

Las industrias que adoptarán las RP5G están caracterizadas por procesos y operaciones de misión crítica y/o de negocio crítico. En el sector de energía hay industrias que reúnen estas características en las actividades asociadas a: gas y petróleo, minería y servicios públicos. En el sector de transporte tenemos las industrias de puertos, aeropuertos, trenes, metros, compañías de logística y transporte multimodal. En el sector de manufactura están las industrias asociadas a fabricación de vehículos livianos y pesados; alimentos y bebidas; farmacéuticas y compañías de procesamiento químico y de metalurgia, industria electrónica, y otras formas de manufactura discreta con un componente tecnológico. Asimismo, las redes RP5G aplicadas a la agricultura se ven como una de las aplicaciones más prometedoras que permitirán conseguir mejores y mayores cosechas, además de hacerlas más ecológicas y sostenibles con el consumo de agua estrictamente necesario. Por parte del Gobierno, los sectores de Defensa, Seguridad Pública, gobierno y gestión inteligente son también candidatos para el uso de las RP5G.

Los potenciales beneficios² que las RP5G ofrecen son:

- Cobertura en lugares remotos donde las redes públicas de telecomunicaciones no tienen presencia.
- Menor congestión de red al no tener que satisfacer grandes demandas de conectividad como lo hacen las redes públicas de telecomunicaciones.
- Uso exclusivo de los recursos de red, por lo que pueden establecer sus propias políticas de seguridad, privacidad, priorización de tráfico y capacidad, así como la gestión y tratamiento de los datos recolectados por las redes.
- La cadena de suministro y producción es controlada en tiempo real por procesos de automatización, inclusive puede hacer uso de Inteligencia Artificial. Los entornos de trabajo físico y remoto pueden también estar basados en Realidad Aumentada y Realidad Virtual, mejorando la experiencia de los usuarios y de los trabajadores.
- La conectividad de bajo costo permite a las empresas desplegar mayor cantidad de sensores dentro de una amplia gama de escenarios y en diversas partes de la cadena de suministro, lo cual permite a las empresas crear aplicaciones innovadoras y obtener información útil, como producto de la recolección de datos en tiempo real.

Uno de los sectores industriales que a nivel global ya se apropió de utilizar los beneficios y oportunidades del 5G es el sector minero. La minería inteligente (conocida en inglés como *smart mining*) es un proceso de apropiación tecnológica en el sector minero, el cual usa la información, los sistemas autónomos, las tecnologías digitales y la conectividad para automatizar procesos, mejorar la seguridad, simplificar operaciones, recolectar datos e interconectar todas las partes que conforman la cadena de suministros y producción. Con

² Disponible en: <https://www.technologyreview.com/2022/05/19/1052138/5g-private-networks-enable-business-everywhere/>

esto, las empresas mineras incrementan su eficiencia, reducen costos, mantienen seguros a sus trabajadores y previenen contaminación ambiental innecesaria. Por ejemplo, con el *smart mining* las empresas obtienen mejor precisión en los procesos de barrenación y tumba, haciendo que el proceso sea más rápido y eficiente; o bien, cuando se introduce maquinaria automatizada dentro y fuera de las minas, incrementando la seguridad.

Sin embargo, para que estas redes privadas puedan existir, es necesario que las empresas cuenten con al menos los siguientes elementos: una red de radio o acceso, una red de *backhaul* y una red *core*. Uno de los elementos más importantes para el desarrollo y despliegue de redes privadas 5G es el espectro radioeléctrico, el cual puede usarse, aprovecharse y explotarse por medio de una concesión, autorización o hacer uso del espectro libre con técnicas de compartición de espectro. En este sentido, para aprovechar todo el potencial de las redes privadas 5G, es necesario que la regulación flexibilice y agilice el acceso oportuno a las necesidades de espectro en diferentes bandas, en armonía con la evolución tecnológica; es decir, sin que esto represente una barrera para el desarrollo tecnológico. De igual forma, la regulación debe ser instrumentada de tal forma que brinde certeza jurídica a los interesados respecto al uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico, estableciendo derechos y obligaciones que permitan el desarrollo adecuado de las redes privadas.

Discusión

Un elemento fundamental para el desarrollo de las redes privadas 5G en la industria minera es el acceso oportuno y flexible del espectro radioeléctrico. Como se mencionó anteriormente, la conectividad juega un papel importante en el *smart mining* y es una pieza clave para el desarrollo y potenciación de las RP5G en el sector minero. Particularmente, una de las características relevantes de la tecnología 5G, como lo es su capacidad de baja latencia, representa un papel fundamental para poder alcanzar la visión del modelo operativo que conlleva una mina inteligente. Para aclarar este punto podemos tomar como ejemplo la utilización de la nueva flota de cargadores frontales de bajo perfil (*LHD* por sus siglas en inglés) los cuales, en su versión para operaciones remotas, requieren del uso de hasta 4 cámaras de video de alta definición, además de la telemetría con que cuenta el vehículo que recopila datos relacionados a su funcionamiento, tales como presión del sistema hidráulico, presión en las llantas, revoluciones, temperatura y vibración del motor, emisiones de CO₂; también están los sensores de posicionamiento y anti colisión, y finalmente los sensores ubicados en el túnel donde se opera y monitorea la concentración de distintos tipos de gases, así como también el desplazamiento de la roca sobre el vehículo. La gran cantidad de datos generados por estos componentes requieren de su trasmisión inmediata a los diferentes sistemas de información para su análisis en tiempo real. Sin la capacidad que ofrece una red 5G sería muy complicado conseguirlo.

Actualmente, en el marco regulatorio mexicano existen principalmente tres opciones para usar, aprovechar y/o explotar el espectro radioeléctrico: i) a través de una concesión en

términos de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR); ii) a través de las bandas de frecuencias de uso libre; o iii) a través de la autorización de uso secundario, siendo ésta última una de las alternativas vigente y viable para la industria minera, con el fin de usar y aprovechar el espectro radioeléctrico (de lo cual se profundizará más adelante).

Uso secundario del espectro

El Instituto Federal de Telecomunicaciones (el Instituto o IFT) emitió en 2018 los Lineamientos para el otorgamiento de la constancia de autorización, para el uso y aprovechamiento de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso secundario (en adelante “Lineamientos de uso secundario”)³, particularmente para eventos específicos y para instalaciones destinadas a actividades comerciales o industriales.

El uso secundario del espectro, previsto en la fracción IV del artículo 79 de la LFTR, en lo que respecta a interferencias perjudiciales participa de una naturaleza similar a las categorías de *título primario* y *título secundario* prevista en el artículo 57 de dicho ordenamiento; es por esa razón que el uso y aprovechamiento del espectro de uso secundario no debe causar interferencias perjudiciales a los servicios que se prestan a uso primario a título primario, o incluso a título secundario, ni podrá reclamar protección contra interferencias causadas por estos últimos.

Uno de los objetivos de los Lineamientos de uso secundario fue que, a través de la emisión de Constancias de Autorización, cualquier interesado que no buscara prestar servicios públicos de telecomunicaciones, ya sea tanto para telecomunicaciones como para radiodifusión sonora en frecuencia modulada, pudiera satisfacer necesidades particulares de radiocomunicaciones, así como permitir que los dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance debidamente homologados, hagan uso secundario de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico. Ejemplo de este tipo de radiocomunicaciones acontece cuando las empresas requieren soluciones tecnológicas para brindar comunicaciones internas, automatizar procesos industriales o implementar sistemas de telemetría, o bien para la celebración de eventos específicos de corta duración de tipo cultural, deportivo o de entretenimiento.

Al respecto, los Lineamientos de uso secundario previeron dos tipos de autorizaciones de uso secundario: el primero, para Eventos Específicos (la cual no es menester de esta contribución) y la segunda, para las Instalaciones destinadas a actividades comerciales o industriales (ACI). Este último tipo de actividades tienen la característica de que, como se mencionó anteriormente, no pretenden prestar un servicio público de telecomunicaciones y/o radiodifusión ni comercializar tales servicios, además de que están generalmente confinadas dentro de áreas geográficas delimitadas, de mucho menor extensión en

³ Disponible en: <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/versionintegrallineamientosusosecundario.pdf>

Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México

comparación con las concesiones tradicionales de telecomunicaciones y/o radiodifusión⁴. Asimismo, al ser Autorizaciones de espectro bajo la modalidad de uso secundario, los autorizados están condicionados a no causar interferencias perjudiciales a servicios públicos de telecomunicaciones y/o radiodifusión, además de que no pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por éstos últimos.

Cabe mencionar que los Lineamientos de uso secundario previeron el otorgamiento de una autorización para habilitar el uso secundario de las bandas de frecuencias del espectro, determinado para atender necesidades específicas de telecomunicaciones y/o radiodifusión. Lo anterior, en contraste a lo establecido para el otorgamiento de concesiones de uso privado a través de una licitación pública, que implica el desarrollo de un procedimiento, a través de plazos administrativos conforme a un calendario previamente establecido, lo cual no favorece el uso oportuno y eficiente del espectro radioeléctrico para actividades industriales (como la minería), al no atender de forma efectiva las necesidades requeridas.

La siguiente tabla ilustra las diferencias entre una concesión comercial o privada (con propósitos de comunicación privada) de telecomunicaciones y una autorización de uso secundario:

| Características | Autorización ACI | Concesión comercial o privada (con propósitos de comunicación privada) de Telecomunicaciones |
|---|--|---|
| Uso del espectro | Uso secundario | Uso primario |
| Atribución de los servicios | Título primario o Título secundario | Título primario o Título secundario |
| Títulos habilitantes | Autorización | Concesión Única y Concesión de Espectro |
| Tipo de asignación del espectro | Asignación directa temporal y limitada | Licitación Pública |
| Vigencia del instrumento habilitante | Máximo 5 años | Máximo 20 años, prorrogables por la misma cantidad de tiempo. |
| Cobertura | Cobertura geográfica delimitada acorde a las necesidades del solicitante | Comúnmente cobertura nacional donde un municipio/alcaldía representa la unidad mínima. |
| Costo | Contraprestación fijada por el IFT más pago de derechos anuales | Contraprestación según resultados del proceso de licitación pública más, en su caso, pago de derechos anuales |
| Plazo para otorgamiento | 60 días hábiles posteriores al ingreso de la solicitud | Según lo establecido en el procedimiento de licitación |

⁴ Para ilustrar el tamaño de esta cobertura se puede tomar de ejemplo la extensión de una fábrica cualquiera, o la extensión de una mina.

Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México

| | | |
|--|---|---|
| | | pública (convocatoria, bases y anexos, generalmente varios meses) |
| Determinación de frecuencias a utilizar | A solicitud de parte. Sujeto a disponibilidad espectral y análisis de planeación e ingeniería de espectro | Se requiere de la previa inclusión del espectro en algún Programa Anual de Uso y Aprovechamiento de Bandas de Frecuencias |

Desde la emisión de los Lineamientos de uso secundario, el IFT ha otorgado seis constancias de autorización de uso secundario, de las cuales cinco han sido solicitadas por diversas empresas que forman parte de la Industria Minera. En general, las Autorizaciones de uso secundario han sido solicitadas por este sector para satisfacer necesidades de comunicación asociadas a la explotación, extracción y comercialización de minerales; esto es, monitorear y operar en tiempo real sus equipos y maquinaria a través de redes de radiocomunicación (particularmente de IIoT); satisfacer necesidades de comunicación de voz y datos para la coordinación de las actividades de los trabajadores; implementar sistemas de telemetría para el monitoreo constante de diversos elementos dentro de las minas; y para garantizar la integridad física de los trabajadores dentro y fuera de las minas. Al respecto, derivado de las medidas sanitarias que se han implementado por la actual situación de pandemia, el uso del espectro secundario ha contribuido en cierta forma en su aplicación a través del monitoreo por telemetría de la temperatura, determinación de la cercanía y localización de los trabajadores, e incluso para registrar los contactos del personal con el que ha interactuado en un momento específico.

La siguiente tabla resume las características de las Constancias de autorización de uso secundario que ha otorgado el Instituto para el sector minero desde la emisión de los Lineamientos de uso secundario.

| Autorizado | Fecha de otorgamiento de la Constancia de Autorización | Vigencia de la Autorización | Finalidad de la Autorización | Bandas de frecuencias solicitadas | Cobertura de la solicitud |
|---|--|-----------------------------|---|--|---|
| Peñoles Tecnología, S.A. de C.V. | 20/02/2019 | 5 años | <ul style="list-style-type: none"> • Automatización de equipo y maquinaria • Comunicaciones de voz y datos • Telemetría • Seguridad de personal | Diversos pares de frecuencia dentro del segmento 148-174 MHz*. | 60 ubicaciones distribuidas en los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Guerrero, Estado de México, Ciudad de México, Oaxaca y Guanajuato, con radios de cobertura |

Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México

| Autorizado | Fecha de otorgamiento de la Constancia de Autorización | Vigencia de la Autorización | Finalidad de la Autorización | Bandas de frecuencias solicitadas | Cobertura de la solicitud |
|---|--|-----------------------------|---|---|---|
| | | | | | que van desde 3 hasta 110 km. |
| Minera Peñasquito, S.A. de C.V. | 09/06/2021 | 5 años | <ul style="list-style-type: none"> • Automatización de equipo y maquinaria • Comunicaciones de voz y datos • Telemetría • Seguridad de personal | 40 MHz en la banda de 700 MHz. | 4 ubicaciones en el estado de Zacatecas, cada uno de 12 km de radio. |
| Industrial Minera México, S.A. de C.V. | 26/01/2022 | 5 años | <ul style="list-style-type: none"> • Automatización de equipo y maquinaria • Comunicaciones de voz y datos • Telemetría • Seguridad de personal | 40 MHz en la banda de 700 MHz. | 7 ubicaciones: 3 en el estado de San Luis Potosí, 2 en Zacatecas y 2 en Chihuahua; 3 de ellas tienen un radio de 300 m y las restantes uno de 5 km. |
| Capstone Gold, S.A. de C.V. | 18/05/2022 | 5 años | <ul style="list-style-type: none"> • Automatización de equipo y maquinaria • Comunicaciones de voz y datos • Telemetría • Seguridad de personal | <ul style="list-style-type: none"> • 40 MHz en la banda de 700 MHz. • 14 pares de frecuencia, cada uno con un ancho de banda de 50, dentro del segmento 148-174 MHz*. | <p>4 ubicaciones, una de 1.3 km y las otras de 300 m; todas en el Zacatecas.</p> <p>14 puntos dentro del estado de Zacatecas, cobertura delimitada por una PIRE de -30 dBW.</p> |
| Peñoles Tecnología, S.A. de C.V. | 01/06/2022 | 5 años | <ul style="list-style-type: none"> • Automatización de equipo y maquinaria • Comunicaciones de voz y datos • Telemetría • Seguridad de personal | 21 pares de frecuencia, cada uno con un ancho de banda de 50, dentro del segmento 148-174 MHz*. | 8 puntos distribuidos en los estados de Durango, Zacatecas, Chihuahua y Sonora; con una cobertura delimitada por una PIRE que varía desde los -46 hasta los 23.04 dBW. |

Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México

* Este segmento de frecuencia no se contempla en el estándar 3GPP, por lo que no hay tecnología IMT de 4G o 5G.

En general, los beneficios que las empresas (ya sea del sector minero o de cualquier otro sector) obtienen de los Lineamientos de uso secundario son el acceso **al espectro radioeléctrico** bajo la modalidad de uso secundario, y la **compartición del espectro** que previamente ha sido concesionado. El primero de estos beneficios resulta importante y relevante en materia de asignación oportuna del espectro radioeléctrico debido a que, bajo el esquema regulatorio actual, las empresas no se ven obligadas a participar en una licitación pública para poder obtener el recurso espectral para los fines y usos que se persiguen.

El segundo de estos beneficios también es importante dado que es posible que éstas puedan adquirir el espectro radioeléctrico que previamente fue otorgado a concesionarios con cobertura regional o nacional, siempre y cuando, estos no estén en posibilidades de prestar el servicio requerido directamente al no coincidir la cobertura solicitada por las empresas con la cobertura real de los concesionarios y/o no exista riesgo de causar interferencias. Esto es, por ejemplo, cuando un concesionario tiene el derecho de desplegar su infraestructura a nivel nacional, puede que sólo tenga cobertura efectiva en las zonas metropolitanas y en algunos municipios, posibilitando que las empresas soliciten dicho espectro concesionado, bajo la modalidad de autorización de uso secundario, en aquellas áreas geográficas donde el concesionario tiene derecho a operar, pero no tiene cobertura efectiva. Lo anterior bajo el esquema de compartición geográfica del espectro.

No obstante, la industria minera observa que los Lineamientos de uso secundario pueden abordar nuevas realidades sociales que permitirían potenciar el desarrollo eficiente de sus redes privadas 5G. Algunos elementos de mejora se mencionan a continuación:

- **Modalidad del espectro radioeléctrico.** Si bien es cierto que, bajo el régimen actual de la regulación, el uso secundario del espectro ha permitido a las empresas obtener el espectro de una manera rápida y eficiente, lo cierto es que también el espectro bajo la modalidad de uso secundario representa un impedimento para que las empresas puedan invertir en tecnología de largo plazo para prestar servicios de mayor calidad y acordes a los principios constitucionales y legales. Recordemos que el uso secundario del espectro no deberá causar interferencias perjudiciales a servicios públicos de telecomunicaciones y de radiodifusión concesionados, ni podrán reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por éstos; por lo que, al presentarse alguna interferencia, por mínima que sea, son los Autorizados de uso secundario quienes tienen la carga de resolverlas, e incluso, en caso de ser necesario, cesar operaciones. Además, en el caso que el Instituto otorgase una concesión con una cobertura coincidente total o parcialmente con la de una Autorización de uso secundario previamente otorgada, es el Concesionario el que gozaría de los derechos de protección contra interferencias, dejando las operaciones del Autorizado en segundo plano y posiblemente con la necesidad de

una resintonización de sus equipos o, en el peor de los casos, del cese total de sus operaciones.

Para superar este problema, recomendamos que el Instituto valore la posibilidad de otorgar espectro en su modalidad de uso primario, sin la necesidad de caer en un supuesto de concesión. Al respecto, una opción que recomendamos al Instituto es la creación de un marco regulatorio que permita identificar y asignar espectro exclusivamente para el uso de las redes privadas, y/o hacer las gestiones necesarias para llevar a cabo una modificación a la LFTR para que las concesiones para redes privadas (servicios privados de telecomunicaciones o servicios privados limitados), se otorguen por asignación directa, por un plazo que justifique la inversión y a un costo accesible, teniendo en cuenta que es para uso privado y no para la prestación de un servicio público con fines comerciales. De esta forma, el problema que acarrea el uso secundario frente al uso primario del espectro no existiría, otorgando seguridad jurídica y previsibilidad a aquellas empresas que desplieguen redes de misión crítica para uso propio. La identificación de bandas de frecuencia específicas para uso empresarial (uso privado con propósitos de comunicación privada en nuestro país), como ocurre en la actualidad en otros países de la región (como Estados Unidos, Chile⁵ o Brasil⁶), permitiría desplegar en México este tipo de tecnologías mucho antes, permitiendo mejorar la productividad y eficiencia de las empresas, consiguiendo la mejora de la competitividad de la industria mexicana frente a otros países. Para contar con un eficiente uso de espectro dedicado para redes privadas por parte del sector privado, público y académico, es importante asegurar la reutilización del espectro por parte de diferentes entidades, por lo cual, se recomienda que se puedan separar geográficamente las concesiones de espectro asignadas, en una serie de polígonos, para evitar interferencia entre sí. Se recomienda que cada solicitante presente un estudio de cobertura con su localización geográfica, el consumo de sus aplicaciones y la utilización esperada de la red. En la medida en que vaya realizando modificaciones en su red, este estudio debe ser actualizado y puesto a disposición de la autoridad regulatoria. Para un buen uso del espectro asignado, es necesario tener un buen registro de sus usuarios y las bandas de frecuencias que están siendo utilizadas, a fin de lograr que varios usuarios en una misma área puedan hacer uso del mismo espectro sin interferirse. Para eso, es importante establecer zonas de exclusión de esa banda y límites de radiación que se deben alcanzar fuera de la zona asignada. Entre otros, un parámetro importante para esto es la potencia de transmisión que tiene o puede tener cada estación, así como los equipos y dispositivos terminales que forman parte de la red. Entre otras,

5

https://www.subtel.gob.cl/images/stories/articles/subtel/asocfile/ley_n18168_general_de_telecomunicaciones.pdf

⁶ <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/es/resoluciones/737-resolucion-617>

recomendamos las siguientes bandas de frecuencias para uso dedicado para redes privadas: 410-430 MHz, 450-470 MHz, Banda L (1427-1518 MHz), 2300 MHz, 2483.5-2495 MHz (B53), 2570-2620 MHz (2.6 GHz TDD), 3.7-3.8 GHz, una parte de 26 GHz y 28 GHz, entre otras.

- **Tiempo de la vigencia máxima de la autorización.** Actualmente los Lineamientos de uso secundario prevén una vigencia máxima de autorización de cinco años, lo cual puede representar un desincentivo para las empresas que buscan desplegar RP5G a largo plazo, debido a que posiblemente la relación costo de equipos/vigencia de autorización, haría inviable la inversión de los equipos 5G que potencialmente pudieran comprar para desplegar sus redes. Además, dentro de los Lineamientos de uso secundario tampoco se menciona algo respecto a la posibilidad de que la autorización pueda ser prorrogada por al menos la misma cantidad de tiempo originalmente solicitada por el Autorizado, representando también un desincentivo para las empresas.
- **Concordancia del uso del espectro con el CNAF.** Todas las autorizaciones que se han otorgado a través de los Lineamientos de uso secundario han sido revisadas bajo un análisis de coincidencia entre los servicios que buscan ser implementados por las empresas y la atribución del espectro con base en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF). Esto es, si una empresa busca prestar servicios de comunicaciones móviles, el Instituto previamente verifica que el espectro solicitado esté atribuido al servicio móvil. Si bien este tipo de concordancia busca la armonización del espectro a nivel nacional y regional, lo cierto es que, bajo un panorama de innovación tecnológica, esto crea barreras a la entrada de nuevas tecnologías y servicios cuando se garantiza la inexistencia de interferencias perjudiciales. Así, las empresas se ven obligadas a forzar la operación de equipos y maquinaria dentro de ciertas bandas de frecuencias a los rangos de sintonización de los equipos que, en varios de los casos, no es posible.
- **Compartición del espectro bajo la limitante de la cobertura.** Todas las autorizaciones de uso secundario que se han emitido hasta ahora han sido otorgadas bajo el supuesto de que el servicio solicitado no pueda ser prestado directamente por los concesionarios y que espectro solicitado por las empresas no sea utilizado por estos; es decir, el Concesionario no debe tener cobertura efectiva dentro de la cobertura solicitada por las empresas para evitar interferencias. Esto, si bien puede mitigar posibles problemas de interferencias perjudiciales entre el Autorizado y el Concesionario, también causa una limitante en la cantidad de espectro y las bandas de frecuencia que podrían ser solicitados por las empresas. Recordemos que el área de cobertura de las empresas mineras es estrechamente confinada en porciones geográficas, que difieren por mucho al tamaño geográfico de una localidad promedio.

Experimentación y pruebas

Un ambiente de pruebas enfocado al desarrollo de 5G puede ser útil en la exploración de los casos de uso de la tecnología, ofreciendo la oportunidad de probar nuevos servicios y aplicaciones previo a su puesta en marcha, así como de identificar futuros retos de las tecnologías emergentes y poder atacarlos bajo condiciones reales.

En ese sentido, y para efectos de esta contribución, un ambiente de experimentación y pruebas ofrece la posibilidad de explorar distintos casos de uso de la tecnología, que a su vez permitan evidenciar posibles mejoras en el marco normativo, con el fin de facilitar el despliegue de equipo que maximice la eficiencia de la operación diaria de las empresas y permita la implementación de soluciones innovadoras en cada rama productiva. En complemento a las pruebas que pueden ser desarrolladas por diferentes segmentos de la industria, previas al despliegue de una nueva red o servicio, existen también iniciativas o proyectos de prueba de tecnología que son desarrollados en entornos académicos o de investigación. Estas pruebas pueden ser desarrolladas bajo una coordinación academia – industria o bien ser desarrolladas únicamente bajo los intereses de las entidades académicas. La disponibilidad de frecuencias para propósitos de experimentación en universidades o centros de investigación puede contribuir a generar un ambiente de innovación alrededor de la tecnología 5G, en el que se pueda experimentar con el desarrollo de soluciones a diferentes necesidades de la realidad de la industria, aprovechando las capacidades e infraestructura que se tienen disponibles en las universidades.

Previo al despliegue de un producto o tecnología, se requiere realizar pruebas del funcionamiento y operación, aunado a evaluar posiblemente a más de un fabricante de equipo. Para eso, el Instituto cuenta con la atribución de otorgar una concesión para usar y aprovechar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso privado, con propósitos de experimentación, en términos de lo previsto en el artículo 76, fracción III, inciso b) de la LFTR. Cabe señalar que, en este tipo de concesiones no se confiere el derecho de usar, aprovechar y explotar comercialmente bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso determinado.

Al respecto, el artículo 82 de la LFTR establece que este tipo de concesiones se otorgarán de manera directa, hasta por un plazo improrrogable de 2 (dos) años.

Para acceder a una concesión de este tipo, el Instituto requiere cumplir con los requisitos que establecen los Lineamientos Generales para el otorgamiento de las concesiones a que se refiere el Título Cuarto de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión; en específico, los artículos 3, 8, 13, 16 y 21 establecen los requisitos y plazos para llevar a cabo este trámite. El artículo 8 de estos lineamientos establece que los interesados en obtener este tipo de concesiones deberán a su vez cumplir los requisitos aplicables del artículo 3 de la misma disposición administrativa. Entre los requisitos se mencionan los siguientes: i) datos generales del interesado; ii) modalidad de uso; iii) características generales del proyecto, iv)

capacidad técnica, económica, jurídica y administrativa y v) cobertura. En tanto que los artículos 13, 16 y 21 establecen particularidades del procedimiento y plazos de atención a este tipo de solicitudes.

Se identifican tres aspectos primordiales:

- **Bandas de frecuencias.** Respecto de las bandas de frecuencia consideradas en cada proyecto, se debe identificar aquéllas en las que operen los equipos que se desean probar, pero que también resulten idóneas para el caso de uso que se desea probar. Un ejemplo de esto es que si se tiene un escenario que requiere de bajas latencias (alrededor de 1 milisegundo), se deberá optar por bandas altas de frecuencias. De la misma manera si se busca contar con altas tasas de transmisión, se deberá enfocar en bandas medias o altas, considerando que el área de cobertura será menor comparado con bandas bajas (< 1 GHz). De esta manera, en caso de requerir probar más allá de un escenario, por ejemplo, vehículos autónomos y aplicaciones de telemetría que cuentan con distintos requerimientos en términos de tasas de transmisión y latencia, se deberá optar por dos segmentos en distintas bandas de frecuencia. Incluso puede ocurrir que equipos de distintos fabricantes operen en segmentos o bandas de frecuencia distintos. Esto podría derivar en dos solicitudes distintas de una concesión de uso experimental (si se realiza en tiempos distintos), lo que implica realizar un doble trámite ante el Instituto (carga regulatoria) y, posiblemente, plazos de atención distintos.
- **Vigencia de la concesión.** Si bien un plazo de dos años puede resultar suficiente para investigar el desempeño de un equipo de 5G, al finalizar la vigencia de la concesión, se presenta un escenario donde se tiene una maqueta funcional que no puede iniciar operaciones en un ambiente productivo hasta que no se cuente con un título habilitante para usar y aprovechar la banda de frecuencias. En ese sentido podría buscarse lograr una sinergia y establecer un camino para transitar hacia un uso secundario del espectro.
- **Plazos de otorgamiento.** El plazo máximo de resolución a cargo del Instituto del trámite está establecido en 120 días hábiles. Tomando en cuenta un escenario donde se obtuvo una concesión de uso experimental para un segmento de una banda de frecuencias específica y, durante el desarrollo de proyecto, se identificó la necesidad de utilizar una banda de frecuencias distinta, se tendría que recurrir al Instituto a solicitar una segunda concesión de uso experimental que podría llevar hasta 120 días hábiles en obtenerse y esto podría reducir la ventana de tiempo para realizar pruebas.

Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México

A fin de poder abordar efectivamente todos estos desafíos y generar un ambiente de pruebas enfocado al desarrollo de 5G, así como a su aplicación a distintos verticales, y usos empresariales, gubernamentales y académicos, es que recomendamos el uso del mecanismo del “*sandbox* regulatorio” como una forma de abordar todos los temas mencionados más arriba, así como otros que le permitan al gobierno, a las empresas y a las universidades obtener la experiencia necesaria que posibilite generar un marco regulatorio apropiado para el desarrollo de las redes privadas.

Una definición de *sandbox* regulatorio nos la da el TCU (Tribunal de Cuentas de la Unión) de Brasil: “El *Sandbox* Regulatorio es un entorno regulatorio experimental, creado con el propósito de suspender temporalmente la obligación de cumplir con los estándares requeridos para operar en ciertos sectores, permitiendo a las empresas aprovechar un régimen diferenciado para lanzar nuevos productos y servicios innovadores en el mercado, con menos burocracia y más flexibilidad, pero con el monitoreo y orientación de las agencias reguladoras.”⁷

El concepto surgió en el mundo de las finanzas, pero luego se ha extendido a otros sectores incluyendo al mundo de las telecomunicaciones. Uno de los primeros países de la región en utilizar este mecanismo fue Colombia a través de la CRC (Comisión de Regulación de las Comunicaciones). La Resolución CRC 5980⁸ compilada en la Resolución CRC 5050 de 2016, expidió las reglas generales de aplicación del mecanismo alternativo de regulación “*Sandbox* Regulatorio” como una herramienta eficaz para promover la innovación y garantizar una participación abierta del sector de las TIC e impulsar la adopción de nuevas tecnologías y modelos de negocio por parte de la industria y la sociedad.

En definitiva, el *sandbox* regulatorio hace referencia a una flexibilización del marco regulatorio que se otorga a un proyecto o empresa, para permitirles probar nuevas iniciativas o modelos de negocio con requisitos regulatorios reducidos. Estos espacios de experimentación son desarrollados y administrados caso por caso por las autoridades reguladoras, y permiten innovar en el diseño de esquemas regulatorios promoviendo la experimentación y la mejora continua en la prestación de servicios. El mecanismo de *Sandbox* Regulatorio da visibilidad para modificar el marco regulatorio vigente, al tiempo que se promueve el desarrollo económico del sector y de los actores participantes.

⁷ [Sandbox Regulatorio | Portal TCU](#). “O *Sandbox* Regulatório é um ambiente regulatório experimental, criado com a finalidade de suspender temporariamente a obrigatoriedade de cumprimento de normas exigidas para atuação em determinados setores, permitindo que empresas possam usufruir de um regime diferenciado para lançar novos produtos e serviços inovadores no mercado, com menos burocracia e mais flexibilidade, mas com o monitoramento e a orientação dos órgãos reguladores”.

⁸ <https://www.crcm.gov.co/es/node/3051>

PROPUESTAS

Con fundamento en las Reglas 3, 5, 6 y 16 de las Reglas de Operación del Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G, los integrantes de la Mesa de Trabajo 3 “Aplicaciones y servicios vinculados a 5G (casos de uso e innovación tecnológica)” y de la Mesa de Trabajo 6 “Experimentación y pruebas con 5G” proponen a este honorable Comité del Instituto Federal de Telecomunicaciones evaluar las siguientes propuestas consistentes en: 1) la modificación de los Lineamientos de uso secundario; 2) contemplar la valoración y adición de otros elementos que faciliten el uso más eficiente de las concesiones de uso experimental; 3) el uso de “*sandboxes* regulatorios” para pruebas y experimentación de cualquier tipo de redes, y 4) la creación de un marco regulatorio que permita identificar y asignar espectro exclusivo para redes privadas 5G.

Al respecto, se han categorizado las propuestas en aquellas que pudieran ser implementadas en el corto plazo y aquellas que ameritan un análisis de factibilidad por parte del Instituto.

Propuestas con aplicación en el corto plazo:

- 1. Mecanismos de asignación del espectro radioeléctrico.** Si bien los Lineamientos de uso secundario prevén otorgar espectro a los interesados de manera directa, consideramos que también debe evaluarse el otorgamiento de espectro para uso primario, a fin de que las empresas tengan certidumbre jurídica de largo plazo, para contar con servicios de mayor calidad, disponibilidad y resiliencia sin afectaciones por interferencias perjudiciales, tal como lo demanda la tecnología 5G y con la posibilidad de acceder al espectro de manera flexible sin la necesidad de caer en un supuesto de Concesión.
- 2. Acceso a diversas bandas de frecuencias.** Para el caso de uso secundario, consideramos que los Lineamientos de uso secundario deben evaluar el otorgamiento de espectro radioeléctrico a los interesados en aquellos supuestos en los que el servicio que las empresas busquen utilizar no coincida con la atribución del espectro establecida en el CNAF. Es pertinente recordar que existen casos en los que las Autorizaciones de uso secundario son confinadas en áreas geográficas muy delimitadas, para necesidades muy particulares y específicas, por lo que la emisión de Autorizaciones bajo este supuesto no representaría una desarmonización nacional en el uso del espectro, ni tampoco un escenario potencial de interferencias. Además, las Autorizaciones, como instrumento habilitante de uso del espectro, están condicionadas a no causar interferencias perjudiciales. Con esto, los interesados tendrían acceso a más bandas de frecuencias, y permitiría a las empresas incorporar en su cadena de suministros maquinaria y equipos que actualmente son utilizados en otros países sin necesidad de resintonizarlos que, en algunos casos, podría representar en un costo adicional.

3. **Ampliar la vigencia de las Autorizaciones.** Consideramos que los Lineamientos de uso secundario deben contemplar una vigencia de mayor duración para las Autorizaciones de ACI hasta por 20 años. Esto a fin de que las empresas puedan prever un esquema sostenible de inversión de infraestructura para el despliegue y desarrollo de sus propias RP5G. A su vez, con la ampliación de la vigencia, las empresas pueden asegurar un retorno de inversión.
4. **Brindar certeza jurídica a los Autorizados en la solicitud de una posible prórroga.** Los Lineamientos de uso secundario deben incorporar un articulado que brinde certeza jurídica a los interesados sobre la posibilidad de que la Autorización pueda ser prorrogada por un plazo igual o mayor a la vigencia original. Lo anterior permitiría a las empresas diseñar esquemas de negocio a corto, mediano y largo plazo.
5. **Dar certeza jurídica a los Autorizados respecto del posible otorgamiento de espectro bajo la modalidad de uso secundario dentro de la cobertura efectiva de los concesionarios de telecomunicaciones y/o radiodifusión.** Consideramos que los Lineamientos de uso secundario deben: a) Evaluar el posible otorgamiento de espectro para aquellos Autorizados que deseen tener cobertura dentro de la cobertura efectiva de un concesionario de telecomunicaciones y/o radiodifusión, siempre y cuando se establezcan los mecanismos de compartición de espectro que garanticen que no existirán interferencias perjudiciales; y b) Regular la forma en que se daría la coexistencia de una red privada con un concesionario ya ubicado en la misma cobertura.
6. **Renovación de la Autorización.** Con la finalidad de mejorar y agilizar los procedimientos administrativos en materia de la autorización de uso secundario, se propone establecer en los lineamientos la opción de renovar de manera automática, al final de su vigencia, la o las constancias de autorización que se tengan otorgadas. En caso de que no sea del interés del Autorizado renovar dichas constancias, se podría establecer un plazo para que se notifique al IFT de esta determinación, de lo contrario se continuará con dicha renovación.
7. **Adición / modificación de frecuencias en las Autorizaciones previamente otorgadas.** En los sectores productivos se presentan diferentes situaciones relacionadas a las dinámicas de sus operaciones que obligan al rediseño o cambio operacional de sus sistemas de telecomunicaciones. Por ejemplo, en el sector minero, se cierran frentes por el agotamiento del mineral; se abren nuevos desarrollos; se retoman frentes que se habían reservado para mejores condiciones del mercado; y/o se exploran nuevos yacimientos en terrenos aledaños dentro del perímetro autorizado, etc. Debido a esto, surge la necesidad de solicitar más frecuencias del espectro para cubrir los

nuevos requerimientos de cobertura y comunicación. En este sentido, el actual camino que se tiene para adicionar e integrar nuevas frecuencias es solamente a través de generar e ingresar al IFT una nueva solicitud de autorización de uso secundario lo cual conlleva un trámite largo y que al final, de tener un resultado positivo, nos dejará con una nueva constancia de autorización que exige su propia administración y cumplimiento, adicional a la original que ya se tenía. Creemos que una manera de simplificar la administración de dichas constancias, tanto para el IFT como para los usuarios, sería permitir que se puedan solicitar / modificar frecuencias sobre la autorización originalmente concedida sin necesidad de tramitar una nueva.

Respecto del otorgamiento de concesiones para usar y aprovechar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso privado, con propósitos de experimentación, se hacen las siguientes propuestas:

1. **Acceso a diversas bandas de frecuencias.** Analizar la posibilidad de incluir distintas bandas de frecuencia para poder probar equipos de distintos fabricantes o distintos escenarios de pruebas.
2. **Plazos de otorgamiento.** Considerando que ya se cuenta con alguna concesión de uso experimental, cómo podrían agilizarse o simplificarse otros trámites ante el Instituto. Por ejemplo, para confirmar la funcionalidad de una solución, ya validada de forma preliminar, pero en un entorno o ubicación diferente de aquella para la que fue originalmente autorizada.
3. **Vigencia de la concesión.** Considerar la posibilidad de ampliar la vigencia de la concesión de uso experimental hasta por un plazo de 10 años, con el propósito de favorecer el desarrollo de laboratorios y/o plataformas de prueba de largo plazo con la colaboración de la industria, la academia y el gobierno.
4. **Esquema de fácil transición a uso secundario.** Identificar, bajo las restricciones impuestas en ley, qué sinergias se pueden lograr (tomando en cuenta que existe un trámite ante el Instituto con información relacionada con una concesión experimental) y cómo se puede agilizar el proceso para obtener la autorización del uso secundario de las bandas de frecuencias, considerando que los resultados de las pruebas obtenidas de la concesión experimental hayan sido parcial o totalmente exitosos, y que a través de un informe de dichos resultados el IFT pueda tomarlos como insumo para la valoración en el proceso de autorización de uso secundario del espectro.

Propuestas que ameritan un análisis de factibilidad:

1. **Sistemas / aplicaciones de misión prioritaria.** Considerar incluir en los Lineamientos de uso secundario un apartado especial para aquellos sistemas o aplicaciones industriales que sean indispensables para salvaguardar la integridad física de las personas y comunidades, así como para la protección y conservación del medio ambiente. Esto con la finalidad de contar con acceso al espectro de una manera más ágil y oportuna.
2. **Unidades avaladas como verificadores, revisores, evaluadores de proyectos de implementación de tecnologías 5G en operaciones industriales.** Teniendo en cuenta que el Instituto, como la autoridad reguladora de los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión, en términos de la LFTR tiene atribuciones para expedir disposiciones técnicas, procedimientos de evaluación de la conformidad, procedimientos de homologación y certificación, autorizar a terceros para que emitan certificación de evaluación de la conformidad, acreditar a peritos y unidades de verificación, y autorizar a terceros para que establezcan y operen laboratorios de prueba, consideramos que se pudiera aprovechar esta facultad para también crear unidades especializadas en temas normativos y técnicos de tecnologías 5G, que puedan poner a disposición sus servicios a las industrias minero-metalúrgica como revisores/evaluadores de la conformidad, con respecto a los lineamientos y disposiciones técnicas de proyectos que tengan que ver con el despliegue e implementación de tecnologías 5G. El conocimiento y experiencia de estas unidades serían de gran utilidad, para que las solicitudes de acceso al espectro para proyectos de este tipo tengan una mayor certidumbre de ser autorizados por el IFT, además de que disminuiría una buena parte de la carga administrativa y de seguimiento de solicitudes al propio Instituto.
3. **Interoperabilidad entre las redes privadas y los servicios comerciales de redes 5G.** La industria tiene necesidades de comunicación con características especiales, entre ellas, se incluyen requisitos exigentes de seguridad o privacidad, aplicaciones muy especializadas, tiempos acelerados de implementación del 5G o una combinación de todas las anteriores. En ese sentido, y una vez que es necesario utilizar la red pública para la transferencia de datos e información con otras ubicaciones, el aspecto más difícil de gestionar es el modelo de cooperación y los acuerdos de servicio entre los operadores móviles y las industrias, con la finalidad de capitalizar los beneficios de la optimización del uso de la infraestructura de redes y del espectro. Estos modelos suelen ser muy poco flexibles económicamente, bastante ajustados y muy limitados en opciones de configuración y habilitación de capacidades. Ante esta situación proponemos que el Instituto establezca un marco normativo particular para regular

la interoperabilidad entre las redes privadas y las redes públicas de los operadores móviles, estableciendo los derechos y obligaciones de ambas partes, las vías que se deben seguir y las condiciones técnicas específicas a cumplir, para lograr una interoperabilidad práctica y eficiente entre estas redes.

4. **Elaboración de un marco regulatorio que sustente las redes privadas e identifique diferentes bandas de frecuencias que las posibiliten.** A fin de impulsar el desarrollo de las redes privadas de telecomunicaciones para una mayor eficiencia, productividad, sustentabilidad y seguridad de las empresas, el gobierno y la academia, recomendamos al Instituto crear un marco regulatorio que permita identificar y asignar espectro para el uso de redes privadas, y/o la modificación de la LFTR con el propósito de crear una concesión o autorización específica para redes privadas (servicios privados de telecomunicaciones o servicios privados limitados), con un marco regulatorio específico, para la identificación de espectro dedicado en bandas de frecuencias bajas, medias y altas. De esta forma, el problema que acarrea el uso secundario frente al uso primario del espectro desaparecería, otorgándole seguridad jurídica y previsibilidad a aquellas empresas que desplieguen redes de misión crítica para uso propio. Ejemplo de este tipo de regulación lo observamos en algunos países de la región como Brasil y Chile, por lo que recomendamos su análisis. En estos países, además de licencia y marco regulatorio específico, también han identificado bandas de frecuencia específicas para uso por parte de estas redes privadas. Específicamente, recomendamos se analicen las siguientes bandas de frecuencias: 410-430 MHz, 450-470 MHz, Banda L (1427-1518 MHz), 2300 MHz, 2483.5-2495 MHz (B53), 2570-2620 MHz (2.6 GHz TDD), 3.7-3.8 GHz, una parte de 26 GHz y 28 GHz, entre otras.
5. **Sandbox regulatorio:** Se recomienda analizar y utilizar el concepto de *sandbox* regulatorio para ir contemplando y estudiando los distintos requerimientos de los diferentes sectores de la economía, respecto de estas redes privadas y el mejor marco regulatorio a ser aplicado, que posibilite el desarrollo de las redes privadas con su beneficio sobre la productividad, eficiencia, sustentabilidad y seguridad de sus usuarios y el consiguiente impacto positivo sobre los diferentes verticales y sectores de la economía.

Finalmente, se hacen las siguientes propuestas sobre el ámbito administrativo del Instituto, que no necesariamente conllevan la modificación de algún instrumento normativo y que simplemente hacen referencia a mejorar algunas tareas y tiempos de atención en los trámites que la industria debe llevar a cabo ante el IFT.

1. **Interferencias externas por emisiones no autorizadas.** La aparición de interferencias perjudiciales provenientes de emisiones de sistemas externos ajenos a las operaciones es un tema recurrente en varias de las localidades donde se tienen

actividades mineras, y en la mayoría de los casos son generados por personas o grupos de personas que no cuentan con autorización alguna para utilizar las frecuencias afectadas. Por otro lado, la actual vía de resolución, que consiste en solicitar una inspección de la Unidad de Cumplimiento del IFT para analizar la situación y luego determinar las acciones conducentes, requiere de un tiempo considerable para llegar a una resolución. En este sentido, ponemos a consideración del Instituto el establecimiento de los siguientes mecanismos para resolver casos de interferencia perjudiciales entre sistemas:

- a) Agilizar la intervención de la Unidad de Cumplimiento del IFT para lograr la resolución de casos de interferencia perjudicial en la región donde se tiene actividades mineras que no se pueden resolver a nivel operacional, por ejemplo, interferencia proveniente de transmisiones no autorizadas.
 - b) En caso de afectación de nuestros sistemas de telecomunicaciones por interferencias externas provenientes de emisiones no autorizadas, permitir el ajuste transitorio de frecuencias en nuestros equipos para no interrumpir las operaciones. Posteriormente en un plazo no mayor a 5 días naturales se notificaría al IFT de esta modificación y se solicitaría la intervención de la Unidad de Cumplimiento del IFT.
- 2. Tiempos de respuesta del IFT.** En su estudio, la OCDE (2017) afirma que la creación de una política regulatoria de calidad es fundamental para el bienestar de una sociedad, el desarrollo de los mercados y el bienestar ambiental. Ello implica que los gobiernos y los órganos reguladores diseñen políticas que cumplan con los objetivos trazados, pero sin obstaculizar el desarrollo ni el crecimiento económico, y que la simplificación administrativa es, por tanto, un instrumento que fomenta la innovación e incrementa el emprendimiento y mejora la gobernanza pública, ya que crea herramientas más efectivas para implementar la regulación. En este mismo trabajo, la OCDE recomienda una serie de acciones que contribuyen positivamente a la simplificación administrativa del IFT y entre las que se encuentran:
- a) En la digitalización de los trámites, contar con un sistema interoperable, el cual permita compartir información entre unidades administrativas, de manera que a las empresas o los ciudadanos sólo se les pida la información una vez.
 - b) Disponer de un sistema electrónico suficientemente flexible que permita agregar información al expediente de la empresa o del ciudadano a medida que estos realicen los trámites.
 - c) Considerar que la creación de un sistema digital de trámites interoperable sin duda requiere del mapeo del proceso de gestión interna de los trámites y muy probablemente de su reingeniería. Establecer un sistema para realizar pagos en línea.

Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México

En el caso particular de las operaciones mineras, la implementación de estas recomendaciones tendría un impacto significativo inmediato. Es primordial que los tiempos de respuesta del órgano regulador de las telecomunicaciones en México no sean tan extensos, ya que problemáticas relacionadas con la seguridad del personal, protección y conservación del medio ambiente, y de las propias instalaciones que implican contar con acceso al espectro para ser resueltas, requieren en la mayoría de los casos atención oportuna y rápida.

Referencias

OCDE (2017), Mejorando los trámites en el Instituto Federal de Telecomunicaciones: Medición y reducción de cargas administrativas, caso México, Editions, OCDE, Paris.

Recuperado de : <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/Mejorando-Tramites-IFT-OECD-Mexico.pdf>