales (eventos deportivos, visitas oficiales ...).
- Medición de la cobertura radioeléctrica.
- Medición de la compatibilidad radioeléctrica.
- Estudios científicos y técnicos (medición de la propagación, calidad del servicio ...).

En el Cuadro que figura a continuación se enumeran todas las mediciones elementales que corresponden a las tareas generales citadas. Ahora bien, para cada aplicación no se requiere efectuar todas esas mediciones, por lo que sólo se especifican las necesarias.

Tarea elemental	Parámetros que se han de tomar en consideración
Medición de frecuencias	<ul style="list-style-type: none"> – Gama de frecuencias – Precisión requerida de las frecuencias.
Medición de la intensidad de campo, el nivel y la densidad de flujo de potencia	<ul style="list-style-type: none"> – Precisión requerida del nivel – Gama de frecuencias – Mediciones específicas: <ul style="list-style-type: none"> – de la cobertura (a lo largo de una carretera); – de los diagramas de antena.
Medición de la ocupación del espectro, en particular la ocupación de canales y medición de la intensidad de campo/ cobertura «a lo largo de una ruta»	<ul style="list-style-type: none"> – Norma de radiocomunicaciones – Especificaciones técnicas del canal: anchura de banda, separación, tipo de modulación – Parámetros de la inscripción – Velocidad de barrido necesaria – Información adicional que se ha de registrar (por ejemplo, identificación automática/decodificación) – Número de metros/distancia medida según el GPS o el número de impulsos/metros que indica la interfaz con el velocímetro o el sistema de control de la velocidad de

Tarea elemental	Parámetros que se han de tomar en consideración
	crucero.
Medición de la anchura de banda ocupada	<ul style="list-style-type: none"> – Mediciones basadas en el método B/2 y/o X-dB con la ayuda de un analizador de espectro, software o receptores de comprobación técnica – Otros métodos.
Medición de la modulación	– Tipo de modulación (analógica, digital).
Radiogoniometría y medición de la posición	<ul style="list-style-type: none"> – Tipo de radiogoniómetros – Clase de precisión – Cartografía – Tiempo de respuesta.
Medición de la identificación	<ul style="list-style-type: none"> – Clases de emisión – Distintivo de llamada para llamada selectiva – Localización – Máscara de emisión (comparada con la máscara teórica).

3 Requisitos de la unidad móvil

El vehículo debe ofrecer un entorno de trabajo adecuado tanto en lo que respecta al funcionamiento como a la comodidad y seguridad de los operarios. Por lo general tiene que tener capacidad para dos o tres personas, contando al conductor, y la distribución debe ser tal que facilite las operaciones de medición.

3.1 Requisitos generales

Una posibilidad es que la unidad móvil de comprobación técnica se diseñe y se suministre integrada en un vehículo, provista de todo el equipo necesario para la comprobación técnica, antenas de comprobación técnica, módems, antenas de comunicación, receptor y antena GPS, cables de interconexión, fuente de alimentación, armarios, bastidores, sistemas de montaje, dispositivos de interfaz y bloques terminales, que en conjunto constituyen un sistema de trabajo completo y autónomo, así como un componente fiable que forme parte integrante del sistema nacional de comprobación técnica del espectro (véase la Recomendación UIT-R SM.1537).

Por otra parte, el vehículo puede suministrarse vacío pero equipado con todos los sistemas de cableado necesarios y con los elementos que requieren una fijación mecánica al vehículo. Este tipo de vehículo ha de estar provisto de postes y/o barras para todo el posible equipo que vaya a utilizarse en el vehículo. El vehículo vacío puede ser de uno de los tipos/tamaños antes mencionados y dotado de manera flexible con todos los dispositivos necesarios para desempeñar la tarea del caso.

Habida cuenta de estas dos alternativas, se recomiendan los siguientes requisitos generales para las unidades móviles de comprobación técnica:

- a) El vehículo debe ser conforme con la reglamentación nacional en materia de automóviles/ furgonetas/camiones y cumplir todas las recomendaciones y normas nacionales obligatorias en materia de adaptación y transformación.
- b) En caso necesario, la unidad móvil de comprobación técnica debe permitir las operaciones fuera de las carreteras y ser adecuada para las condiciones locales del terreno (por ejemplo, tracción en las 4 ruedas y/o climatización).
- c) La unidad móvil de comprobación técnica debe estar provista de los equipos auxiliares que reúnan, entre otros, los requisitos que se indican a continuación:

- todos los conectores de cable deben ser impermeables;
 - el mástil (si lo hubiere), debe levantarse de manera automática o manual, accionado mediante electricidad o aire comprimido, y con la opción de un rotor controlado por computador situado en el extremo del mástil si se utilizan antenas direccionales;
 - pueden instalarse receptores GPS con una señal de oscilación de referencia (10 MHz) y su correspondiente antena;
 - puede instalarse una brújula electrónica para conocer el Norte;
 - una fuente de alimentación (generador auxiliar o inversor alimentado por el vehículo), conmutador de transferencia de corriente alterna y panel de distribución;
 - un espacio de trabajo para un operario con computador, teclado, ratón/trackball, monitor, impresora y espacio para escribir;
 - la silla del operador debe estar bien sujeta al suelo y en una posición ergonómica para facilitar las operaciones;
 - el vehículo puede contener un armario para almacenar cables, utensilios auxiliares y otras herramientas;
 - el vehículo puede estar dotado de un sistema de radiocomunicaciones inalámbricas (celular o por satélite) para permitir la transmisión de datos y, por ende, la interconexión directa con el centro de control;
 - dispositivos de protección adecuados para impedir la utilización de los equipos electrónicos cuando la temperatura interna del vehículo esté fuera del intervalo de funcionamiento específico del equipo;
 - dispositivo de alerta para avisar al conductor que no mueva el vehículo cuando el mástil esté extendido;
 - el vehículo debe contener el número y tipo de extintores de incendio que exija la reglamentación nacional. Se recomienda disponer de un extintor adicional para los equipos eléctricos.
- d) Toda adaptación y modificación que se efectúe al vehículo debe cumplir las normas locales y permitir el registro del mismo por las autoridades locales competentes y la expedición del permiso de circulación correspondiente.
- e) Los amortiguadores del vehículo deben estar adaptados a la carga, en función de la aplicación y el equipo instalado en el mismo.
- f) En caso de utilizar un generador eléctrico, el compartimento donde esté situado debe estar ventilado con aire fresco del exterior y debe preverse un sistema de evacuación de gases. También deberá disponer de aislamiento acústico.
- g) En caso de que el suministro eléctrico proceda de baterías adicionales, debe considerarse la posibilidad de sustituir el alternador original del vehículo por uno que permita recargar varias baterías.
- h) Puede utilizarse un «mecanismo de absorción de choques» para reducir las vibraciones del equipo de medición.
- i) Para minimizar las radiaciones radioeléctricas no esenciales, se recomienda lo siguiente:
- Un filtro contra interferencia electromagnética de alto rendimiento entre la salida de la fuente de alimentación y justo antes de la distribución a las tomas de corriente.
 - Cableado de red (RS232, Ethernet, IEEE 488) con revestimiento (o fibra óptica).
 - Continuidad de tierra en todos los subelementos metálicos.

- Protección de los equipos (generador eléctrico, inversores, cargadores de batería, alarmas ...) para evitar interferencia electromagnética.
- j) En el momento de la entrega definitiva de la unidad móvil de comprobación técnica, la administración debe obtener una lista de todos los accesorios y su origen, los planos del cableado (eléctrico y radioeléctrico), el estudio y el cálculo del centro de gravedad en el vehículo modificado, el certificado de su peso, las recomendaciones de utilización, toda la documentación administrativa y las operaciones de verificación por una oficina certificada con el fin de homologar el vehículo.

3.2 Requisitos relativos a la seguridad y comodidad de los operarios

Podría resultar necesario que una organización independiente examinara o evaluara la seguridad del montaje del vehículo:

- 1) En la fase de diseño:
- cálculo de la masa;
 - cálculo del centro de gravedad con dos personas y todos los equipos;
 - evaluación de la distribución de la carga;
 - prueba de resistencia para el punto de anclaje.

El proveedor de servicio debe solucionar los problemas que se deriven de las observaciones formuladas por una organización independiente que no sean conformes con las especificaciones de la administración o la normativa de seguridad local del país de que se trate.

- 2) En la fase de montaje:
- control y validación de la calidad del montaje;
 - control y validación del cumplimiento de las especificaciones y la normativa de seguridad;
 - control y validación de la seguridad del sistema eléctrico.

Si se exige el examen por una organización independiente, ésta deberá facilitar un informe sobre el cumplimiento de los todos y cada uno de los requisitos que se exponen a continuación:

- a) El vehículo no debe estar sobrecargado. En la fase de diseño debe evaluarse el peso total contando el peso de dos personas y sus equipajes, el peso del vehículo totalmente equipado y un margen razonable.
- b) Al planificar el montaje debe tomarse en consideración el equilibrio de pesos en el vehículo.
- c) Debe preverse un lugar de almacenamiento seguro para las antenas y todos los equipos de medición para garantizar las mejores condiciones de seguridad cuando el vehículo esté en movimiento.
- d) Para la comodidad de los operarios, se debe prestar especial atención al aislamiento acústico y térmico y a las instalaciones de calefacción y climatización necesarias.
- e) La unidad móvil debe estar equipada de manera que pueda utilizarse con toda seguridad en condiciones normales de funcionamiento.
- f) El proveedor debe definir las condiciones normales de funcionamiento. Deben especificarse las restricciones y/o las acciones prohibidas para preservar el buen funcionamiento del sistema.
- g) El proveedor debe describir en su propuesta el tipo de vehículo y sus dimensiones (interior y exterior) y presentar imágenes en color del modelo recomendado.

- h) El vehículo debe cumplir todas las especificaciones de seguridad prescritas por la legislación nacional.

3.3 Equipos de medición

3.3.1 Requisitos generales

- a) La unidad móvil de comprobación técnica debe disponer de todo el equipo necesario de comprobación técnica y radiogoniometría, antenas de comprobación técnica y radiogoniometría, módems o dispositivos de comunicación, antenas de comunicación, GPS, cables de interconexión, baterías y fuentes de alimentación, que satisfagan los requisitos de la aplicación a la que está destinada, para constituir un sistema de trabajo completo y autónomo, así como un componente fiable del sistema nacional de comprobación técnica del espectro (véase la Recomendación UIT-R SM.1537).
- b) Los equipos que realizan las tareas de comprobación técnica son, en función de la aplicación, los siguientes: receptores, radiogoniómetros, equipos de medición de la intensidad de campo, frecuencias, anchura de banda y ocupación del canal, analizadores de espectro, analizadores vectoriales de la señal, decodificadores, generadores de señal y equipos de grabación.
- c) Todos los equipos mencionados deben guardar conformidad con lo dispuesto en el Manual de Comprobación técnica del espectro del UIT-R.

3.3.2 Antena

Para determinar los tipos y el número de antenas de cada unidad de comprobación técnica se han de tomar en consideración los siguientes parámetros:

- *Parámetros básicos*
 - Polarización y gamas de frecuencias (subgamas).
 - Distancias aproximadas desde la región en la que se efectúa la comprobación técnica (radio).
 - Diagrama de radiación y ganancia de las antenas.
 - Capacidades de comprobación técnica y radiogoniometría.
 - Antenas especializadas para aplicaciones específicas (por ejemplo, GPS, GSM, ondas decimétricas, comunicaciones de red, emisiones de aeronave ...).
- a) Las antenas deben diseñarse para soportar las condiciones ambientales locales.
- b) Las antenas deben cumplir los siguientes requisitos:
 - Diseño compacto y ligero sin degradación de la calidad de funcionamiento.
 - Capaces de funcionar en regiones con condiciones ambientales especiales (por ejemplo: en condiciones atmosféricas con alto contenido de agua salada) dependiendo del entorno de funcionamiento.
 - Resistentes a velocidades eólicas superiores a 100 km/h, preferiblemente por encima de 120 km/h.
- c) Deben facilitarse dibujos e imágenes detalladas con la estructura física de las configuraciones de la antena o las antenas. Si procede, los dibujos deben mostrar las antenas en condiciones de funcionamiento (es decir, instaladas en el mástil) y en posición de almacenamiento (es decir, empacada para su transporte).
- d) Las antenas de la unidad móvil de comprobación técnica se suelen instalar de manera permanente en el techo del vehículo o temporal o permanentemente en un mástil.

- e) Convendría disponer de una antena adicional correctamente instalada para el canal de comunicaciones utilizado en la transmisión de datos por redes GSM.

3.3.3 Accesorios de medición

- a) Debe instalarse en el extremo del mástil un mecanismo manual de rotación o quizá un rotor que permita la rotación de antenas direccionales en caso de que se requieran para la aplicación:
- Un sistema de control para orientar con precisión las antenas direccionales a lo largo de los ejes acimut y de elevación.
 - Dicho sistema de control debe ser capaz de girar 360° en acimut y 90° en elevación.
 - El rotor de acimut y elevación debe funcionar y controlarse de manera eléctrica.
- b) Quizá se requieran conmutadores o distribuidores RF u otros dispositivos similares para actuar de interfaz con el equipo de comprobación técnica y radiogoniometría. Estos dispositivos deben controlarse por computador y permitir la configuración automática de la estación, en la mayor medida posible, para las tareas concretas que hayan de realizar.
- c) Si se dispone de un sistema de posicionamiento mundial (GPS) para la unidad móvil, dicho sistema debe ser capaz de:
- Determinar la posición de la estación (longitud, latitud y altitud) con precisión suficiente.
 - Indicar la fecha y la hora normalizada para el sistema de comprobación técnica.
 - Ofrecer una señal de referencia de frecuencia muy estable de 10,0 MHz que servirá de referencia para todos los equipos instalados en la unidad móvil.
- d) el GPS debe ser conforme con los parámetros indicados en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Parámetros necesarios para la frecuencia GPS de referencia

Nº	Parámetro	Función requerida
1	Estabilidad de frecuencia de referencia (en modo libre): Precisión de la frecuencia:	Estabilidad interna $\pm 1 \times 10^{-6}$
2	Estabilidad de frecuencia de referencia (controlado): Precisión de la frecuencia:	Control GPS externo $\pm 1 \times 10^{-10}$
3	Nivel de la señal de salida a 10 MHz	0 dBm sinusoidal o nivel TTL ⁽¹⁾
4	Ruido de fase @ 10 MHz	≤ 100 dBc/1 Hz @ 10 Hz ≤ 125 dBc/1 Hz @ 10 kHz.
5	Número de actualizaciones por segundo	10 (para tomar medidas en movimiento)

⁽¹⁾ TTL: Lógica transistor transistor 0–5 V.

- e) Debe incluirse en la lista de equipo un computador portátil con las características adecuadas para almacenar/registrar los datos de comprobación técnica recabados durante las operaciones móviles. Dicho computador puede tener instalado el software de control de los equipos y de comprobación técnica.
- f) Las características y dimensiones de dicho portátil deben ser las adecuadas para las operaciones móviles. Entre las características que deben especificarse cabe citar las siguientes:
- CPU, RAM; capacidad del disco duro, tarjeta de vídeo, memoria.

– Tamaño del monitor: 15" o más.

- g) También debe proponerse mecanismos (hardware y software) para la transferencia bidireccional de datos (instrucciones, tareas, resultados de las medidas tomadas, etc.) entre la unidad móvil y el centro de control.
- h) Se recomienda disponer, como mínimo, de dos enlaces de comunicación alternativos.

3.3.4 Equipos portátiles optativos para la comprobación técnica puntual

- a) En ciertas aplicaciones en las que se precisa transportar el equipo a mano, es esencial que éste sea ligero y pueda funcionar con batería. Conviene prever por adelantado si se necesitará o no en el futuro.
- b) En caso afirmativo, el equipo receptor de comprobación técnica o el analizador de espectro (portable) debe ser fácil de transportar y disponer de una arquitectura flexible, configurable, modular y ampliable para poder adaptarlo a las diversas aplicaciones de medición que pueden requerirse en las investigaciones de campo.
- c) También puede resultar útil un conjunto separado de antenas omnidireccionales y direccionales para trabajar con el resto del equipo portátil.
- d) También se requiere una fuente de alimentación portátil que aumente el tiempo de funcionamiento que ofrecen las baterías.
- e) El equipo portátil deberá incluir todos los adaptadores, sondas, conectores, trípodes o mástiles, cables RF, cables de alimentación y de otro tipo necesarios para las operaciones, así como todo dispositivo adicional que se requiera para disponer de un equipo portátil/transportable íntegro durante la comprobación técnica puntual .
- f) No hay que olvidar los estuches de transporte adecuados para el equipo portátil.

3.3.5 Interconexión de unidades móviles de comprobación técnica

- a) Lo ideal es que los equipos y sistemas en la unidad móvil puedan funcionar de manera integrada con la unidad móvil propiamente dicha durante las operaciones de comprobación técnica y/o radiogoniometría y también en colaboración con dispositivos externos tales como otras estaciones móviles y fijas. Debe ser posible configurar las unidades móviles para que realicen automáticamente mediciones de comprobación técnica y de radiogoniometría, faciliten los resultados a las estaciones de abordó y retransmitan los datos que proceda a sistemas externos de comprobación técnica.
 - b) Cabe considerar la posibilidad de que la unidad móvil también pueda controlarse completamente a distancia. En tal caso, durante la fase de planificación se habrá de tomar en consideración los enlaces de comunicación necesarios.
 - c) Si el vehículo debe estar equipado con una interfaz con el velocímetro o el sistema de control de la velocidad de crucero, dicha interfaz debe proporcionar impulsos u otros estímulos en función de la distancia recorrida. Ello permite combinar los datos eléctricos y geográficos medidos y almacenarlos juntos.
-