

**45 REUNIÓN DEL COMITÉ
CONSULTIVO PERMANENTE II:
RADIOCOMUNICACIONES
2 al 6 de junio de 2025
Ciudad de México, México**

**OEA/Ser.L/XVII.4.2.45
CCP.II-RADIO/doc. 6272/25
19 mayo 2025
Original: Español**

**SISTEMAS DE MONITOREO DEL ESPECTRO DE PRÓXIMA
GENERACIÓN: GESTIÓN BASADA EN REPORTE
INTELIGENTES**

(Punto del temario: 3.3)

(Documento presentado por la Administración de El Salvador)

Impacto en el sector:

En el año 2024, la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) dio un paso importante en la transformación digital de la gestión del espectro radioeléctrico mediante la implementación de una solución tecnológica que integró de manera eficiente las plataformas existentes. Esta modernización ha incrementado significativamente la productividad de los equipos técnicos, optimizando los recursos humanos y financieros, y permitiendo una administración del espectro más precisa, automatizada y eficiente.

Gracias al establecimiento de un Centro de Fusión y Monitoreo (CFyM), se consolidó una red nacional de monitoreo de próxima generación, que articula dinámicamente el sistema de gestión del espectro con las estaciones monitoras operativas. Esta evolución se encuentra alineada con los lineamientos del informe ITU-R SM.2542-0 (06/2024), posicionando a El Salvador como un referente regional en la gestión moderna e integrada del espectro.

Resumen Ejecutivo:

Se implementó una solución tecnológica avanzada, de arquitectura web responsive, basada en la nube y respaldada por tecnologías emergentes de la industria 4.0. Esta plataforma, revisada y validada por el equipo técnico de SIGET, se sincroniza con la base de datos del sistema nacional de gestión del espectro y permite ejecutar, desde cualquier dispositivo y navegador, análisis masivos de cobertura e interferencia sin restricciones de acceso, de forma ágil e intuitiva.

En línea con la visión estratégica institucional, el Centro de Fusión y Monitoreo (CFyM) transformó la red nacional de monitoreo —compuesta por 19 estaciones TCI y 5 estaciones Rohde & Schwarz— en una red inteligente de próxima generación, orientada a la analítica de datos para la toma de decisiones regulatorias basadas en evidencia.

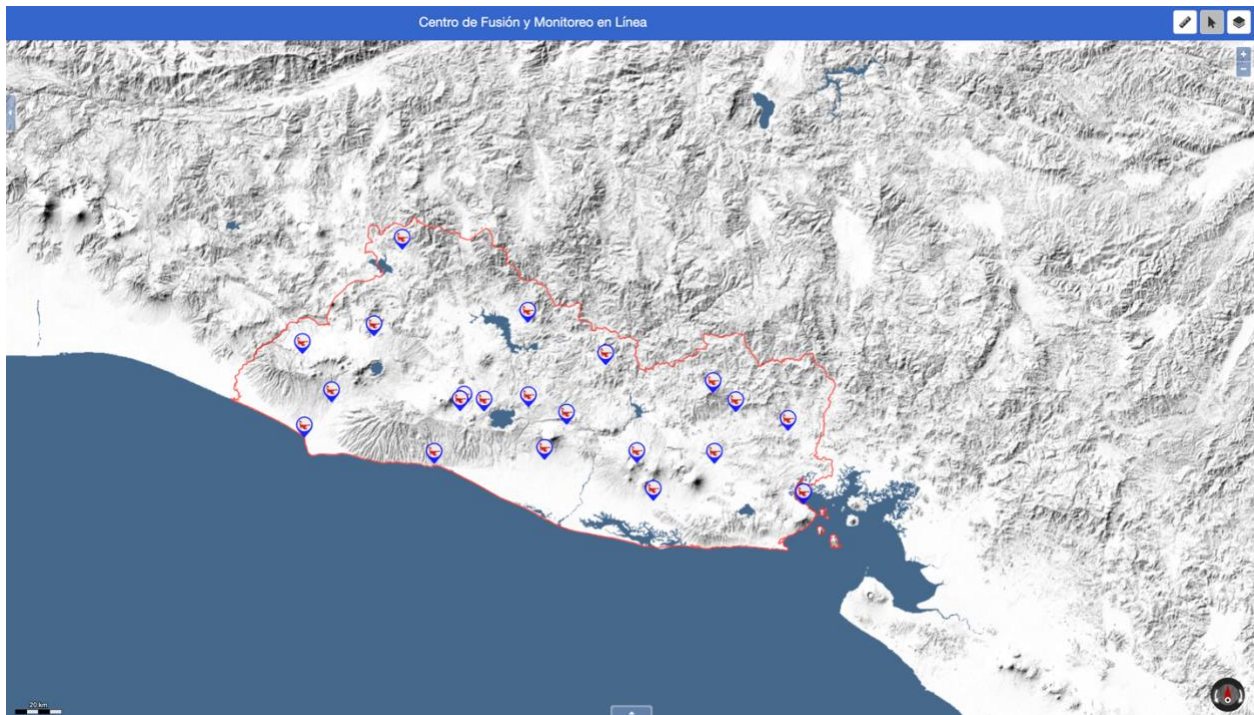
El Marco Legal y Regulatorio de la Gestión del Espectro en El Salvador

En El Salvador, la gestión del espectro radioeléctrico está regulada principalmente por la **Ley de Telecomunicaciones (1997)** y su reglamento, que establecen el marco legal para la asignación, supervisión y control del espectro. La **Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)** es la entidad encargada de administrar este recurso, otorgando licencias, previniendo interferencias y asegurando el cumplimiento de las normativas. Además, la **Ley Orgánica de la SIGET** define sus competencias, mientras que la **Ley de Procedimientos Administrativos** regula los procesos internos para la toma de decisiones y la aplicación de sanciones.

El marco regulatorio también se complementa con acuerdos y resoluciones técnicas emitidas por la SIGET, que detallan aspectos como la asignación de frecuencias y el uso de bandas específicas. Además, El Salvador sigue las recomendaciones de la **Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)** para alinear sus prácticas con los estándares internacionales, garantizando una gestión eficiente y coordinada del espectro a nivel regional y global.

Descripción de la Necesidad

El Salvador cuenta con una de las redes de monitoreo más modernas y densificadas de la región que obedece a su topografía.



Con un área país de **21,041 km²** y un total de **24 estaciones fijas de monitoreo**, el radio de cobertura por estación es de aproximadamente **17 km**, asumiendo una distribución equidistante y sin considerar condiciones topográficas. Esta red se densificará aún más con el despliegue previsto de **más de 20 sensores** adicionales, complementando la red nacional de estaciones fijas.

La gestión de la información de monitoreo proveniente de 19 **estaciones** planteaba retos importantes, tanto en el procesamiento y análisis de la información como en la necesidad de aumentar significativamente el

equipo de trabajo. Como resultado, los reportes se generaban de manera selectiva y bajo demanda para ciertas frecuencias, lo que requería correlacionar manualmente la información de las mediciones de cada estación con los datos del sistema de gestión del espectro. Además, era necesario estimar el área de cobertura de las emisiones bajo análisis para determinar si la presencia o ausencia de la señal correspondía a los parámetros técnicos autorizados. Esta tarea no solo tomaba varias semanas de trabajo, sino que también consumía el tiempo de los expertos más capacitados en la preparación de reportes.

Se hacía evidente la necesidad de automatizar todo este proceso con **una herramienta transversal** que gestionara la información de la base de datos del sistema de gestión del espectro, simulase la cobertura de las emisiones bajo análisis, y fuera capaz de recuperar, procesar, almacenar e interpretar los resultados del monitoreo de cada estación. Esta herramienta debía **correlacionar los datos de las estaciones de monitoreo, con los del sistema de gestión del espectro y simular las coberturas** para generar automáticamente los reportes, sin intervención humana.

Estos reportes automáticos permitirían a la **SIGET** detectar a nivel nacional para los servicios de FM, TV, VHF y UHF, las emisiones no autorizadas y aquellas que no cumplen con la normativa vigente. Por ejemplo, si una frecuencia no se utiliza durante más de seis meses, esta se recupera para poder ser reasignada a otro concesionario, optimizando así los procesos de planeación y asignación del espectro y garantizando un uso eficiente de este valioso recurso.

Como parte de la evolución hacia un sistema de informes inteligentes sobre el uso y ocupación del espectro radioeléctrico, se han comenzado a abordar interrogantes estratégicos que, aunque en apariencia sencillos, resultan complejos de resolver con los métodos tradicionales de gestión del espectro. Estas preguntas incluyen: ¿Están todas las frecuencias asignadas actualmente a nivel nacional y regional en la base de datos? ¿Cuáles de ellas están en uso activo y cuáles no? ¿Existen emisiones operativas no registradas en la base de datos oficial? ¿Qué patrones de uso presentan las frecuencias efectivamente utilizadas? ¿Hay indicios de subutilización o uso ineficiente del recurso espectral?

Gracias a las capacidades analíticas avanzadas y la integración en tiempo real con las redes de monitoreo, ahora es posible responder estas preguntas con precisión y agilidad, facilitando una toma de decisiones basada en evidencia, mejor planificación del espectro y una vigilancia más efectiva del cumplimiento regulatorio.

Descripción de la solución Implementada

La respuesta a estos desafíos fue **TES Monitor Planning (TMP)** y su módulo denominado **Centro de Fusión y Monitoreo (CFyM)**, una plataforma web responsive de última generación, basada en la nube y respaldada por tecnología 4.0, cuidadosamente parametrizada por los expertos de SIGET, la cual puede ser accedida, con la debida autorización, desde el navegador de un computador de escritorio, portátil o desde un dispositivo móvil inteligente y sin límite de accesos. La plataforma se integra de manera dinámica con la base de datos del sistema de gestión del espectro, actualizándose automáticamente para reflejar cualquier cambio o nueva asignación de frecuencias.

TES Monitor Planning®

SIGET
SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES

GOBIERNO DE EL SALVADOR

Credenciales

Idioma
Español

Usuario (email)
daniel.rosas@tesamerica.com.co

Contraseña

No soy un robot

Autenticar

Recordar contraseña Registro

Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
Sexta Décima Calle Poniente y 37 Av.Sur #2001
Col. Flor Blanca, San Salvador, El Salvador, C.A.
Teléfono: 22574438
Horario de Atención: Lunes a Viernes 8:00 a.m. - 5:00 p.m.
telecomunicaciones@siget.gob.sv

TES AMERICA

Esta plataforma, permite consultar en línea la ocupación del espectro en el servicio de su interés, la consulta se lleva a cabo en un entorno gráfico que permite desde cualquier navegador, ver en un mapa de manera georeferenciada los emisores de manera gráfica e interactiva incluida su área de servicio cuando es el caso.

Cada emisión autorizada se representa en el mapa como un punto al cual se le hace clic y brinda toda la información técnica y administrativa relacionada con su concesión, pero también se puede ver la información en una tabla al pie del mapa que permite hacer diferentes filtros con cada columna de información, con esta tabla se habilitó la posibilidad de bajar en línea toda esa información en una hoja de excel que refleja lo que está seleccionado en pantalla. Esto facilita la realización de análisis autónomos e independientes de interferencias y coberturas, la interfaz también muestra estadísticas de uso y distribución de emisoras por departamento y municipio, por tipo de emisión y las frecuencias que han sido asignadas incluidas las veces que se repiten.

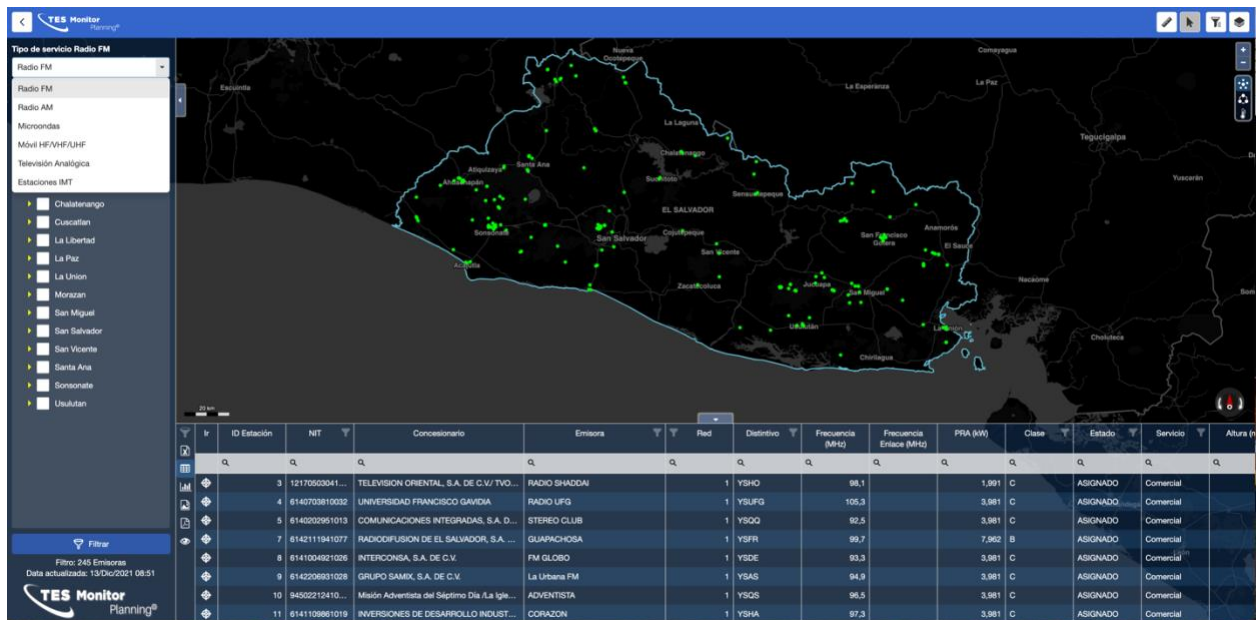


Imagen 1 - Estaciones en el servicio de radiodifusión FM

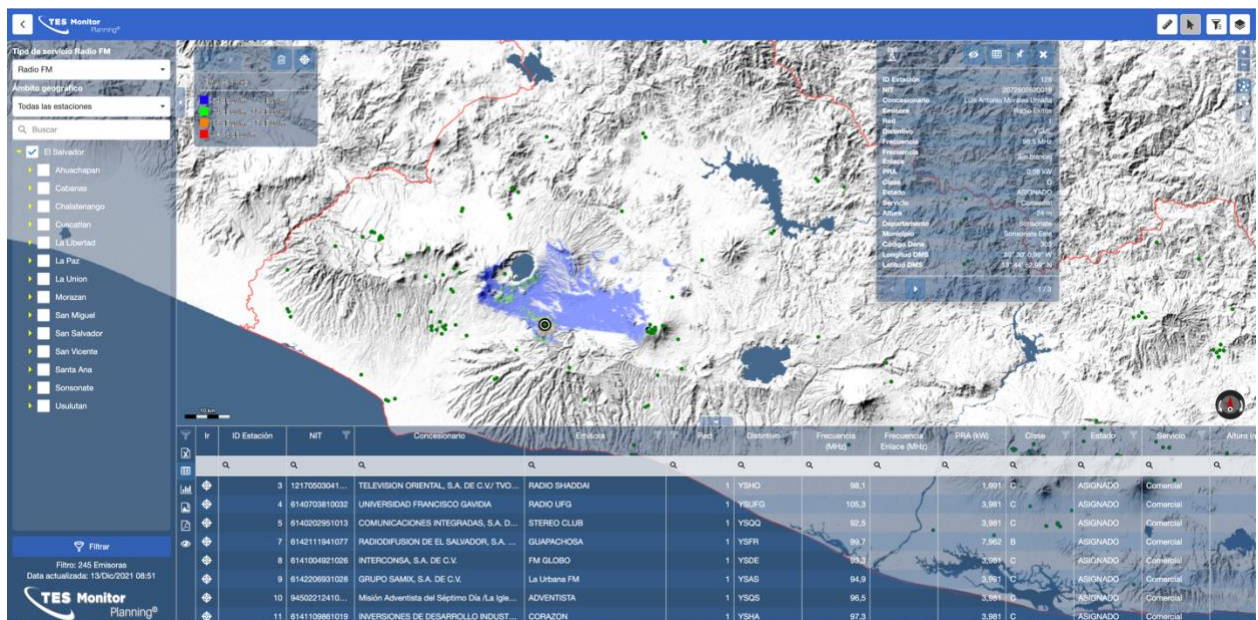


Imagen 2 - de manera interactiva se puede ver la información de las estaciones y su área de servicio

La plataforma permite realizar en línea simulaciones de cobertura y análisis de interferencias para diversos servicios del espectro, incluyendo enlaces de microondas, estaciones de radiodifusión AM, FM, TVA, TDT, así como estaciones de radiocomunicaciones en las bandas VHF y UHF. Estas simulaciones permiten validar técnica y normativamente la viabilidad de un canal radioeléctrico antes de su asignación. Adicionalmente, la herramienta genera **mapas nacionales de cobertura por tipo de servicio**, correlacionados con datos poblacionales y territoriales. Esto **habilita a la administración para identificar zonas con baja o nula cobertura**, medir el nivel real de conectividad TIC por municipio y **orientar decisiones de política pública**, inversión o licenciamiento hacia un cierre más eficiente de la brecha digital.

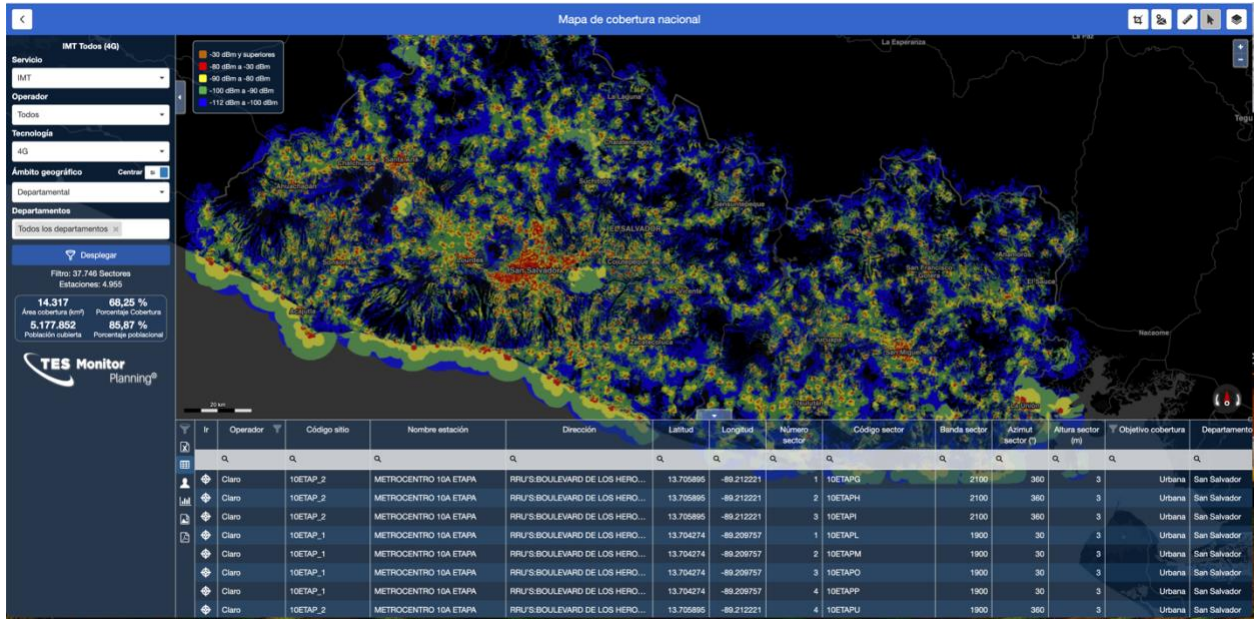


Imagen 3 - Cobertura Nacional 4G indicando área y población total cubierta por el servicio

Consolidación de una red de monitoreo de próxima generación

A través del módulo denominado *Centro de Fusión y Monitoreo (CFyM)*, la SIGET ha consolidado una red nacional de monitoreo del espectro de próxima generación. Esta red integra la información generada por 19 estaciones del fabricante TCI, centralizando, almacenando y estructurando los archivos de monitoreo para habilitar procesos avanzados de analítica.

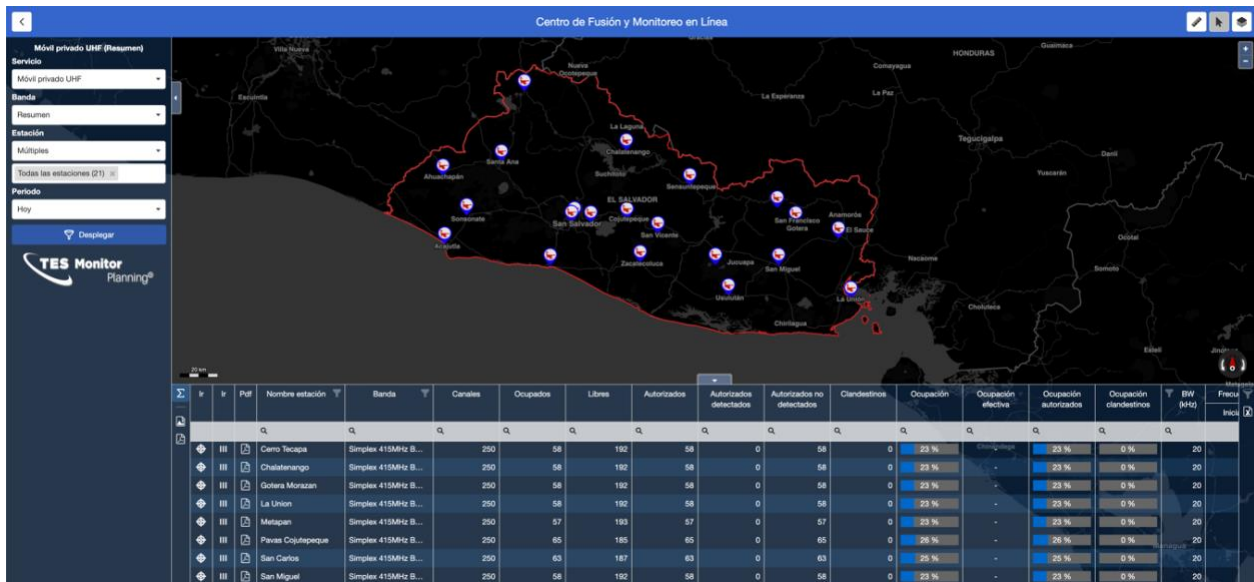


Imagen 4 – Red nacional de monitoreo de El Salvador

Gracias a su arquitectura el CFyM permite integrar sistemas de distintos fabricantes a través de los archivos de monitoreo, logrando una red heterogénea y flexible. Como resultado, se han integrado exitosamente 5

estaciones adicionales del fabricante Rohde & Schwarz (R&S), y están en proceso de integración 20 sensores basados en analizadores de espectro del fabricante Tektronix. **los sensores consisten de un receptor digital/ analizador de espectros, una antena de banda ancha y un minicomputador con conexión a internet**, funcionan 24x7 midiendo de forma continua la ocupación del espectro para las bandas de FM, TV, TDT, VHF y UHF, ampliando significativamente la cobertura territorial y la capacidad de detección en ubicaciones estratégicas.

Cada sensor está equipado con un minicomputador que incorpora controladores especializados para gestionar las mediciones en las distintas bandas del espectro. Este dispositivo realiza procesamiento en el borde (edge computing), analizando, procesando y comprimiendo localmente los datos de ocupación del espectro en las bandas seleccionadas. La información de la ocupación de bandas del espectro se reporta automáticamente al servidor del CFyM en intervalos periódicos, típicamente de una hora.

Analítica de datos para la toma de decisiones basadas en evidencia.

En línea con su visión estratégica y aprovechando las capacidades que ofrecen las tecnologías 4.0 —como el procesamiento de big data, algoritmos inteligentes y el edge computing que permite el monitoreo continuo—, SIGET utiliza analítica de los datos de monitoreo para la generación de reportes estratégicos que permiten responder con precisión las siguientes preguntas: ¿cuáles son las frecuencias asignadas que están en uso activo y cuáles permanecen sin uso?, ¿cuales son las emisiones que no están registradas en la base de datos oficial?, ¿Cual es el patrón de uso de canales en las bandas VHF yUHF?

A pocos meses de haber iniciado esta transformación, ya se han obtenido victorias tempranas concretas, entre ellas: la extinción regulatoria de frecuencias no utilizadas en las bandas VHF y UHF durante los últimos seis meses, así como la identificación precisa de emisiones no autorizadas, lo que ha permitido enfocar los esfuerzos del personal técnico en acciones de control más efectivas y con mayor impacto operativo.

Canal	Frecuen... (MHz)	Frecuen... (MHz)	Concesionario	Detectado	Estaciones con detección	Estaciones activas	Asajute	Ahuachapan	Brigada Aerea	Cacahuatique	Cerro Tecapa	Chalatenango	Quetzaltenango
Implex 106MHz BW 25kHz	80	110.3	110.3	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	2	15						
Implex 106MHz BW 25kHz	841	116.5	116.5	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	1	15						
Implex 106MHz BW 25kHz	381	117.5	117.5	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	1	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	1	118	118	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	4	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	13	118.3	118.3	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	5	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	61	119.5	119.5	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	4	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	77	119.9	119.9	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	0	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	148	121.7	121.7	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	2	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	157	121.9	121.9	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	3	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	183	122.55	122.55	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	2	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	237	123.9	123.9	CORPORACION CENTROAMERICANA DE...	✓	7	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	246	124.1	124.1	CORPORACION CENTROAMERICANA DE...	✓	7	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	363	127.05	127.05	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	5	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	385	127.8	127.8	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	1	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	458	128.425	128.425	UNITED PARCEL SERVICE CO. SICURSA...	✓	1	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	501	130.5	130.5	TACA INTERNATIONAL AIRLINES, S.A.	✓	4	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	509	130.7	130.7	AMERICAN AIRLINES, INC	✓	3	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	521	131	131	AIRLINE SUPPORT SERVICES OF EL SAL...	✓	4	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	533	131.3	131.3	AERODIAPACHOS DE EL SALVADOR, S.A...	✓	2	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	537	131.4	131.4	UNITED AIRLINES, INC.	✓	1	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	641	131.8	131.8	DELTA AIRLINES INC	✓	1	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	643	131.85	131.85	CORPORACION CENTROAMERICANA DE...	✓	7	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	647	131.85	131.85	IBERIA LINEAS AEREAS DE ESPAÑA, S.A.	✓	1	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	550	131.725	131.725	Sociedad Internacional de Telecomunicac...	✓	7	15						
Implex 118MHz BW 25kHz	581	132.5	132.5	COMISION EJECUTIVA PORTUARIA AUT...	✓	2	15						

Imagen 5 – informe de la utilización de canales autorizados en la banda VHF

La imagen muestra, para la banda VHF, el estado de detección de cada canal autorizado por parte de la red nacional de monitoreo. Canal por canal, se indica si hubo o no actividad, y en caso afirmativo, se especifica cuántas estaciones lo detectaron y cuáles fueron.

Este tipo de reporte permite identificar qué canales asignados no están siendo utilizados durante el período seleccionado y, para los que sí presentan actividad, determinar su cobertura real.

Canal	Frecuencia (MHz)	Estaciones con detección	Pinar		San Carlos		San Miguel		San Vicente		Santa Ana		Santa Rosa de Lima		Semucupique		Server #6		Signal La Libertad	
			Max E	FCO	Max E	FCO	Max E	FCO	Max E	FCO	Max E	FCO	Max E	FCO	Max E	FCO	Max E	FCO	Max E	FCO
16	108.375	1	-	-	38	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	108.4	1	-	-	44	87.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	108.65	1	-	-	38	97.8%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	108.675	1	-	-	34	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	108.7	1	-	-	33	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	108.725	1	-	-	32	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	108.75	1	-	-	33	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	108.775	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	98%	-	-	-	-	-	-	-
34	108.825	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	98.7%	-	-	-	-	-	-	-
35	108.85	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	99.7%	-	-	-	-	-	-	-
42	109.025	1	-	-	41	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	109.05	1	-	-	47	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	109.075	1	-	-	46	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	109.1	1	-	-	45	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	109.125	1	-	-	40	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	109.15	1	-	-	37	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	109.2	3	-	-	-	-	-	-	37	99.8%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
52	109.275	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	109.45	1	-	-	41	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	109.475	1	-	-	42	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	109.5	1	-	-	42	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	109.525	1	-	-	38	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	109.55	1	-	-	35	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	109.875	1	-	-	39	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	109.9	1	-	-	43	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Imagen 6 – informe de la utilización de canales NO autorizados en la banda VHF

La imagen muestra, para la banda VHF, el estado de detección de cada canal NO autorizado registrado por la red nacional de monitoreo. Para informes que son repetitivos y requieren de reportes oficiales por parte de la administración, se cuenta con una plantilla editable en donde se resaltan los campos que deberán ser diligenciados de manera automática

Lista de plantillas

GT-CoTFI-Ex 2024-12 (Version 1)

SIGET
SUPERINTENDENCIA GENERAL DE TELECOMUNICACIONES

GOBIERNO DE EL SALVADOR

GT

GERENCIA DE TELECOMUNICACIONES

Informe Técnico {{REPORT_CODE}}

Extinción de la concesión para la explotación del espectro radioeléctrico en la banda {{BAND}} en el rango de {{BAND_RANGE}}

Equipo de colaboradores técnicos: {{REPORT_DATE}}

Bayardo Alvarenga
Analista de Comprobación técnica y fiscalización

Amílcar Torres
Especialista de Comprobación técnica y fiscalización

Imagen 7 – Plantilla editable para generar el reporte de extinción de frecuencias No utilizadas

se encuentra en la base de datos del software ICS Manager.

De acuerdo con la información y documentación contenida en la base de datos del software ICS Manager, DISTRIBUCIONES DIVERSAS, S.A. DE C.V., posee un título habilitante para el uso de las frecuencias detalladas a continuación:

Frecuencia TX (MHz)	Frecuencia RX (MHz)	Ancho de Banda (MHz)	Potencia nominal (Watts)	Área de Cobertura	Resolución de asignación
454.300	459.300	0.025	25	Territorio Nacional	T-0430-2010

Frecuencias asignadas

4. Extinción de la concesión

De acuerdo con el artículo 17 de la LT, expresa que la concesión se extingue, entre otras, vencimiento de plazo por el cual fue otorgada, por la renuncia del concesionario y por revocación.

Entre las causales de revocación de la concesión del espectro radioeléctrico, se encuentra la no utilización de las frecuencias por un determinado periodo de tiempo, lo anterior conforme a lo estipulado en el Art 42 de la LT.

GT-CoTFi-Ex-2025-04-0004

4 / 6 | Página

En ese sentido, conforme a los resultados presentados en los reportes de las mediciones realizadas en la(s) frecuencia(s) 454.300 (459.300) MHz, durante el periodo correspondiente, se expresa lo siguiente:

Reporte Técnico	Concesionario	Frecuencia en análisis (MHz)	Área de Cobertura	Existe Portadora
GT-CoTFi-UHF-10-2024	DISTRIBUCIONES DIVERSAS, S.A. DE C.V.	454.300 459.300	Territorio Nacional	No
GT-CoTFi-UHF-11-2024	DISTRIBUCIONES DIVERSAS, S.A. DE C.V.	454.300 459.300	Territorio Nacional	No
GT-CoTFi-UHF-12-2024	DISTRIBUCIONES DIVERSAS, S.A. DE C.V.	454.300 459.300	Territorio Nacional	No
GT-CoTFi-UHF-01-2025	DISTRIBUCIONES DIVERSAS, S.A. DE C.V.	454.300 459.300	Territorio Nacional	No
GT-CoTFi-UHF-02-2025	DISTRIBUCIONES DIVERSAS, S.A. DE C.V.	454.300 459.300	Territorio Nacional	No
GT-CoTFi-UHF-03-2025	DISTRIBUCIONES DIVERSAS, S.A. DE C.V.	454.300 459.300	Territorio Nacional	No

Por lo expresado y debido a que no se identifica la utilización del derecho de explotación de la(s) frecuencia(s) 454.300 (459.300) MHz durante el periodo comprendido entre el 1 de

Microso

Imagen 8 – apartes de un informe de extinción de frecuencia por no uso en el intervalo de tiempo seleccionado

La imagen muestra, para la banda UHF, parte de un reporte de extinción de frecuencias generado automáticamente por la plataforma, siguiendo una plantilla previamente configurada. Este tipo de informes permite a SIGET identificar frecuencias asignadas que no presentan actividad durante un periodo determinado, facilitando su recuperación para una reasignación eficiente.

Con esta capacidad, SIGET consolida una transformación profunda en la supervisión del espectro radioeléctrico, avanzando hacia un modelo de gestión proactiva, automatizada y basada en evidencia. El uso de tecnologías inteligentes y plataformas interoperables no solo optimiza los procesos técnicos, sino que también fortalece la transparencia, la eficiencia regulatoria y se ejerce la soberanía sobre el espectro radioeléctrico del país.