



AGENCIA NACIONAL DEL ESPECTRO

**MECANISMO DE ASIGNACIÓN ESTÁNDAR DE ESPECTRO REMANENTE
(MAEER)**

BOGOTÁ, D.C., ABRIL DE 2026





Contenido

INTRODUCCIÓN	3
1. MARCO JURÍDICO Y DE POLÍTICA PÚBLICA PARA LA ASIGNACIÓN DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA	5
1.1. Régimen jurídico de la asignación y uso del espectro radioeléctrico	5
1.2. Telecomunicaciones como servicio público esencial y lineamientos de política de conectividad	9
2. CONSIDERACIONES DE LA ASIGNACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO SOBRE EL BIENESTAR ECONÓMICO	12
2.1. Importancia económica del espectro radioeléctrico y sus efectos sobre el desarrollo	12
2.2. Visión microeconómica del bienestar social a través del aumento de la disponibilidad de espectro radioeléctrico IMT en el mercado	17
3. TENENCIAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ATRIBUIDO AL SERVICIO MÓVIL E IDENTIFICADO PARA LAS IMT	23
3.1 Fundamentos para la implementación de un mecanismo de asignación de espectro remanente	27
4. PROPUESTA DE MECANISMO PARA OTORGAR PERMISOS DE USO DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO REMANENTE ATRIBUIDO AL SERVICIO MÓVIL E IDENTIFICADO PARA LAS IMT	29
BIBLIOGRAFÍA	42



INTRODUCCIÓN

Con la expedición de la Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1978 de 2019, se establecieron los fines del Estado al intervenir en el sector de las Tecnologías de la información y las Comunicaciones (TIC), entre las que se destaca, la estructuración y desarrollo de los procesos de selección objetiva para la asignación de permisos de uso de espectro.

Dentro de estos fines se encuentran, entre otros: i) promover el acceso a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, teniendo como fin último el servicio universal; ii) garantizar el despliegue y el uso eficiente de la infraestructura y la igualdad de oportunidades en el acceso a los recursos escasos, se buscará la expansión, y cobertura para zonas de difícil acceso, en especial beneficiando a poblaciones vulnerables; iii) garantizar el uso adecuado y eficiente del espectro radioeléctrico, que maximice el bienestar social generado por el recurso escaso, así como la reorganización del mismo, respetando el principio de protección a la inversión; iv) promover la ampliación de la cobertura del servicio; v) incentivar y promover el desarrollo de la industria de tecnologías de la información y las comunicaciones para contribuir al crecimiento económico, la competitividad, la generación de empleo y las exportaciones; vi) incentivar la inversión para la construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y vii) propender por la protección del medio ambiente y la salud pública.

Adicionalmente, en el artículo 4 de la Ley en mención, se señala que el Estado intervendrá en el sector las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a efectos de alcanzar algunos objetivos, dentro de los que se encuentra garantizar el uso adecuado y eficiente del espectro radioeléctrico, maximizando el bienestar social generado por el acceso al espectro radioeléctrico, así como la reorganización del mismo, respetando el principio de protección a la inversión, asociada al uso del espectro.

En línea con lo anterior, en el artículo 11 de la Ley 1341 de 2009, se define la maximización del bienestar social como la reducción de la brecha digital, el acceso universal, la ampliación de la cobertura, el despliegue y uso de redes e infraestructuras y la mejora en la calidad de la prestación de los servicios a los usuarios, estableciendo a la vez que la determinación de la maximización del bienestar social en el acceso y uso del espectro radioeléctrico debe someterse a una valoración económica previa.



Así las cosas, la asignación del espectro radioeléctrico representa un elemento crítico en la política de telecomunicaciones, por su impacto en el bienestar social y en la calidad del servicio, y el potencial de las redes de telecomunicaciones. La relación entre la gestión del espectro y el bienestar económico ha sido ampliamente estudiada en la literatura, siendo el análisis de Hazlett y Muñoz (2009) una referencia fundamental que demuestra cómo las decisiones de asignación de espectro influyen significativamente en el excedente del consumidor y la eficiencia general del mercado. Este, como muchos otros trabajos concluyen que una mayor disponibilidad de espectro conduce a precios minoristas más bajos y a un mayor rendimiento del mercado, al tiempo que destaca cómo los mecanismos de asignación como las subastas, cuando se centran únicamente en la maximización de ingresos, pueden entrar en conflicto con objetivos más amplios de bienestar.

En ese sentido, desde la Agencia Nacional del Espectro (en el marco de las funciones establecidas en los artículos 25 y 26 de Ley 1341 de 2009), en aras de promover el uso eficiente del espectro radioeléctrico, se propone la estandarización en la asignación de permisos de uso de espectro radioeléctrico atribuido al servicio móvil, específicamente el identificado para las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT por su sigla en inglés) y que sea remanente de procesos de asignación anteriores, como un método que promueve los preceptos constitucionales de uso eficiente y mejoras en la calidad del servicio, así como el uso eficiente de la infraestructura, entre otros objetivos de política pública.

Este documento se estructura en cuatro capítulos. El primero corresponde a las bases conceptuales de este proceso y describe el marco legal que fundamenta los permisos de uso del espectro y la caracterización del acceso a Internet como un servicio público de telecomunicaciones de carácter esencial. En el segundo se profundiza sobre las consideraciones económicas de la asignación del espectro, presentando un análisis respecto a los beneficios económicos de la expansión de servicios banda ancha, así como una visión microeconómica del bienestar social y su relación con el aumento del acceso a espectro para IMT y finalmente se presenta la necesidad de una asignación oportuna.

Por su parte, en el cuarto capítulo se examinan las tenencias actuales de espectro atribuido al servicio móvil e identificado para IMT, incluyendo la identificación de las oportunidades de la asignación. Finalmente, en el cuarto capítulo se presenta la propuesta de mecanismos para el otorgamiento de permisos de uso del espectro remanente, constituyendo así un análisis integral que aborda tanto aspectos teóricos como prácticos de la gestión y asignación del espectro en el contexto colombiano.



1. MARCO JURÍDICO Y DE POLÍTICA PÚBLICA PARA LA ASIGNACIÓN DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA

La asignación y el uso del espectro radioeléctrico en Colombia se enmarcan en un conjunto de disposiciones jurídicas y lineamientos de política pública que buscan garantizar su gestión eficiente y orientada a la maximización del bienestar social. En ese orden de ideas, resulta pertinente abordar, por un lado, el régimen jurídico asociado a la asignación y uso de este recurso estratégico, y por otro, el reconocimiento de las telecomunicaciones como un servicio público esencial, junto con los lineamientos de política de conectividad que orientan su desarrollo. Estas dimensiones permiten comprender de manera integral tanto la normatividad que rige el acceso al espectro como los objetivos de política pública que impulsan la expansión y modernización de las redes y servicios de comunicaciones en el país.

1.1. Régimen jurídico de la asignación y uso del espectro radioeléctrico

Los artículos 75, 101 y 102 de la Constitución Política de Colombia señalan que el espectro electromagnético es un bien público que forma parte de Colombia, pertenece a la Nación y como tal, es inenajenable e imprescriptible y está sujeto a la gestión y control del Estado, por lo cual su uso debe responder al interés general. De acuerdo con lo establecido en el artículo 75 de la Constitución Política, el proceso de asignación de permisos de uso del espectro radioeléctrico debe estar orientado a garantizar el libre acceso en condiciones de igualdad y a evitar prácticas que faciliten la concentración de medios o prácticas monopolísticas.

En este sentido, el artículo 2 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 3 de la Ley 1978 de 2019, establece los principios que orientan la intervención del Estado en la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones y en el uso del espectro radioeléctrico, determinando que el Estado debe, entre otros:

- i) Propiciar escenarios de libre competencia que incentiven la inversión actual y futura en el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante, las "TIC") y la concurrencia de mercado en condiciones de igualdad;
- ii) Fomentar el despliegue y uso eficiente de la infraestructura para la provisión de redes de telecomunicaciones y los servicios que a través de ellas se puedan prestar, como la promoción del óptimo



- aprovechamiento de un recurso escaso como el espectro radioeléctrico;
- iii) Garantizar la libre adopción de tecnologías, teniendo en cuenta recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales competentes e idóneos en la materia, que permitan fomentar la eficiente prestación de servicios, contenidos y aplicaciones que usen Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y garantizar la libre y leal competencia, y que su adopción sea armónica con el desarrollo ambiental sostenible (neutralidad tecnológica);
 - iv) Promover el óptimo aprovechamiento de los recursos escasos para generar, entre otros aspectos, calidad y eficiencia en beneficio de los usuarios;
 - v) Proteger el derecho al acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones básicas que tiene todo colombiano, de forma que permitan el ejercicio pleno de derechos fundamentales constitucionales como la libertad de expresión y de difundir su pensamiento y opiniones, el libre desarrollo de la personalidad, la libertad de informar y recibir información veraz e imparcial, la educación y el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura; deber cuyo cumplimiento debe enmarcar los objetivos perseguidos por las subastas de espectro radioeléctrico.

Por su parte, el artículo 11 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 8 de la Ley 1978 de 2019, dispone que la asignación del permiso de uso del espectro radioeléctrico la realizará el Ministerio mediante procesos de selección objetiva que procuren la maximización del bienestar social y fomenten la inversión en infraestructura. Igualmente, el citado artículo define la maximización del bienestar social en el acceso y uso del espectro radioeléctrico como "(...) la reducción de la brecha digital, el acceso universal, la ampliación de cobertura, el despliegue y uso de redes e infraestructuras y la mejora en la calidad de la prestación de los servicios a los usuarios. Lo anterior, de acuerdo con las mejores prácticas internacionales y las recomendaciones de la UIT. (...)".

De acuerdo con lo establecido en el literal c) del numeral 19 del artículo 18 de la Ley 1341 de 2009, el Ministerio tiene la función de preparar y definir, de acuerdo con la ley, los reglamentos, las condiciones y requisitos para el otorgamiento de licencias, permisos y registros para el uso o explotación de los derechos del Estado sobre el espectro radioeléctrico y los servicios del sector de las TIC.

Así mismo, frente al proceso de selección objetiva, en el artículo 72 de la Ley 1341 de 2009 se establece que, previo al proceso de otorgamiento del permiso



de uso del espectro radioeléctrico, se debe determinar si existe un número plural de interesados y en ese último evento, llevar a cabo procesos de selección objetiva, entre ellos la subasta, que atiendan a criterios como la masificación del acceso a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la cobertura y la calidad en la prestación de los servicios.

En desarrollo de lo anterior, en el Decreto 1078 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, artículo 2.2.2.1.1.1 y siguientes, se reglamentó el proceso de selección objetiva, así:

En el artículo 2.2.2.1.1.1, antes mencionado, se estableció que, previo al inicio del proceso de selección objetiva para otorgar permisos para el uso del espectro radioeléctrico, el Ministerio debe determinar si existe pluralidad de ofertas y para ello debe publicar durante tres (3) días hábiles en su página web, la intención de otorgar espectro, identificando el objeto del mismo, las frecuencia(s) y/o banda(s) de frecuencias en las que se otorgarán los permisos, su localización geográfica, los usos o aplicaciones permitidas en ellas, así como las manifestaciones de interés que se hubiesen recibido. Señala el mismo artículo que los interesados deberán informar su intención, a través de escrito dirigido al Ministerio, dentro de los tres (3) días hábiles siguientes al término de la publicación.

En el artículo 2.2.2.1.1.2. se señala que el Ministerio, de oficio o a solicitud de parte, podrá ordenar el inicio del procedimiento de selección objetiva mediante acto administrativo motivado, que debe publicarse en su página web, el cual señalará el objeto de la selección objetiva, las frecuencia(s) y/o banda(s) de frecuencias en las que se otorgarán los permisos, su localización geográfica, los usos o aplicaciones permitidas en ellas, las contraprestaciones a que haya lugar, el contenido de la solicitud, el estudio técnico que lo soporte, los requisitos específicos requeridos para cada banda y/o frecuencia, los criterios de selección y el cronograma respectivo. Señala así mismo que cuando el procedimiento se inicie a solicitud de parte, se informará directamente al peticionario sobre su apertura.

A su turno, en el artículo 2.2.2.1.1.3. se prevé cuál debe ser el contenido de las solicitudes de participación en el respectivo proceso y en los siguientes artículos se establecen reglas generales frente a la constitución de garantías de cumplimiento, las contraprestaciones, notificaciones y recursos, así como lo relativo a las sanciones que pudieren llegar a aplicarse.

Por otra parte, existen límites al uso del espectro radioeléctrico atribuido al servicio de radiocomunicaciones móviles e identificado para las



Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT, por sus siglas en inglés). En particular, el artículo 2.2.2.4.1 del Decreto 1078 de 2015 establece los tope máximos de espectro para su uso en IMT, así como las reglas para su cálculo. Dichas reglas consideran que: i) el tope incluye tanto el espectro asignado inicialmente en las concesiones o títulos habilitantes como sus adiciones mediante permisos de uso del espectro otorgados por el Ministerio TIC; ii) no se tienen en cuenta, para efectos de su contabilización, los permisos otorgados para la realización de pruebas técnicas; iii) el cálculo se realiza sobre el espectro asignado para servicios móviles terrestres; y iv) para calcular el tope máximo de espectro radioeléctrico IMT por operador, se suma el espectro asignado a todas las empresas sobre las que ejerce o recibe control societario o competitivo, así como el de todos los miembros de su grupo empresarial, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2248 de 2023.

Por su parte, en el artículo 13 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 140 de la Ley 2294 de 2023, se indica que la utilización del espectro radioeléctrico por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST), dará lugar a una contraprestación económica a favor del Fondo Único de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (FUTIC) y que ésta podrá pagarse parcialmente, hasta un 90% del monto total, “mediante la ejecución de obligaciones de hacer, que serán previamente autorizadas por el Ministerio, para ampliar la calidad, capacidad y cobertura del servicio, que beneficie a población pobre y vulnerable, o en zonas apartadas, en escuelas públicas ubicadas en zonas rurales y otras instituciones oficiales como centros de salud y bibliotecas públicas, así como prestar redes de emergencias (...)”.

En este sentido, en el párrafo del artículo 2.2.15.4. del Decreto 1078 de 2015, conforme a la subrogación realizada mediante Decreto 825 de 2020, se establece que “El Ministerio podrá establecer, como fórmula remuneratoria, obligaciones de hacer en el acto administrativo a través del cual otorgue o renueve permisos de uso del espectro radioeléctrico. El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones reglamentará la materia”.

De igual manera, el artículo 3 de la Resolución MinTIC 3617 de 2023, “Por la cual se establece la metodología, el procedimiento y los requisitos para la formulación, presentación, autorización, ejecución, cuantificación, verificación y reconocimiento de las obligaciones de hacer, y se deroga parcialmente la Resolución 2715 de 2020”, dispone que los proyectos de obligaciones de hacer podrán formularse a través de: i) oferta oficiosa del Ministerio TIC; ii) iniciativa de los PRST o de los operadores de servicios postales; o iii) como obligación impuesta por el Ministerio TIC en el marco del otorgamiento o renovación de permisos de uso del espectro radioeléctrico. En este sentido, se evidencia que dichas obligaciones también pueden materializarse en proyectos presentados



por los PRST, siempre que se ajusten a los parámetros establecidos en la citada resolución y se sometan al procedimiento allí previsto para su evaluación y aprobación.

1.2. Telecomunicaciones como servicio público esencial y lineamientos de política de conectividad

De acuerdo con lo establecido en el artículo 365 de la Constitución Política, los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado, al cual le corresponde asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.

Al respecto, la Corte Constitucional ha señalado:

"(...) El Capítulo 5 del Título XII de la Carta se ocupa del tema de los servicios públicos y de su estrecha relación con el Estado social de Derecho, de tal forma que no se puede concebir la existencia de éste sin que dentro de sus tareas se encuentre la de garantizar el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, a través de una prestación eficiente y oportuna de los servicios públicos.

Así las cosas, en la Constitución de 1991 los servicios públicos se caracterizan por: (i) tener una connotación eminentemente social, en tanto que pretenden el bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de las personas y por ello su prestación debe ser eficiente; (ii) el régimen jurídico al cual estarán sometidos es el que fije la ley; (iii) pueden ser prestados no solamente por el Estado, directa o indirectamente, sino también por comunidades organizadas o por particulares; (...)."

En materia de redes y servicios de telecomunicaciones, y de conformidad con el marco constitucional, estos han sido reconocidos como un servicio público, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 1341 de 2009, lo que implica la obligación del Estado de asegurar su prestación de manera continua, oportuna y con estándares adecuados de calidad. En línea con lo anterior, el artículo 1 de la Ley 2108 de 2021 refuerza esta naturaleza al establecer que el acceso a internet es un servicio público esencial, orientado a garantizar la universalidad en su provisión y a asegurar una prestación eficiente, continua y permanente, facilitando la conectividad de todos los habitantes del territorio nacional, con especial énfasis en las poblaciones en condición de vulnerabilidad y en aquellas ubicadas en zonas rurales y apartadas.



A su vez, el artículo 1 de la Ley 2416 de 2024 declaró la prestación de los servicios públicos de telecomunicaciones como de utilidad pública e interés social, con el propósito de facilitar el estudio, tendido, construcción y operación de redes, y así avanzar en la mejora de la calidad del servicio y en la ampliación de cobertura en territorios sin acceso. En este marco normativo, el Estado tiene la responsabilidad de garantizar la adecuada prestación de los servicios de telecomunicaciones, incluido el acceso a internet, lo que implica promover su expansión a toda la población en condiciones de calidad, continuidad y eficiencia.

En ese sentido, en el Plan Nacional de Desarrollo - PND 2022-2026, expedido mediante la Ley 2294 de 2023, "Colombia, potencia mundial de la vida", se establecieron disposiciones que trazan el camino a seguir en el país en materia de conectividad. En línea con lo anterior, es necesario partir del objetivo general de este Plan, el cual consiste en sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida, a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestra forma de relacionarnos con el ambiente, y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza (DNP, 2023).

A través del PND, se estableció como objetivo promover la conectividad digital como generadora de oportunidades, riqueza, igualdad y productividad, buscando llevar conectividad a zonas vulnerables y apartadas; mejorar la cobertura y calidad de los servicios de telecomunicaciones a través de diferentes tecnologías, de la compartición de infraestructura, la eliminación de barreras en el despliegue de redes, la asignación de permisos para uso del espectro procurando la maximización del bienestar social y la compartición del espectro radioeléctrico; y promover la provisión de Internet por parte de pequeños prestadores de servicios para el cierre de la brecha digital, entre otras medidas.

En línea con lo anterior, el MinTIC publicó el "Plan Integral de Expansión de Conectividad Digital"¹, que busca garantizar una conectividad de calidad en todo el país, especialmente en las zonas más vulnerables y apartadas. Este Plan se encuentra enmarcado dentro de los objetivos establecidos en el PND 2022-2026 y en la Ley 2294 de 2023, y tiene como propósito fundamental cerrar la brecha digital y hacer del Internet y las herramientas digitales un verdadero motor de transformación social (MinTIC, 2024), buscando:

¹ Para más información consultar: <<https://mintic.gov.co/micrositios/PlanConectividadDigital/870/w3-channel.html>>



- i. Llevar conectividad digital a zonas vulnerables y apartadas y mejorar la cobertura y calidad de los servicios de telecomunicaciones, a través de diferentes tecnologías y de compartición de infraestructura.
- ii. Hacer del Internet y de las tecnologías digitales un instrumento de transformación social.
- iii. Desplegar infraestructura para mejorar la conectividad digital del país con redes neutras, cables submarinos, fibra óptica, tecnología satelital, entre otras tecnologías mediante diversos mecanismos, entre ellos la coinversión entre el Estado y los actores privados.
- iv. Promover la eliminación de barreras por parte de las entidades territoriales y/o nacionales para el despliegue de redes de telecomunicaciones.
- v. Adelantar la asignación del espectro a través de esquemas y condiciones que maximicen el bienestar social y la compartición de este recurso, promoviendo su uso eficiente.
- vi. Fortalecer a los pequeños prestadores de los servicios de telecomunicaciones con el fin de aportar en el cierre de la brecha digital.

Adicionalmente, MinTIC y la ANE publicaron la Política Pública de Espectro Radioeléctrico 2026-2029 “Generar un entorno de gestión que promueva el uso más eficiente e innovador del espectro en Colombia”. Esta política establece los lineamientos para promover un uso más eficiente, moderno e innovador del espectro radioeléctrico en Colombia e impulsa el cierre de la brecha digital, el avance hacia tecnologías como 5G, 6G y soluciones satelitales, la modernización de los modelos de estimación de demanda, el fortalecimiento de la vigilancia y control, y una mayor articulación nacional e internacional en torno a la gestión del espectro.

En síntesis, el marco jurídico e institucional vigente, junto con los lineamientos de política pública en materia de conectividad, evidencian que la asignación del espectro radioeléctrico no constituye únicamente un ejercicio administrativo, sino un instrumento central para la materialización de los fines del Estado asociados a la prestación eficiente de los servicios públicos de telecomunicaciones y al cierre de la brecha digital, en el marco de la maximización del bienestar social. En tal virtud, la forma en que se diseñan e implementan los mecanismos de asignación del espectro adquiere especial relevancia, en la medida en que puede incidir directamente en variables como la cobertura, la calidad de los servicios, la inversión en infraestructura y el acceso efectivo a la conectividad por parte de la población. Bajo esta perspectiva, resulta necesario abordar el análisis de la asignación del espectro radioeléctrico desde un enfoque de teoría económica, que permita evaluar sus efectos sobre el bienestar social y la eficiencia en la gestión y uso de este recurso limitado.



2. CONSIDERACIONES DE LA ASIGNACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO SOBRE EL BIENESTAR ECONÓMICO

La presente sección desarrolla el análisis económico del espectro radioeléctrico como insumo estratégico para el funcionamiento de los servicios de telecomunicaciones y su contribución al bienestar social. En primer lugar, se examina su importancia económica y su relación con el desarrollo de la economía digital, a partir de evidencia empírica sobre los efectos de la expansión de la banda ancha en variables como el crecimiento económico, la inversión y la generación de empleo. Posteriormente, se aborda el análisis desde una perspectiva microeconómica del bienestar, explicando los mecanismos a través de los cuales la asignación de espectro incide en los excedentes del consumidor y del productor, así como en la eficiencia del mercado. Finalmente, se analizan los efectos asociados a la disponibilidad, gestión y oportunidad en la asignación del espectro, destacando los costos de oportunidad derivados de su subutilización y la relevancia de diseñar mecanismos que promuevan su uso eficiente, oportuno y orientado a la maximización del bienestar social.

2.1. Importancia económica del espectro radioeléctrico y sus efectos sobre el desarrollo

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 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 línea con lo anterior, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2019) señala que la inversión en tecnologías digitales genera mejoras en los resultados económicos y sociales a través de múltiples canales. En particular, el acceso a Internet y a tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) contribuye a ampliar el acceso a la información en sectores como la salud, la educación, la energía eléctrica y el transporte, lo que incrementa las oportunidades de inclusión social, favorece la reducción de la pobreza y fortalece la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria. Estos efectos, a su vez, aportan al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente aquellos relacionados con la erradicación de la pobreza (ODS 1²) y el hambre cero (ODS 2³).

Esta relevancia económica y social del espectro radioeléctrico contrasta con las restricciones inherentes a su naturaleza como recurso limitado y condicionado por su disponibilidad geográfica, lo que introduce importantes desafíos para su gestión. En particular, las entidades encargadas de la administración y la política de espectro enfrentan “trade-offs”⁴ económicos y sociales asociados a su asignación, en la medida en que, a diferencia de otros recursos naturales que son agotables, el espectro no se consume con su uso, pero tampoco puede almacenarse (ITU, 2017). Estas características refuerzan la necesidad de mecanismos de asignación eficientes que, mediante señales de mercado, permitan evitar situaciones de uso ineficiente o de «tragedia de los comunes»⁵.

² ODS 1: Objetivo de Desarrollo Sostenible 1: Fin de la Pobreza - Erradicar la pobreza en todas sus formas sigue siendo uno de los principales desafíos que enfrenta la humanidad. Si bien la cantidad de personas que viven en la extrema pobreza disminuyó en más de la mitad entre 1990 y 2015, aún demasiadas luchan por satisfacer las necesidades más básicas. – PNUD

³ ODS 2: Objetivo 2: Hambre cero - Debido al rápido crecimiento económico y al aumento de la productividad agrícola en las últimas dos décadas, el número de personas desnutridas disminuyó casi a la mitad. Muchos países en desarrollo que sufrían hambrunas están ahora en condiciones de satisfacer las necesidades nutricionales de los más vulnerables.

⁴ Trade off: como lo argumenta (Mankiw, 2012) para conseguir algo que nos gusta, normalmente tenemos que renunciar a otra cosa que también nos gusta. Tomar decisiones implica sopesar un objetivo frente a otro.

⁵ El ejemplo que Hardin ofrece se basa en un escenario descrito inicialmente por el matemático William Forster Lloyd (1794-1852) estaba interesado en asuntos de demografía. Para lo anterior, ofrece el ejemplo imaginario en su texto *Two Lectures on the Checks to Population* (Oxford, England: Oxford University Press, 1833), el cual se puede resumir así: imagínese un pastizal cuyo uso es compartido entre un número cualquiera de individuos. Cada uno de esos pastores tiene un número dado de animales en ese pastizal. Los pastores observan que, a pesar de ese uso, queda suficiente pasto no consumido como para pensar que se podría



En ese orden de ideas, 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 en zonas no atendidas 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.

Bajo esta perspectiva, resulta pertinente identificar y analizar medidas cuantitativas que permitan aproximar el beneficio socioeconómico derivado de la expansión de los servicios de banda ancha, los cuales dependen, en buena medida, de las condiciones de asignación del espectro. En la **Error! Reference source not found.** se presentan distintos enfoques utilizados en la literatura para cuantificar estos beneficios, los cuales serán desarrollados a lo largo de esta subsección.

Tabla 1. Descripción cuantitativa de beneficios socioeconómicos

#	Área de impacto	Beneficio	Hechos estilizados
1	Impacto del aumento de la banda ancha en el PIB	Aumento de la actividad económica	Trabajo estadístico existente sobre el impacto de una mayor penetración de la banda ancha en el PIB
2	Creación de empleos	Generación de nuevos empleos	Multiplicador del aumento del empleo en relación con el PIB para todos los países
3	Impacto de la inversión en el PIB	Aumento de la actividad económica	Tablas insumo producto ajustadas para todos los países
4	Educación	Beneficios educativos	Investigación documental relevante con aplicación a todos los países.
5	Sociales y otros	Beneficios sociales	Investigación documental relevante con aplicación a todos los países.

Fuente: Elaboración ANE

alimentar aún a más animales. Consecuentemente, uno tras otro lo hacen. Pero en algún punto de ese proceso de expansión de la explotación del pastizal, la capacidad de éste para proveer suficiente alimento para los animales es sobrepasada, consecuentemente, todos los animales perecen debido al agotamiento o sobre explotación del recurso.

Agencia Nacional del Espectro
Dirección: Calle 93 # 17-45 Piso 4. Bogotá D.C.
Teléfono conmutador: (+57) 60 (1) 6000030
Correo Institucional: contactenos@ane.gov.co



A partir de la información presentada en la Tabla 1, el análisis se concentra en los tres primeros elementos, dado que estos capturan los efectos económicos directos y cuantificables de la expansión de la banda ancha, particularmente sobre el crecimiento del PIB, la inversión y la generación de empleo. Estos componentes no solo reflejan los principales canales de impacto económico de la conectividad, sino que además cuentan con una mayor disponibilidad de evidencia empírica y con herramientas metodológicas consolidadas, como modelos econométricos y análisis insumo-producto, que permiten estimar sus efectos de manera más robusta y comparable entre países, lo que fortalece la consistencia y validez del análisis.

Análisis #1: Impacto del aumento de la banda ancha en el PIB

Este análisis examina la relación entre el crecimiento del PIB y la penetración de los servicios de banda ancha, tanto móvil como fija. En particular, la literatura empírica ha encontrado que mayores niveles de penetración se asocian con incrementos en la actividad económica. La **Error! Reference source not found.** resume algunos de los principales hallazgos reportados en la literatura.

Tabla 2. Estudios seleccionados sobre el impacto de la penetración de la banda ancha en el PIB

Fuente	Geografías y período de estudio	Impacto en el PIB
Czernich et al. (2011)	25 países de la OCDE (1996-2007)	Por cada 10% de aumento en la penetración – impacto 0.9%-1.5%
Koutroupmpis (2010)	22 países de la OCDE (2002-2007)	Por cada 10% de aumento en la penetración – impacto 0.25%
Thompson et al. (2013)	46 países (2001-2005)	Por cada 10% de aumento en la penetración – impacto 3.6% (ganancia de eficiencia)
Qiang et al. (2009)	120 Economías de ingresos bajos y medios (1980-2002)	Por cada 10% de aumento en la penetración – impacto 1.38%
Departamento Nacional de Planeación (2018)	89 países (2008-2016)	1 Mbps puede generar aumentos en el PIB per cápita de hasta 1,6%

Fuente: Elaboración ANE



Análisis #2: Creación de empleo

En cuanto al impacto sobre el empleo, la literatura empírica ha documentado diversos estudios cuyos principales resultados se sintetizan en la **Error! Reference source not found.** A continuación, se presentan algunas evidencias a partir de análisis específicos por país sobre la relación entre la inversión en banda ancha y la generación de empleo.

Tabla 3. Estudios que miden el impacto de la inversión en redes y el empleo

Fuente	Geografías y período de estudio	Impacto
Katz et al. (2010)	Alemania 2010-2020	27.000 empleos creados por cada mil millones de euros de inversión en la red
Crandall & Singer (2010)	Estados Unidos 2010-15	16.700 empleos por cada USD 1.000 millones
Analysys-Mason and Tech4i2 (2013)	Europa 2012-2020	9.320 empleos creados por cada mil millones de euros de inversión en la red

Fuente: Elaboración ANE

Análisis #3: Impacto de la inversión en infraestructura en el PIB

En la literatura de análisis económico existe una gran cantidad de trabajos empíricos que han estudiado el impacto de la inversión en un sector económico específico sobre la economía en general, es decir, cómo la inversión en encadenamientos productivos genera efectos positivos en indicadores económicos generales. En particular, los estudios de tipo insumo-producto miden el efecto multiplicador de la inversión en la economía en general. Estos estudios suelen identificar “multiplicadores” para medir los efectos directos, indirectos e inducidos de la inversión en redes de banda ancha sobre la actividad económica. En la **Error! Reference source not found.** se refieren ejemplos de estos estudios con sus efectos multiplicadores estimados.

Tabla 4. Estudios seleccionados que miden el efecto multiplicador de la inversión en banda ancha



Fuente	Geografías y período de estudio	Efecto multiplicador sobre la actividad económica general
Katz et al. (2010)	Alemania, 2010-2020	4,76
Acreo (2013)	Estocolmo, Suecia, 1994-2012	3
Liberty Global (2017)	Mercados Liberty Global en la UE	1,63
Analysys-Mason and Tech4i2 (2013)	31 países de Europa 2012-2020	2,37-2,69

Fuente: Elaboración ANE

2.2. Visión microeconómica del bienestar social a través del aumento de la disponibilidad de espectro radioeléctrico IMT en el mercado

El análisis microeconómico tradicional considera que el bienestar económico se da en términos de la suma del excedente del consumidor y del productor⁶. El excedente del consumidor “es la cantidad que un comprador está dispuesto a pagar por un bien menos la cantidad que efectivamente paga” (Mankiw, 2012), constituyéndose en una medida del bienestar que estos obtienen de su consumo. Por su parte, el excedente del productor “es la cantidad que recibe el vendedor por un bien menos el costo en que incurre para proporcionarlo” (Mankiw, 2012) y refleja el beneficio económico que obtiene por participar en el mercado. En conjunto, ambos excedentes constituyen una medida estándar del bienestar económico en el análisis microeconómico⁷.

En la **Error! Reference source not found.** se ilustra, de manera simplificada, cómo la asignación de espectro puede incidir sobre el bienestar económico en el mercado de servicios móviles. En particular, se presenta la interpretación estándar del excedente del consumidor y del productor, cuya suma constituye una medida del bienestar social, comparando una situación inicial y una posterior a una mayor disponibilidad de espectro. Este enfoque se enmarca en la tradición

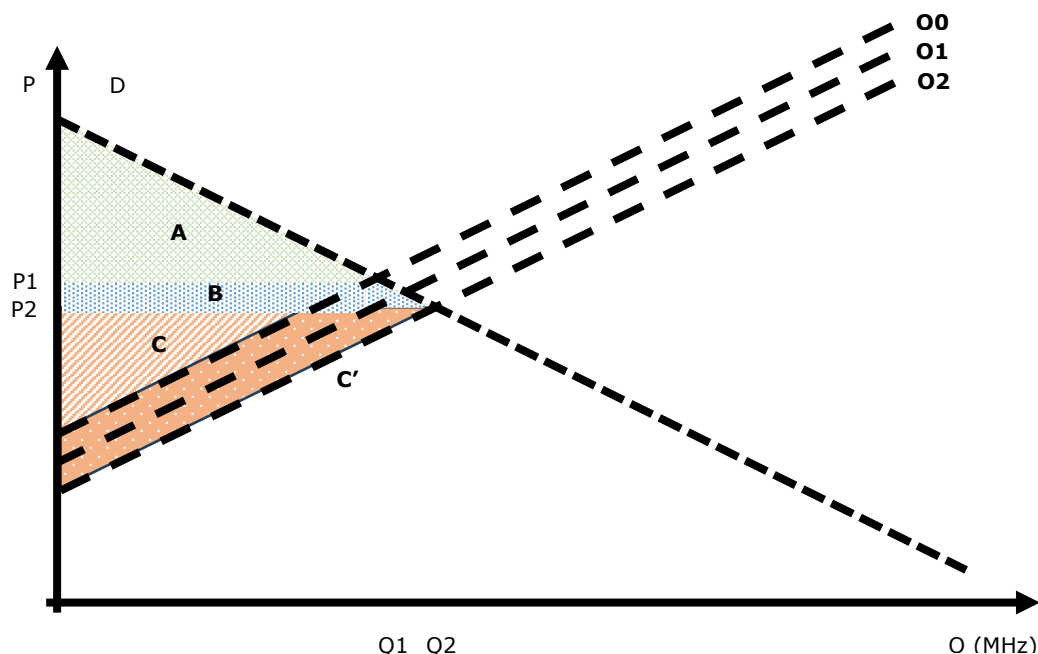
⁶ “La literatura económica reconoce enfoques alternativos para el análisis del bienestar, incluyendo modelos de equilibrio general y herramientas de evaluación económica como el análisis costo-beneficio y el análisis costo-efectividad, los cuales permiten evaluar los efectos de distintas intervenciones sobre el bienestar social desde perspectivas complementarias.”

⁷ De manera intuitiva, el excedente del consumidor puede entenderse como el beneficio adicional que obtiene una persona al pagar menos por un bien o servicio de lo que estaría dispuesta a pagar. Por su parte, el excedente del productor representa el beneficio que obtiene un productor al recibir un precio superior al mínimo necesario para ofrecer el bien o servicio en el mercado.

de la teoría microeconómica del bienestar, en la que el bienestar total se aproxima a través de la suma de excedentes (Mas-Colell et al., 1995; Varian, 2014).

No obstante, es importante señalar que los efectos descritos corresponden a una representación simplificada del funcionamiento del mercado y que, en la práctica, su magnitud y dirección dependen de múltiples factores, entre ellos el diseño específico del mecanismo de asignación, el grado de competencia efectiva en el mercado, las condiciones regulatorias vigentes, la estructura de la demanda, las características tecnológicas de las redes y el entorno macroeconómico, solo por mencionar algunos. En ese sentido, la materialización de estos efectos y su intensidad pueden variar según el contexto institucional y de mercado, por lo que su interpretación debe considerar dichas particularidades.

Figura 1. Bienestar antes y después de las asignaciones de espectro



Fuente: Elaboración ANE

Así entonces, partiendo de una situación inicial caracterizada por un nivel de precio y cantidad de servicios (P_1, O_1), un aumento en la disponibilidad de espectro, derivado de su asignación, puede traducirse en una reducción de los costos de provisión y en una mayor capacidad de las redes, lo que se refleja en un desplazamiento de la curva de oferta hacia la derecha. Como resultado, el mercado alcanza un nuevo equilibrio con mayor cantidad de servicios (O_2) y,



potencialmente, menores precios P_2 , generando un aumento tanto en el excedente del consumidor como en el del productor. En términos del consumidor, el incremento del excedente (representado por el área bajo la curva- A) responde a la reducción de precios y a la mayor disponibilidad de servicios, lo que puede llegar a traducirse en beneficios como mayores velocidades de conexión, mejor cobertura y una mayor diversidad de servicios. Por su parte, el excedente del productor, representado inicialmente por el área bajo la curva-B y ampliado con el área bajo la curva-C, refleja los beneficios derivados de la reducción de costos y de la expansión de la producción, lo que puede materializarse en mayores niveles de inversión, desarrollo de nuevos servicios y mejoras en la eficiencia operativa.

Este efecto sobre el bienestar se materializa a través de un mecanismo de transmisión en dos etapas. En primer lugar, el Estado asigna el espectro como insumo productivo; en segundo lugar, los operadores utilizan este recurso para ofrecer servicios en el mercado. De este modo, en la teoría, la asignación de espectro amplía la capacidad productiva del sector y permite generar mejoras en precios, calidad y cobertura, lo que redundaría en mayores niveles de bienestar para los usuarios finales. En conjunto, el incremento en el bienestar social, representado por la suma de las áreas A, B y C, refleja una mejora en la eficiencia del mercado como resultado de una mayor disponibilidad de espectro, en línea con la literatura que destaca el papel de los recursos esenciales en la reducción de costos y en la expansión de la oferta en mercados de redes (Cave et al., 2007; Laffont & Tirole, 2001). Este análisis pone de relieve la importancia de diseñar mecanismos de asignación que favorezcan el uso eficiente de este recurso limitado, considerando tanto sus efectos sobre la estructura de costos de los operadores como su impacto final en los consumidores.

Así mismo, es importante resaltar que la disponibilidad y gestión eficiente del espectro radioeléctrico adquiere una relevancia estratégica para las políticas públicas orientadas a promover la expansión de la conectividad digital y a maximizar los beneficios económicos asociados al desarrollo de la economía digital. Dado que el espectro constituye un insumo esencial para el despliegue de redes móviles de banda ancha, infraestructura que sustenta una parte creciente de la actividad económica, la innovación tecnológica y la provisión de servicios digitales, su adecuada planificación, asignación y utilización inciden directamente en la capacidad de los países para ampliar la cobertura de los servicios de conectividad, estimular la inversión en infraestructura de telecomunicaciones y favorecer el desarrollo de ecosistemas digitales dinámicos y competitivos.

La cantidad de espectro disponible para los operadores móviles constituye un determinante fundamental del desempeño técnico de las redes inalámbricas, en la medida en que incide directamente sobre la capacidad del sistema, las



velocidades de transmisión y la calidad de los servicios de banda ancha móvil. En ese sentido, la literatura económica y técnica ha documentado de manera consistente que incrementos en la disponibilidad de espectro se asocian con mejoras en indicadores clave como la cobertura poblacional, la velocidad de transmisión de datos y la calidad del servicio experimentada por los usuarios (Andrews et al., 2014; Bahia & Castells, 2022; Cave & Webb, 2015). En particular, análisis econométricos basados en muestras internacionales muestran que la asignación temprana de espectro para tecnologías de cuarta generación (4G) se relaciona con mayores niveles de cobertura, mientras que una mayor cantidad de espectro asignado contribuye a mejorar las velocidades promedio de descarga (Bahia & Castells, 2022).

Desde una perspectiva técnica, esta relación se explica por el papel del espectro radioeléctrico como insumo esencial para la capacidad de los sistemas inalámbricos. En términos generales, la capacidad de una red móvil depende de la interacción entre el ancho de banda disponible, la densidad de estaciones base y la eficiencia espectral de las tecnologías de acceso radioeléctrico (Andrews et al., 2014; Oughton et al., 2019). En particular, el ancho de banda constituye un determinante central de la capacidad teórica de transmisión, principio derivado de los fundamentos de la teoría de la información (Shannon, 1948) y ampliamente aplicado en el diseño de sistemas inalámbricos modernos (Heath et al., 2016).

En tal virtud, una mayor disponibilidad de espectro permite ampliar el ancho de banda utilizable por las redes móviles, incrementando la capacidad total del sistema para soportar mayores volúmenes de tráfico de datos y ofrecer velocidades de transmisión más elevadas a los usuarios finales. Este principio técnico sustenta el desarrollo de tecnologías avanzadas de banda ancha móvil, particularmente en el caso de las arquitecturas de quinta generación (5G), que se basan en el uso de bloques de espectro más amplios y en la mejora de la eficiencia espectral mediante técnicas como la agregación de portadoras y los sistemas de antenas múltiples (Boccardi et al., 2013; Heath et al., 2016). En consecuencia, una gestión eficiente del espectro radioeléctrico resulta fundamental para maximizar su valor económico y social, en la medida en que facilita la expansión de redes de alta capacidad y potencia los efectos positivos de la conectividad sobre la productividad, la innovación y el crecimiento económico (Katz & Callorda, 2018; OECD, 2022).

Adicionalmente, se destaca que la discusión no se limita únicamente a la cantidad de espectro a asignar, sino también al momento y al mecanismo mediante el cual se realiza dicha asignación. Un diseño inadecuado o una asignación tardía pueden generar pérdidas de eficiencia y retrasos en la adopción tecnológica; por su parte, una asignación desalineada con las condiciones de



desarrollo del mercado puede derivar en la subutilización del recurso y en la generación de costos de oportunidad.

En línea con lo anterior, (Bahia & Castells, 2022) encuentran que las políticas de asignación de espectro tienen efectos significativos sobre la cobertura poblacional de las redes 3G y 4G. En particular, el momento de la asignación incide de manera relevante en la expansión de la cobertura, de tal forma que, manteniendo constantes los demás factores, un operador que recibe espectro 4G con al menos dos años de anticipación respecto a otro alcanza, en promedio, niveles de cobertura entre 11 y 16 puntos porcentuales superiores. Así mismo, los autores evidencian que la cantidad de espectro asignado también influye en la cobertura, en la medida en que un incremento de 1 MHz en el espectro disponible se asocia con aumentos de entre 0,1 y 0,2 puntos porcentuales en la cobertura 4G. Estos resultados, sin embargo, deben interpretarse a la luz de los supuestos metodológicos del análisis y del contexto específico en el que se estiman, por lo que su extrapolación a otros mercados requiere considerar sus particularidades institucionales.

En este sentido, la asignación eficiente del espectro radioeléctrico resulta fundamental para maximizar su aprovechamiento y evitar ineficiencias asociadas a su subutilización o asignación tardía. La literatura académica ha documentado diversos efectos adversos, en términos de bienestar, derivados de no asignar oportunamente este recurso limitado, como se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Revisión literatura académica sobre efectos indeseados de no asignar el espectro

Referencia	Hallazgo
The Economics of Spectrum Management" – Journal of Economic Perspectives (2023)	La tenencia de espectro sin uso o infrautilizado conduce a costos de oportunidad. El acaparamiento de espectro puede obstaculizar la innovación y retrasar la implementación de servicios, lo que resulta en una pérdida de ingresos tanto para el sector privado como para la economía en su conjunto.
Spectrum Utilization and Economic Growth: A Global Perspective – International Telecommunications Union (ITU) (2023)	Ante situaciones de subutilización del espectro a nivel mundial, el espectro sin uso impide el desarrollo de servicios críticos como 5G, IoT y comunicaciones de emergencia. La gestión eficaz del espectro es clave para maximizar los beneficios económicos y el espectro sin uso contribuye directamente a la pérdida de potencial de crecimiento.
The impact of spectrum assignment policies on consumer welfare (2022)	Incrementos en la disponibilidad de espectro se asocian con mejoras en indicadores clave como la cobertura poblacional, la velocidad de transmisión de datos y la calidad del servicio experimentada por los usuarios
The Economic Impact of Spectrum underutilization: Implications for 5G and Beyond" – PwC Report (2022)	Existen pérdidas económicas asociadas al espectro sin uso. Los retrasos en la asignación del espectro y la infrautilización del recurso existente pueden generar costos más altos para los operadores y una adopción más lenta de nuevos servicios,



Referencia	Hallazgo
	lo que impacta tanto a los consumidores como a la economía en general.
Global Spectrum Management: Improving Efficiency and Utilization" – Deloitte Insights (2021)	Existen consecuencias económicas negativas del espectro sin uso, incluido el retraso en la entrada al mercado de nuevos servicios y la asignación ineficiente de recursos. Se debe trabajar en estrategias para mejorar la utilización del espectro y evitar pérdidas económicas.
The Role of Spectrum Efficiency in Telecom Industry Growth" – Ericsson Mobility Report (2022)	Existe la necesidad de un uso eficiente del espectro para soportar la creciente demanda de servicios de datos móviles. La asignación ineficiente del espectro conduce a pérdidas económicas asociadas con el espectro infrautilizado, particularmente en los mercados emergentes en los que se puede obstaculizar el desarrollo económico y la innovación en los servicios de comunicación.
Market Dynamics in Spectrum Allocation: A Global View" – Federal Communications Commission (FCC) (2021)	Existen costos de oportunidad cuando el espectro se mantiene sin uso.
A Welfare Analysis of Spectrum Allocation Policies (2009)	Políticas que restringen el acceso efectivo al espectro, por ejemplo, mediante mecanismos regulatorios que limitan su utilización, pueden generar pérdidas de bienestar al elevar los costos de provisión de servicios inalámbricos y reducir el volumen de producción en los mercados de telecomunicaciones.

Fuente: Elaboración ANE

De acuerdo con lo anterior, es posible evidenciar que los aplazamientos o demoras en la asignación del espectro radioeléctrico generan pérdidas de bienestar social de carácter irrecuperable, en la medida en que impiden la provisión oportuna de nuevos servicios a usuarios actuales y potenciales. En términos económicos, la asignación de espectro permite ampliar la capacidad de las redes y, con ello, incrementar los excedentes del consumidor y del productor mediante mejoras en cobertura, calidad y competencia en la prestación de servicios. Por el contrario, la no asignación oportuna restringe estos beneficios y retrasa la materialización de los efectos positivos asociados a la conectividad.

En este sentido, dado que el espectro radioeléctrico constituye un insumo esencial para el desarrollo de las comunicaciones móviles, su subutilización o asignación tardía pueden generar costos de oportunidad significativos que se manifiestan en múltiples dimensiones. Entre estos se incluyen pérdidas económicas asociadas a una menor actividad productiva, retrasos en la adopción de nuevas tecnologías, persistencia de brechas digitales y limitaciones en la competitividad de los mercados. Adicionalmente, estos efectos pueden trasladarse a sectores estratégicos como la salud, la educación y la seguridad, cuya creciente dependencia de la conectividad implica que restricciones en el



acceso a servicios de calidad pueden traducirse en impactos negativos sobre el bienestar general de la población.

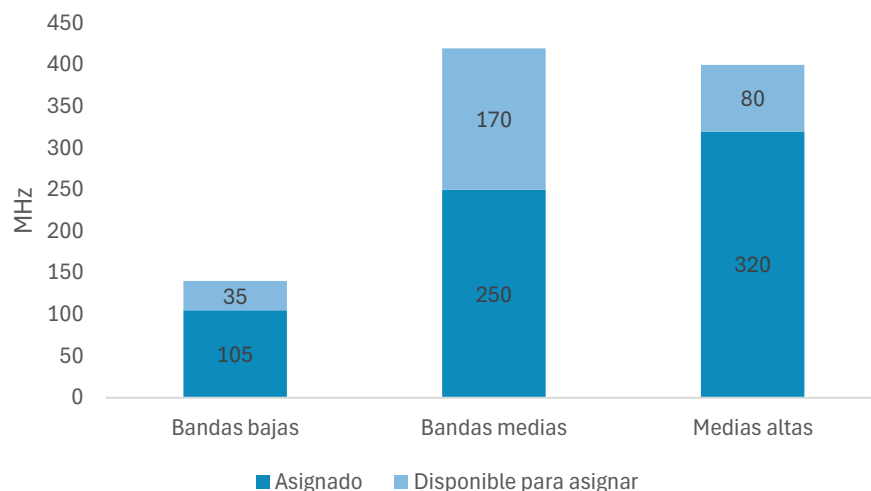
En ese orden de ideas, el Estado tiene la responsabilidad de promover condiciones normativas, económicas y técnicas que faciliten una asignación oportuna, eficiente y competitiva del espectro radioeléctrico, reduciendo barreras innecesarias de acceso y evitando la inactividad del recurso. No obstante, esta facilitación no implica una reducción indiscriminada de las condiciones económicas de acceso, en la medida en que el valor del espectro constituye un instrumento fundamental para su asignación eficiente, al reflejar su valor económico y orientar su uso hacia aquellos agentes que pueden generar mayores beneficios sociales a partir de su explotación. En tal virtud, el diseño de los mecanismos de asignación debe equilibrar la promoción del uso efectivo del espectro con la preservación de señales económicas adecuadas que eviten asignaciones ineficientes, mediante esquemas que sean no solo eficientes en términos estáticos, sino también oportunos en términos dinámicos, reconociendo que tanto la ausencia de asignación como su asignación bajo condiciones que distorsionen su valor económico pueden limitar la generación de valor social.

3. TENENCIAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ATRIBUIDO AL SERVICIO MÓVIL E IDENTIFICADO PARA LAS IMT

Con corte a febrero de 2026, en Colombia se encontraban asignados 675 MHz de espectro, distribuidos de la siguiente manera: 320 MHz en bandas medias-altas (por encima de 3 GHz), 250 MHz en bandas medias (entre 1 y 3 GHz) y 105 MHz en bandas bajas (por debajo de 1 GHz). No obstante, como se observa en la **Figura 2**, existe una disponibilidad relevante de espectro remanente para asignación, proveniente tanto de procesos anteriores en los que parte del espectro no fue asignado como de devoluciones realizadas por operadores, la cual asciende a 285 MHz (30% del total). En particular, las bandas medias concentran la mayor cantidad de espectro disponible (170 MHz), seguidas por las bandas medias-altas (80 MHz) y las bandas bajas (35 MHz). Esta distribución evidencia que, si bien existe un nivel significativo de espectro ya asignado, persisten importantes oportunidades para ampliar su uso, especialmente en bandas medias, que resultan estratégicas para el despliegue de tecnologías IMT.



Figura 2. Cantidad de espectro IMT asignado en Colombia vs espectro disponible para asignar



Fuente: Elaboración ANE

A continuación, se presenta el detalle del espectro remanente disponible para asignación.

Tabla 6. Espectro asignado y remanente por banda subastada

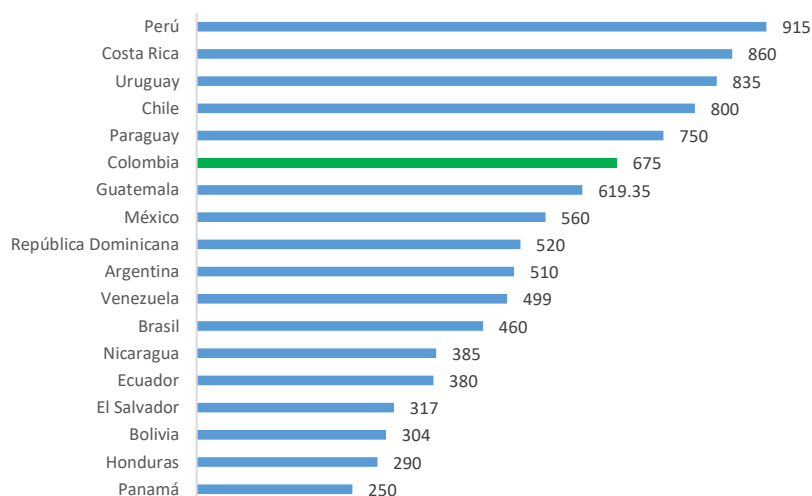
Banda	Disponibilidad total en MHz	MHz Asignados	Espectro remanente
700 MHz	90 MHz	80 MHz	10 MHz
850 MHz	50 MHz	25 MHz	25 MHz
1900 MHz	120 MHz	110 MHz	10 MHz
AWS (1700MHz a 2100 MHz)	90 MHz	50 MHz	40 MHz
AWS extendida (1755 a 1780 MHz, 2155 a 2180 MHz) *	30 MHz	0 MHz	30 MHz
2500 MHz	180 MHz	90 MHz	90 MHz
3500 MHz	400 MHz	320 MHz	80 MHz

Fuente: Elaboración ANE. Notas: AWS Ext tiene una capacidad teórica de 50 MHz, sin embargo, en el estado actual de la banda se sugiere contar para asignación con 30MHz (15x2MHz), en la medida en que: i) 30MHz fue la cantidad ofertada en la subasta 5G de 2023 y ii) para los otros 20 MHz no se han definido las condiciones técnicas de convivencia con el servicio móvil por satélite en adyacencia.



La asignación total de espectro para IMT hasta la banda de 3500 MHz en Colombia en comparación con otros países de América se encuentra por debajo de cinco países de la región, a saber, Perú, Costa Rica, Uruguay, Chile y Paraguay como se puede ver en la siguiente Figura.

Figura 3. Espectro asignado en la región para servicios móviles IMT en bandas hasta 3,5 GHz

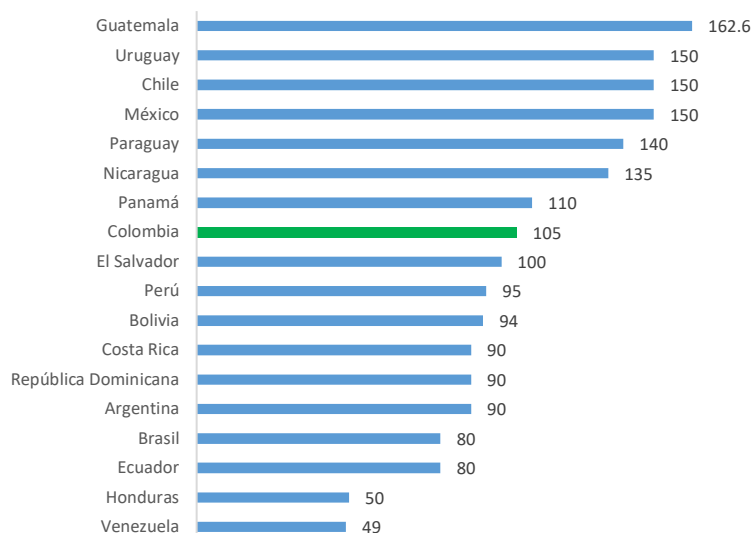


Fuente: Elaboración ANE con base en Cullen International consultada en marzo 2026. Notas: i) Los valores están expresados en MHz; ii) Solo se incluyen las asignaciones de cobertura nacional.

Por otra parte, al analizar por segmentos de bandas, se identifica que Colombia presenta un rezago en la asignación de espectro, especialmente en bandas bajas (hasta 1 GHz) y medias altas (entre 3 y 6 GHz). En el primer rango, se encuentra que Colombia se encuentra en el puesto 8 de 18 países ubicándose por debajo de países como Chile, Mexico y Uruguay, entre otros.



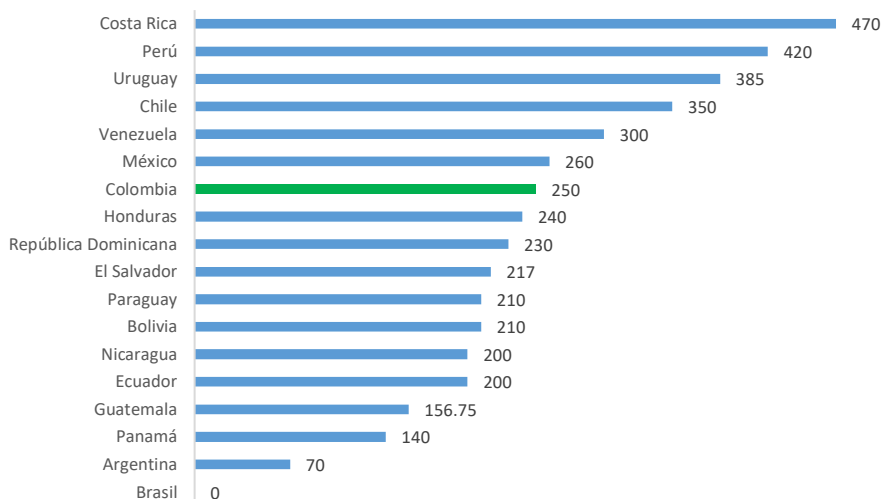
Figura 4. Espectro asignado en la región para servicios móviles IMT en bandas hasta 1 GHz



Fuente: Elaboración ANE con base en Cullen International consultada en marzo 2026. Notas: i) Los valores están expresados en MHz; ii) Solo se incluyen las asignaciones de cobertura nacional.

Respecto a bandas medias bajas, Colombia se encuentra en el puesto 7 de 18 países ubicándose por debajo de países como México, Chile y Perú.

Figura 5. Espectro asignado en la región para servicios móviles IMT en bandas entre 1GHz y 3 GHz

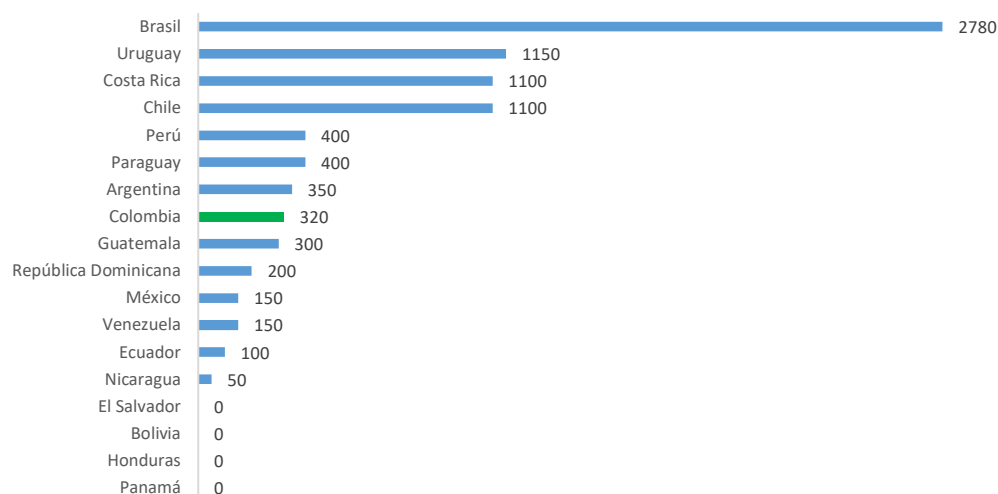


Fuente: Elaboración ANE con base en Cullen International consultada en marzo 2026. Notas: i) Los valores están expresados en MHz; ii) Solo se incluyen las asignaciones de cobertura nacional.



Finalmente, respecto a bandas medias altas se evidencia que Colombia se encuentra de nuevo en el puesto 8 de 18, debajo de países como Chile, Perú, Argentina, Uruguay, entre otros.

Figura 6. Espectro asignado en la región para servicios móviles IMT entre 3 GHz y 6 GHz



Fuente: Elaboración ANE con base en Cullen International consultada en marzo 2026. Notas: i) Los valores están expresados en MHz; ii) Solo se incluyen las asignaciones de cobertura nacional.

Lo anterior evidencia un rezago en la asignación de espectro en comparación con países de referencia en la región. A partir de lo expuesto en secciones anteriores sobre la importancia de una asignación eficiente y oportuna del espectro, así como sus efectos sobre el bienestar social, se observa que parte del espectro IMT ofertado en procesos previos no ha sido adjudicado en su totalidad. En consecuencia, existen remanentes de espectro disponibles que pueden ser objeto de asignación mediante nuevos procesos.

3.1 Fundamentos para la implementación de un mecanismo de asignación de espectro remanente

Los remanentes de procesos de subasta anteriores y las devoluciones de espectro realizadas por parte de los asignatarios han incrementado la disponibilidad del recurso en el tiempo. Este panorama, en complemento con lo descrito a lo largo de este documento, donde se trata la necesidad de asignar el espectro en atención a consideraciones del bienestar económico y social que trae



su uso, evidencia la necesidad de revisar y plantear una propuesta para la definición de un proceso de selección objetiva que permita acceder a este recurso de manera más frecuente de forma que se promueva la maximización del bienestar social.

La asignación de espectro radioeléctrico implica un delicado balance entre el momento óptimo de asignación y el costo de oportunidad asociado tanto a una asignación prematura como a una tardía. Este equilibrio es particularmente relevante considerando que el espectro es un recurso limitado cuya disponibilidad está directamente ligada a la evolución tecnológica y a las necesidades cambiantes del mercado. Por otra parte, la decisión sobre el momento adecuado para la asignación debe considerar múltiples factores, incluyendo la madurez del mercado y el desarrollo del ecosistema tecnológico (disponibilidad de equipos y terminales que puedan hacer uso efectivo de las nuevas bandas de frecuencia).

Como se mencionó en secciones anteriores, el costo de oportunidad de una asignación prematura se materializa en la subutilización del recurso, donde el espectro podría permanecer sin uso efectivo durante períodos significativos debido a la falta de madurez tecnológica o a la demanda del mercado. Por otro lado, una asignación tardía puede resultar en pérdidas de eficiencia y bienestar social, manifestándose en congestión de redes, menor calidad de servicio y retraso en la adopción de nuevas tecnologías. Este *trade-off* se refleja en las curvas de demanda y oferta del mercado, donde el momento óptimo de asignación busca maximizar el bienestar social considerando tanto las necesidades actuales como las proyecciones futuras de uso del espectro.

Así, se encuentra por ejemplo que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), destacó la importancia de una asignación eficiente y continua del espectro radioeléctrico para promover la competencia y mejorar la conectividad. A manera de referencia, el "Estudio de la OCDE sobre telecomunicaciones y radiodifusión en México" (OCDE, 2017), señala que asignaciones esporádicas de espectro en el pasado generaron escasez. Así mismo, dicha organización indica que el marcado crecimiento esperado en el tráfico de datos móviles en países que hacen parte de la OECD requerirá más frecuencias disponibles si quiere evitarse la llamada "crisis del espectro".

En esta misma vía, la Comisión Europea señaló en un estudio denominado "Study on assessing the efficiency of radio spectrum award processes in the Member States, including the effects of applying the European Electronic Communications Code" que la adjudicación temprana del espectro es beneficiosa para el despliegue de la red, y se asocia con mejores resultados en lo que



respecta a la cobertura de la población con tecnología 5G y la disponibilidad más temprana de dos redes 5G por Estado miembro.

En conclusión, en Colombia existe una disponibilidad significativa de espectro IMT pendiente de asignación, equivalente a 285 MHz, lo que evidencia un rezago relativo frente a otros países de la región en términos de asignación de este recurso. A partir de este diagnóstico, y en línea con lo expuesto en secciones anteriores sobre los efectos del espectro en el bienestar social, la asignación de dicho recurso tiene el potencial de generar mejoras en términos de cobertura, calidad de los servicios y adopción tecnológica, bajo ciertas condiciones. En contraste, la no asignación oportuna del espectro puede traducirse en costos de oportunidad asociados a la pérdida de estos beneficios. En ese sentido, se identifica la necesidad de avanzar hacia mecanismos de asignación más ágiles y alineados con las condiciones del mercado, que faciliten el acceso al espectro, promuevan el despliegue de redes y maximicen los beneficios económicos y sociales derivados de su uso eficiente.

4. PROPUESTA DE MECANISMO PARA OTORGAR PERMISOS DE USO DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO REMANENTE ATRIBUIDO AL SERVICIO MÓVIL E IDENTIFICADO PARA LAS IMT

4.1. Inicio del Procedimiento

En virtud de la necesidad identificada, se considera pertinente establecer y reglamentar un Mecanismo de Asignación Estándar de Espectro Remanente, conforme a lo dispuesto en el artículo 2.2.2.1.1.2 del Decreto 1078 de 2015, el cual podrá activarse de oficio o a petición de parte. Con este propósito, se propone definir una periodicidad mínima para su implementación, de manera que, en ausencia de solicitudes por parte de los interesados y siempre que exista espectro radioeléctrico remanente identificado para IMT, el proceso se ejecute al menos cada dos (2) años.

Lo anterior, proporcionará mayor certidumbre a los PRST que requieran espectro IMT para la prestación de sus servicios sobre los momentos en los que podrán acceder al espectro IMT remanente, lo que podrá beneficiar su planeación financiera, haciendo que los despliegues y mejoras de la infraestructura se puedan llevar a cabo con una perspectiva más cierta a corto y mediano plazo.



Esto, igualmente tiene la potencialidad de generar impactos en los usuarios pues como ya se señaló en capítulos anteriores, cualquier asignación de espectro adicional puede aumentar el excedente del consumidor en un mercado minorista competitivo al reducir la base de costos de los proveedores del servicio móvil, lo que puede resultar en precios más bajos y servicios de mayor calidad.

4.2. Tipos de subastas para la asignación de espectro radioeléctrico

En relación con el procedimiento de asignación del espectro radioeléctrico, los mecanismos de selección objetiva tienen como finalidad identificar la oferta que maximiza el bienestar social, a través de un proceso transparente, imparcial y con igualdad de oportunidades, ajeno a consideraciones subjetivas.

En el ámbito de la asignación de permisos para el uso de espectro radioeléctrico, los procesos de selección objetiva utilizados en el pasado se restringen principalmente a dos⁸: “concursos de belleza” (*beauty contests*) o subastas. En los concursos de belleza los proponentes normalmente compiten por la asignación en función de variables como cobertura geográfica y calidad de servicio, una vez establecidos unos requisitos mínimos técnicos y financieros. Dado que estos procesos tienden a ser complejos en su evaluación y administrativamente complejos, en su gran mayoría han sido remplazados por subastas, las cuales son más sencillas en su implementación.

En este punto, es importante resaltar que el mecanismo históricamente utilizado para la asignación de espectro destinado a servicios móviles ha sido la subasta. No obstante, este tipo de procesos exige una estructuración compleja, que incluye etapas de planeación, diseño y preparación operativa, lo que se traduce en horizontes de implementación prolongados. Como resultado, las asignaciones de espectro mediante subastas se han realizado, en términos generales, con una periodicidad de entre cuatro y seis años.

Las subastas constituyen un mecanismo de asignación que, bajo condiciones de competencia efectiva y un diseño adecuado, permite revelar las valoraciones privadas de los agentes, facilitando la asignación de recursos limitados, como el espectro radioeléctrico, a aquellos operadores que prevén generar un mayor valor a partir de su uso. Desde la teoría económica, las subastas pueden entenderse como instituciones que estructuran el proceso de formación de precios en contextos de información dispersa, permitiendo que el precio final incorpore la información privada de los participantes y, por esta vía, contribuya a la asignación eficiente de los recursos (Teytelboym et al., 2021). En particular,

⁸ Otros procesos de asignación, como la prioridad por orden de solicitud, asignación por sorteo, asignación directa bajo un sistema de comando y control, no se consideran procesos de selección objetiva.



la evidencia teórica y empírica sugiere que los mecanismos competitivos de asignación, como las subastas, tienden a mejorar la eficiencia asignativa en la medida en que asignan el recurso a quienes le atribuyen un mayor valor económico, lo que se traduce en mayores incentivos para su uso eficiente y en la maximización del bienestar social (Cramton, 2013).

No obstante, estos resultados dependen críticamente del diseño del mecanismo, ya que una subasta mal estructurada puede facilitar comportamientos estratégicos indeseados, como la colusión o la disuasión de entrada, afectando negativamente tanto la eficiencia como los resultados económicos del proceso (Klemperer, 2002). En ese sentido, la literatura contemporánea enfatiza que el desempeño de las subastas no solo depende de su carácter competitivo, sino también de la incorporación de reglas que promuevan la revelación veraz de preferencias, la formación eficiente de precios y la participación efectiva de los agentes, como ocurre con mecanismos dinámicos que facilitan el descubrimiento de precios y reducen la incertidumbre sobre las valoraciones (Cramton, 2013; Myers, 2023).

Existen diferentes tipos de subasta que han sido utilizados en la asignación de espectro radioeléctrico atribuido al servicio móvil e identificado para las IMT alrededor del mundo e incluso en Colombia. Estas tipologías van desde el más simple, por ejemplo., subasta en sobre cerrado, hasta tipologías más complejas como la subasta simultánea ascendente multi-ronda mejorada o subasta combinatoria de reloj (ESMRA y CCA por sus siglas en inglés)⁹ (Myers, 2023) (Cramton, 2001) (Cave & Webb, 2015).

Estas tipologías de subasta presentan ventajas y limitaciones que deben ser consideradas en función de los objetivos del mecanismo de asignación. En particular, las subastas de sobre cerrado, si bien se caracterizan por su simplicidad operativa y menores requerimientos de diseño e implementación, restringen significativamente las posibilidades de interacción entre los participantes, al no permitir la observación de las posturas de los demás oferentes durante el proceso (Cramton, 2013; Milgrom, 2000). Como resultado, se limita el aprendizaje competitivo y el proceso de descubrimiento de precios, lo que puede afectar la eficiencia asignativa, especialmente en contextos donde existe alta incertidumbre sobre el valor del recurso, como ocurre en el caso del espectro radioeléctrico (Cramton, 2013; Teytelboym et al., 2021). Adicionalmente, este tipo de mecanismos es más susceptible a la denominada “maldición del ganador”¹⁰, fenómeno mediante el cual el adjudicatario tiende a

⁹ Enhanced simultaneous multi-round ascending auction (ESMRA), y combinatorial clock auction (CCA).

¹⁰ De acuerdo con (Myers, 2023) la maldición del ganador se refiere a: el ganador solo gana porque sobrepuja por ser demasiado optimista, por ejemplo, pujando mucho más alto que el valor nominal de las monedas en el frasco.



sobreestimar el valor del bien subastado y, en consecuencia, realiza ofertas que exceden su valor económico real. Este riesgo es particularmente relevante en entornos de valores comunes o interdependientes, donde la información es incompleta y las valoraciones dependen de expectativas sobre el comportamiento y la información de los demás participantes (Myers, 2023; Teytelboym et al., 2021).

El siguiente formato más simple de subasta es la subasta de reloj ascendente simple (SCA). Este formato de subasta logra los objetivos de eficiencia a través múltiples rondas de puja para descubrir el valor de mercado del espectro radioeléctrico. Adicionalmente, es fácil de implementar debido a que es sencillo, esto es, se incrementa el valor del bien subastado (bloques de espectro simple o bloques de espectro de diferentes bandas pre-armados) en cada ronda hasta que la demanda de dicho bien es igual o menor a la oferta. El participante en la subasta tiene la opción de aceptar, en cada ronda, el valor establecido para la ronda respectiva, disminuir el número de bloques de espectro demandados, o presentar una oferta más baja de salida por los bloques demandados en la misma.

El formato de subasta simultánea ascendente multi-ronda (SMRA por su sigla en inglés), permite a los postores pujar por varios bloques de espectro individuales al mismo tiempo, permaneciendo abiertos en la subasta, es decir, con posibilidad de demanda por cualquier participante, siempre que exista una puja aceptable por cualquier bloque. La subasta continúa hasta que haya una ronda en la cual no se realiza ninguna puja por ningún bloque, y en esta ronda, aquellos participantes que tengan las pujas más altas por cada bloque ganan dicho bloque. En otras palabras, todos los bloques están abiertos a puja en la subasta hasta tanto, todos, de manera simultánea cierran la subasta.

En el caso de la subasta simultánea ascendente multi-ronda mejorada, se establecen dos etapas. En la primera se realiza una subasta SMRA de bloques genéricos de espectro, en la que todos los bloques se ofrecen al mismo tiempo. Los participantes al terminar la subasta en la primera etapa obtienen el permiso de uso de espectro de bloques genéricos. En una segunda etapa, se realiza la asignación de los bloques genéricos a frecuencias específicas, a través, por ejemplo, de una subasta de sobre cerrado con regla de segundo precio, es decir, el ganador paga el segundo mejor precio ofertado (precio o subasta Vickrey).

Finalmente, se tiene la subasta combinatoria de reloj (CCA por su sigla en inglés), la cual se divide en dos etapas principales. La primera se compone de dos subetapas. En la primera subetapa se proporciona información a todos los postores sobre el valor de mercado del espectro a través de una subasta SCA, y en la segunda subetapa se realiza una subasta en sobre cerrado en la cual los



postores hacen sus mejores y últimas ofertas para todas las diferentes combinaciones de espectro que desean, ganando sólo aquella que sea la más alta y fijando el precio basado en el precio final de los otros participantes (*Vickrey-Nearest Minimum Revenue Core*). El resultado de la primera y la segunda subetapa tienen que ser compatibles, es decir, en la segunda subetapa las ofertas deben ser acordes con las preferencias reveladas en la primera subetapa. Finalmente, en la segunda etapa se realiza la asignación específica de las frecuencias con un formato de subasta en sobre cerrado en el cual, quien esté interesado en una frecuencia específica, tendrá la prioridad de escoger siempre que ofrezca el mayor valor por ese derecho.

A modo general, todas estas subastas tienen una regla de actividad¹¹ para mantener el progreso de la subasta y mejorar el descubrimiento de precios. Por ejemplo, a excepción del formato de subasta en sobre cerrado, en cada ronda el postor debe especificar su demanda por bloques de espectro al valor establecido y no puede, en dicha ronda, incrementar la demanda por bloques de espectro respecto a las rondas anteriores.

Tabla 7. Breve descripción de diferentes tipos de subasta para la asignación de espectro radioeléctrico

Tipo de Subasta	Descripción	Aplicación	Diseño / Logística	Ejemplos	Ventajas
Reloj combinada (CCA)	Proceso en dos etapas: 1. Asignación cantidad espectro: a. SCA b. Ronda suplementaria 2. Asignación específica (sobre cerrado)	Adecuado para bloques de espectro que son sustitutos o complementarios	Más complejo +	No se ha implementado	Permite a los licitantes realizar ofertas por paquetes de bloques genéricos, lo que facilita expresar preferencias por combinaciones de espectro y mejorar la eficiencia en la asignación. La determinación del ganador y del precio implica cálculos de optimización complejos.
Simultánea ascendente multironda mejorada (ESMRA)	Proceso en dos etapas: 1. SMRA bloques genéricos 2. Asignación de bloques específicos	Adecuado para bloques de espectro que son sustitutos o complementarios	Más Complejo	Asignación 5G 2023	Puede minimizar riesgos como fragmentación o agregación ineficiente, permitiendo mayor eficiencia en la asignación cuando existen bloques

¹¹ (NERA, 2024) Las reglas de actividad determinan cuándo y cómo los postores pueden cambiar su demanda entre lotes, lo cual puede variar según la subasta. Estas reglas aplican la ley de la demanda: una regla de actividad típica exige que los postores mantengan o disminuyan su demanda en respuesta al aumento de los precios, para que la subasta avance, se fomente la determinación de los precios y se eviten las pujas de último minuto (un aumento repentino de la demanda por parte de un postor que ocultó los lotes que le interesaban y su disposición a pagar hasta el final del proceso de puja).



Tipo de Subasta	Descripción	Aplicación	Diseño / Logística	Ejemplos	Ventajas
					sustitutos o complementarios
Simultánea ascendente multironda (SMRA)	Procesos de puja ascendente en múltiples bloques de espectro al mismo tiempo. Todos los bloques disponibles mientras exista ofertas por cada uno	Adecuado para bloques de espectro que son sustitutos o complementarios	Complejo	No se ha implementado	Las pujas se realizan en múltiples rondas y los resultados de cada ronda se revelan antes de la siguiente, lo que permite a los participantes conocer las valoraciones del mercado y ajustar sus ofertas
Reloj ascendente simple (SCA)	Procesos simples de puja ascendente para subastar bloques individuales de espectro	Adecuado para bloques de espectro que no son sustitutos ni complementarios	Simple	Asignación 2.5 GHz 2010 Asignación 1900 MHz 2011 Asignación 4G 2013 Asignación 700 MHz 2019	Facilita el descubrimiento progresivo de precios mediante incrementos sucesivos, lo que ayuda a revelar el valor económico del espectro y puede mejorar la eficiencia de la asignación.
Sobre cerrado (SB)	Subasta de una sola ronda: oferta en sobre cerrado	Fue usada en las concesiones iniciales por su simplicidad	Muy Simple	Asignación inicial 1993 Entrada tercer operador 2003	Mecanismo rápido y administrativamente simple, ya que los participantes presentan una única oferta sin rondas adicionales. Pero por eso mismo genera una complejidad en la preparación de la estrategia de los participantes

Fuente: Elaboración ANE con base en (Myers, 2023) (NERA, 2017) (NERA, 2024)

En Colombia, se han implementado tres diferentes formatos de subasta: en sobre cerrado en los permisos iniciales de la década del 90; subasta de reloj ascendente simple (SCA) en la asignación de la banda 2,5 GHz de 2010, subasta 4G de 2013 y asignación de 700 MHz en 2019; y subasta simultánea ascendente multironda (SMRA) en la última subasta en la banda de 3,5 GHz a finales de 2023.

Ahora bien, cada uno de estos formatos es aplicable también dependiendo del tipo de espectro que se va a subastar. Por ejemplo, el formato de subasta reloj ascendente simple es adecuado para bloques de espectro que no son sustitutos ni son complementarios. En principio, los bloques complementarios tienen un mayor valor para el postor cuando se obtienen de manera conjunta. En cambio, el formato de subastas más complejas, como la simultánea ascendente multironda (SMRA), la mejorada (ESMRA), y la de reloj combinatoria (CCA), permite a los participantes en la subasta ofertar por varios bloques individuales



al mismo tiempo y, por lo tanto, es más adecuada para los bloques que son sustitutos o complementarios (Myers, 2023).

4.3. Formato recomendado para este proceso de asignación

El principal objetivo del proceso de selección objetiva para el otorgamiento de permisos de uso del espectro radioeléctrico atribuido al servicio móvil e identificado para IMT, correspondiente a remanentes de procesos anteriores o a espectro devuelto al Ministerio TIC, es, conforme a lo establecido en la Ley 1341 de 2009, fomentar la inversión en infraestructura y maximizar el bienestar social.

Para lograr este objetivo, el proceso de selección objetiva a través de un formato de subasta debe ser aquel que permita un diseño sencillo, de fácil implementación tanto para el subastador, es decir, el Ministerio, como para los participantes en la subasta, es decir, los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles. Con ello se busca simplificar los procesos de asignación reduciendo su complejidad y disminuyendo también el tiempo del proceso tanto en su diseño como en su implementación. Con esta simplificación, se espera aumentar la frecuencia con la que se otorgan los permisos de uso de espectro, es decir, realizar procesos más seguidos en la medida en que exista espectro remanente de procesos anteriores o espectro devuelto al Ministerio.

Esto va en línea con las nuevas tendencias y prácticas, en las cuales los reguladores están diseñando subastas más simples sin sacrificar los objetivos de política pública. En ese sentido, es preferible que el subastador asuma una mayor complejidad en el diseño e implementación de la subasta si esto implica una reducción en la complejidad para los participantes en la misma (NERA, 2017).

Por ejemplo, en México se realizó una subasta de reloj ascendente simple para la asignación de espectro en la banda de 2500 MHz, con el fin de simplificar la estructura de los bloques de espectro a ser asignados en comparación con subastas anteriores. En el Reino Unido, Ofcom, pionero en las subastas de reloj combinatorias (CCA), para las bandas de 2,3 GHz y 3,4 GHz, utilizó un mecanismo de subasta simultánea ascendente multironda (SMRA). Por último, en Estados Unidos, en el caso de la banda C, a pesar de las complejidades debido al uso compartido, el mecanismo para su asignación fue una subasta de reloj ascendente simple (NERA, 2017).

Así mismo, las nuevas consideraciones y características en los diseños de subasta en los reguladores de Norteamérica, por ejemplo, buscan simplificar el proceso de licitación, reducir el riesgo para los postores y eliminar las opciones



de juego, haciendo más sencilla la participación de los postores en la subasta (NERA, 2017).

Ahora bien, según la teoría de subastas el formato de subasta más adecuado depende de las circunstancias aplicables, como la naturaleza de los bloques de espectro en la subasta y el grado en que son sustitutos o complementarios entre sí (Myers, 2023). Por ejemplo, espectro en las bandas medias, banda AWS y 1900 MHz, debido a sus propiedades físicas similares, puede ser considerado sustituible, y por lo tanto puede ser requerido un formato de subasta SMRA.

Es importante resaltar que la asignación de espectro que se está proponiendo es específica para espectro remanente, es decir, espectro radioeléctrico en las bandas atribuidas al servicio de radiocomunicaciones móviles e identificadas para las IMT que hayan formado parte de procesos de selección objetiva y en las que exista espectro disponible, o frecuencias radioeléctricas asignadas en procesos de selección objetiva anteriores que hayan sido devueltas al Ministerio TIC por el PRST asignatario de dicho espectro o sobre el que haya operado la cancelación del permiso respectivo por cualquier causa ; y por consiguiente es muy probable que la demanda de espectro adicional sobre las mismas esté acorde con las asignaciones existentes.

En este sentido, se estima prioritario disponer de mecanismos simples que puedan ser diseñados e implementados ágilmente, es decir, que faciliten el diseño, la implementación y la participación de los operadores en la subasta. Este objetivo se logra más con una subasta de reloj ascendente simple (SCA), la cual también es viable para asignaciones de espectro en diferentes bandas.

Esto teniendo en cuenta que este tipo de mecanismo reduce significativamente la complejidad administrativa del proceso, pero su dinámica de puja ascendente por rondas permite que los operadores revelen progresivamente su disposición a pagar, ajustando sus ofertas en función de la información de precios agregados que se va conociendo en cada etapa, lo que reduce la incertidumbre y favorece decisiones más informadas. Asimismo, este esquema mitiga riesgos de subvaloración o sobreoferta, limita comportamientos estratégicos complejos y promueve una mayor competencia efectiva durante la puja. En conjunto, estas características facilitan una mayor participación y reducen tiempos administrativos, lo cual va en línea con los objetivos de la asignación de espectro remanente de forma frecuente y oportuna.

Por tanto, con el fin de lograr los objetivos propuestos, se propone establecer un formato de subasta de reloj ascendente simple similar a los que ha realizado en el pasado el Ministerio, sobre los cuales ya tiene experiencia y no requieren mayor complejidad, tanto en su diseño e implementación como en la



participación de los postores interesados en obtener los permisos de uso de espectro.

Finalmente, es importante aclarar que, para futuros procesos de selección objetiva para otorgar permisos para el uso de espectro radioeléctrico atribuido al servicio móvil e identificado para las IMT, que sean o no remanentes de procesos anteriores, o devuelto al Ministerio, se esperaría que el mecanismo descrito opere como alternativa preferente de asignación. No obstante, el Ministerio mantiene la facultad de establecer y realizar procesos de asignación mediante diferentes formatos de subasta u otros mecanismos, cuando así lo considere necesario para cumplir los objetivos establecidos en la Ley.

4.4. Descripción del tipo de subasta a implementar

El tipo de subasta propuesto para el proceso de selección objetiva, como se mencionó en la anterior subsección, es la subasta de reloj ascendente simple. El desarrollo del proceso de subasta se realizará a través de una plataforma electrónica habilitada para tal fin.

Esta subasta se lleva a cabo en múltiples rondas en la cuales el valor del bloque de espectro para cada una de las bandas IMT definidas en la subasta irá aumentando. Los participantes podrán aceptar el valor de la ronda u optar por presentar una oferta de salida y mantener o disminuir la demanda de bloques de espectro inicial de la primera ronda. En cada ronda los participantes en la subasta especificarán si desean adquirir los bloques de espectro al valor de la ronda vigente.

La demanda inicial de bloques de espectro determina los puntos de elegibilidad de los participantes. Cada bloque de espectro demandado equivale a un (1) punto de elegibilidad. Así las cosas, si el participante disminuye la cantidad de bloques de espectro demandados, los puntos de elegibilidad para dicho agente también disminuyen en la misma cantidad. Los puntos de elegibilidad no pueden aumentar en el transcurso de la subasta.

En cada ronda los participantes especificarán si desean adquirir el bloque o los bloques de espectro por el valor de la ronda vigente.

En la primera ronda, el valor de cada bloque de espectro por banda IMT se fija en el valor de reserva definido por el Ministerio, expresando este valor en millones de pesos colombianos redondeando al valor entero superior. En las rondas posteriores, el valor de la ronda para cada bloque de espectro por banda IMT se incrementará siempre que exista un exceso de demanda, es decir, si el número bloques de espectro demandados al valor de la ronda vigente es superior



a la oferta de bloques de espectro. Al comienzo de cada ronda, desde la segunda ronda en adelante, la plataforma determinará un aumento del valor de los bloques aplicando los incrementos porcentuales indicados en la siguiente tabla.

Tabla 8. Incrementos porcentuales

Ronda	Porcentaje a Incrementaros
2	5%
3	5%
4	4%
5	4%
6	3%
7	3%
8	2%
9	2%
10 y siguientes	1%

Fuente: Elaboración ANE

El valor de la ronda se calcula incrementando el de la anterior según el porcentaje indicado en la tabla, de acuerdo con la etapa correspondiente. El resultado debe expresarse en millones de pesos colombianos, redondeado al número entero superior.

Un participante en la subasta que no desee adquirir el o los bloques de espectro al valor de la ronda vigente podrá reducir su demanda de bloques en la cantidad que considere. En caso de reducir la totalidad de los bloques demandados, no podrá realizar más pujas en rondas posteriores.

Si un participante baja su demanda de bloques de espectro a cero (0) en alguna ronda, deberá presentar también su oferta de salida, es decir, el valor máximo por el cual desea adquirir los bloques que ha reducido en dicha ronda. La oferta de salida debe estar entre el valor de la ronda anterior y el valor de la ronda actual, y debe ser presentada en millones de pesos colombianos. Si no presenta una oferta de salida, se supone que su oferta de salida es igual al valor de la ronda anterior.

Después de cada ronda se informará a cada participante sobre la demanda agregada de bloques de espectro en cada banda, junto con la siguiente información:



- La hora de inicio y finalización de la siguiente ronda.
- El nuevo valor de la siguiente ronda.
- Si el participante puede ofertar en la siguiente ronda.
- El número de derechos de extensión que le quedan al participante.

La subasta termina al final de una ronda en la que no hay exceso de demanda, es decir, la demanda agregada es igual o menor a la oferta de bloques de espectro radioeléctrico.

En la ronda final, es decir, aquella en la que la demanda agregada es igual o menor a la oferta de bloques de espectro, los participantes en la subasta con el mayor valor a pagar por los bloques de espectro, ya sea porque aceptaron el valor de la ronda final o porque tienen la oferta de salida más alta, ganan los bloques de espectro y pagará cada uno el valor ofertado.

En caso de que exista empate entre los valores de salida de dos o más participantes, se efectuará una rifa haciendo uso de la plataforma para determinar el ganador. Para esta rifa la plataforma generará de forma aleatoria un número entero dentro de un rango igual a dos veces la cantidad de participantes empatados (esto es, de 1 a 4 si hay dos participantes empatados, o de 1 a 6 si hay tres participantes empatados, y así sucesivamente). Los participantes empatados indicarán a través de la plataforma un número de su elección dentro del rango establecido; si alguno de los participantes acierta el número generado por la plataforma, éste será el ganador de la rifa. Y en caso de que ninguno de los participantes acierte el número, se repetirá el procedimiento. Si en algún momento durante la rifa, varios participantes aciertan el número, se repetirá el procedimiento entre ellos hasta que alguno resulte ganador. El ganador pagará un valor igual a su propia oferta de salida.

Si en la primera ronda, el número de bloques de espectro demandados al valor de reserva es igual o inferior a la oferta de bloques de espectro, los participantes o el participante en dicha ronda gana los bloques de espectro demandados y paga cada uno el valor de reserva.

Dado que la subasta es de reloj ascendente simple, no es posible para los participantes trasladar su demanda a bloques de espectro de otras bandas de frecuencias en una ronda (los participantes sólo pueden en cada ronda mantener su demanda de bloques, reducir su demanda de bloques en la cantidad que considere y/o presentar la oferta de salida). Por lo tanto, la subasta puede cerrarse para los diferentes bloques de espectro de forma independiente. Es decir, la subasta no se cierra de forma simultánea para todos los bloques de espectro.



El subastador determina el inicio de las rondas de subasta y la plataforma establece el tiempo de duración de cada ronda.

Cada participante tiene dos (2) derechos de extensión durante el proceso de asignación de espectro radioeléctrico en cada banda. Para hacer uso de un derecho de extensión, el participante interesado debe informar al subastador sobre su deseo de utilizar un derecho de extensión por lo menos cinco (5) minutos antes de la hora definida para la finalización de la ronda. Cuando resten menos de cinco (5) minutos para la finalización de la ronda no se podrá hacer uso de derechos de extensión. El uso de un (1) derecho de extensión, extiende la ronda por 30 minutos. Se puede usar un máximo de un (1) derecho de extensión por ronda.

4.5. Aplicación de los principios de la Ley 1341 de 2009 al proceso de selección objetiva propuesto

Los principios establecidos en la Ley 1341 de 2009 y sus modificaciones, se pueden resumir en la reducción de la brecha digital y el aumento del acceso universal, el aumento de la cobertura y el despliegue y uso de las redes, la mejora de la calidad del servicio a los usuarios y la promoción de la inversión.

Atendiendo este marco normativo, es preciso indicar que, en primer lugar, el mecanismo de subasta propuesto tiene como objetivo principal disminuir las barreras de acceso y en la medida de lo posible incentivar la asignación; ya que está diseñado para poner en el mercado, tanto el espectro radioeléctrico remanente de procesos anteriores, como las devoluciones de espectro al Ministerio o las cancelaciones de permisos de uso del espectro, de una forma estandarizada, ágil y frecuente.

Adicionalmente, los ingresos obtenidos del proceso de subasta podrán ser destinados a inversiones vía proyectos financiados por el FUTIC en línea con lo dispuesto en la Ley 1341 de 2009 y sus modificaciones. Finalmente, los operadores tienen la opción, posterior al proceso de asignación de espectro, de proponer proyectos de conectividad a través del instrumento de Obligaciones de Hacer frente a los pagos que deben hacer al Estado por concepto de contraprestación económica de los permisos de uso del espectro, esto de conformidad con lo establecido en la Resolución MinTIC 3617 de 2023.

En segundo lugar, el mecanismo propuesto puede contribuir a un aumento de la cobertura, el despliegue y el uso de las redes, dado que, al ofertar todo el espectro identificado para las IMT remanente de procesos de asignación anteriores que no fueron objeto de asignación así que como del espectro que ha sido objeto de devoluciones al Ministerio o de cancelaciones de los respectivos



permisos, se pueden, bajo ciertas condiciones, reducir los costos de despliegue de los operadores, haciendo que aumenten la cobertura y posible despliegue de redes en comunidades que antes no eran rentables.

En tercer lugar, el mecanismo tiene como objetivo contribuir a mejorar la calidad del servicio al poner a disposición de los operadores espectro adicional; esto permite aumentar sus asignaciones actuales, incrementando la capacidad de las redes y la calidad de los servicios en beneficio del usuario final.

En cuarto lugar, el mecanismo puede incrementar la inversión, no solo mediante los proyectos financiados por el FUTIC que reinvierten los recursos recibidos por la asignación del espectro, sino también a través de los operadores que, al utilizar el espectro adicional, pueden generar mayores inversiones en sus servicios comerciales.

Finalmente, además de los beneficios anteriores, el mecanismo propuesto puede contribuir en mejoras concretas para los colombianos mediante una mayor disponibilidad de espectro que puede traducirse en:

- Velocidades de acceso a Internet superiores: una mayor disponibilidad de espectro puede permitir una transmisión de datos más ágil, mejorando la calidad del servicio de Internet, lo cual a su vez redundará en la mejora de diversos servicios como el comercio electrónico, la telesalud y la educación digital.
- Mayor cobertura: como se presentó en la sección 2, asignar mayor cantidad de espectro y de forma más frecuente tiene beneficios en la cobertura de red y calidad de los servicios, con lo cual se espera que con procesos de asignación más frecuentes se pueda ampliar la cobertura, generando que los servicios inalámbricos sean más accesibles en áreas rurales o remotas.
- Mayor capacidad: Teniendo en cuenta que 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, con lo cual una mayor asignación permitiría que las redes soporten a más usuarios simultáneamente, reduciendo la congestión durante las horas pico de uso; más aún al tener en cuenta la creciente demanda de tráfico de datos que genera nuevas necesidades de espectro para evitar la congestión de las redes.



BIBLIOGRAFÍA

- Andreu Mas-Colell, M. D. (1995). *Microeconomic Theory*.
- Andrews, J. G., & Zhang, J. C. (2014). *What Will 5G Be?* Obtido de <https://doi.org/10.48550/arXiv.1405.2957>
- Bahia, K., & Castells, P. (2022). The impact of spectrum assignment policies on consumer welfare. *Telecommunications Policy*.
- Bahia, K., & Castells, P. (2022). *The impact of spectrum assignment policies on consumer welfare. Telecommunications Policy*. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102228>
- BID. (2019). *The Impact of Digital Infrastructure on the Sustainable Development Goals*.
- Boccardi, F., Heath, R. W., Lozano, A., Marzetta, T. L., & Popovski, P. (2013). Five Disruptive Technology Directions for 5G. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1312.0229>.
- Cave, M., & Webb, W. (2015). *Spectrum Management: Using the airwaves for maximum social and economic benefit*. Cambridge University Press.
- Cave, M., & Webb, W. (2015). *Spectrum Management: Using the Airwaves for Maximum Social and Economic Benefit*. Cambridge University Press. Obtido de <https://doi.org/10.1017/CBO9781316145708>
- Cramton, P. (2001). Spectrum Auctions. *Handbook of Telecommunications Economics*.
- DNP. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026*.
- Hazlett, T., & Muñoz, R. (2009). A Welfare Analysis of Spectrum Allocation Policies. *The RAND Journal of Economics*, 424-454.
- Heath, R. W., González-Prelcic, N., Rangan, S., Roh, W., & Sayeed, A. M. (2016). An Overview of Signal Processing Techniques for Millimeter Wave MIMO Systems. Em *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing* (pp. 436–453).
- ITU. (2017). *Methodologies for valuation of spectrum*. Geneva.
- Katz, R., & Callorda, F. (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation*. Obtido de https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Documents/FINAL_1d_18-00513_Broadband-and-Digital-Transformation-E.pdf
- Lloyd, W. F. (1832). *Two Lectures on the Checks to Population*.
- Mankiw, N. G. (2012). *Principles of Economics*. Sexta Edición.
- MinTIC. (2024). *Plan Integral de Expansión de Conectividad Digital*.
- Myers, G. (2023). *Spectrum Auctions: Designing markets to benefit the public, industry and the economy*. LSE Press.
- NERA. (2017). Complexity in spectrum auctions: How much is too much? *6th Annual Americas Spectrum Management*.
- NERA. (2024). Round by round Learnings from the first 35 years of spectrum auctions.
- OCDE. (2017). *Estudio de la OCDE sobre Telecomunicaciones y Radiodifusión en México*. Obtido de <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2017/08/oecd->



telecommunication-and-broadcasting-review-of-mexico-2017_g1g7c20d/9789264280656-es.pdf?utm_source=chatgpt.com

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

Oughton, E. J., Frias, Z., van der Gaast, S., & van der Berg, R. (2019). Assessing the capacity, coverage and cost of 5G infrastructure strategies: Analysis of the Netherlands. *Telematics and Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.0>. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.0>

Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>.

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