



Asignación de espectro para redes privadas



**Documento de identificación
del problema**

Mayo de 2026



Tabla de contenido

1.	Introducción.....	5
2.	Contexto.....	7
2.1	Transformación digital y necesidades de conectividad	7
2.2	Hallazgos de estudios de la ANE sobre conectividad en sectores productivos.....	13
2.2.1	Espectro para soportar la transformación digital de los sectores productivos.....	14
2.2.2	Espectro para atender el crecimiento futuro y la masificación de aplicaciones IoT.....	15
2.3	Propuesta técnica de redes móviles de acceso para sectores productivos.....	17
2.4	Necesidad de profundización de acciones para facilitar el acceso al espectro en sectores productivos.....	19
3.	Competencia de la ANE para abordar la temática objeto de análisis.....	20
4.	Identificación del problema	22
4.1.	Causas del problema	23
4.2.	Efectos del problema	32
5.	Justificación de la intervención	35
6.	Agentes interesados	38
7.	Consulta sectorial	39
8.	Bibliografía	42



Lista de tablas

Tabla 1 Características propuestas por banda.....	19
Tabla 2 Características de los principales mecanismos de asignación	27
Tabla 3 Agentes de interés	38

Lista de figuras

Figura 1 Árbol del problema.....	23
----------------------------------	----



Lista de siglas y abreviaciones

AIN	Análisis de Impacto Normativo
ANE	Agencia Nacional del Espectro
CNABF	Cuadro Nacional de Atribución de Bandas y Frecuencias
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
COP	Pesos colombianos
IMT	Telecomunicaciones Móviles Internacionales (por sus siglas en inglés)
IoT	Internet de las Cosas (por sus siglas en inglés)
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PRST	Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones
PSO	Proceso de Selección Objetiva
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones



1. Introducción

En el marco de sus funciones de planeación y gestión del espectro radioeléctrico, la ANE ha adelantado estudios técnicos orientados a definir las condiciones de uso del espectro por parte de sectores productivos, con el fin de habilitar la implementación de redes privadas de banda ancha en Colombia.

En efecto, entre 2022 y 2023, la ANE adelantó dos estudios bajo la metodología de Análisis de Impacto Normativo (AIN), uno sobre necesidades de espectro para la transformación digital de los sectores productivos¹ y otro sobre espectro para la masificación de aplicaciones IoT². En estos se identificaron barreras regulatorias y técnicas que limitan la adopción de soluciones inalámbricas, concluyendo que existe la necesidad de habilitar espectro para redes privadas en Colombia.

Derivado de dicha conclusión, en la Agenda regulatoria 2026-2027 publicada por la Agencia Nacional del Espectro, se plantea el desarrollo de un esquema integral que permita la asignación de espectro radioeléctrico para redes privadas, incluyendo:

- i. La definición de las condiciones técnicas, operativas y regulatorias que soporten el otorgamiento de permisos de uso espectro radioeléctrico para este tipo de redes,
- ii. La formulación de lineamientos para la estructuración del proceso de selección objetiva a cargo del MinTIC y,
- iii. La definición de parámetros para la valoración económica del espectro asociados a estos permisos.

En lo relacionado con el primer punto, se resalta que la ANE desarrolló el estudio "*Propuesta Técnica Redes Móviles y Fijas de Acceso para Sectores Productivos*", en el que se propuso la habilitación de espectro para la implementación de servicios de radiocomunicaciones Móviles y Fijos de acceso en las bandas de 410 MHz, 900 MHz, 3.5 GHz y 26 GHz para el despliegue de redes privadas en Colombia. La selección de estas bandas responde a criterios técnicos complementarios de cobertura, capacidad y latencia para atender distintos escenarios industriales y productivos, en línea con los principios de uso eficiente

¹ <https://www.ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3849>

² <https://www.ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3890>



del espectro y fomento de la transformación digital establecidos en la Ley 1341 de 2009.

El mencionado documento de propuesta técnica fue publicado para comentarios del sector de manera conjunta con el presente documento, en donde se plantea la definición de las condiciones técnicas generales que resultarían necesarias para la asignación de espectro para redes privadas, por tanto, el presente análisis se enfocará en la formulación de lineamientos y recomendaciones para la estructuración de un proceso de selección objetiva a cargo del MinTIC, la definición de parámetros para la valoración económica del espectro, asociados a la asignación de los permisos de uso del mismo, que serán recomendados al MinTIC para la implementación de redes privadas por parte de los sectores productivos.

No obstante, considerando que los esquemas de cobertura podrían diferir entre los distintos sectores productivos, se hace necesario analizar y establecer condiciones técnicas específicas orientadas a este tipo particular de uso. Dichas condiciones comprenden, entre otros aspectos, la definición de parámetros operativos para estaciones base y equipos terminales, tales como límites de potencia, altura efectiva de antena (HAAT), inclinación mínima (tilt), niveles máximos de emisiones fuera de banda y fuera de canal, así como configuraciones de cobertura basadas en anillos, áreas de despliegue y áreas de cobertura previamente definidas, los cuales serán objeto de análisis en el presente estudio y formarán parte de las recomendaciones que planteará esta entidad como asesor técnico del MinTIC en su propuesta final.

El desarrollo de esta propuesta constituirá un insumo clave para que el MinTIC determine las condiciones generales de los procesos que podrían llegar a adelantarse para la de asignación de espectro para uso de redes privadas, en coherencia con las necesidades de digitalización y modernización de los sectores productivos del país.

En ese sentido, la Agencia Nacional del Espectro (ANE) adelanta este proyecto utilizando la metodología de Análisis de Impacto Normativo (AIN), cuyo desarrollo inicia con el contenido de este documento, en el cual se realiza la identificación del problema y que es publicado para generar la discusión inicial con los agentes involucrados y trabajar de manera conjunta en la solución de la problemática planteada.

El documento está organizado en cuatro partes. Inicialmente se presenta el contexto general de la temática a tratar, posteriormente se identifican el problema, las causas y las consecuencias relacionadas. En una siguiente sección



se justifica la necesidad de la intervención y, finalmente, se propone un cuestionario que se podrá diligenciar en línea y con el cual se busca la participación de los interesados para recopilar observaciones y sugerencias a la identificación del problema, así como ideas clave e insumos estratégicos para el desarrollo de las siguientes etapas del proyecto.

2. Contexto

2.1 Transformación digital y necesidades de conectividad

La adopción de tecnologías digitales ha transformado las dinámicas tradicionales de interacción entre personas, empresas y entidades públicas. La digitalización de trámites, la automatización de procesos productivos, el uso intensivo de datos para la toma de decisiones y la prestación de servicios en línea han modificado la forma en que interactuamos y se desarrolla la sociedad. (ANE, 2023)

En este contexto, tanto el sector privado como el sector público han venido incorporando tecnologías con el propósito de mejorar la eficiencia, optimizar recursos y fortalecer la calidad de los servicios, lo que ha derivado en un crecimiento acelerado de las necesidades de conectividad, capacidad de procesamiento y almacenamiento de información.

En términos conceptuales, (Aguilar, 2017) define la transformación digital como la "reinención de una organización a través de la utilización de la tecnología digital para mejorar la forma en que la organización se desempeña y sirve a quienes la constituyen".

De acuerdo con (DNP, 2019) es necesario entender la relación que existe entre la digitalización, el uso de las tecnologías digitales y los datos. "La digitalización representa la conversión de datos y procesos análogos hacia formatos que pueden ser entendidos y manipulados por máquinas. Por lo tanto, gracias a las tecnologías digitales es posible convertir cada vez más datos y procesos a estos formatos, que también generan nuevos datos que pueden ser manipulados de nuevas formas. Todo esto da origen a una serie de capacidades para la innovación o la creación de nuevos modos de hacer las cosas en distintos sectores económicos".



Por su parte, el ecosistema tecnológico que sustenta la transformación digital de los sectores productivos está articulado en torno a un conjunto de tecnologías convergentes. La (UIT, 2020) argumenta que la transformación digital redundará en beneficio de los países y su población, al contribuir a aumentar la productividad, fomentar el desarrollo económico y promover las oportunidades de empleo. Adicionalmente, se identifica que nuevas tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT), las cadenas de bloques (blockchain), la impresión en 3D, los servicios móviles y los medios de comunicación social, ayudarán a los países a lograr un desarrollo económico sostenible, en línea con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La incorporación de tecnologías emergentes, junto con la automatización y el uso generalizado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), ha incrementado de manera significativa la presión sobre la utilización de los sistemas de comunicaciones inalámbricos. El desarrollo de soluciones asociadas a la Industria 4.0, el Internet de las Cosas (IoT), la analítica avanzada, la inteligencia artificial y la computación en la nube, exigen infraestructuras de comunicaciones con altos niveles de disponibilidad, confiabilidad y baja latencia. Así mismo, el esperado aumento exponencial en el número de dispositivos conectados y el volumen de datos generados plantea retos importantes en materia de gestión eficiente del espectro radioeléctrico.

La ANE, en el marco de estudios realizados entre 2022 y 2023 identificó aplicaciones IoT de importancia directa para la economía colombiana como: agricultura de precisión (monitoreo de temperatura, humedad y control de plagas), ganadería inteligente (biometría y geolocalización de animales), manufactura inteligente (robótica colaborativa, gemelos digitales e inteligencia artificial), gestión inteligente de energía (redes eléctricas inteligentes y medidores AMI), ciudades inteligentes y sistemas de transporte inteligente (ITS). Estas aplicaciones representan transformaciones sustanciales en la forma en que los sectores operan, toman decisiones y generan valor. (ANE, 2023)

Desde el punto de vista económico, la adopción de tecnologías como IoT genera impactos encadenados sobre la competitividad sectorial. Los efectos económicos de la implementación de IoT se traducen en mayor eficiencia operativa, reducción de costos de mantenimiento, optimización del uso de recursos naturales y nuevas oportunidades de negocio mediante la creación de mercados digitales emergentes. (ANE, 2023)



De esta forma se evidencia la importancia del uso y adopción de tecnologías digitales como IoT; sin embargo, como se mencionó anteriormente, existen diversas tecnologías con un potencial significativo para contribuir a la transformación digital de los sectores productivos.

Esto genera demandas de conectividad que son significativamente diferentes de las que originan los servicios móviles de carácter masivo. En tanto las redes comerciales están diseñadas para maximizar la cobertura geográfica y el volumen de usuarios (con modelos de negocio orientados a la masificación del consumo de datos), los entornos industriales requieren soluciones con características radicalmente diferentes: control operativo exclusivo, seguridad de la información de procesos críticos, calidad de servicio garantizada, soluciones de acuerdo a las necesidades y cobertura acotada a perímetros productivos específicos.

La ANE identifica esta situación como una de las causas estructurales del problema de conectividad en los sectores productivos colombianos: "los servicios móviles comerciales no satisfacen las necesidades de los sectores productivos" (ANE, 2023). Los operadores móviles comerciales pueden no tener incentivos económicos para desplegar infraestructura especializada en entornos industriales remotos o con requerimientos técnicos que no se corresponden con el diseño de sus redes. Además, el modelo económico de los servicios especiales que ofrecen los operadores para atender segmentos empresariales frecuentemente resulta inviable para los sectores productivos, ya sea por su costo o por su limitada adaptabilidad técnica (ANE, 2023).

En ese orden de ideas, las empresas requieren transferir volúmenes crecientes de información dentro de infraestructuras controladas, que permitan su procesamiento y almacenamiento bajo altos estándares de seguridad (CEPAL, 2021). En tal sentido, las redes privadas son una alternativa para atender requerimientos específicos de conectividad que demandan mayores niveles de control, segmentación y seguridad.

Estas redes permiten adaptar las condiciones técnicas de operación a las necesidades particulares de cada sector o proyecto, facilitando casos de uso como la automatización industrial en tiempo real, el monitoreo remoto de activos, la gestión inteligente de infraestructuras críticas, la operación de entornos logísticos complejos, entre otros.

Es importante resaltar que, por la naturaleza de estas redes privadas industriales se encuentra que tienen necesidades de conectividad específicas. (Aijaz, 2020) señala que las redes 5G privadas ofrecen *"cobertura dedicada, capacidad*

exclusiva, control intrínseco y servicio personalizado", características que resultan difíciles de garantizar a través de infraestructura pública compartida. Los entornos productivos buscan aislamiento de tráfico y continuidad garantizada de las comunicaciones de control.

La caracterización técnica de las necesidades de conectividad de los sectores productivos comprende un conjunto de parámetros que difieren sustancialmente de los utilizados para dimensionar redes móviles comerciales, por ejemplo (Aijaz, 2020)

- **Monitoreo y supervisión:** confiabilidad $\geq 99,9$ %, latencia de 50–100 ms, tasas de datos de 0,1–0,5 Mbps para 100–1.000 nodos simultáneos.
- **Control de seguridad:** confiabilidad $\geq 99,999$ %, latencia de 5–10 ms, tasas de datos de 0,5–1 Mbps.
- **Control en lazo cerrado y automatización de procesos:** confiabilidad $\geq 99,999$ %, latencia de 2–10 ms, tasas de datos de 1–5 Mbps para 100–150 nodos.
- **Operación remota e interacción en tiempo real:** confiabilidad $\geq 99,999$ %, latencia de 2–10 ms, tasas de datos de 100–200 Mbps. Incluye telemedicina, control remoto de maquinaria pesada y realidad aumentada para mantenimiento industrial.

En la misma línea, la (ANE, 2023) identifica siete parámetros técnicos fundamentales que deben considerarse al momento de seleccionar una tecnología de radiocomunicaciones para soportar la transformación digital de los sectores productivos:

- **Calidad del servicio:** comprende el conjunto de características que determinan la capacidad de un sistema de telecomunicaciones para satisfacer las necesidades del usuario, incluyendo atributos como velocidad, disponibilidad y fiabilidad.
- **Capacidad:** hace referencia a la velocidad máxima de transferencia de datos alcanzable en condiciones ideales para un usuario o dispositivo dentro de una red, es decir, los bits por segundo que pueden transmitirse a través de una sola conexión.
- **Cobertura:** corresponde al área geográfica asociada a una estación base para brindar servicio a las estaciones móviles, aspecto de gran importancia para el diseño de un sistema de telecomunicaciones debido a los costos que implica la implementación de la infraestructura física de las

estaciones base.

- **Densidad de red:** se refiere al número total de dispositivos conectados a un sistema de telecomunicaciones por unidad de superficie, lo cual resulta especialmente relevante en aplicaciones de comunicación masiva tipo máquina (mMTC) y en el despliegue de soluciones IoT.
- **Duración de la batería:** asociada al tiempo de funcionamiento de los dispositivos de telecomunicaciones con la capacidad de energía almacenada. Es un aspecto de mucha importancia en dispositivos de telecomunicaciones de difícil accesibilidad debido al entorno de funcionamiento y cuyo mantenimiento regular resulta difícil por razones físicas y económicas
- **Latencia:** se define como el tiempo de tránsito de la información en una sola dirección, medido en milisegundos, entre su origen y su disponibilidad en el destino dentro de la red de comunicaciones, siendo un parámetro determinante en aplicaciones que requieren respuesta en tiempo real como telemedicina, conducción autónoma, streaming de video, entre otros.
- **Seguridad:** es la capacidad del sistema de telecomunicaciones de minimizar las vulnerabilidades que puedan ser explotadas para violar el sistema o la información que contiene, con el fin de proteger la finalidad de la comunicación.

Finalmente, el documento señala que estos requerimientos técnicos variarán de acuerdo con las necesidades específicas de cada sector productivo, lo que incide directamente en la selección de la tecnología de radiocomunicaciones más adecuada para cada caso.

Bajo este marco, es natural esperar que la demanda de espectro para el desarrollo de los mencionados servicios aumente. Con la evolución tecnológica, el espectro juega un rol cada vez más crítico, e incluso podría llegar a compararse, en términos de valor económico con las reservas nacionales de energía y materias primas (ITU, 2021).

Por su parte, el Plan Maestro de Gestión de Espectro 2022–2026 es explícito en mencionar que la futura disponibilidad de espectro IMT no estará enfocada exclusivamente en atender requerimientos de operadores móviles comerciales, sino que nuevos agentes (industrias, servicios públicos, redes para la atención de emergencias y desastres e IoT) deberán poder acceder a tecnologías IMT para su transformación digital. (ANE, 2024)



Adicionalmente, de acuerdo con (ITU, 2021) han surgido nuevos actores interesados y usuarios potenciales, lo que hace necesario revisar los mecanismos de asignación de espectro e introducir métodos más modernos que permitan mejorar su gestión y aprovechamiento.

En este marco, el espectro radioeléctrico es un recurso fundamental para el funcionamiento de las redes de telecomunicaciones actuales, especialmente para el despliegue de redes móviles de banda ancha que soportan el desarrollo de la economía digital. Desde la perspectiva del Estado, y particularmente desde la ANE, la transformación digital implica la gestión del espectro para habilitar a los sectores productivos (como minería, hidrocarburos, energía eléctrica, transporte, agro, salud, manufactura, entre otros) para que puedan reconfigurar sus procesos mediante tecnologías de radiocomunicaciones que les permitan operar con mayor eficiencia en mercados globalizados e interconectados. (ANE, 2023).

Desde el punto de vista económico, se trata de un recurso natural limitado cuya asignación y uso eficiente inciden directamente en la capacidad de las redes para ofrecer servicios de alta calidad, atender el crecimiento constante del tráfico de datos y habilitar nuevas aplicaciones digitales (OCDE, 2022). De igual manera, el espectro es un activo estratégico para el país, en la medida en que permite la provisión de diversos servicios inalámbricos (como las comunicaciones móviles, satelitales, aeronáuticas y de radiodifusión) que respaldan múltiples actividades económicas y sociales, y contribuyen a la transformación digital de los sectores productivos. (UIT, 2015) (OCDE, 2022).

En el ámbito internacional, el espectro radioeléctrico es reconocido como un componente crítico de la infraestructura que sustenta la transformación digital de las economías modernas (OCDE, 2022). La creciente demanda de conectividad exige que los Estados gestionen este recurso de manera planificada, transparente y orientada al interés público, articulando los lineamientos internacionales establecidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) con las necesidades y prioridades nacionales.

Así entonces, la importancia económica del espectro radioeléctrico se encuentra estrechamente vinculada al papel que desempeñan las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la transformación estructural de las economías contemporáneas. En este contexto, dado su rol como insumo esencial para la conectividad, el uso eficiente del espectro permite incidir positivamente en diversas dimensiones del bienestar social.



En este sentido, las administraciones deben contemplar el ancho de banda necesario para atender la creciente demanda de tráfico de datos, tanto actual como futura, lo que hace cada vez más relevante la asignación del espectro bajo criterios de eficiencia y maximización del bienestar social. Esto implica promover el despliegue de redes, incentivar la competencia, facilitar el acceso y garantizar un uso efectivo del recurso. En consecuencia, la asignación eficiente del espectro no constituye únicamente un desafío técnico, sino también económico y social, en la medida en que su subutilización o asignación tardía puede limitar la materialización de sus beneficios para la sociedad.

2.2 Hallazgos de estudios de la ANE sobre conectividad en sectores productivos

Teniendo en cuenta la necesidad de estructurar lineamientos y estrategias que promuevan la adopción de redes privadas como instrumento habilitador de la transformación digital y del desarrollo productivo, desde 2020 la ANE ha realizado diversos estudios técnicos para promover el uso del espectro por parte de sectores productivos. Como punto de partida, se adelantó una consultoría en la cual se identificaron las necesidades de espectro radioeléctrico requerido para 14 sectores productivos del país que requerían ser priorizados³.

Como complemento de dicho estudio, entre 2022 y 2023 la Agencia adelantó dos análisis de impacto normativo sobre *Espectro para la Transformación Digital de los Sectores Productivos*⁴ y sobre el *Espectro para Atender el Crecimiento Futuro y la Masificación de Aplicaciones IoT*.⁵, en los cuales se evidenció la necesidad de analizar mecanismos que permitan el acceso al espectro radioeléctrico en condiciones acordes con sus requerimientos, incluyendo alternativas relacionadas con el uso de redes privadas como se presenta a continuación.

³ Energía eléctrica, minería, petróleo y gas, agua, agricultura, transporte, seguridad y defensa, educación, salud, ciudades y territorios inteligentes, logística, alimentos y bebidas, moda, automotriz, siderúrgico y metalmecánico, identificados a través de una consultoría desarrollada en 2020.

⁴ Para más información consultar: <<https://ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3849>>

⁵ <https://www.ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3890>



2.2.1 Espectro para soportar la transformación digital de los sectores productivos

La Agencia Nacional del Espectro (ANE) adelantó entre 2022 y 2023 un estudio orientado a identificar y hacer disponible espectro de banda ancha para soportar la transformación digital de los sectores productivos del país y satisfacer la demanda de conectividad inalámbrica de nuevos agentes, aplicaciones y mercados de telecomunicaciones.

En este marco, se identificó que existen barreras en la adopción de soluciones de comunicaciones de acceso inalámbrico de los sectores productivos para el desarrollo de su transformación digital.

Esto se origina a partir de 2 casusas principales: por un lado, los servicios móviles comerciales no satisfacen las necesidades de los sectores productivos, debido al desconocimiento de los servicios de telecomunicaciones del segmento empresarial y a que el modelo económico de servicios especiales no resultaba viable. De otro lado, las redes de comunicaciones propias existentes no son aptas para la transformación digital por las dificultades en el acceso al espectro radioeléctrico, los requerimientos más robustos de algunas aplicaciones de comunicaciones y el desconocimiento de las tecnologías de radiocomunicaciones disponibles.

Esta problemática genera baja competitividad en los mercados sectoriales, desactualización tecnológica que condice a una baja eficiencia operativa y vulnerabilidad en la infraestructura de los sectores productivos, así como mercados emergentes desatendidos.

En este sentido, haciendo uso de la metodología de Análisis de Impacto Normativo (AIN), se estudió la problemática presentada, para lo cual se contó con la participación de actores estratégicos y se plantearon cuatro alternativas de solución (ANE, 2023):

- i. El Statu quo
- ii. Definir las condiciones necesarias de compartición para el uso del espectro identificado internacionalmente para IMT por parte de los sectores productivos en bandas de frecuencias con usuarios incumbentes: Esta propuesta consiste en una figura de compartición de espectro para que los sectores productivos puedan acceder a

- bandas identificadas internacionalmente para IMT y desplegar redes propias para su conectividad.⁶
- iii. Definir las condiciones necesarias para el uso local del espectro IMT de manera exclusiva por parte de los sectores productivos: Esta propuesta consiste en una figura de compartición de espectro por separación espacial para que los sectores productivos puedan acceder a bandas identificadas para IMT y desplegar redes propias para satisfacer sus necesidades de comunicaciones.
 - iv. Recomendar las condiciones específicas de compartición de espectro con los sectores productivos en ubicaciones determinadas, las cuales deberán ser incluidas dentro de las asignaciones de espectro IMT de los operadores móviles comerciales: Habilitar la posibilidad de incorporar sectores productivos estratégicos como terceros para acceder a un segmento de espectro IMT en una ubicación geográfica determinada. Este esquema de acceso y las condiciones de uso para los potenciales sectores productivos estratégicos se definiría en los permisos de uso del espectro IMT de los operadores móviles.

Una vez aplicada la metodología de análisis multicriterio, se concluyó que la alternativa seleccionada fue la número 2: definir las condiciones necesarias de compartición para el uso del espectro identificado internacionalmente para IMT por parte de los sectores productivos en bandas de frecuencias con usuarios incumbentes, permitiendo así que dichos sectores puedan acceder a estas bandas y desplegar redes propias para su conectividad.

2.2.2 Espectro para atender el crecimiento futuro y la masificación de aplicaciones IoT

Entre 2022 y 2023 la ANE también desarrolló un estudio que permitiera identificar el espectro para atender el crecimiento futuro y la masificación de IoT en el país, el cual se tituló “Espectro para atender el crecimiento futuro y la masificación de aplicaciones IoT”.

⁶ Para efectos del presente análisis, la referencia a “figura de compartición de espectro” corresponde a una aproximación conceptual en el marco del Análisis de Impacto Normativo (AIN) y no debe entenderse como la figura jurídica de compartición de espectro radioeléctrico que se encuentra en proceso de desarrollo regulatorio.

A partir de la revisión de información sobre la implementación de este tipo de soluciones, el análisis de casos de uso y la interacción con agentes de la cadena de valor, se identificó como problema principal la existencia de incertidumbre sobre si las condiciones técnicas y normativas eran suficientes para el desarrollo de IoT en Colombia. Esta problemática también fue abordada bajo la metodología AIN.

Las causas principales se estructuraron en tres grupos: primero, la existencia de falencias en la identificación de las condiciones del mercado de soluciones IoT en Colombia, incluyendo el desconocimiento por parte de habilitadores y demandantes sobre el uso del espectro disponible y las tecnologías aplicables; segundo, limitaciones de conectividad para apalancar la implementación de soluciones IoT, especialmente cuando los proveedores deben desplegar simultáneamente la red de comunicaciones, más aún cuando no hay conectividad en las zonas; y tercero, la normatividad existente en materia de espectro no estaba actualizada para atender el despliegue de IoT, en parte debido a los cambios permanentes de las tecnologías emergentes.

Los principales hallazgos señalaron que esta situación derivaba en baja inversión en la adopción de soluciones IoT, rezago frente a otros países en la implementación de estas tecnologías, mantenimiento de la brecha digital y pérdida de competitividad en los sectores productivos

En el marco de dicho proceso, y con la participación de actores estratégicos, se formularon cuatro alternativas de solución orientadas a atender la problemática identificada (ANE, 2023):

- i. El Statu quo
- ii. Recomendación a entidades competentes para que el Gobierno incentive en el sector productivo la digitalización de sus procesos y adopción de mecanismos de ciberseguridad.
- iii. Identificar rangos de espectro para redes privadas (4G y 5G). Recomendación a entidades competentes para que el Gobierno incentive en el sector productivo la digitalización de sus procesos y adopción de mecanismos de ciberseguridad.
- iv. Identificar rangos de espectro para redes comerciales 5G. Recomendación a entidades competentes para que el gobierno incentive en el sector productivo la digitalización de sus procesos y adopción de mecanismos de ciberseguridad.

Dichas alternativas fueron evaluadas bajo la metodología de análisis multicriterio y se determinó que la alternativa seleccionada fue la número 3.

2.3 Propuesta técnica de redes móviles de acceso para sectores productivos

Con el fin de implementar las alternativas planteadas en los citados estudios y atender las necesidades de los sectores productivos, durante los años 2024 y 2025, esta Agencia adelantó un estudio denominado “*Propuesta Técnica Redes Móviles y Fijas de Acceso para Sectores Productivos*”, el cual fue publicado de manera conjunto con el presente documento para consulta pública, junto con un borrador de Resolución de modificación de la Resolución 105 de 2020 expedida por la ANE, en él se plantean, de manera preliminar, algunos elementos orientados a la habilitación de espectro para la implementación de servicios de radiocomunicaciones Móviles y Fijos de acceso, los cuales actualmente se encuentran en discusión con el sector y podrán ser objeto de ajustes como resultado del proceso de participación y de los análisis posteriores que se adelanten.

Dicha propuesta se fundamentó en los principios de uso eficiente del espectro radioeléctrico, promoción de la competencia, maximización del bienestar social y fomento de la transformación digital, establecidos en la Ley 1341 de 2009, así como en los lineamientos de política pública orientados a ampliar la conectividad y fortalecer la productividad del país.

De esta manera, la habilitación de bandas para redes privadas no solo busca optimizar el aprovechamiento de un recurso limitado, sino que también contribuye a impulsar la digitalización de los sectores productivos, el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras y la consolidación de nuevos modelos de conectividad que contribuyan a su desarrollo.

Bandas propuestas para redes privadas

Entre los elementos analizados en los citados documentos, se encuentran las bandas de frecuencia que, con base en análisis técnicos, fueron identificadas como potenciales candidatas para la operación de redes privadas, estudios de coexistencia, disponibilidad espectral y revisión de experiencias internacionales, las cuales se describen de manera resumida a continuación:

- 410 MHz, considerada para aplicaciones que requieren amplia cobertura geográfica, particularmente en entornos con necesidades de propagación robusta.
- 900 MHz, planteada para soportar redes privadas aplicaciones que requieren amplia cobertura geográfica, habilitada bajo un esquema de uso

flexible tras la actualización del CNABF mediante la Resolución 28 de 2026.

- 3.5 GHz, considerada una banda media con condiciones adecuadas tanto para esquemas de cobertura estándar como para despliegues localizados.
- 26 GHz, identificada para casos de uso de alta capacidad y cobertura localizada, particularmente en entornos industriales específicos.

Estas bandas fueron consideradas de manera preliminar y responden a criterios asociados con condiciones de propagación, presencia de usuarios incumbentes, posibilidades de coexistencia y viabilidad técnica para habilitar nuevos esquemas de acceso al espectro.

Tipos de licencia

Otro aspecto analizado dentro del documento “*Propuesta Técnica Redes Móviles y Fijas de Acceso para Sectores Productivos*” son los tipos de licencia, para ello se plantearon dos tipos de permisos de uso del espectro, definidos en función de las características técnicas de propagación de las bandas analizadas y de lo observado dentro de las mejores prácticas adoptadas por otros países.

- El primero de ellos, denominado permiso de cobertura estándar, orientado a bandas de mayor alcance (410 MHz, 900 MHz y 3.5 GHz), bajo asignación por estación base instalada. Este esquema busca soportar aplicaciones que requieren coberturas amplias y maximizar el aprovechamiento de las condiciones de propagación favorables de las bandas bajas y medias.
- El segundo, consiste en un permiso de baja cobertura diseñado para despliegues localizados, particularmente en bandas de 3.5 GHz y 26 GHz, mediante áreas delimitadas con radios máximos definidos de 50 metros, orientados a despliegues localizados y escenarios de alta reutilización espectral, favoreciendo casos de uso en industrias, campus o entornos de alta densidad de capacidad.

Condiciones técnicas generales para su operación

La propuesta sometida a consulta pública contempla, de manera preliminar, condiciones técnicas generales para la operación de redes privadas en las bandas consideradas, incluyendo aspectos asociados con rangos de frecuencias, canalización, anchos de banda, restricciones de potencia, condiciones de coexistencia, medidas de mitigación de interferencias y parámetros aplicables a la coordinación entre asignatarios.

Estas condiciones fueron definidas con base en estudios técnicos previos, análisis de convivencia electromagnética y criterios orientados a garantizar tanto el uso eficiente del espectro como la protección de sistemas incumbentes en cocanal o en bandas adyacentes. De manera general, las condiciones propuestas varían según las particularidades técnicas de cada banda y el tipo de permiso asociado.

Tabla 1 Características propuestas por banda

Banda	Rango	Anchos de banda	Tipo de licencia
410 MHz	410 - 415 MHz y 420 - 425 MHz	1.4, 3 y 5 MHz	Cobertura estándar
900 MHz	897 - 915 MHz y 942 - 960 MHz	1.4, 3, 5, 10 y 15 MHz	Cobertura estándar
3,5 GHz	3620 - 3700 MHz	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 MHz	Cobertura estándar Baja cobertura
26 GHz	24.25 – 25.85 GHz	50, 100, 150, 200, 400, 600 y 800 MHz	Baja cobertura

Fuente: (ANE, 2026)

Se precisa que estos elementos hacen parte de una propuesta sometida a consulta pública y, por tanto, podrían ser objeto de ajustes derivados del proceso de participación y de análisis posteriores. Así mismo, se aclara que la porción de la banda y la cantidad de espectro que se habilitará para este propósito serán definidos por el MinTIC en el marco de los respectivos procesos de asignación que se establezcan para tal fin.

2.4 Necesidad de profundización de acciones para facilitar el acceso al espectro en sectores productivos

Los estudios adelantados por la ANE entre 2022 y 2023, así como la propuesta técnica de redes móviles de acceso para sectores productivos publicada de manera conjunta con el presente estudio, constituyen avances significativos en la comprensión de las necesidades de conectividad inalámbrica de los sectores productivos, particularmente respecto a la importancia de asignación de espectro para el desarrollo de redes privadas.



En conjunto, estos ejercicios han permitido identificar las bandas de frecuencia con mayor potencial para el despliegue de redes privadas (410 MHz, 900 MHz, 3,5 GHz y 26 GHz), definir preliminarmente dos tipos de permisos de uso del espectro (permisos de cobertura estándar y permisos de baja cobertura) y establecer condiciones técnicas mínimas de operación en términos de canalización, anchos de banda, restricciones de potencia y criterios de coexistencia con sistemas incumbentes.

No obstante, estos elementos, si bien resultan necesarios, no son suficientes para garantizar que los sectores productivos puedan acceder efectivamente al espectro radioeléctrico en condiciones acordes con sus requerimientos. Las referencias internacionales y los propios hallazgos de la ANE indican que la habilitación técnica del espectro debe ir acompañada de un marco de acceso integral que considere la naturaleza de las redes privadas y la ausencia de prestación de servicios a terceros. La identificación de bandas y la definición de condiciones técnicas generales constituyen el punto de partida de un proceso más amplio, pero no resuelven por sí mismos las barreras que impiden a estos sectores el desarrollo de redes privadas.

En este sentido, resulta necesario profundizar el análisis más allá de la identificación de bandas y condiciones técnicas, avanzando hacia una caracterización integral del problema de acceso al espectro para redes privadas que permita abordar de manera coherente los vacíos en las condiciones de acceso, los esquemas de asignación, los parámetros de valoración, entre otros. De esta forma, se inicia el camino para la formulación de soluciones que respondan de manera efectiva a las necesidades de espectro de los sectores productivos y que contribuyan a la transformación digital del país.

3. Competencia de la ANE para abordar la temática objeto de análisis

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley 1341 de 2009, la ANE tiene como objeto brindar el soporte técnico para la gestión y planeación, la vigilancia y control del espectro radioeléctrico, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo.

Ahora bien, en el artículo 26 de la Ley 1341 de 2009 se determinan las funciones asignadas a la ANE, de las cuales, para efectos del presente estudio se consideran particularmente relevantes las siguientes:



- Asesorar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) en el diseño y formulación de políticas, planes y programas relacionados con la administración del Espectro Radioeléctrico.
- Diseñar y formular políticas, planes y programas relacionados con la vigilancia y control del espectro, en concordancia con las políticas nacionales y sectoriales y las propuestas por los organismos internacionales competentes.
- Realizar la gestión técnica del espectro radioeléctrico.
- Estudiar y proponer los parámetros de valoración por el derecho al uso del espectro radioeléctrico y la estructura de contraprestaciones.

Adicionalmente, con la expedición del Decreto 4169 de 2011, las funciones de planeación y atribución del espectro radioeléctrico, así como el establecimiento y mantenimiento actualizado del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CNABF) y la elaboración de los Cuadros de Características Técnicas de la Red (CCTR) para la asignación de frecuencias, que hasta ese momento se encontraba en cabeza del MinTIC, fueron asignadas a la ANE.

De otra parte, el desarrollo de estudios orientados a evaluar esquemas diferenciales de asignación del espectro radioeléctrico se enmarca en los principios que rigen su gestión en Colombia, en particular en el principio de uso eficiente de este recurso limitado, consagrado en el artículo 2 de la Ley 1341 de 2009. En ese sentido, el análisis adelantado en el presente documento contribuye a la adecuada planeación y administración del espectro radioeléctrico, funciones que corresponden a la ANE en virtud del marco normativo vigente.

De acuerdo con lo anterior, esta Entidad cuenta con la competencia técnica e institucional para adelantar el presente estudio, el cual responde, además, a los objetivos previstos en su Agenda Regulatoria 2026-2027, particularmente en lo relacionado con el análisis de condiciones de acceso y asignación del espectro radioeléctrico para atender nuevas necesidades de conectividad.

En este punto, es importante precisar que, en el marco de sus funciones, la ANE actúa como entidad técnica asesora en materia de gestión del espectro radioeléctrico, por lo que los análisis desarrollados en el presente documento constituyen un insumo para la toma de decisiones de política pública. En tal virtud, corresponde al MinTIC, en ejercicio de sus competencias legales, evaluar de manera integral estos insumos junto con otros elementos técnicos, económicos y regulatorios, para la definición de las condiciones de asignación y uso del espectro radioeléctrico.

4. Identificación del problema

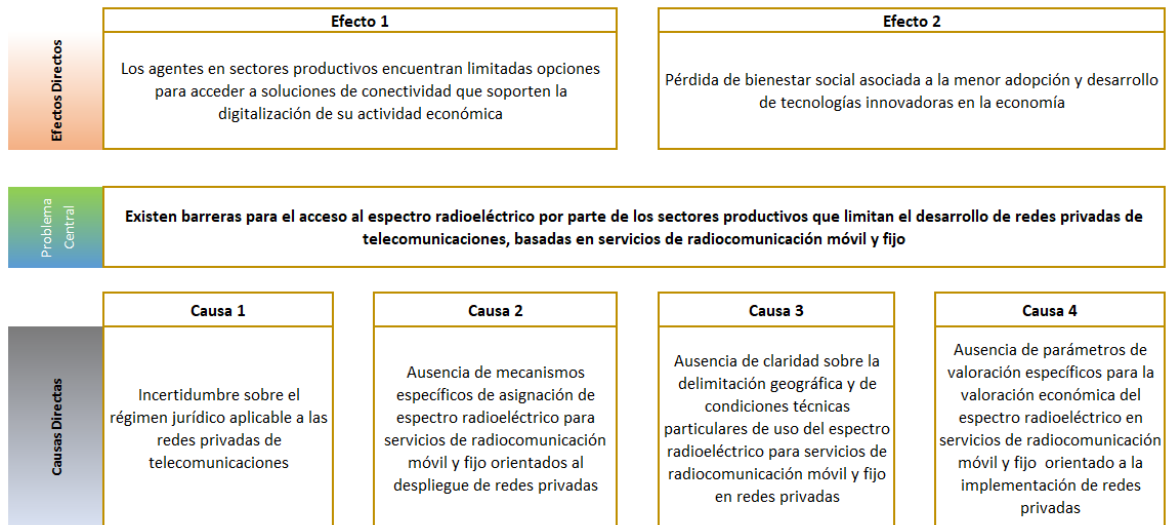
A partir de los elementos expuestos en la Sección 2, se evidencia que, a pesar de los avances alcanzados en la identificación de bandas de frecuencia, tipos de licencia y condiciones técnicas mínimas para el uso del espectro radioeléctrico, persisten limitaciones que dificultan el acceso al mismo por parte de los sectores productivos. En efecto, si bien estos avances constituyen un paso relevante para atender las nuevas necesidades de conectividad asociadas a la transformación digital y la masificación de aplicaciones de IoT, estos no resultan suficientes para habilitar condiciones efectivas de acceso al espectro, en la medida en que subsisten vacíos en aspectos clave relacionados con las condiciones de uso, la contraprestación asociada, los esquemas de asignación y otros elementos institucionales y operativos asociados a su gestión.

A partir de lo anterior, el presente análisis tiene como propósito identificar, mediante la metodología de árbol del problema, el problema central, así como sus causas y efectos asociados, en relación con las condiciones de acceso y uso del recurso radioeléctrico para redes móviles y fijas de acceso en entornos productivos. En particular, se identifica como problema central **la existencia de barreras para el acceso al espectro radioeléctrico por parte de los sectores productivos que limitan el desarrollo de redes privadas de telecomunicaciones, basadas en servicios de radiocomunicación móvil y fijo**. Dicho problema se origina en un conjunto de factores estructurales asociados al marco normativo vigente, las condiciones de asignación del espectro, la definición de condiciones técnicas de uso y los esquemas de valoración económica, los cuales se desarrollan en las subsecciones siguientes.

Con el fin de estructurar de manera sistemática esta problemática, a continuación, se presenta el árbol del problema, el cual permite identificar sus causas y efectos.



Figura 1 Árbol del problema



Fuente: Elaboración propia

4.1. Causas del problema

A continuación, se describe cada una de las causas que originan el problema identificado.

4.1.1. Incertidumbre sobre el régimen jurídico aplicable a las redes privadas de telecomunicaciones

Una de las causas estructurales del problema identificado se relaciona con la falta de claridad del régimen jurídico aplicable a las redes privadas basadas en tecnologías 4G y 5G, particularmente en lo que respecta a las condiciones bajo las cuales podría habilitarse el acceso al espectro radioeléctrico y al alcance de las obligaciones que resultarían exigibles a quienes pretendan desplegar este tipo de redes en entornos productivos.

El problema no radica en la inexistencia de normas, sino en que el marco jurídico vigente no define con claridad el tratamiento aplicable a este tipo de redes. Si bien es posible identificar disposiciones que pueden servir como punto de partida, estas no permiten determinar con suficiente certeza cómo deberían integrarse las redes privadas basadas en tecnologías 4G y 5G al esquema



regulatorio actual, particularmente en escenarios en los que su despliegue implique el uso de espectro radioeléctrico en bandas licenciadas.

En el ordenamiento jurídico colombiano existe una referencia a las redes privadas en el artículo 1 del Decreto 930 de 1992, en virtud de la cual estas corresponden al conjunto de elementos de red que establecen las personas naturales o jurídicas para su uso particular y exclusivo, sin prestación de servicios a terceros. Esta definición fue incorporada en un contexto normativo distinto al actual, en el que las telecomunicaciones se encontraban organizadas bajo un esquema de concesión administrativa conforme a lo dispuesto en el Decreto Ley 1900 de 1990.

Posteriormente, con la expedición de la Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1788 de 2019, se introdujo el régimen de habilitación general para la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones y se redefinió el esquema de intervención del Estado en el sector. En desarrollo de este marco, el Decreto 1078 de 2015 compiló la regulación vigente, incluyendo las disposiciones relacionadas con el acceso al espectro radioeléctrico, el otorgamiento de permisos y los procesos de selección objetiva.

No obstante, el ordenamiento vigente no desarrolla de manera específica el tratamiento jurídico de las redes privadas ni establece reglas claras para aquellos escenarios en los que estas redes lleguen a hacer uso de tecnologías 4G y 5G y puedan requerir acceso a espectro radioeléctrico en bandas licenciadas. En ese sentido, si bien no es posible afirmar de manera concluyente la pérdida de vigencia de la definición contenida en el Decreto 930 de 1992, tampoco es claro cuál es su alcance en el contexto actual, lo que no permite derivar de ella criterios suficientes para establecer las condiciones aplicables a este tipo de redes.

Esta situación se refleja en interrogantes jurídicos concretos que hoy no cuentan con una respuesta normativa directa. Entre otros aspectos, no existe claridad sobre la forma en que deberían articularse el régimen de habilitación general y el régimen de permisos para el uso del espectro cuando el propósito no es la prestación de servicios al público, sino la atención de necesidades propias de conectividad en sectores productivos. Tampoco se encuentra definido si, en estos escenarios, resultarían aplicables, y en qué medida, las mismas categorías jurídicas y cargas regulatorias previstas para los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones.

Al respecto, cabe precisar que el punto no es que estas reglas no existan, sino que su aplicabilidad a este tipo de supuestos no se encuentra delimitada. En consecuencia, aspectos como las condiciones de acceso al espectro



radioeléctrico, los requisitos aplicables y el alcance de las obligaciones asociadas a la operación de estas redes quedarían, en ausencia de una regulación específica, sujetos a interpretaciones caso a caso, lo que introduce un nivel de incertidumbre particularmente sensible.

En este contexto, la ausencia de criterios normativos claros no solo genera incertidumbre para los potenciales interesados, sino que también limita la capacidad de la administración para adoptar decisiones con un grado adecuado de previsibilidad y consistencia. Como consecuencia, la estructuración de iniciativas de redes privadas basadas en tecnologías 4G y 5G enfrentaría dificultades desde el punto de vista jurídico, en la medida en que no existen parámetros definidos que orienten de manera precisa su tratamiento dentro del régimen vigente.

En consecuencia, la falta de claridad del régimen jurídico aplicable constituye una barrera para el desarrollo de este tipo de redes, en la medida en que dificulta la estructuración de iniciativas bajo condiciones previsibles e incide en el uso eficiente del espectro radioeléctrico en la transformación digital de los sectores productivos.

4.1.2. Ausencia de mecanismos específicos de asignación de espectro radioeléctrico para servicios de radiocomunicación móvil y fijo orientados al despliegue de redes privadas

Los mecanismos actuales de asignación de espectro radioeléctrico no están diseñados para responder a las necesidades específicas de casos de uso y del sector productivo, debido principalmente a la rigidez del marco normativo vigente que deriva en la existencia de mecanismos de acceso poco flexibles.

Teniendo en cuenta lo establecido en la Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1978 de 2019, la asignación del espectro se ha realizado mediante mecanismos de selección objetiva dependiendo de la aplicación y el uso del espectro radioeléctrico.

De acuerdo con el Decreto 1078 de 2015, se puede dar una asignación directa del espectro⁷ cuando este se requiera de forma temporal para brindar continuidad del servicio, siendo la regla general el desarrollo de Procesos de Selección Objetiva (PSO). Se exceptúan de este procedimiento los casos en que

⁷ Decreto 1078 de 2015, SECCIÓN 2 Del otorgamiento directo de permisos temporales para uso de espectro por razones de continuidad del servicio.



el MinTIC estime necesario reservar espectro para la operación de servicios con fines estratégicos para la defensa nacional, atención y prevención de situaciones de emergencia y seguridad pública, así como el otorgamiento de permisos temporales para la realización de pruebas técnicas.

Ahora bien, dentro de los mecanismos de PSO existe un caso especial, que corresponde a la subasta, el cual históricamente ha sido utilizado para asignación de espectro a los PRST móviles. La subasta es un proceso mediante el cual se venden bienes o servicios al mejor postor, el cual suele ser complejo y requerir de una planeación detallada en la que se selecciona cuidadosamente el tipo de proceso a realizar y las condiciones de este.

En el caso colombiano, las subastas de espectro IMT han sido diseñadas con condiciones orientadas a operadores que prestan servicios de telecomunicaciones móviles a terceros (PRST), lo que se refleja en requisitos como el despliegue de cobertura a nivel nacional o regional, obligaciones de servicio universal y compromisos de calidad orientados a mercados masivos. Estas condiciones responden a la lógica de un operador comercial cuyo modelo de negocio depende de monetizar el espectro a través de la prestación de servicios al público en general, y no a la de una empresa privada que busca operar una red de uso propio para optimizar sus procesos productivos. En ese sentido, someter a un actor de los sectores productivos a competir en un esquema de subasta concebido para PRST no solo resultaría desproporcionado en términos de cargas administrativas y financieras, sino que desconocería las particularidades y necesidades propias de las redes privadas, cuyo valor no se mide en cobertura comercial sino en eficiencia operacional.

De otra parte, MinTIC ejecuta PSO periódicos en resultado de los cuales adjudica segmentos atribuidos a los siguientes servicios: i) fijo y móvil terrestre para la operación de sistemas de cubrimiento, ii) fijos para su operación mediante radioenlaces de comunicación punto a punto, y iii) radiodifusión para su operación en sistemas o estaciones transmisoras móviles de televisión.

Cabe anotar también que MinTIC establece las condiciones, requisitos y el trámite que se debe surtir en los PSO para el otorgamiento o modificación de permisos para el uso del espectro radioeléctrico, en los segmentos atribuidos a los servicios radioeléctricos fijo y/o móvil terrestre, tomando como referencia lo dispuesto en la Resolución 1075 de 2020 del MinTIC. Dicho Ministerio también establece en esta normatividad que estos PSO no se abren en bandas identificadas para la operación y prestación de servicios IMT, en razón a que históricamente este espectro se ha asignado a través de subastas a los operadores móviles comerciales. Esta restricción limita la posibilidad de habilitar

esquemas de asignación más flexibles en bandas que serían idóneas para el despliegue de redes privadas 4G o 5G.

En este contexto, a continuación se presenta una síntesis de los principales mecanismos y parámetros clave utilizados en los procesos de asignación de espectro tanto para IMT como para no IMT.

Tabla 2 Características de los principales mecanismos de asignación

Características	Espectro IMT	Espectro No IMT – Punto a punto	Espectro No IMT – Punto multipunto	Satelital
Mecanismo de asignación	Subasta	Proceso de selección objetiva establecido en Resolución 1075 de 2020 ⁸	Proceso de selección objetiva establecido en Resolución 1075 de 2020 ⁹	Primer Llegado primer servido Resolución 376 de 2022 ¹⁰
Delimitación geográfica	Nacional	Por enlace	Nacional, departamental, municipal	Depende del tipo de estación terrena, puede ser nacional o localizada
Frecuencia	No hay un periodo establecido para su realización. Se han realizado en periodos con diferencia de 4 y 6 años aproximadamente	15 veces al año ¹¹	15 veces al año ¹²	Primer Llegado primer servido
Parámetros de valoración	- Depende de la banda, sus características técnicas, entre ellas, la propagación - Depende de la cantidad de MHz - Población cubierta - Duración de la licencia	Parámetros técnicos como - Frecuencia - Ancho de banda - Propagación - Factor de precio base	Parámetros técnicos como - Frecuencia - Ancho de banda - Propagación - Factor de precio base - Población cubierta - Area de cobertura, sea nacional, departamental y municipal	Parámetros técnicos como - Frecuencia - Ancho de banda - Potencia - Factor de precio base - Tipo de estación

⁸ Consiste en un PSO mediante el cual el MinTIC recibe solicitudes durante 15 momentos del año (2026), denominados como "Cortes", los cuales tendrán respectivamente fecha de inicio y cierre donde se los interesados presenten sus manifestaciones de interés en acceder a bandas VHF, UHF, SHF y EHF

⁹ Consiste en un PSO, mediante el cual el MinTIC recibirá solicitudes durante 15 momentos del año (2026), denominados como "Cortes", los cuales tendrán respectivamente fecha de inicio y cierre donde se los interesados presenten sus manifestaciones de interés en acceder a bandas VHF, UHF, SHF y EHF.

¹⁰ Consiste en el primer usuario que llegue primero que obtiene el permiso, es decir a demanda.

¹¹ Cantidad de cortes para recepción de solicitudes planteados en la Resolución 311 por el MinTIC para el año 2026, esta cantidad de cortes varia año a año.

¹² Cantidad de cortes para recepción de solicitudes planteados en la Resolución 311 por el MinTIC para el año 2026, esta cantidad de cortes varia año a año.

Características	Espectro IMT	Espectro No IMT – Punto a punto	Espectro No IMT – Punto multipunto	Satelital
	Históricamente se ha valorado nivel nacional			
Técnicas de valoración	- Flujo de caja descontado - Costo de oportunidad - Benchmarking - Valor presente neto	- Benchmarking - Variables socioeconómicas - Parámetros técnicos	- Benchmarking - Variables socioeconómicas - Parámetros técnicos	- Benchmarking - Parámetros técnicos

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, el espectro para sistemas IMT se ha asignado tradicionalmente mediante mecanismos de subasta, con alcance nacional y con el objetivo que sea utilizado para la prestación de servicios a terceros. Sin embargo, en un contexto de creciente demanda de espectro asociada a la transformación digital y al potencial despliegue de redes privadas, estos mecanismos podrían no estar respondiendo adecuadamente a las nuevas dinámicas del mercado. En particular, se identifican limitaciones frente a la posibilidad de atender necesidades específicas de distintos tipos de proyectos, especialmente aquellos que podrían tener un carácter local o sectorial, lo que podría generar ineficiencias en la asignación del recurso y restringir el aprovechamiento de oportunidades económicas y sociales. Asimismo, el enfoque predominantemente nacional podría no ser el más adecuado para todos los casos, en la medida en que no reconoce las particularidades técnicas, geográficas y de uso que demandan esquemas más flexibles.

En este sentido, surge como problemática la ausencia de mecanismos de asignación que incorporen criterios diferenciados según la naturaleza de la asignación (ausencia de prestación de servicios a terceros), el uso eficiente del espectro, su impacto esperado y las condiciones técnicas específicas, lo que plantea retos para una gestión del recurso que responda a los objetivos de uso de este y por tanto se administre de forma eficiente.

4.1.3. Ausencia de claridad sobre la delimitación geográfica y de condiciones técnicas particulares de uso del espectro radioeléctrico para servicios de radiocomunicación móvil y fijo en redes privadas

Las redes privadas requieren esquemas de asignación del espectro con delimitaciones geográficas más específicas que las actualmente previstas para los PRST móviles, cuyos permisos de uso del espectro se han otorgado tradicionalmente con alcance nacional. En este sentido, las áreas de cobertura de las redes privadas pueden variar de acuerdo con las necesidades operativas de cada sector productivo, pudiendo estar asociadas a entornos particulares como instalaciones industriales, puertos, aeropuertos, minas, plantas de generación de energía o campus empresariales, entre otros o más generales como los requeridos por otros actores como empresas de servicios públicos.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que en el documento “*Propuesta Técnica Redes Móviles y Fijas de Acceso para Sectores Productivos*” se plantean condiciones generales para redes privadas en las bandas de 410 MHz, 900 MHz, 3500 MHz y 26 GHz, se requiere a la vez profundizar en aspectos como parámetros de cobertura de acuerdo a las necesidades de los sectores productivos, características de las estaciones base y criterios de coordinación e interferencia; así mismo, parámetros desde lo geográfico debido a la particularidad del uso que se pretende promover, por lo cual se hace necesario definir tales condiciones.

La ausencia de estos parámetros técnicos podría dificultar la evaluación de viabilidad técnica de las solicitudes de espectro, así como la implementación de esquemas de reúso eficiente del recurso radioeléctrico y la adecuada delimitación geográfica de los permisos de uso del espectro para redes privadas.

En consecuencia, la ausencia de criterios regulatorios claros sobre la delimitación geográfica y las condiciones técnicas particulares aplicables a los permisos de uso del espectro para redes privadas limita la adopción de tecnologías asociadas a la digitalización industrial, la automatización de procesos y el desarrollo de aplicaciones avanzadas de conectividad.

4.1.4. Ausencia de parámetros de valoración específicos para la valoración económica del espectro radioeléctrico en servicios de radiocomunicación móvil y fijo orientado a la implementación de redes privadas

De acuerdo con la (UIT, 2014), los precios del espectro se determinan mediante métodos administrativos, basados en el valor de mercado, o a través de una combinación de estos.

- Los mecanismos administrativos se refieren a la fijación de precios, que incentiven el uso eficiente del espectro, y a las fórmulas de establecimiento de cánones que permiten recuperar los costos del organismo a cargo de la gestión de espectro. En particular, se utiliza para el trámite de solicitudes para la recepción y renovación de licencias. Adicionalmente, esos derechos pueden ser derechos simples, establecidos para recuperar los costos de la gestión del espectro y orientar a los usuarios en la adopción de decisiones que les permitan utilizar el espectro de forma más eficaz. También pueden basarse en planteamientos más complejos, que conjugan elementos cuyo objetivo es recuperar los costos de gestión del espectro e incorporan cánones de utilización del mismo en relación con la cantidad de espectro asignado y utilizado de forma eficaz.
- Los mecanismos basados en el mercado para determinar los precios del espectro conllevan, por lo general, un intercambio comercial, por ejemplo, subastas de espectro y, en el mercado secundario, la comercialización del mismo. En este caso, los participantes en una subasta abierta a la competencia o en actividades de comercialización de espectro determinan el precio por el que se obtendrán los derechos sobre el recurso y ofrecerán, como mínimo, el precio de reserva establecido en la subasta.

Cabe resaltar que las subastas son aplicables, por definición, únicamente cuando la demanda de espectro es mayor que la oferta disponible. Sin embargo, como lo menciona (UIT, 2017), las subastas pueden no ser adecuadas para servicios en los que hay una competencia limitada por las asignaciones del espectro. Adicionalmente, en términos de dicha organización, *"los cánones pueden fomentar la utilización eficaz del espectro, siempre que incorporen los incentivos económicos adecuados y que no se establezcan a un nivel tan bajo que resulte despreciable a ojos de los usuarios del espectro o tan elevado que rebase lo que*



el mercado establecería, en cuyo caso el espectro permanecerá inutilizado y no generará beneficios”.

Bajo este marco, tomando como referencia lo expuesto en la tabla 2, en Colombia se utilizan los dos tipos de mecanismos de estimación de precios de espectro presentados anteriormente. Respecto de los mecanismos de mercado, los esquemas de valoración existentes para servicios móviles han sido diseñados principalmente para procesos de asignación orientados a operadores de servicios de telecomunicaciones que prestan servicios a terceros con un alcance nacional y acorde con la banda, sus características técnicas, la cantidad de MHz, población cubierta, duración de la licencia, entre otros.

Por otro lado, para la asignación de espectro para enlaces punto a punto, cubrimiento punto multipunto y satelital se han establecido contraprestaciones definidos bajo una fórmula determinada que incluye parámetros como factores de precio base, variables técnicas, geográficas, entre otros.

Es importante resaltar que los precios y contraprestaciones por el uso del espectro se definen de acuerdo con diversos objetivos asociados a su gestión, por ejemplo, la maximización de beneficios, la gestión administrativa y técnica, objetivos sociales, objetivos de política pública, entre otros. En este sentido, de acuerdo con UIT, el valor del espectro debe tener en cuenta objetivos sobre: i) eficiencia óptima del espectro, ii) desarrollo socioeconómico, iii) pago de los recursos de espectro por parte de los usuarios, y iv) recuperación de los costos de gestión del espectro (UIT, 2017).

En este contexto, se identifica que actualmente no se cuenta con lineamientos ni parámetros claros que permitan valorar adecuadamente asignaciones de espectro destinadas a redes privadas, las cuales suelen tener características diferentes como se ha mencionado en secciones anteriores, como áreas geográficas limitadas, uso especializado por parte de sectores productivos y objetivos asociados a la optimización de procesos industriales, logísticos o productivos en lugar de prestación de servicios a terceros.

Lo anterior genera incertidumbre sobre el costo del acceso al espectro para este tipo de implementaciones y dificulta la estructuración de mecanismos de asignación adecuados, lo que puede retrasar o limitar el desarrollo de redes privadas basadas redes móviles y fijas de acceso.

4.2. Efectos del problema

A continuación, se describe cada uno de los efectos derivados del problema identificado.

4.2.1. Los agentes en sectores productivos encuentran limitadas opciones para acceder a soluciones de conectividad que soporten la digitalización de su actividad económica

La existencia de barreras para el desarrollo de redes privadas de telecomunicaciones puede generar limitaciones en la adopción de soluciones avanzadas de conectividad industrial y, en consecuencia, retrasos en los procesos de transformación digital de los sectores productivos. En el contexto colombiano, esta situación se explica en parte porque las empresas o verticales productivas dependen principalmente de los servicios ofrecidos por los operadores de telecomunicaciones móviles para satisfacer sus necesidades de conectividad inalámbrica.

En la práctica, los sectores productivos cuentan con tres alternativas para implementar soluciones de conectividad, siendo la primera de ellas utilizar redes comerciales provistas por operadores móviles o terceros, desplegar redes propias directamente o a través de un integrador especializado, o adoptar esquemas híbridos que combinen redes comerciales y redes privadas. Sin embargo, debido a las actuales condiciones normativas y de acceso al espectro explicadas en las secciones anteriores, para cubrir sus requerimientos de comunicaciones las verticales suelen recurrir principalmente a los operadores móviles comerciales.

Al respecto, algunos sectores productivos han señalado que los servicios ofrecidos por los operadores móviles no siempre responden plenamente a sus necesidades técnicas y operativas. Por ejemplo, el sector eléctrico ha indicado que los niveles de calidad y disponibilidad de las comunicaciones celulares resultan insuficientes para soportar algunos sistemas críticos de distribución, evidenciándose que en aproximadamente el 30 % de los puntos monitorizados la disponibilidad de la comunicación celular es inferior al 90 % (Inteligente, 2019), lo que ha llevado al despliegue de sistemas de radio en zonas donde la cobertura celular es inexistente. De manera similar, durante las mesas de trabajo adelantadas con diferentes sectores productivos durante el año 2020, se identificó que en algunos casos los servicios móviles comerciales no alcanzan los



niveles de ancho de banda, cobertura o confiabilidad requeridos para la implementación de soluciones asociadas a la industria 4.0, tales como aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT).

Adicionalmente, las características económicas del sector de las telecomunicaciones, particularmente la presencia de altos costos fijos asociados al despliegue de infraestructura y la necesidad de alcanzar economías de escala, hacen que los operadores móviles prioricen el despliegue de redes en zonas con mayor densidad de usuarios o mayor rentabilidad. Esta situación puede limitar el desarrollo de infraestructura en áreas donde operan ciertos sectores productivos, especialmente en zonas remotas o con baja densidad poblacional, limitando la adopción de soluciones tecnológicas avanzadas.

En este contexto, la dependencia de los sectores productivos de las redes móviles comerciales para el despliegue de soluciones de conectividad puede convertirse en un factor que limite la implementación oportuna de redes privadas y, por ende, ralentice los procesos de transformación digital en diferentes industrias.

4.2.3. Pérdida de bienestar social asociada a la menor adopción y desarrollo de tecnologías innovadoras en la economía

La asignación oportuna de espectro tiene efectos en variables como cobertura y calidad de los servicios, con lo que identifica que la asignación de espectro contribuye a la maximización del bienestar social (Bahia & Castells, 2022) (Skorup, 2016). En este sentido, una asignación tardía o la ausencia de una asignación que reconozca las nuevas necesidades del mercado y de los posibles nuevos usuarios de espectro, puede retrasar la adopción de tecnologías innovadoras en los sectores productivos y por tanto generar una pérdida de bienestar social.

Adicionalmente, se ha identificado en la literatura la necesidad de prevenir esquemas regulatorios que deriven en espectro ocioso o subutilizado, dado que esto restringe la capacidad de convertir este recurso en servicios de conectividad y en beneficios económicos para la sociedad (Cave & Webb, Spectrum Management: Using the Airwaves for Maximum Social and Economic Benefit, 2015) (OCDE, 2022); y por tanto, se entiende que la subasignación de espectro constituye una ineficiencia asignativa que limita la expansión de los servicios de conectividad y reduce el bienestar agregado de la economía.

En este caso, las barreras normativas, técnicas y económicas identificadas, han limitado el acceso al espectro radioeléctrico de sectores productivos. Esta ausencia de espectro puede generar a su vez limitaciones para el uso y adopción de tecnologías avanzadas y emergentes y retraso en la transformación digital, afectando no solo la productividad y eficiencia en los sectores productivos, sino también la competencia y prestación de servicios (de muchos sectores) a los usuarios.

Diversos organismos internacionales han evidenciado que el uso de tecnologías digitales genera impactos significativos en el bienestar económico y social. Como argumenta la (CEPAL, 2025), *"la digitalización no es solamente una cuestión de infraestructura tecnológica, sino también de cambios profundos en los modelos de producción, los sistemas de educación, los servicios públicos y las estructuras sociales, es decir de cómo entendemos nuestro diario vivir"*. Así mismo, se identifica que la tecnología puede ser un catalizador de desarrollo económico, no solo para fortalecer la competitividad sino para impulsar la innovación y generar mejoras en la calidad de vida de las personas.

Por otro lado, como se mencionó en la sección 2 (Contexto), la (UIT, 2020) argumenta que la transformación digital redundará en beneficio de los países y su población, al contribuir a aumentar la productividad, fomentar el desarrollo económico y promover las oportunidades de empleo. Adicionalmente, se identifica que nuevas tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT), las cadenas de bloques (blockchain), la impresión en 3D, los servicios móviles y los medios de comunicación social, ayudarán a los países a lograr un desarrollo económico sostenible, en línea con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En este sentido, el (Banco Mundial, 2023) indica que el impacto de las tecnologías digitales en el crecimiento económico está mediado por tres mecanismos principales de inclusión, eficiencia e innovación: puede facilitar la integración de las empresas en la economía mundial al permitir que más negocios comercien nuevos productos y servicios hacia nuevos destinos; también pueden permitir que las empresas fortalezcan su productividad mediante la innovación. Finalmente, indica que en Colombia es necesario promover la adopción generalizada de tecnologías digitales para ayudar al país a responder a sus desafíos persistentes de desarrollo.

Bajo este contexto, una menor introducción y difusión de tecnologías innovadoras, derivadas de las dificultades para el desarrollo de redes privadas en los sectores productivos, implica que la economía deja de capturar los beneficios asociados a la transformación digital, como el aumento de la



productividad, la creación de nuevos servicios y la mejora en la competitividad internacional. Esto se traduce en una pérdida de bienestar social derivada de un retraso en la implementación de redes privadas que a su vez reduce los potenciales incrementos en crecimiento económico, eficiencia productiva, generación de empleo y acceso a servicios digitales avanzados que estas tecnologías podrían habilitar.

5. Justificación de la intervención

La intervención pública en materia de acceso al espectro radioeléctrico para el desarrollo de redes privadas por parte de los sectores productivos se justifica, en primer lugar, por la naturaleza económica de este recurso como un insumo esencial, limitado y estratégico, cuya asignación incide directamente en la capacidad del sistema para generar servicios de conectividad, habilitar procesos de transformación digital y producir beneficios económicos y sociales. En efecto, el espectro no solo constituye un activo fundamental para el funcionamiento de las redes de telecomunicaciones, sino que su disponibilidad, oportuna asignación y condiciones de acceso determinan en buena medida la cobertura, la calidad y la evolución tecnológica de los servicios, así como la posibilidad de incorporar nuevos usos y agentes al ecosistema digital. En esta línea, la literatura especializada ha señalado que la gestión eficiente del espectro requiere no solo asignarlo, sino hacerlo de manera oportuna y bajo esquemas que incentiven su uso productivo, evitando configuraciones que conduzcan a su subutilización o su retención ineficiente por parte de los agentes (Cave et al., 2007; Cave & Webb, 2015).

Esta consideración es especialmente relevante porque la evaluación de los mecanismos de asignación no debe concentrarse exclusivamente en los ingresos obtenidos por el Estado, sino principalmente en sus efectos sobre los mercados finales y sobre el bienestar social, tal como lo establece el parágrafo 3 del artículo 11 de la Ley 1341 de 2009¹³. En esta línea, la literatura ha señalado que políticas orientadas a maximizar el recaudo mediante reglas que restringen el acceso al espectro o elevan artificialmente su escasez pueden generar costos sociales significativos, en la medida en que reducen la eficiencia de los mercados, limitan

¹³ Esto no implica que el valor económico del espectro radioeléctrico sea nulo. Por el contrario, al tratarse de un recurso limitado y estratégico, su asignación debe reconocer una contraprestación económica a favor del Estado. No obstante, la evidencia sugiere que el diseño de dicha contraprestación debe ser consistente con el uso eficiente del recurso y con la maximización del bienestar social, evitando configuraciones que puedan desincentivar su utilización o restringir el acceso en condiciones eficientes.

la competencia y pueden encarecer los servicios ofrecidos aguas abajo (Hazlett & Muñoz, 2009). No obstante, ello no implica que el espectro carezca de valor económico o que su asignación deba prescindir de esquemas de contraprestación, sino que dichos esquemas deben diseñarse de manera consistente con los objetivos de eficiencia y uso efectivo del recurso, evitando configuraciones que desincentiven su aprovechamiento productivo.

Desde esta perspectiva, el costo social del espectro no asignado, retenido o tardíamente habilitado constituye un argumento central para justificar la intervención. Cuando porciones relevantes del espectro permanecen inactivas o subutilizadas, se restringe la capacidad del sistema para expandir redes, se limita la innovación y se reduce el aprovechamiento de los beneficios económicos asociados al desarrollo de la conectividad digital (Cave & Webb, 2015; OECD, 2019, 2022). A esto se suma que los retrasos en la asignación o en la habilitación efectiva del espectro también generan pérdidas de bienestar. La literatura ha documentado que la postergación en el uso productivo de frecuencias radioeléctricas puede implicar costos significativos en términos de menor cobertura, menor capacidad de red y retrasos en la adopción tecnológica, lo que afecta tanto a los consumidores como a los sectores productivos que dependen de la conectividad (Cramton, 2013; Hazlett & Muñoz, 2009). En ese sentido, la eficiencia en la gestión del espectro no se limita a su asignación formal, sino que requiere incentivar su utilización efectiva y oportuna.

En segundo lugar, la intervención también se justifica porque la maximización del bienestar social no puede entenderse exclusivamente a partir de la asignación del espectro a los agentes tradicionales del mercado móvil. Si bien los operadores de redes públicas siguen siendo actores centrales del ecosistema, la evolución tecnológica y las nuevas necesidades de conectividad han ampliado el universo de potenciales usuarios del espectro, en particular hacia actores de sectores productivos con requerimientos específicos. La evidencia internacional muestra que el desarrollo de redes privadas, especialmente en el contexto de tecnologías 5G, se ha consolidado como una tendencia relevante, habilitando a los usuarios industriales a desplegar infraestructuras propias con capacidades de personalización, control y uso dedicado de recursos (Aijaz, 2020; OECD, 2019; Ordóñez-Lucena et al., 2019). De igual manera, estos estudios destacan que el acceso a espectro adecuado y bajo esquemas regulatorios flexibles constituye un elemento crítico para viabilizar este tipo de despliegues. Dependiendo del caso de uso, algunas aplicaciones pueden ser atendidas por redes públicas, mientras que otras requieren soluciones dedicadas que garanticen niveles específicos de latencia, confiabilidad, seguridad y control operativo.



Este hallazgo es consistente con los estudios técnicos desarrollados a nivel nacional, en los que se ha identificado que los sectores productivos presentan requerimientos específicos que no siempre encuentran una respuesta adecuada en los esquemas tradicionales de provisión de conectividad. En particular, actividades como la manufactura avanzada, la minería, la logística o la agroindustria demandan soluciones de conectividad que permitan automatización, monitoreo en tiempo real y operación remota, lo que refuerza la necesidad de habilitar esquemas de acceso al espectro que sean consistentes con estos requerimientos¹⁴.

En este contexto, la asignación eficiente del espectro exige reconocer que distintos tipos de agentes pueden generar valor social mediante el uso de este recurso, siempre que existan condiciones regulatorias que permitan su aprovechamiento efectivo. Por ello, para que la asignación del espectro sea efectivamente oportuna y maximice el bienestar social, no basta con definir el momento adecuado para su puesta a disposición, sino que también es necesario contar con mecanismos de asignación objetivos y técnicamente estructurados, que sean acordes con las particularidades de cada banda, el tipo de agente interesado y los usos previstos. El diseño del mecanismo no puede ser homogéneo para todos los casos, en la medida en que la asignación de bandas para servicios móviles de alcance nacional plantea retos diferentes a los asociados con espectro para redes privadas, usos productivos o esquemas regionales y locales.

Desde esta perspectiva, la eficiencia en la gestión del espectro no se limita a su distribución entre agentes, sino que también requiere garantizar su utilización efectiva y oportuna. En particular, la literatura destaca la importancia de evitar situaciones en las que el espectro permanezca ocioso o subutilizado, en la medida en que ello restringe la capacidad del sistema para transformar este recurso en servicios de conectividad y en valor económico para la sociedad (Cave & Webb, 2015; OECD, 2019). En ese sentido, asignaciones que no se traducen en un uso efectivo del espectro pueden interpretarse como manifestaciones de ineficiencia asignativa, en tanto limitan la expansión de los servicios de conectividad y reducen el bienestar agregado de la economía.

En suma, la intervención pública se justifica porque el problema no consiste únicamente en la existencia de demanda por espectro para redes privadas, sino en la presencia de barreras regulatorias, institucionales y económicas que impiden que un recurso limitado y estratégico sea asignado y utilizado de

¹⁴ Para más información consultar: <<https://www.ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3850>>

manera consistente con su mayor valor social. Cuando el marco vigente no reconoce adecuadamente la diversidad de agentes y de usos, cuando los mecanismos de acceso son homogéneos frente a realidades heterogéneas o cuando las reglas de asignación favorecen la retención o la subutilización del espectro, se generan ineficiencias que afectan la innovación, la productividad y la transformación digital. En este escenario, avanzar hacia mecanismos diferenciados de acceso al espectro constituye una intervención orientada a maximizar el bienestar social mediante un uso más eficiente, oportuno y productivo de este recurso.

6. Agentes interesados

Se presentan en la siguiente tabla los agentes interesados en la problemática identificada dentro del AIN.

Tabla 3 Agentes de interés

Agente		Interés en el AIN	Impacto en el AIN
Sector privado	Sectores productivos	Alto	Alto
	Operadores móviles comerciales	Alto	Alto
	Empresas especializadas en soluciones de acceso inalámbricas	Alto	Alto
	Proveedores de equipos y soluciones	Alto	Alto
	Proveedores de tecnología y plataformas digitales (Microsoft, Google, AWS, etc.)	Alto	Alto
Estado	Ministerio TIC	Alto	Alto
	Ministerios rectores de sectores productivos específicos	Alto	Medio
Asociaciones y agremiaciones del sector TIC	ASOMOVIL, ANDESCO, CCIT; así como agremiaciones internacionales (GSMA, GSA), entre otras	Alto	Medio
Asociaciones y agremiaciones	Gremios o asociaciones identificadas por sectores productivos	Alto	Medio



Agente		Interés en el AIN	Impacto en el AIN
de sectores diferentes a TIC			

Fuente: Elaboración propia

7. Consulta sectorial

Teniendo en cuenta la metodología del AIN, a través de esta consulta la ANE busca validar con los agentes interesados el problema planteado, la pertinencia de sus causas y consecuencias, así como reunir insumos estratégicos como base para el planteamiento de alternativas de solución al problema que se considerarán y evaluarán en el desarrollo de este AIN.

La ANE, como responsable del tratamiento de datos personales, informa a los titulares que los datos suministrados serán recolectados, almacenados, procesados, usados, compilados, transmitidos o transferidos (según corresponda), actualizados y/o dispuestos conforme lo establecen la Ley 1581 de 2012, el Decreto 1377 de 2013, el capítulo 25 del Decreto Único Reglamentario 1074 de 2015 y la Política de Tratamiento de Datos Personales de la ANE, atendiendo de forma estricta los deberes de confidencialidad, privacidad y seguridad que ordena la ley.

La ANE usará los datos para los fines relacionados con el objeto funcional y, en especial para fines contractuales, invitaciones a eventos y/o gestión de trámites, los cuales se encuentran descritos en la Política de Tratamiento de Datos Personales de la entidad. Para conocer esta Política consulte el siguiente enlace: <<https://www.ane.gov.co/Sliders/archivos/transparencia/AtencionServicios/PoliticaTratamientoDatos.pdf>>

Con el objetivo de orientar esta consulta, solicitamos contestar las preguntas que se indican a continuación:

1. ¿Acepta usted el tratamiento de los datos personales que serán suministrados en el presente formulario?
2. Nombres y apellidos de quien diligencia el cuestionario.
3. Nombre de la organización a la cual representa.



4. Tipo de organización a la cual representa (Prestador de servicios de telecomunicaciones, fabricante de equipos de telecomunicaciones, integrador de soluciones de telecomunicaciones, entidad del gobierno, miembro de la academia, usuario del espectro radioeléctrico, otro ¿Cuál?).
5. Cargo o rol que desempeña dentro de la organización a la cual representa.
6. Número de teléfono de contacto.
7. Correo electrónico de contacto.
8. ¿Está de acuerdo con la problemática definida en este documento? En caso negativo, ¿Cuáles son las razones por las cuales considera que la problemática identificada no refleja la temática tratada?
9. ¿Considera que las causas planteadas abordan la problemática identificada? En caso negativo, por favor indique qué otras causas se deberían incluir y justifique su respuesta
10. ¿Considera que los efectos están relacionados con la materialización de la problemática identificada? En caso negativo, por favor indique qué otras consecuencias se deberían incluir y justifique su respuesta.
11. ¿Para usted, cuáles agentes considera que son relevantes para la problemática planteada o que podrían ser impactados con ella?
12. ¿Qué criterios deberían priorizarse en caso de escasez de espectro para redes privadas en una zona específica, y qué mecanismos podrían considerarse para optimizar su uso en este tipo de escenarios?
13. ¿Cuál debería ser el alcance geográfico más adecuado para la asignación de permisos de uso del espectro radioeléctrico en el contexto de redes privadas?
14. ¿Cuál debería ser el término de duración del permiso de uso de espectro para redes privadas que, a su juicio, resultaría razonable para dar seguridad jurídica y viabilidad a la inversión?
15. ¿Qué elementos o parámetros se deberían tener en cuenta en la valoración de espectro para redes privadas?



16. ¿Cuál considera que debería ser el esquema más adecuado para estructurar la contraprestación por el uso del espectro radioeléctrico para redes privadas?
17. Exponga otras observaciones, comentarios o análisis adicionales que considere pertinente tener en cuenta la ANE para la identificación del problema y los objetivos del AIN sobre espectro para el desarrollo de redes privadas

La ANE agradece su participación dando respuesta a estas preguntas a través del formulario dispuesto en el enlace [Identificación del problema - AIN Asignación de Espectro para Redes Privadas : Rellenar formulario](#) o enviándolas al correo electrónico espectroredesprivadas@ane.gov.co. El plazo máximo para remitir sus respuestas al formulario y los comentarios adicionales hasta el 28 de mayo de 2026.



8. Bibliografía

- Aguilar, L. J. (2017). *Industria 4.0 La cuarta revolución industrial*. Obtenido de <https://elhacker.info/manuales/Lenguajes%20de%20Programacion/Industria%204.0/INDUSTRIA%204.0%20LA%20CUARTA%20REVOLUCION%20INDUSTRIAL.pdf>
- Aijaz, A. (2020). Private 5G: The Future of Industrial Wireless. *IEEE IEM*.
- Andrews, J. G., & Zhang, J. C. (2014). *What Will 5G Be?* Obtenido de <https://doi.org/10.48550/arXiv.1405.2957>
- ANE. (2023). *AIN - Espectro para la transformación digital*. Obtenido de <https://ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3849>
- ANE. (2023). *Espectro para IoT*. Obtenido de <https://www.ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3891>
- ANE. (2023). *Espectro para soportar la transformación digital de los sectores productivos*. Obtenido de <https://ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3850>
- ANE. (2024). *Actualización. Plan Maestro de Gestión de Espectro 2022-2026*. Obtenido de <https://ane.gov.co/SitePages/Gestion-Tecnica/index.aspx?p=3104>
- Bahia, K., & Castells, P. (2022). The impact of spectrum assignment policies on consumer welfare. *Telecommunications Policy*.
- Banco Mundial. (2023). *Economía Digital para América Latina y el Caribe. Diagnóstico de país: Colombia*. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/bitstreams/97d046af-0a63-4714-bb1c-46ceee1f3af1/download>
- BID. (2019). *The Impact of Digital Infrastructure on the Sustainable Development Goals*.
- Cave, M., & Webb, W. (2015). *Spectrum Management: Using the Airwaves for Maximum Social and Economic Benefit*. Obtenido de Cambridge University Press: <https://doi.org/10.1017/CBO9781316145708>
- Cave, M., & Webb, W. (2015). *Spectrum Management: Using the Airwaves for Maximum Social and Economic Benefit*. Obtenido de <https://doi.org/10.1017/CBO9781316145708>
- Cave, M., Doyle, C., & Webb, W. (2007). *Essentials of Modern Spectrum Management*. Obtenido de Cambridge University Press: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511536724>
- CEPAL. (2021). *Estrategia para la digitalización del sector productivo mediante el uso de la Internet de las cosas en los países de la Comisión Técnica Regional de Telecomunicaciones de*



- Centroamérica (COMTELCA. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/59f32404-6484-4825-adb0-75dce62a0da9/content>
- CEPAL. (2025). *Superar las trampas del desarrollo de América Latina en la era digital. El potencial transformador de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial*. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e4ca636c-2b8a-4138-8c62-b685540d9b99/content>
- Comisión Europea. (2023). "Study on assessing the efficiency of radio spectrum award processes in the Member States, including the effects of applying the European Electronic Communications Code.
- Cramton, P. (2013). Spectrum Auction Design. Review of Industrial Organization.
- Cullen International. (Marzo de 2026). *Spectrum for industrial 5G networks*. Obtenido de <https://www.cullen-international.com/client/site/documents/CTSPN20260022>
- DNP. (2019). *CONPES 3975 Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>
- Hazlett, T. W., & Muñoz, R. (2009). *A Welfare Analysis of Spectrum Allocation Policies*. *Rand Journal of Economics*.
- Inteligente, C. (2019). *Documento de trabajo: Espectro radioeléctrico habilitador para la transformación del sector eléctrico colombiano*. Medellín.
- Internet Society. (2025). *Políticas de Espectro*. Obtenido de https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2025/09/Spectrum-Policy-Brief_ES.pdf
- ITU. (2017). *Methodologies for valuation of spectrum*. Geneva.
- ITU. (2021). *Economic Efficiency of Spectrum Allocation*. Obtenido de Journal on Future and Evolving Technologies: https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/jnl/S-JNL-VOL2.ISSUE1-2021-A05-PDF-E.pdf
- ITU. (2021). Economic Efficiency of Spectrum Allocation. *Journal on Future and Evolving Technologies*.
- Milgrom, P. (2000). Putting Auction Theory to Work: The Simultaneous Ascending Auction. *Journal of Political Economy*. <https://doi.org/10.1086/262118>.
- OCDE. (2022). *Developments in Sepectrum Management For Communication Services*. Obtenido de OECD Digital Economy Papers:



https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/10/development-s-in-spectrum-management-for-communication-services_ae18e03f/175e7ce5-en.pdf

OCDE. (2022). *Developments in spectrum management for communication services (OECD Digital Economy Papers 332; OECD Digital Economy Papers, Vol. 332)*. . Obtenido de <https://doi.org/10.1787/175e7ce5-en>

Skorup, B. (2016). *The Importance of Spectrum*. Obtenido de George Mason University: https://www.mercatus.org/research/policy-briefs/importance-spectrum-access-future-innovation?utm_source=chatgpt.com

UIT. (2014). *Aspectos Económicos en la Gestión del Espectro*. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2012-4-2014-PDF-S.pdf

UIT. (2015). *Handbook on National Spectrum Management*.

UIT. (2017). *Directrices para la revisión de las metodologías de fijación de precios del espectro y la elaboración de baremos de cánones de espectro*. Obtenido de https://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines_SpectrumFees_Final_S.pdf

UIT. (2020). *Reducción de la brecha de innovación digital: Conjunto de herramientas para desarrollar proyectos de ecosistemas centrados en las TIC sostenibles*. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/inno/D-INNO-TOOLKIT.2-2020-PDF-S.pdf