



REDES MÓVILES EN COLOMBIA

**ANÁLISIS Y
HOJA DE RUTA
REGULATORIA
PARA SU
MODERNIZACIÓN**



@CRCCol



/CRCCol



/CRCCol



CRCCOL

CONTENIDO

1. Introducción.....	6
2. Grupos de valor identificados	8
3. Evolución técnica de las redes móviles	12
3.1. La primera generación: 1G	12
3.2. La segunda generación: 2G	12
3.3. La tercera generación: 3G	13
3.4. La cuarta generación: 4G	14
3.4.1. De la red 4G a la red de próxima generación	15
3.5. Dispositivos M2M e IoT	19
4. Revisión de las experiencias internacionales	22
4.1. Australia.....	22
4.2. Brasil	24
4.3. Canadá	25
4.4. Corea del Sur	28
4.5. España.....	30
4.6. Estados Unidos de América (EE.UU.).....	32
4.7. México	33
4.8. Singapur	35
4.9. Otros países	37
4.10. Conclusiones del Benchmarking internacional	40
5 Diagnóstico sobre las redes móviles en Colombia: Usos, penetración, despliegue y acceso.....	41
5.1 Los servicios de telecomunicaciones en las redes móviles.....	41
5.1.1 Despliegue de redes 4G en Colombia	44
5.1.2 Uso de las redes móviles en Colombia: Tráfico de voz y datos	51
5.1.3 Acceso a teléfonos inteligentes	54
5.2 Los servicios M2M e IoT en las redes móviles	58

5.3	Conclusiones sobre el diagnóstico de las redes móviles en Colombia	58
6.	Escenarios de modernización de redes móviles y tendencias en Colombia	59
7.	Análisis del marco regulatorio expedido por la CRC relativo a redes y servicios móviles en Colombia.....	65
7.1.	Revisión y análisis de la normatividad vigente	65
7.2.	Análisis normativo.....	66
7.2.1.	Medidas regulatorias para la protección de los usuarios TIC	67
7.2.2.	Medidas regulatorias en materia de calidad para la prestación de servicios TIC	69
7.2.3.	Medidas regulatorias en materia de Homologación de ETM	72
7.2.4.	Medidas regulatorias sobre el Sistema Nacional de Telecomunicaciones de Emergencia ..	76
7.2.5.	Medidas regulatorias para la numeración de servicios semiautomáticos y especiales de marcación 1XY	78
7.2.6.	Medidas regulatorias que imponen obligaciones de reporte de Información respecto de redes y servicios móviles	79
7.2.7.	Medidas regulatorias sobre Compartición y despliegue de Infraestructura	82
7.2.7.1.	Compartición y despliegue de infraestructura pasiva	82
7.2.7.2.	Compartición activa	86
8.	Conclusiones	88
9.	Recomendaciones y sugerencias	89
9.1.	Recomendaciones.....	89
9.2.	Sugerencias a otros agentes.....	91
10.	Hoja de ruta regulatoria para incentivar la modernización de las redes móviles en Colombia	92
11.	Referencias.....	93
12.	Anexos.....	95
Anexo 1.	Características técnicas de las distintas generaciones de redes móviles	95
Anexo 2.	Mejoras de capacidades clave de 4G (IMT-Advanced) a 5G (IMT-2020)	96
Anexo 3.	Comparación de especificaciones técnicas	96
Anexo 4.	Metodología del diagnóstico sobre las redes móviles en Colombia	97
Anexo 5.	Respuesta a los comentarios allegados de los interesados sobre el documento de formulación del estudio.....	99

Lista de Tablas

TABLA 1. AGENTES INVOLUCRADOS	8
TABLA 2. DIFERENCIAS ENTRE M2M E IOT	21
TABLA 3. LISTADO DE REGULADORES DE COMUNICACIONES A LOS QUE SE REMITIÓ CONSULTA.....	38
TABLA 4 COMPARACIÓN DE LAS ENTIDADES REGULADORAS DE CADA PAÍS	39
TABLA 5. DESPLIEGUE DE REDES 4G POR TIPOLOGÍA DE MUNICIPIO Y MUNICIPIOS SIN COBERTURA DE REDES MÓVILES 2018.....	46
TABLA 6. PARTICIPACIÓN DEL TRÁFICO DE DATOS PROMEDIO POR TIPO DE TECNOLOGÍA Y TIPOLOGÍA DE MUNICIPIO .	52
TABLA 7. PARTICIPACIÓN DEL TRÁFICO DE VOZ PROMEDIO POR TIPO DE TECNOLOGÍA Y TIPOLOGÍA DE MUNICIPIO.....	53
TABLA 8. ESCENARIOS DE MODERNIZACIÓN DE REDES MÓVILES.....	61
TABLA 9. MODALIDADES DE SERVICIO PARA 1XY.	78
TABLA 10. HOJA DE RUTA REGULATORIA PARA LA MODERNIZACIÓN DE LAS REDES MÓVILES.....	93
TABLA 11. LISTADO DE AGENTES QUE ENVIARON COMENTARIOS Y OBSERVACIONES.....	100

Lista de Gráficos

GRÁFICO 1. SUSCRIPCIONES POR TECNOLOGÍA, 2014 – 2019E.....	23
GRÁFICO 2. PORCENTAJE DE ACCESOS POR TECNOLOGÍA, 2010-2019	24
GRÁFICO 3. CANTIDAD DE SUSCRIPTORES POR TIPO DE TECNOLOGÍA. COREA DEL SUR.....	29
GRÁFICO 4. SUSCRIPTORES PREPAGO Y POSPAGO 2G Vs 3G/4G. SINGAPUR.....	36
GRÁFICO 5. ESTADO ACTUAL DE ASIGNACIÓN DE ESPECTRO PARA SERVICIO MÓVIL POR PRST Y BANDA DE FRECUENCIA	43
GRÁFICO 6. PENETRACIÓN DE LÍNEAS MÓVILES SUSCRITAS, USUARIOS ÚNICOS E INTERNET MÓVIL EN COLOMBIA 2014- 2018E.....	44
GRÁFICO 7. CANTIDAD DE SECTORES POR TECNOLOGÍA MÓVIL EN COLOMBIA 2015-2018.....	45
GRÁFICO 8. DISTRIBUCIÓN DE MUNICIPIOS SEGÚN SECTORES 4G – 2018.....	47

GRÁFICO 9. NÚMERO DE SECTORES 4G INSTALADOS POR MUNICIPIO – 2018.....	49
GRÁFICO 10. TRÁFICO DE DATOS SEGÚN TECNOLOGÍA.....	51
GRÁFICO 11. TRÁFICO DE VOZ POR TECNOLOGÍA	53
GRÁFICO 12. ETM ACTIVOS EN COLOMBIA SEGÚN MÁXIMA TECNOLOGÍA SOPORTADA	54
GRÁFICO 13. PARTICIPACIÓN DE ETM IMPORTADOS SEGÚN MÁXIMA TECNOLOGÍA SOPORTADA	56
GRÁFICO 14. CANTIDAD DE ETM IMPORTADOS SEGÚN MÁXIMA TECNOLOGÍA SOPORTADA.....	56
GRÁFICO 15. ETM IMPORTADOS DISCRIMINADOS POR EL AÑO DE HOMOLOGACIÓN	57
GRÁFICO 16. ETM ACTIVOS SEGÚN MÁXIMA TECNOLOGÍA SOPORTADA – PROYECCIONES	63
GRÁFICO 17. ETM 2G IMPORTADOS SEGÚN AÑO DE HOMOLOGACIÓN.....	73
GRÁFICO 18. TOTAL DE ETM IMPORTADOS VS ETM 2G IMPORTADOS Y HOMOLOGADOS EL MISMO AÑO	74

Lista de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. SERVICIOS PRESTADOS POR TIPO DE TECNOLOGÍA.....	18
ILUSTRACIÓN 2. APLICACIONES Y USO DE LOS DISPOSITIVOS M2M.....	20
ILUSTRACIÓN 3. MAPA DE COBERTURA TELUS MOBILITY 2019.....	26
ILUSTRACIÓN 4. MAPA DE COBERTURA BELL MOBILITY, 2019.....	27
ILUSTRACIÓN 5. COBERTURA TELEFÓNICA 4G. ESPAÑA	32
ILUSTRACIÓN 6. MUNICIPIOS SIN SECTORES 4G INSTALADOS EN COLOMBIA - 2018	48
ILUSTRACIÓN 7. MUNICIPIOS SIN REDES MÓVILES INSTALADAS EN COLOMBIA - 2018.....	50

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización

1. Introducción

Con el propósito de crear las condiciones habilitantes para la masificación de las TIC y de mejorar la disposición de insumos para la conectividad y la velocidad de conexión a Internet, el Gobierno Nacional, a través de las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (en adelante, "PND") estableció que la Comisión de Regulación de Comunicaciones (en adelante "CRC" o "Comisión"), en conjunto con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante "MinTIC"), son los responsables de diseñar e implementar una hoja de ruta para la modernización de las tecnologías de redes móviles actualmente operativas en Colombia. Dicha hoja de ruta debería contar con lineamientos de políticas públicas y ajustes regulatorios para facilitar este proceso a los usuarios y a los operadores¹.

De esta manera, la CRC, en coordinación con el MinTIC, durante el año 2019 ha venido realizando estudios en la materia. De hecho, el 25 de abril de 2019 esta Comisión publicó el documento de formulación del diseño de la hoja de ruta para la modernización de las redes móviles en Colombia², en el cual se establecieron las bases, el contexto y las condiciones sobre las cuales se elaboraría el estudio para la modernización de las redes móviles en Colombia que se presenta a través de este documento.

Así las cosas, en este estudio se exponen los análisis pertinentes y necesarios para cumplir los objetivos planteados, en el ámbito de las competencias otorgadas por la Ley y teniendo en consideración el marco regulatorio vigente que ha expedido esta Comisión, para así generar insumos de cara a las acciones que expedirá MinTIC sobre la mencionada hoja de ruta indicada en el PND. En este punto es importante aclarar que, debido a que MinTIC es la entidad que expide la política pública en materia de telecomunicaciones, como se apreciará más adelante, el presente estudio se fundamenta en temas regulatorios, por cuanto la política pública que se expida complementará aquellos temas que desbordan el alcance definido para este estudio.

Adicionalmente, se advierte que el estudio se basa en el concepto de modernización de las redes móviles que esta Comisión adoptó desde el documento de formulación³, el cual se puede entender como el proceso de actualizar, de forma progresiva, una red considerada en decadencia tecnológica, por otra,

¹ Departamento Nacional de Planeación. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia Pacto por la Equidad. Pacto por la transformación digital de Colombia: Gobierno, empresa y hogares conectado con la era del conocimiento. Pág. 637. Consultado en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/BasesPND2018-2022n.pdf#page=534&zoom=100,0,114>

² Disponible en: [https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/Hoja%20ruta%20moderniza%20redes%20moviles\(2\).pdf](https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/Hoja%20ruta%20moderniza%20redes%20moviles(2).pdf)

³ Concepto sustentado en el numeral 2 del Anexo 5 del presente documento

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 6 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

que ofrece mejores bondades técnicas, lo que permite una transición gradual entre una tecnología desarrollada, hacia otra con mejores capacidades y potencialidades. Es decir, para la CRC la “modernización de las redes móviles” no hace referencia, de manera exclusiva, a la adopción de redes de última tecnología, como 5G, sino que tiene en cuenta la posibilidad de que una red que ya ha sido desplegada en el territorio nacional sea masificada, como es el caso de la red 4G. Esto, debido a que redes como la 4G también permiten, entre otras cosas, mayor velocidad y conectividad, respecto a las redes de generaciones inferiores, como 2G y 3G.

A grandes rasgos, este documento incluye el estudio sobre el estado actual de las redes móviles en Colombia, los procesos de modernización que se han desarrollado a nivel mundial y las medidas regulatorias vigentes, en consonancia con las nuevas dinámicas de los mercados de telecomunicaciones y en sintonía con el avance tecnológico desarrollado para las redes móviles. Esto no incluye una evaluación de las condiciones regulatorias que permitan adoptar una nueva generación tecnológica, como es el caso de la red 5G, sino que, se concentra en evaluar la posibilidad de que se materialice alguno de los escenarios de modernización propuestos respecto de las redes actualmente desplegadas en el territorio nacional.

Así, primero, se expone la tabla de los grupos de valor identificados, actualizada de conformidad con los comentarios allegados por diferentes agentes, respecto al documento de formulación del estudio publicado el 25 de abril de 2019. Los demás comentarios, observaciones y sugerencias presentados fueron analizados y respondidos en desarrollo del estudio, tal y como se muestra en el Anexo 5 del presente documento.

Segundo, se realiza un breve resumen técnico de la evolución de las redes móviles, haciendo énfasis en la actualización de los distintos estándares que han permitido mayores y mejores servicios móviles; incluyendo en la última subsección la aparición de nuevos modelos de negocios soportados en la tecnología como el Internet de las cosas – IoT.

Tercero, se hace una revisión de las experiencias internacionales con el fin de conocer las mejores prácticas y lecciones aprendidas de los procesos de modernización de redes móviles llevados a cabo en otros países. Dicho análisis incluye a aquellos que han demostrado madurez tecnológica, así como los de la región que, según su nivel de desarrollo tecnológico y económico, estén contemplando actualizar sus redes móviles.

Cuarto, se desarrolla un diagnóstico de las redes móviles actualmente desplegadas en Colombia, donde se analiza la información sobre el despliegue, penetración, acceso y uso de cada tecnología. Dicho análisis, permitirá identificar las barreras a la conectividad móvil asociadas, de una parte, a factores de oferta, como, por ejemplo, el panorama general sobre despliegue de redes 4G, las brechas regionales en la instalación de tecnologías móviles avanzadas y la subutilización de las redes móviles instaladas; y, de otra parte, a factores de la demanda, como el acceso a teléfonos inteligentes.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 7 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Quinto, se plantean los posibles escenarios de modernización de las redes móviles en Colombia, teniendo en consideración tanto los resultados obtenidos del diagnóstico de las redes móviles en el territorio nacional, como las experiencias internacionales, que muestran que no existe una única forma para modernizar las redes móviles.

Sexto, se efectúa una revisión y análisis del marco regulatorio vigente, con el objetivo de identificar aquellas medidas regulatorias que pudieran llegar a requerir armonización con las nuevas dinámicas de los mercados de telecomunicaciones y la evolución tecnológica, con el objetivo de emitir recomendaciones internas que puedan culminar en ajustes regulatorios, en aquellos casos en los que se considere pertinente.

Y, por último, se exponen las conclusiones, recomendaciones internas, en materia regulatoria, y sugerencias externas, dirigidas a los diferentes agentes identificados como grupos de valor, así como la Hoja de Ruta regulatoria que desarrollará la CRC el próximo año, con el objetivo de continuar incentivando y promoviendo la modernización de las redes móviles en Colombia.

2. Grupos de valor identificados

Uno de los objetivos planteados por la CRC mediante el documento de formulación del estudio denominado "*Hoja de Ruta para la Modernización de las Redes Móviles en Colombia*", publicado el 25 de abril de 2019, fue identificar y hacer partícipes a todos los grupos de valor del estudio con el fin de obtener información relevante para su desarrollo. Por ello, a continuación, se presenta la actualización de la tabla de agentes involucrados en este estudio, la cual tuvo en consideración las solicitudes realizadas por NAE, BISMARCK, QUALCOMM y SIC. Para el caso de NAE, se ingresó un nuevo grupo de valor denominado proveedores de consultoría tecnológica; en lo que respecta a BISMARCK y QUALCOMM, los mismos fueron incluidos en el grupo de valor de fabricantes, importadores y comercializadores de ETM; y, por último, en lo concerniente a la SIC, fue incorporada como parte interesada dentro del grupo de entidades públicas.

Tabla 1. Agentes involucrados

Parte Interesada	Descripción	Interés en el estudio	Posible Impacto en el estudio
Presidencia de la República	La Presidencia de la República como primera Entidad del Estado, es la encargada de modelar la gestión pública orientada a la coordinación de temas de emprendimiento, productividad e innovación con la articulación de las entidades del gobierno y	Alto. La Presidencia de la República diseña e implementa las políticas públicas de inclusión social, conectividad e innovación.	Alto. Las recomendaciones identificadas pudiesen requerir del apoyo directo de la Presidencia

Parte Interesada	Descripción	Interés en el estudio	Posible Impacto en el estudio
	empresas del sector privado.		
MINTIC	Ministerio de las tecnologías de la información y comunicaciones: Institución gubernamental encargada del diseño, formulación, adopción y promoción de las políticas, planes, programas y proyectos del sector TIC	Alto: Un adecuado estudio de penetración de las redes móviles es necesario para el desarrollo de políticas públicas acordes con las dinámicas de la modernización de las redes móviles.	Alto: El Ministerio ha identificado la modernización de las redes móviles como estratégica en el desarrollo de su misionalidad para los próximos años, es necesario encontrar sinergias y alineación entre las tendencias regulatorias identificadas y la política pública en desarrollo por el Viceministerio de conectividad y digitalización en MINTIC.
DNP, DIAN, ANE, SIC	Entidades públicas encargadas del cumplimiento de las políticas públicas formuladas por los ministerios.	Alto: Son parte fundamental en el desarrollo del plan de modernización de las redes móviles en Colombia.	Alto: Una adecuada alineación con los objetivos, sugerencias y recomendaciones son clave para lograr alcanzar la sinergia necesaria en pro de cumplir con el plan propuesto.
MINHACIENDA, MINCOMERCIO, MINEDUCACIÓN	Entidades gubernamentales encargadas del diseño, la orientación y evaluación de las políticas públicas.	Alto: Son parte fundamental en el desarrollo del estudio de modernización de las redes móviles en Colombia.	Alto: Una adecuada alineación con los objetivos, sugerencias y recomendaciones son clave para lograr alcanzar la sinergia necesaria
Operadores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones Móviles - PRSTM	Responsables de la operación de redes y/o de la provisión de servicios de telecomunicaciones a terceros.	Alto: Los PRSTM han manifestado ampliamente su interés en el estudio. Los planes de inversión en el despliegue de las redes 4G deben estar alineados con las recomendaciones del estudio.	Alto: Los PRSTM son una parte fundamental del objeto del estudio, como tal deben considerarse en todo momento dentro de las diferentes fases de ejecución del estudio.
Usuarios de los servicios de telecomunicaciones	Ciudadanos que contratan un servicio de telecomunicaciones.	Alto. Los usuarios esperan que la materialización de las recomendaciones consecuencia del estudio no vulneren sus derechos al acceso y uso	Alto. Las propuestas y recomendaciones del estudio pueden impactar directamente en el bienestar de los usuarios de servicios de telecomunicaciones.

Parte Interesada	Descripción	Interés en el estudio	Posible Impacto en el estudio
		de los servicios de telecomunicaciones.	
Fabricantes, importadores y comercializadores de ETM	Persona jurídica que se dedica a la fabricación, importación o comercialización de los ETM como producto final.	Alto. Las propuestas y recomendaciones pueden generar ajustes o modificaciones en los procesos internos de sus empresas.	Alto. El estudio debe analizar, considerar y contemplar los impactos que las propuestas y recomendaciones pudieran generar en las empresas fabricantes, importadoras o comercializadoras de ETM.
Proveedores de consultoría tecnológica	Persona jurídica que se dedican a diseñar e implementar soluciones en materia tecnológica y mejorar así la operación y resultado de empresas.	Medio. Estas empresas pueden participar generando insumos de información que permitan evaluar la modernización de las redes móviles.	Medio. Pueden generar información que será utilizada en el desarrollo del estudio.
Agremiaciones de consumidores y sociedad civil	Confederación Colombiana de Consumidores. Red Nacional de Protección al Consumidor. ONG y organizaciones privadas que trabajan para el adecuado desarrollo de políticas públicas y regulatorias para los ciudadanos.	Medio: estas organizaciones pueden tener un interés en la definición del estudio, de manera que el mismo propenda por la protección de los usuarios, reflejando de manera adecuada el rol de los consumidores en el entorno digital.	Alto: Las agremiaciones de consumidores pueden evidenciar impactos en los usuarios y aportar diferentes visiones sobre tendencias en la protección de los derechos de los consumidores.
Gremios	CCIT, ASOMÓVIL, ASOTIC, ACIEM, ACUI, ANDI.	Alto: Tanto las agremiaciones de operadores de redes y servicios de comunicaciones como aquellas que agremian servicios en línea han mencionado tener un alto grado de interés en el estudio.	Medio: Pueden convertirse en canales de comunicación con proveedores de red de servicios de telecomunicaciones y en línea, involucrados activamente en el proyecto puede contribuir a una participación de un mayor número de grupos de valor.
REGULATEL, CITEL	Entidades reguladoras y organismos internacionales que trabajan en políticas públicas y regulatorias de telecomunicaciones	Medio. Las entidades reguladoras de otros países pueden consultar y comparar la normatividad expedida en Colombia y servir de referente en el desarrollo del marco regulatorio local.	Bajo. Si bien son un referente importante, las propuestas del estudio no depende directamente de las decisiones de estos organismos.

Parte Interesada	Descripción	Interés en el estudio	Posible Impacto en el estudio
UIT, GSMA	Organizaciones internacionales que trabajan en definiciones técnicas de Telecomunicaciones	Bajo. Organizaciones que pueden hacer seguimiento a las propuestas del estudio	Alto. La información técnica es parte del insumo para el análisis del diagnóstico sobre las redes móviles operativas en Colombia
Organismos Multilaterales: OCDE, OMC, CA	Organizaciones que trabajan en promover el desarrollo económico y social de las naciones que las integran. Buscan alcanzar un desarrollo integral, equilibrado y autónomo.	Medio. Los organismos pueden hacer seguimiento a las recomendaciones propuestas en el estudio con el fin de promover la modernización de las redes móviles en Colombia	Bajo. Si bien son un referente importante, las propuestas del estudio no depende directamente de las decisiones de estos organismos.
Comunidad Internacional	Representada por diferentes organizaciones internacionales FMI, ONU, Unesco, Banco Mundial	Bajo. Las organizaciones pueden consultar la información desarrollada en el estudio como base para sus reportes y análisis estadísticos.	Bajo: Información de consulta para el análisis comparativo a nivel regional
Administrador de base de datos	Proveedor de servicios de consultoría tecnológica y soluciones en materia de tecnología informática, tanto al sector público como al sector privado.	Bajo: El administrador gestiona el uso de las bases de datos IMEI de los Equipos Terminales Móviles	Alto: La información sobre la gestión de la base de datos es parte del insumo para el análisis del diagnóstico sobre las redes móviles operativas en Colombia
Entidades departamentales y municipales.	Entidades territoriales de país	Medio: Las recomendaciones del estudio pueden ser de interés para el despliegue de la infraestructura dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial – POT.	Medio: Identificar barreras para el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial – POT.
Academia	Expertos y académicos interesados en el desarrollo de políticas públicas y regulatorias en redes móviles y en la economía digital.	Medio: Aportar el conocimiento en el desarrollo técnico y regulatorio del estudio.	Bajo: Recomendaciones técnicas de expertos en el desarrollo de políticas en el sector TIC.

Fuente: Elaboración CRC.

3. Evolución técnica de las redes móviles

Las redes móviles a nivel mundial se han visto impactadas por un constante proceso de modernización, estas han pasado de solo prestar un deficiente servicio de voz entre dos terminales conectados, hasta la posibilidad de realizar múltiples conexiones entre varios dispositivos a la vez con altas velocidades de transmisión. Cada generación móvil trae consigo nuevas ventajas y funcionalidades técnicas que han sido implementadas por los PRST de diversos países con el fin de ofrecer cada vez más una mejor conectividad a sus usuarios. A continuación, se hace una breve descripción técnica de cada tipo de generación de redes móviles haciendo especial mención en los avances tecnológicos que brinda cada una estas.

3.1. La primera generación: 1G

Los primeros desarrollos de la comunicación móvil celular se remontan a finales de la década de los 70 e inicios de los 80, su naturaleza analógica limitaba su transmisión a solo voz. El primer sistema celular fue desarrollado por Nordic Mobile Telephone – NMT⁴, y en principio operó en Finlandia, Dinamarca y Noruega. Durante el mismo periodo, se desarrolló otro sistema analógico, denominado TACS (Total Access Communication System) que fue desplegado en Inglaterra, Irlanda y Japón.

Posteriormente, los laboratorios Bell desarrollaron el sistema celular móvil de primera generación llamado Advanced Mobile Phone System – AMPS. Con este sistema se introduce el concepto de “*Handover*” que permite al usuario cambiar de una celda celular a otra sin interrumpir la comunicación, cuando los niveles de señal y configuración lo requerían, ofreciendo un servicio móvil, pero no conectado con las demás redes disponibles.

Cada uno de los desarrollos mencionados se hizo de manera independiente y no permitía que los usuarios de una red con una tecnología diferente se pudieran comunicar con los usuarios de otra. La falta de coexistencia de estándares y de integración de nuevos servicios que complementaran al tráfico de voz, motivo el surgimiento de la segunda generación.

3.2. La segunda generación: 2G⁶

Esta generación marca el paso de la telefonía analógica a la digital, gracias al desarrollo de una serie de protocolos se mejora el manejo de las llamadas y se introduce un servicio adicional al de la voz, el servicio de mensajes cortos o SMS (*Short Message Service*, por sus siglas en inglés). Sin embargo, los

⁴ The evolution of Mobile Technologies. Qualcomm. 2014. Disponible en: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/download-the-evolution-of-mobile-technologies-1g-to-2g-to-3g-to-4g-lte-qualcomm.pdf>

⁵ ETSI TR 121 905-V5.3.0 UMTS Vocabulary for 3GPP. Pág 12. Disponible en: https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/121900_121999/121905/05.03.00_60/tr_121905v050300p.pdf

⁶ UIT Documento de Grupos de Estudio. Pág 62. Disponible en: https://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP.../176E3.doc

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 12 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

protocolos implementados por diversas compañías eran incompatibles entre sí, lo que limitó su operación al área de cobertura definida por cada compañía. A continuación, se describen los principales estándares desarrollados y sus características más relevantes:

- Sistema Global para Comunicaciones Móviles – GSM: se trata del protocolo más común de la tecnología 2G, ya que fue desarrollado para todas las regiones del mundo. Su funcionamiento se basa en canales lógicos que permiten tanto la transmisión de voz como de datos, y trabaja sobre distintas bandas de frecuencia como 900, 1800 y 1900 MHz.
- Sistema de acceso múltiple – CDMA: este protocolo permitió que un gran número de comunicaciones simultáneas tanto de voz como de datos compartieran el mismo medio de comunicación o canal, por ejemplo, el estándar norteamericano IS-95 (CDMA one) fue empleado para transmitir voz, señalización y datos dentro del mismo canal.
- General Packet Radio Service – GPRS: este protocolo desarrolla una tecnología más avanzada denominada 2.5G, debido a que incorpora la conmutación por paquetes, que a diferencia de la conmutación por circuitos que ofrecía GSM, permite liberar las frecuencias cuando no se está enviando ningún dato; esta ventaja disminuye la saturación de la red, y permite el abaratamiento de tarifas, la comunicación terminal-computador y la simplificación para el proceso de migración a la tecnología 3G.
- Tasa de datos mejorada para la evolución del GSM – EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*, por sus siglas en inglés): este protocolo mejora la tasa de transmisión de datos para la evolución de GSM, y logra triplicar la capacidad de transportar datos con respecto a GPRS, por lo que aumenta la cantidad de usuarios en una operadora, con EDGE se está más cerca de la tercera generación.

3.3. La tercera generación: 3G

Con la llegada de las redes 3G se expandió el abanico de servicios ofrecidos. Entre las bondades de los estándares 3G se encuentra el uso de las capacidades multimedia, una tasa de velocidad de transferencia de datos mucho mayor que permitió la comunicación de audio y video en tiempo real a través de una conexión a internet, y una mejora en la calidad de la transmisión de la voz.

La UIT desarrolló el marco técnico y normativo para esta tecnología a través del *International Mobile Telecommunications IMT-2000*⁷. Por su parte, el foro 3GPP⁸ desarrolló la interfaz de Radio Acceso por División de Código de Banda Ancha – WCDMA el cual es la base para el Sistema Universal de

⁷ IMT-2000. Sistemas móviles de 3ra Generación. Disponible en: <https://www.itu.int/itu-news/issue/1999/04/imt2000-es.html>

⁸ The 3rd Generation Partnership Project por su sigla en inglés. Es el Proyecto de Asociación de Tercera Generación que reúne a diferentes organizaciones para el desarrollo de estándares de Telecomunicaciones

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 13 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Telecomunicaciones Móviles - UMTS⁹. Posteriormente, el foro 3GPP2 presentó mejoras de la interfaz de radio a través de los sistemas CDMA2000 el cual permitió que múltiples terminales compartieran el mismo canal de frecuencia.

Por su parte, la tecnología UMTS permitió alternar varias redes durante la conexión sin perder la comunicación. Así mismo, soportó nuevos servicios bajo el protocolo IP gracias a su elevada tasa de transmisión de datos. Esta interfaz de radio también fue conocida como UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) logrando conseguir altas velocidades de transmisión de manera confiable.

Con el propósito de seguir mejorando la interfaz UMTS para la red 3G, surge el protocolo de Acceso de Paquetes de Alta Velocidad – HSPA, el cual resume una serie de protocolos como el HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) con el fin de aumentar la velocidad de transferencia de datos de bajada, mejorar la calidad de los servicios y mejorar la eficiencia espectral. Seguidamente el protocolo HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) mejora la tasa de transferencia de subida de datos, y es considerado como la generación 3.75G. Luego, el protocolo HSPA+ también conocido como HSPA Evolution¹⁰ definido como el estándar de banda ancha en el Release¹¹ 7 de la 3GPP, permite utilizar una arquitectura basada totalmente en IP, donde se mejora la tasa de Uplink y Downlink en alrededor de un 20% de la capacidad de tráfico, se logra una red 3G más rápida, fácil de desplegar y con mejores funcionalidades operativas.

3.4. La cuarta generación: 4G¹²

La tecnología 4G desarrollada por el Sistema Internacional Avanzado de Telecomunicaciones Móviles (IMT-Advanced)¹³ de la UIT, son sistemas móviles que proporcionan soporte integral para datos inalámbricos de banda ancha con mejoras importantes respecto a las redes anteriores. Estos incluyen una mayor eficiencia del espectro para manejar a más usuarios a velocidades de datos más altas por canal de radio; una arquitectura completamente basada en paquetes para reducir los costos; menor latencia que lleva a aplicaciones de Internet y multimedia más sensibles; mejora la gestión y el control de los recursos de radio para aumentar la calidad del servicio.¹⁴

El sistema móvil de cuarta generación está basado totalmente bajo el modelo IP. El objetivo principal de la tecnología 4G es proporcionar alta velocidad de transmisión, alta calidad y capacidad, seguridad y servicios de bajo coste para voz y datos, multimedia e internet. La red de acceso Long Term Evolution

⁹ The GSM evolution to UMTS. UMTS Forum. Disponible en: https://www.itu.int/ITU-D/tech/events/2002_2000/moscow2002/4-2-huber.pdf

¹⁰ 5G Américas. La Voz de la 5G y LTE en las Américas. Disponible en: <http://www.5gamericas.org/es/resources/technology-education/hspa-and-hspa/>

¹¹ Release se refiere a las versiones, actualizaciones o lanzamientos que se publican y que incluyen nuevas funcionalidades respecto a versiones anteriores

¹² Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>

¹³ Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-adv/Pages/default.aspx>

¹⁴ Ibidem

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 14 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

– LTE¹⁵ o E-UTRAN (Red de acceso Terrestre Universal Evolucionada) es la interfaz radioeléctrica que permite alta tasa de transferencia de datos que soporta hasta 100 Mbit/s de bajada y 50 Mbit/s de subida y a diferencia de las redes 2G y 3G las cuales utilizan técnicas de conmutación de circuito para la voz, LTE utiliza la técnica de conmutación por paquetes IP para voz, con la tecnología VoLTE¹⁶ que mejora la calidad del audio y optimiza el tiempo de establecimiento de la llamada.

Con el propósito de lograr una expansión mundial, LTE se desarrolló para varias bandas de frecuencia que van desde 700 MHz hasta 2.7 GHz. Los anchos de banda disponibles también son flexibles a partir de 1.4 MHz hasta 20 MHz. LTE incluye tanto la i) tecnología dúplex de división de tiempo (LTE-TDD) la cual establece la comunicación en un mismo canal de frecuencia, pero la transmisión y recepción se hace en tiempos diferentes, como la ii) duplexación de división de frecuencia (LTE-FDD) que recibe y transmite de manera simultánea en dos canales de frecuencia simétricos separados.

Como se ha visto, cada generación (de la 1G a la 4G) en su momento ha traído consigo un importante avance tecnológico, la actualización de las redes móviles ha beneficiado tanto a los proveedores de red al poder ofrecer mejores servicios, como a los usuarios, al poder disponer de mayor conectividad, de velocidades cada vez más rápidas, así como mayor seguridad y confiabilidad en sus conexiones. Esto ha permitido que los usuarios de los servicios móviles también sean más exigentes y demanden una constante mejora de los sistemas, lo que se ha visto reflejado en la aparición de nuevos modelos de negocios digitales en todos los sectores económicos, desde la explotación de las materias primas hasta la transformación o producción de bienes y servicios. A continuación, se presenta la comparación técnica de la red 4G a la 5G.

Una gran diferencia hacia el futuro es que se puede afirmar que las primeras generaciones estaban enfocadas en conectar personas, pero el paso a 5G nos lleva a un contexto de ciudades inteligentes, la evolución tecnológica ilustrada en el documento de formulación¹⁷ del presente estudio muestra las principales ventajas ofrecidas por tipo de tecnología. Para mayores detalles técnicos de las diferencias en especificaciones de cada generación, consultar el anexo no. 1.

3.4.1. De la red 4G a la red de próxima generación

En esta sección se analizan los beneficios que traerá el despliegue de la red 5G, en comparación con las capacidades técnicas que ofrece 4G, además, se presentan los países que han iniciado los primeros despliegues, ofertas comerciales y pruebas piloto en 5G.

La UIT en la recomendación ITU-R M.2083-0 definió las principales características técnicas de la red 5G respecto a las ofrecidas por la red 4G, las cuales se resumen a continuación:

¹⁵ Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>

¹⁶ Voice over LTE, por su sigla en inglés. Voz sobre la tecnología LTE (4G)

¹⁷ Disponible en: <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/modernizacion-redes-moviles-colombia>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 15 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- ✓ La velocidad de datos alcanzable que estará disponible en un área de cobertura objetivo (urbano o suburbano) para un dispositivo móvil por usuario podrá alcanzar los 100 Mbit/s, siendo 10 veces superior a la tasa de velocidad experimentada para un usuario de la red 4G. Es decir velocidades equivalentes a lo que ofrece una conexión a través de fibra óptica.
- ✓ La tasa de datos pico¹⁸ bajo ciertas condiciones y escenarios ideales podrá alcanzar para la red 5G hasta los 20 Gbit/s, siendo hasta 20 veces superior a la velocidad máxima de transferencia de datos que soporta la red 4G¹⁹.
- ✓ Se espera que la eficiencia espectral²⁰ sea tres veces mayor en comparación con IMT-Advanced (4G) para Banda ancha móvil mejorada, con ello se lograría una mayor eficiencia del recurso radioeléctrico.
- ✓ Con relación a la movilidad, se estima que la red 5G logre alcanzar hasta los 500 km/h con una Calidad de Servicio (QoS) aceptable, lo que permitiría mantener la conectividad a muy altas velocidades.
- ✓ Otra ventaja importante en la red 5G es la ultra baja latencia²¹ de hasta un 1ms en la transmisión de datos, lo que permitiría grandes desarrollos en las áreas de comunicaciones que no permiten retardos, tales como la telemedicina, la telemetría, etc.
- ✓ La red 5G logra una densidad de conexiones de hasta un millón de equipos por km², siendo 10 veces superior a la cantidad de equipos conectados por área que alcanza la red 4G, muy útil en escenarios de comunicación de tipo masivo.
- ✓ La eficiencia energética de la red 5G mejorará en un factor equivalente a la capacidad de tráfico previsto para 5G con relación a la red 4G, esto se logra reduciendo la potencia de transmisión de Radiofrecuencia²² y ahorrando potencia del circuito.
- ✓ Finalmente, el rendimiento total de tráfico servido por área geográfica medido en Mbit/s/m² será de 10 veces superior al rendimiento ofrecido en 4G, es decir, habrá mayor eficiencia en el tráfico de datos por unidad de área.

En caso de que se requieran más detalles técnicos de las especificaciones de IMT Advanced y de IMT 2020, se sugiere consultar los Anexo 1, 2 y 3 de este documento.

Ahora bien, los servicios móviles desde el lado del usuario están enfocados principalmente en satisfacer las expectativas de éste, por ello, los avances tecnológicos que han presentado las diversas

¹⁸ La tasa de datos pico es la velocidad de transferencia de datos más rápida para un dispositivo, normalmente disponible en ráfagas cortas durante la actividad de transferencia, y no es sostenible durante largos períodos de tiempo.

¹⁹ Recomendación ITU-R M.2083-0 (09/2015), *IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond*. Sept 2015, p. 13-14

²⁰ La eficiencia espectral es el rendimiento de datos promedio por unidad de recurso de espectro y por celda. (bit/s/Hz). Siendo la celda el área de cobertura sobre la cual un terminal móvil puede mantener una conexión con una o más unidades de equipos de radio ubicados dentro de esa área. Para una estación base individual, esta es el área de cobertura de la estación base o de un subsistema (por ejemplo, sector de antena).

²¹ La latencia se define como el tiempo que ocurre entre que se envía un paquete de datos hasta que se recibe una respuesta sobre ese paquete enviado.

²² También conocido como espectro de radiofrecuencia, se divide en bandas designados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 16 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

generaciones móviles han sido desarrolladas con la visión de mejorar la experiencia del usuario. Es así como el desarrollo de los nuevos tipos de servicios multimedia, han permitido que los terminales móviles se utilicen para acceder a múltiples servicios y aplicaciones móviles. Por ejemplo, la evolución de las generaciones ha brindado la opción de pasar de una llamada con interferencias y defectuosa, hasta la posibilidad de gestionar múltiples conexiones entre diferentes equipos o máquinas. En la Ilustración 1, se observan los diferentes servicios ofrecidos por cada generación de redes móviles.

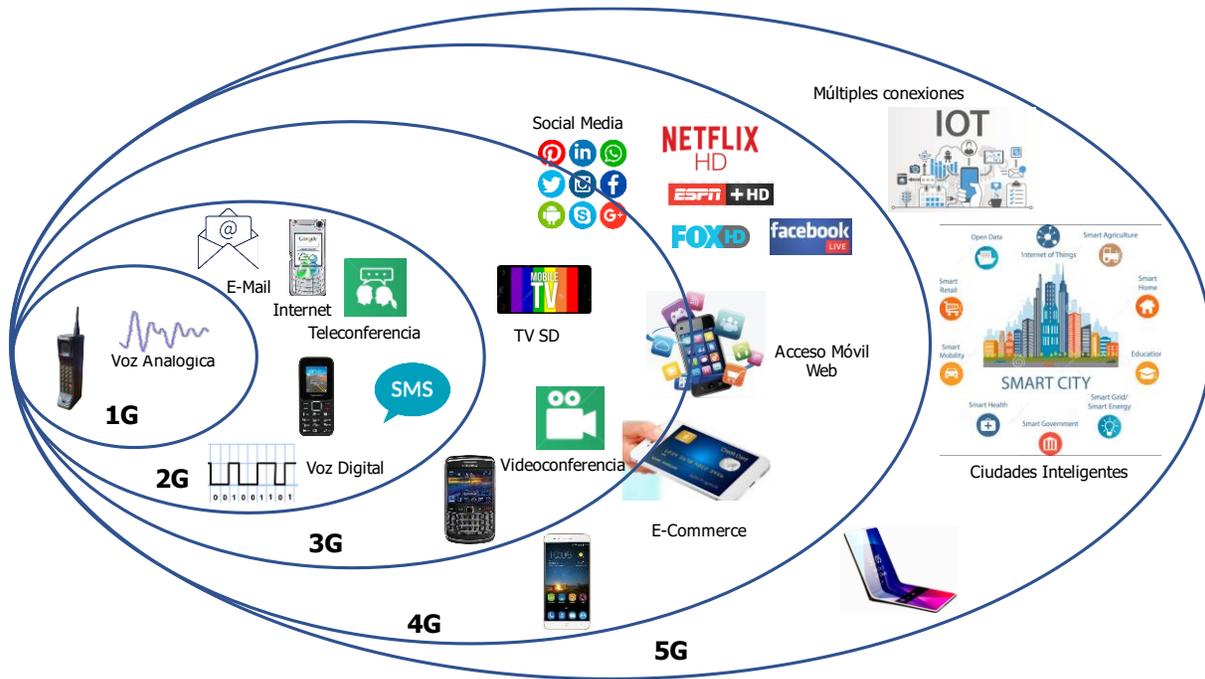
Por su parte, la tecnología 5G, no es ajena a estos avances y va más allá de solo satisfacer las demandas de los usuarios, ya que pretende crear un nuevo ecosistema empresarial, donde la conectividad de una ilimitada cantidad de dispositivos a través de Internet permitirá obtener un mayor rendimiento de las aplicaciones móviles, con un equilibrio entre velocidad, latencia y costo.

De lo anterior, el observatorio europeo para 5G²³, entidad encargada de monitorear la evolución y despliegue del mercado 5G en los países europeos, y de supervisar la planificación y los lanzamientos comerciales de productos y servicios 5G llevados a cabo por los miembros del observatorio y de otros países como Estados Unidos, Japón, China y Corea del Sur que pueden afectar el mercado europeo, ha publicado algunas de las estrategias nacionales de 5G y los planes piloto de los países que han iniciado el despliegue de la red. A continuación, se describen algunas de las experiencias recogidas por el observatorio.

²³ Disponible en: <https://5gobservatory.eu/>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 17 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Ilustración 1. Servicios prestados por tipo de tecnología



Fuente: Elaboración propia – CRC

Se destaca, en primer lugar, la experiencia de Vodafone, que a mediados de 2019 desplegó en 20 ciudades de Alemania los servicios comerciales 5G, ofreciendo a sus usuarios planes adicionales para 5G y dos modelos de teléfonos con tecnología 5G. A su vez, los proveedores de red EE²⁴ y Vodafone iniciaron operaciones en la red 5G en el primer semestre de 2019 en varias ciudades del Reino Unido. De acuerdo con el observatorio europeo para 5G, Vodafone ofreció planes de datos ilimitados y EE ofreció planes de hasta 120GB de capacidad con velocidades hasta 150 Mbit/s. Actualmente EE combina la implementación de la 5G con la tecnología 4G²⁵ y estima para el año 2022 presentar la red completa de 5G.

Por su parte Telecom Italia (TIM) lanzó en el mes de junio de 2019 los servicios comerciales de 5G en algunas zonas de Roma y Turín. Ofreció planes de datos de 100GB con velocidades de hasta 2Gbit/s y dos modelos de teléfonos inteligentes que soportan tecnología 5G. Igualmente, Vodafone España lanzó

²⁴ Operador móvil del Reino Unido

²⁵ La red 5G que se soporta de la red 4G es conocida como 5G NSA (Non Standalone), por su parte, una red 5G pura se conoce como 5G SA (Standalone)

los servicios comerciales de 5G en el mes de junio de 2019 en Madrid, Barcelona, Valencia y 12 ciudades más del país. La compañía ofreció tres modelos de teléfonos 5G con planes de datos de hasta 1Gbit/s, la banda de frecuencia utilizada es la banda media de 3.7 GHz. Actualmente 5G tiene una cobertura del 50% en cada una de las 15 ciudades donde se desplegó el servicio.

Dado lo anterior, se observa que las ciudades europeas aún se encuentran en las primeras etapas del despliegue de la red 5G. Dentro de los objetivos planteados en el plan estratégico para el Horizonte de Europa²⁶ se proyecta que cada país disponga de la red 5G en al menos una ciudad para el año 2020.

Por último, los proveedores de red como es el caso de AT&T, Verizon y T-Mobile en Estados Unidos, KDDI, Softbank y NTT DoCoMo en Japón, KT, SK Telecom y LGU+ en Corea del Sur y China Telecom en China son los PRSTM más avanzados en el desarrollo de pruebas pilotos, los cuales vienen realizando pruebas desde el año 2018 en distintos eventos deportivos como los Juegos Olímpicos de Invierno en Corea del Sur y el Super Bowl en EEUU llevados a cabo durante ese mismo año. El lanzamiento comercial de 5G a nivel mundial está previsto para el 2020.

3.5. Dispositivos M2M e IoT

En esta sección se describen los dispositivos M2M²⁷ e IoT²⁸ y se identifican sus semejanzas y diferencias desde el punto de vista de conectividad y las tecnologías móviles que los soportan, se ilustran las diferentes aplicaciones y usos de estos dispositivos, así como la diversidad de soluciones que permiten.

M2M se puede describir como cualquier tecnología que permite intercambiar información entre dispositivos y realizar acciones sin la asistencia e interacción humana, e IoT aunque también permite la comunicación remota entre dispositivos, permite ofrecer servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la interoperabilidad de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) presentes y futuras.²⁹ Tanto M2M como IoT se han creado para solucionar la conectividad no a nivel de personas, sino en entornos empresariales y ecosistemas de elemento tecnológicos.

En primer lugar, la tecnología M2M logra la comunicación punto a punto a través de elementos de hardware que pueden estar dentro de una máquina o dispositivo, y para ello se comunican usando la red de telefonía móvil o una red cableada dedicada, mientras que la tecnología IoT utiliza la red IP para interconectar los datos del dispositivo por medio de una plataforma en la nube. M2M conecta máquina con máquina, mientras que IoT lleva la conectividad de máquina a máquina con integración de aplicaciones web hasta la nube. IoT abarca más que la conectividad de dispositivos, ya que es la red de dispositivos conectados.

²⁶ Disponible en: <https://eshorizonte2020.es/>

²⁷ Machine to machine, por su sigla en inglés

²⁸ Internet de las cosas (IoT). Definido en la Recomendación UIT-T Y.2060 (06/2012)

²⁹ Ibidem

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 19 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

M2M estableció las bases para la conectividad entre máquinas, mientras que la tecnología IoT la mejoró adoptando un concepto más amplio sobre la conectividad, aplicado tanto a los consumidores como a las empresas. La Ilustración 2 resume el ámbito de aplicación de la tecnología M2M. Como se observa, las soluciones en M2M son diversas, desarrollando una multitud de ventajas en la gestión y operación empresarial en segmentos como la energía, la salud, el transporte, la banca y la agricultura, etc.

Ilustración 2. Aplicaciones y uso de los dispositivos M2M



Fuente: Elaboración CRC a partir de la información del documento técnico UIT QSTP-M2MI³⁰.

Por otro lado, la tecnología IoT se ha enfocado en brindar una conectividad mucho más abierta y ha impulsado a las redes celulares hacia una nueva evolución con el fin de brindar servicios con mejores prestaciones en cuanto a la velocidad de transmisión de datos, mayor capacidad de tráfico de datos para el análisis de grandes volúmenes de información, la aplicación de la inteligencia artificial para la predicción, por ejemplo, de los patrones de consumo de los clientes, así como la aparición de nuevas dinámicas en los negocios, que han permitido mejorar los procesos y crear nuevos modelos comerciales.

³⁰ Impacto de las comunicaciones M2M y las aplicaciones de datos móviles que no son M2M en redes móviles.

Es por ello que el grupo 3GPP estandarizó las redes de área amplia de baja potencia³¹ (LPWA³²) diseñadas para aplicaciones de IoT, con la ventaja que los dispositivos requieren bajo consumo de energía, largo alcance, bajo costo y mayor seguridad.

Bajo las redes LPWA se encuentran las redes con tecnología LTE-M³³ (LTE Cat-M1) y NB-IoT³⁴ las cuales están diseñadas para mejorar el consumo de energía de los dispositivos de los usuarios, la capacidad del sistema y la eficiencia del espectro. NB-IoT y LTE-M pueden coexistir con redes móviles 2G, 3G y 4G y son compatibles con los módulos y chipsets de los principales fabricantes de equipos móviles.

La GSMA estima que para el 2025 existirán en el mundo más de 3 mil millones de conexiones bajo redes LPWA, implementados en una variedad de verticales diferentes como ciudades inteligentes, logística, agricultura, manufactura, etc.

El desarrollo de otros estándares para el uso de IoT como SigFox³⁵ y LoRa³⁶ se han establecido como otras opciones que ofrecen medios de comunicación de largo alcance y baja potencia para aplicaciones IoT. En la Tabla 2 se muestran las principales diferencias entre las tecnologías M2M e IoT.

Tabla 2. Diferencias entre M2M e IoT

M2M	IoT
La comunicación punto a punto suele estar integrada dentro del hardware en el lugar del cliente	Los dispositivos se comunican usando redes IP, incorporan varios protocolos de comunicación
Los dispositivos utilizan la red celular o redes cableadas	La entrega de datos se transmite a través de una capa intermedia alojada en la nube
Los dispositivos no necesariamente requieren de una conexión a Internet	En la mayoría de los casos los dispositivos requieren una conexión activa de Internet
Opción de integración limitada, los dispositivos deben tener una comunicación estándar	Opciones de integración ilimitada, aunque requieren una solución que puede gestionar todas las comunicaciones

Fuente: Elaboración CRC a partir del documento técnico UIT-T Y.2060³⁷

Según los fabricantes tecnológicos, en un futuro de mediano plazo se desarrollará el IoE *Internet of Everything* o Internet de todo, que cobijará la interconexión de dispositivos y personas.

³¹ Disponible en: <https://www.gsma.com/iot/mobile-iot/>

³² Low Power Wide Area, por su sigla en inglés

³³ Long Term Evolution – Machine, por su sigla en inglés. Evolución a largo plazo para máquinas.

³⁴ NarrowBand-Internet of Things, por su sigla en inglés. Banda Estrecha – Internet de las cosas

³⁵ Tecnología francesa Ultra-NarrowBand que funciona en bandas de frecuencia por el orden de los 800 y 900 MHz

³⁶ Tecnología inalámbrica desarrollada por SemTech la cual opera en bandas de frecuencia por el orden de los 800 y 900 MHz

³⁷ Recomendación UIT "Descripción general de Internet de los objetos"

4. Revisión de las experiencias internacionales

Con el fin de identificar las mejores prácticas, lecciones aprendidas y tendencias internacionales de modernización de redes móviles, y conocer si ha habido o no participación del gobierno o de reguladores en esos procesos, la CRC revisó las experiencias internacionales de 7 países donde se ha realizado el cese de los servicios de al menos una tecnología móvil en su territorio y 1 en el que se tomaron medidas orientadas al aumento de la cobertura de redes móviles en tecnologías superiores.

En esta sección se presentan las variables que se contemplaron para realizar el análisis internacional. Para cada país estudiado se buscó que la información consultada cumpliera con la mayor cantidad de variables posibles, entre ellas: **i)** el nivel de participación e impulso por parte del gobierno y el regulador en el proceso de modernización de las redes móviles; **ii)** los períodos, estimados o efectivamente ejecutados, para la modernización de las redes móviles; **iii)** la revisión de los principales indicadores y los valores mínimos exigidos para decidir el apagado de una red, como, por ejemplo: porcentajes de cobertura de las redes, porcentaje de penetración de la red sucesora, porcentajes de los niveles de tráfico de voz y datos; **iv)** actividades desarrolladas antes, durante y después del periodo de transición (plan de comunicaciones, incentivos de los operadores, intervención regulatoria, subsidios a los usuarios, programas de alfabetización tecnológica) y; **v)** posibles barreras que pueden dificultar el plan de modernización: nivel de inversión de los operadores en 4G, alta penetración de 2G, falta o exceso de intervención regulatoria y falta de incentivos de los privados/gobierno.

4.1. Australia

Australia es uno de los casos de migración más avanzados a nivel mundial, teniendo en cuenta que es uno de los países que desde junio de 2018 ya cuenta con un apagado comercial de la red 2G, cobertura nacional con tecnologías avanzadas de 4G³⁸ y con 5G lanzado comercialmente desde junio de 2019.³⁹ En el Gráfico 1 se muestra el comportamiento de la cantidad de suscripciones por tecnología para los últimos años en Australia, junto con las proyecciones realizadas para el año 2019.

El calendario de migración por parte de los 3 operadores de mayor participación en el mercado a nivel nacional se describe a continuación:⁴⁰

- Optus realizó el proceso de apagado de 2G en dos fases, la primera finalizó en abril de 2017, la segunda el 1 de agosto de 2017.
- Vodafone, tras varios retrasos, mantuvo activa la red 2G hasta el 30 de junio de 2018 (Para 2017, 2G constituía menos del 2% del tráfico total de voz).

³⁸ Australian Communications and Media Authority. (2019). *Communications Report 2017-18*.

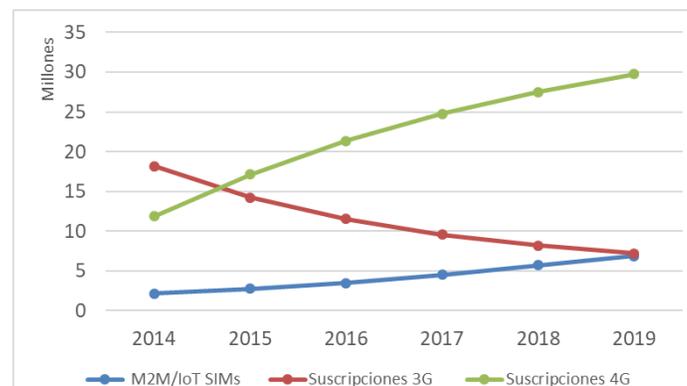
³⁹ El operador Telstra inició sus operaciones comerciales de 5G en el 2019 en algunas ciudades de Australia. Disponible en: <https://5gobservatory.eu/market-developments/5g-services/>

⁴⁰ ibidem.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 22 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- Telstra finalizó su proceso de apagado 2G en diciembre de 2016 (contaba con menos del 1% del total de tráfico cursado)⁴¹. Adicionalmente el 25 de marzo de 2019, como parte de la optimización de su red para el futuro apagado 3G, finalizó la operación 3G en la banda de 2100MHz en todo el país, indicando adicionalmente que el apagado parcial y gradual de su red 3G iniciaría hacia 2020 y finalizaría antes de 2030.⁴²

Gráfico 1. Suscripciones por Tecnología, 2014 – 2019E



Fuente: Elaboración CRC con base en información de GlobalData.

La banda de 900MHz, previamente destinada para la prestación de 2G será sometida a un proceso de reorganización de espectro por parte de la Autoridad Australiana de Comunicaciones y Medios - ACMA, con el objetivo de implementar en dicha banda la operación de redes de nueva generación como la 4G.

Se destaca la ejecución de pruebas de servicio 5G autorizadas por el regulador; Vodafone fue la primera compañía en realizar pruebas funcionales de 5G en 2016, posteriormente Optus y Telstra realizaron pruebas y demostraciones del servicio 5G en abril de 2018.

Finalmente, a pesar de que el gobierno australiano no se involucró en los planes de modernización de las redes móviles de los mencionados operadores, en cuanto a despliegue de infraestructura sí emitió la Determinación de Telecomunicaciones 2018 (instalaciones de bajo impacto)⁴³, la cual fija las condiciones bajo las cuales la instalación de infraestructura puede ser exenta de cumplir con legislación estatal o territorial. Así mismo, la ACMA regulatoriamente establece excepciones para la instalación de

⁴¹ Wright, M. (2018). *How far we've come: Celebrating the 25th anniversary of 2G*.

⁴² Mack, J. (12 de Junio de 2018). M2MOne. Obtenido de <https://www.m2mone.com.au/m2m-one-june-2018-newsletter/>

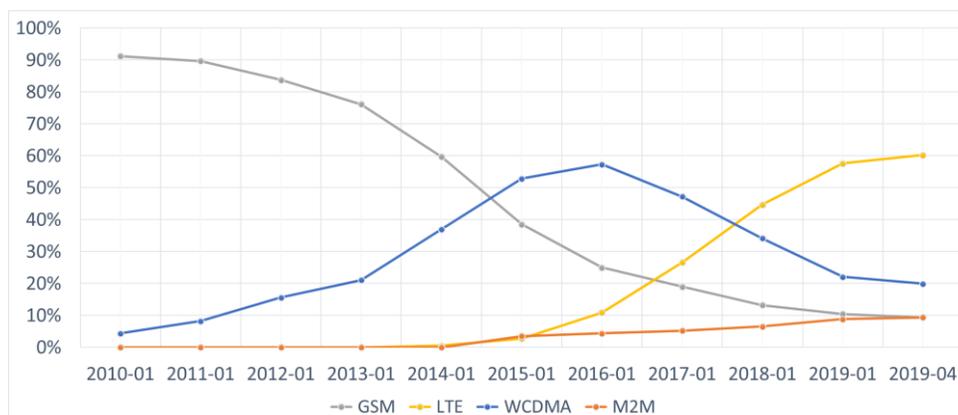
⁴³ "Telecommunications (Low-Impact Facilities) Determination", Obtenido de <https://www.legislation.gov.au/Details/F2018C00150>

“Small cells” y “Femto Cells”⁴⁴ (características de 5G). Estas medidas optimizan y promueven los procesos de despliegue de infraestructura de telecomunicaciones.

4.2. Brasil

La penetración móvil en Brasil para el año 2018 se reportó con un valor de 108%, y acorde a las cifras reportadas por el organismo autónomo encargado de regular y supervisar las telecomunicaciones, la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (en adelante, “ANATEL”), para el mes de abril de 2019, la tecnología de servicio móvil con mayor cantidad de accesos fue LTE (4G), la cual representó el 60% del total, seguida por WCDMA (3G), con un valor de 20% y finalmente GSM (2G) con un 9%. La evolución del porcentaje de penetración según tecnología entre los años 2010 y 2019 se muestra en el Gráfico 2.

Gráfico 2. Porcentaje de Accesos por tecnología, 2010-2019



Fuente: Elaboración CRC con base en información de ANATEL.

Actualmente, no existen acuerdos firmados entre los operadores y ANATEL que permitan establecer una fecha de apagado de 2G. Sin embargo, ANATEL ha tomado medidas para mejorar la cobertura de 4G y 3G a nivel nacional. Para 4G, a través de la subasta de espectro realizada en 2012 en la cual se fijó que todos los municipios con población mayor a 30 mil habitantes deberían tener cobertura 4G para diciembre del año 2017⁴⁵; Para 3G, existe un compromiso según el cual debe haber presencia de esta tecnología en todos los municipios del país para finales de 2019⁴⁶.

⁴⁴ Celdas de tamaño reducido (similar al de un router), con bajas potencias de salida y capacidad de usuarios reducida.

⁴⁵ ANATEL. (2012). LICITAÇÃO Nº 004/2012/PVCP/SPV

⁴⁶ Rolim, G. (19 de 05 de 2019). Precisamos falar sobre o desligamento do 2G (GSM). Obtenido de gersonrolim.com: <http://www.gersonrolim.com/2019/05/desligamento-2g-celular-m2m.html>

Adicionalmente, se dictó la Ley 13.116 de 2015, la cual “*Establece normas generales para el despliegue y compartición de infraestructura de telecomunicaciones*”⁴⁷. Su objetivo fue reducir el impacto negativo que generaban las acciones municipales sobre el proceso de aprobación y entrada en operación de la infraestructura de redes móviles, para promover así el despliegue y compartición de esta, entre otros.

Por parte de los operadores, Oi, Vivo, Claro y TIM se encuentran reorganizando el espectro⁴⁸ de la banda de 1800 MHz, actualmente usada en GSM, para que pueda ser aprovechada en tecnologías más avanzadas como 4G o 4.5G. Se espera que este proceso se encuentre finalizado en el año 2020. Posteriormente, la tecnología GSM sería usada únicamente por aquellos dispositivos que ofrezcan servicios M2M (actualmente Brasil es el país con mayor cantidad de comunicaciones M2M en Latinoamérica)⁴⁹.

4.3. Canadá

Canadá también hace parte de los ejemplos en apagado de redes móviles en el mundo, como iniciativa propia de los proveedores de redes y servicios de comunicaciones móviles. Ha optado por un enfoque radicalmente diferente al europeo al decidir apagar su red 2G y mantener la 3G⁵⁰. Este es el caso de los tres grandes operadores canadienses Telus Mobility, Bell Mobility y Rogers Wireless, los cuales decidieron que sus planes de apagado de sus redes móviles de segunda generación (2G) culminen en mayo de 2017⁵¹, abril de 2019⁵² y diciembre de 2020⁵³, respectivamente.

Antes de analizar los planes de migración que los operadores más grandes han venido materializando en Canadá, es importante aclarar que la población canadiense tiene la particularidad de que casi la mitad de ella se encuentra ubicada en las ocho (8) ciudades más grandes del país, por lo que la cobertura de las redes móviles se predica respecto de la población y no del territorio o área geográfica⁵⁴.

De esta manera, Telus Mobility fue el primer operador que decidió migrar a redes móviles con tecnologías más avanzadas, rápidas y confiables, proponiendo una primera fecha de apagado de su red

⁴⁷ LEI N.º 13.116, Estabelece normas gerais para implantação e compartilhamento da infraestrutura de telecomunicações e altera as Leis n.º 9.472, de 16 de julho de 1997, 11.934, de 5 de maio de 2009, e 10.257, de 10 de julho de 2001. (2015).

⁴⁸ Definida según la recomendación UIT-R SM.1603 así: La reorganización del espectro es un conjunto de medidas administrativas, financieras y técnicas para liberar, completa o parcialmente, las asignaciones de frecuencia existentes de usuarios o equipos en una determinada banda de frecuencias. Posteriormente la banda de frecuencias podrá atribuirse al mismo servicio o a servicios diferentes. Estas medidas pueden aplicarse a corto, medio o largo plazo.

⁴⁹ Futurecom. (23 de 05 de 2018). digital.futurecom. Obtenido de digital.futurecom:

<https://digital.futurecom.com.br/2018/05/23/como-o-refarming-do-2g-esta-acontecendo-no-brasil/>

⁵⁰ NAE. Qué sucede con el apagado de redes 2G/3G. Publicado el 26 de julio de 2019. Recuperado de <https://nae.global/que-sucede-con-el-apagado-de-redes-2g-3g/>.

⁵¹ TELUS. *CDMA network shut down*. Recuperado de <https://www.telus.com/en/bc/support/article/cdma>.

⁵² Bell Mobility. *CDMA Network Discontinuation*. Recuperado de https://support.bell.ca/Mobility/Smartphones_and_mobile_internet/CDMA_EVDO_network_change.

⁵³ Rogers. *2G Network*. Recuperado de <https://www.rogers.com/customer/support/article/2G>.

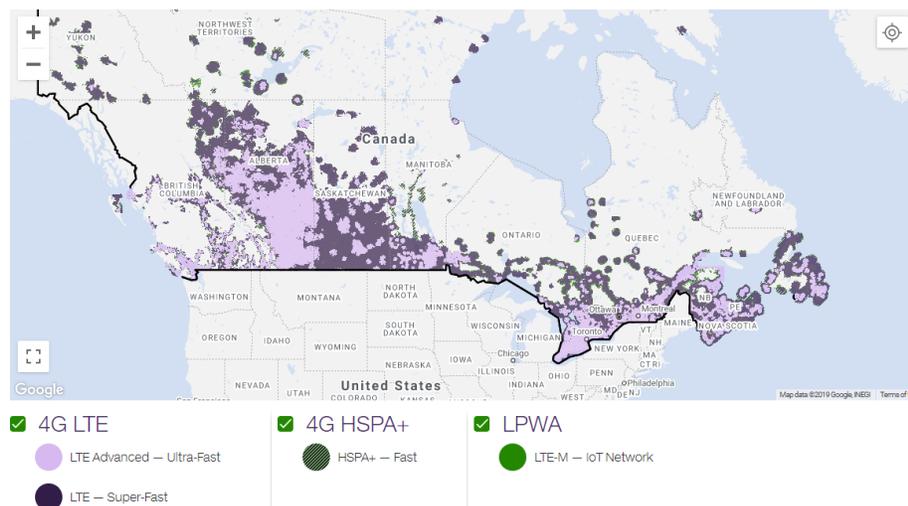
⁵⁴ WhistleOut. *Telus Coverage Map: How it Compares*. Recuperado de <https://www.whistleout.ca/CellPhones/Guides/telus-coverage-map>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 25 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

2G el 31 de enero de 2017, ampliada hasta el 31 de mayo del mismo año, con el fin de que ninguno de sus usuarios quedara por fuera de los servicios móviles que proveían⁵⁵. De hecho, Telus Mobility obtuvo el reconocimiento de J.D. Power⁵⁶ por tener la red móvil de más alta calidad en Canadá entre 2016 y 2018, según el estudio de satisfacción que realizaron de los usuarios con su proveedor de servicios móviles⁵⁷. Hoy en día, Telus Mobility tiene una cobertura del 99% de los canadienses en tecnología 4G LTE⁵⁸.

Es importante advertir que Telus es el primer operador en informar que pretende apagar su red 3G en diciembre de 2025⁵⁹. A continuación, se muestra la Ilustración 3 de cobertura de redes móviles que ofrece Telus Mobility en Canadá con su respectivo tipo de tecnología:

Ilustración 3. Mapa de cobertura Telus Mobility 2019.



Fuente: Telus Mobility⁶⁰.

⁵⁵ Op Cit, Telus.

⁵⁶ JD Power es una empresa conocida globalmente como la autoridad de evaluación comparativa de la experiencia del cliente.

⁵⁷ Telus Mobility. *Officially Canada's highest quality network.* Recuperado de <https://www.telus.com/en/mobility/network?linktype=ge-meganav>

⁵⁸ Op Cit, WhistleOut.

⁵⁹ Multitech. *Anticipated Cellular Carriers 2G/3G Sunset Dates.* Recuperado de https://www.multitech.com/documents/publications/marketing-guides/MT_Anticipated_Sunset_Cellular_Carriers_PDF_2019-02-20_Update.pdf

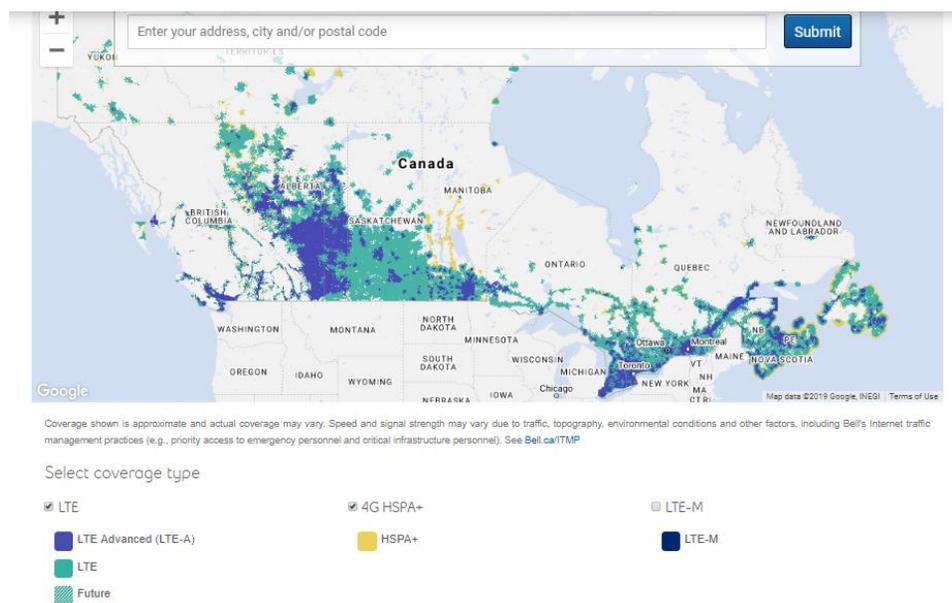
⁶⁰ Telus Mobility. *Faster coverage in more places than anyone else.* Recuperado de https://www.telus.com/en/bc/mobility/network/coverage-map?linktype=content_panel.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 26 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Por su parte, el operador canadiense Bell Mobility, quien tiene un cubrimiento poblacional superior al 99%⁶¹, tomó la decisión de desarrollar un plan de apagado de su red 2G por regiones, con una duración de aproximadamente 2 años, que comenzó el 30 de junio de 2017 y culminó el 30 de abril de 2019. Con el fin de llevar a cabo su plan de apagado, Bell Mobility publicó en su página web un cronograma donde estableció las fechas exactas de apagado de su red por cada una de las regiones afectadas, así como las marcas y referencias de los dispositivos móviles que también se afectaron por el reemplazo de una tecnología más avanzada en la prestación de sus servicios⁶².

Como consecuencia de la aplicación de dicho plan, en la actualidad, la cobertura de Bell Mobility en el territorio canadiense se predica de redes de cuarta generación como 4G (LTE) y 4.5G (LTE Advanced), tal y como se puede apreciar en la Ilustración 4:

Ilustración 4. Mapa de cobertura Bell Mobility, 2019.



Fuente: Bell Mobility⁶³.

Finalmente, Rogers Wireless con un cubrimiento poblacional del 97%, es el único operador (de los 3 más grandes) que aún provee servicios a través de sus redes 2G. De esta manera, mediante un

⁶¹ Compare Cellular. *Bell Canada 4G & LTE Wireless Network Coverage Maps*. Recuperado de <https://www.comparecellular.com/bell-coverage-maps/>.

⁶² Op Cit, Bell Mobility.

⁶³ Bell Mobility. *What are Bell Mobility's network types and how are they used?*. Recuperado de <https://support.bell.ca/mobility/network-coverage/what-are-bell-mobilitys-network-types-and-how-are-they-used>.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 27 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

comunicado en su página web de febrero de 2019, asegura que están trabajando en un plan de red plurianual (*multi-year national network plan*) que tiene como objetivo sentar las bases de las redes de próxima generación, el cual incluye el apagado de sus redes 2G que pronostican iniciar el 31 de diciembre de 2020⁶⁴.

Como consecuencia de lo anterior, Rogers Wireless se encuentra desarrollando campañas informativas y de mercadeo con sus usuarios con el fin de exhortarlos a que actualicen sus dispositivos móviles a uno que soporte la tecnología LTE y puedan gozar de una mejor experiencia con todos los beneficios que esta tecnología les brinda⁶⁵.

4.4. Corea del Sur⁶⁶

En Corea del Sur, el proveedor de servicios de telecomunicaciones Korea Telecom (en adelante, "KT"), decidió terminar la prestación de los servicios ofrecidos en 2G y para ello debió presentar un plan ante la entidad reguladora, quien revisó, analizó y otorgó el permiso requerido para proceder con la implementación del plan.

Para el año 2013, la tecnología 4G era la red dominante de las comunicaciones móviles en Corea del Sur. Por su parte, la red 3G que se había lanzado en el año 2007 superó en término de suscriptores a la red 2G a finales del 2009. Posteriormente, a mediados del 2013 el número de suscriptores en 4G ya había superado a los suscriptores en tecnología 3G (ver Gráfico 3). En términos generales, las principales consideraciones de los operadores móviles de Corea del Sur para realizar una transición de la red 2G a redes 3G y 4G fueron:

- Ahorros en costos de operación y mantenimiento en el servicio de la red 2G, cuando la cantidad de usuarios fuese baja.
- Liberación del espectro radioeléctrico usado para 2G y su reutilización para servicios 3G o 4G.
- Reducir la complejidad en la operación simultánea de redes de servicio 2G, 3G y 4G.

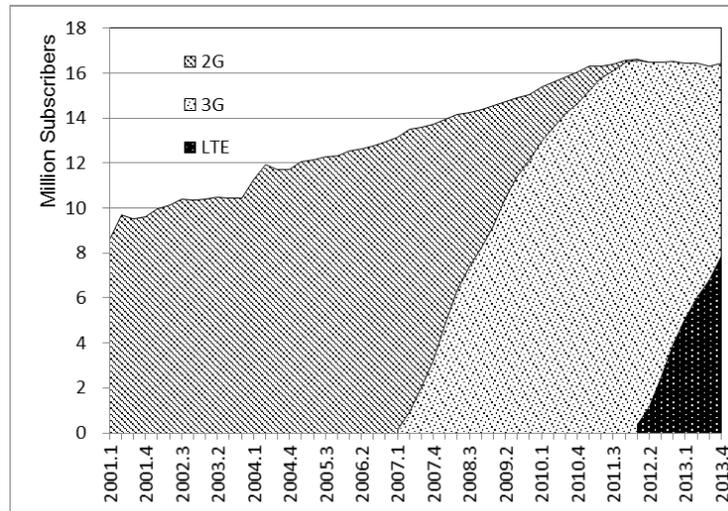
⁶⁴ Rogers Wireless. *2G Network*. Recuperado de <https://www.rogers.com/customer/support/article/2G>.

⁶⁵ Ibidem.

⁶⁶ Namhoon, K., Youngsun, K. *Terminating 2G Service in Korea: Policy Issues and Suggestions*. Vol.21 No.1 March 2014, p.1-26.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 28 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Gráfico 3. Cantidad de suscriptores por tipo de tecnología. Corea del Sur



Fuente: Namhoon, K., Youngsun, K. *Terminating 2G Service in Korea: Policy Issues and Suggestions*. 2014.

Ahora bien, realizar dicha transición puede generar incertidumbre tanto para los proveedores de red como para los reguladores en temas, como: i) la decisión sobre el momento indicado para iniciar el proceso de transición, ii) elegir entre una migración forzada y una natural y iii) el plan de incentivos que deben generar los proveedores para sus usuarios de la red 2G.

Por su parte, el proveedor KT uno de los tres proveedores de redes móviles de Corea del Sur, realizó el apagado de su red 2G en dos fases: en la primera fase, obtuvo el permiso de la Comisión de Comunicaciones de Corea (en adelante, "KCC"), encargada de los servicios de radiodifusión y comunicaciones; y luego, en la segunda fase, implementó el apagado de la red 2G. Durante la primera fase, en marzo de 2011, KT notificó a sus usuarios la intención de suspender los servicios 2G para finales de junio del mismo año.

Por su parte, KCC ⁶⁷en la revisión del plan presentado por KT, rechazó la propuesta inicial principalmente por dos razones:

La primera razón fue porque KCC consideró que KT aun contaba con un importante número de suscriptores en su red 2G (alrededor de 810 mil usuarios) lo que representaba aproximadamente el 5% del total de suscriptores. KCC argumentó que el proveedor móvil NTT Docomo (en adelante, "NTT"), el más grande de Japón, finalizó sus servicios 2G cuando tenía solo el 0,3% de sus suscriptores móviles

⁶⁷ Namhoon, K., Youngsun, K. *Terminating 2G Service in Korea: Policy Issues and Suggestions*. Vol.21 No.1 March 2014, pág 9.

totales bajo esta tecnología y un segundo proveedor como Softbank Mobile Corp. (en adelante, "Softbank"), realizó la finalización de sus servicios 2G cuando contaba con el 2,45% de sus suscriptores móviles totales.

La segunda razón por la que KCC rechazó la propuesta de KT, se fundamentó en el período de notificación a los usuarios 2G, ya que consideraba que tres (3) meses era un tiempo muy corto para que sus suscriptores pudiesen adquirir otro servicio de telefonía móvil. De igual manera, KCC se basa en que los proveedores como NTT y Softbank anunciaron la intención de suspender los servicios 2G, aproximadamente, 21 y 38 meses, respectivamente, antes de la fecha de finalización programada; finalmente, aduce que AT&T en Estados Unidos, anunció en el año 2012 que finalizaría los servicios 2G a partir del 2017, anuncio que se produjo más de cuatro años antes de la fecha de finalización prevista.

De esta manera, la KCC pospuso su recepción oficial del plan de finalización de los servicios 2G hasta que los suscriptores restantes de este tipo de red se redujeran a menos del 1% del total de suscriptores móviles de KT, lo que ocurrió aproximadamente nueve (9) meses después del anuncio inicial del plan por parte de KT.

Las principales variables que contempló el regulador coreano para el otorgamiento del permiso a KT con el propósito de finalizar la terminación del servicio 2G fueron:

- Números de abonados restantes en la red 2G.
- Plan de comunicaciones por parte de los proveedores para estimular e impulsar la migración de sus abonados 2G.
- Antecedentes, cifras y datos de proveedores extranjeros.
- Disponibilidad de servicios alternativos para suscriptores 2G. Por ejemplo: KT ofreció gratuitamente el servicio de transferencia de llamadas para los usuarios que cambiaron de número telefónico cuando migraron de la red 2G a la red 3G.
- Plan de incentivos y compensación a los usuarios 2G por parte de los proveedores móviles. Por ejemplo: Descuentos en planes 3G, descuentos por la compra de dispositivos 3G o superiores, entre otros.
- Competencia en el mercado móvil coreano (tendencia hacia servicios 4G LTE).

Posteriormente, luego de que KT recibiera el permiso otorgado por KCC, y de superar una serie demandas judiciales, el proveedor logró finalizar los servicios prestados en 2G entre enero y marzo de 2012. Para mediados del mes de marzo de 2012 KT logró migrar todos sus suscriptores de 2G hacia redes 3G y 4G.

4.5. España

La Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (en adelante, "CNMC") es el organismo que promueve y defiende el buen funcionamiento de todos los mercados en interés de los consumidores y

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 30 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

de las empresas en el territorio español. La CNMC es independiente del Gobierno y está sometido al control parlamentario, según lo establecido en la Ley 3 de 2013⁶⁸.

De acuerdo con lo expuesto por dicho organismo, si bien ellos incentivan la modernización de las redes móviles con la promoción de la compartición de la infraestructura pasiva y con la asignación del espectro radioeléctrico, en gran medida la modernización depende y recae de manera exclusiva en los operadores móviles, debido al principio de neutralidad tecnológica, pues consideran que no es factible forzar una tecnología en particular, pero sí potenciar nuevas tecnologías, como es el caso de 5G sobre la cual han promovido las pruebas piloto y colocando en disposición el espectro radioeléctrico.

Por lo anterior y dado a lo afirmado por la CNMC de que recae en los operadores dicha migración, algunos de ellos, tales como Telefónica, Vodafone y Orange han tomado la decisión de hacer una migración a redes más avanzadas, como lo son 4G y 5G. Para esta última tecnología la CNMC se encuentra en proceso de subasta del espectro radioeléctrico, con el fin de liberar la banda de 700 MHz, garantizar una mayor cobertura de 5G y un mayor horizonte temporal de estas frecuencias⁶⁹.

Ahora bien, y aunque la tecnología 2G es la más antigua de todas, en España las licencias para las comunicaciones en 3G serán las primeras en desaparecer, situación que se replica en Europa (operadores de países como Noruega y Dinamarca han iniciado su proceso de apagado 3G⁷⁰). Esto se debe principalmente al elevado despliegue realizado en servicios del tipo M2M e IoT que se basan en la tecnología 2G. Además, en Europa se está viendo la opción de reaprovechar la tecnología 2G y utilizarla para servicios tales como NB-IoT (Narrowband Internet of Things), debido a su bajo coste y a la disponibilidad de una amplia cobertura⁷¹.

Inicialmente, según noticias de prensa⁷², los operadores españoles estimaban que el apagado de la red 3G fuese para el año 2020 y la extinción del 2G sería para el 2025. Sin embargo, en últimas publicaciones⁷³, afirman que las circunstancias del mercado han obligado a reconsiderar esos plazos y conceder más tiempo para el funcionamiento de la tecnología 3G, pues las redes 4G todavía no están lo suficientemente expandidas para que puedan sustituir correctamente a las redes 3G, como es el caso de Telefónica⁷⁴ (Ver Ilustración 5). Dicho operador prevé apagar las redes 3G en 2025, ya que considera que es un plazo razonable para apagar la red frente al avance de 4G LTE y la futura 5G. Respecto a la tecnología 2G, Telefónica la mantendrá en forma indefinida en razón a su gran utilidad para los servicios M2M e IoT.

⁶⁸ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-5940

⁶⁹ <https://blog.cnmc.es/2017/07/14/las-frecuencias-de-la-tdt-se-tendran-que-mudar-para-dar-mas-espacio-al-movil-y-al-5g/>

⁷⁰ <https://www.emnify.com/blog/global-2g-phase-out>

⁷¹ <https://nae.global/que-sucede-con-el-apagado-de-redes-2g-3g/>

⁷² <https://www.economista.es/tecnologia/noticias/8118117/01/17/Los-operadores-moviles-espanoles-apagaran-antes-la-red-3G-que-la-de-2G.html>

⁷³ <https://www.economista.es/tecnologia/noticias/9603164/12/18/Las-telecos-retrasaran-el-apagado-del-3G-hasta-mas-alla-del-ano-2023.html>

⁷⁴ https://www.vozpopuli.com/economia-y-finanzas/Telefonica-fecha-retirada-mantendra-indefinidamente_0_1216679363.html

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 31 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Ilustración 5. Cobertura Telefónica 4G. España



Fuente: Telefónica, 2019⁷⁵.

Visto esto, los operadores están evaluando la forma más idónea de realizar el apagado y migración de redes, y si bien alguno de ellos no ha hecho públicos sus planes, todo apunta a que seguirán la tendencia de Europa y se priorizará el apagado de las redes 3G.

4.6. Estados Unidos de América (EE.UU.)

La Comisión Federal de Comunicaciones (Federal Communications Commission – FCC) es la encargada de regular todos los servicios de comunicaciones (voz, datos, televisión y radio) a nivel interestatal e internacional (servicios salientes desde EE.UU.). Por otra parte, se encuentra la Comisión Federal de Comercio (Federal Trade Commission -FTC), entidad encargada de regular los temas de competencia y protección de usuarios en general.

En EE.UU., el operador AT&T a inicios del 2017 cerró los servicios ofrecidos en la red 2G; decisión que tiene como objeto, según explica el operador en su blog⁷⁶, liberar el espectro para las nuevas tecnologías. Para ello, afirmó que antes del cierre, se comunicaban frecuentemente con sus clientes para la actualización a nuevas tecnologías, por lo que ofrecieron descuentos y dispositivos gratuitos a sus usuarios. Por otra parte, manifestó que al cerrar la red 2G, liberaría más espectro para futuras tecnologías de red, incluida la 5G, y de manera adicional, los clientes IoT podrán servir mejor a sus

⁷⁵ <http://www.movistar.es/particulares/coberturas/movil/4G/>

⁷⁶ http://about.att.com/innovationblog/2g_sunset

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 32 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

clientes con aplicaciones y soluciones mejoradas debido a velocidades más altas de la nueva red. Esta medida de apagado fue adelantada el 01 de enero de 2017.

Por su parte, Verizon Wireless anunció⁷⁷ que a inicios de 2020 retirará algunos servicios para los dispositivos que soportan la red CDMA y estima que a finales de ese año cerrará completamente esta red. En su anuncio recomienda a sus usuarios actualizar sus equipos a tecnología 4G o superior. La razón de su migración es la de ofrecer una cobertura y rendimiento superior a sus usuarios que la ofrecida por la red CDMA.

Para el país norteamericano, la decisión de apagar las redes móviles ha sido una potestad de cada operador, sin que para ello se haya visto una intervención directa de la entidad reguladora.

Sin embargo, la FCC ha expedido una iniciativa para el rápido crecimiento de los servicios 5G en el país, denominada “*Plan Fast 5G de la FCC*”⁷⁸ como una estrategia integral para liderar el desarrollo de la tecnología 5G a nivel mundial bajo tres lineamientos clave: 1) impulsar más espectro al mercado, a través de la subasta de mayor cantidad de bandas de frecuencia; 2) mediante la actualización de las políticas de infraestructura con la disminución de barreras regulatorias para impulsar la red 5G, y con la reformas de las reglas para el despliegue de pequeñas celdas a nivel municipal, eliminando los obstáculos que se venían presentando a nivel local; y 3) la modernización de las regulaciones obsoletas para promover la red troncal cableada de la red 5G para favorecer las oportunidades digitales a todos los estadounidenses.

Si bien, son medidas enfocadas para flexibilizar el marco normativo de la entidad reguladora para el crecimiento de la 5G, también es una manera de promover la modernización de las redes móviles, por cuanto permite que los proveedores de red puedan aumentar la oferta de servicios para sus usuarios, a la vez que estimula la migración natural de los suscriptores que usan redes técnicamente más limitadas hacia redes con mayores prestaciones tecnológicas.

4.7. México

De acuerdo con lo manifestado por el organismo autónomo encargado de regular la prestación de los servicios de telecomunicaciones, el Instituto Federal de Telecomunicaciones de México (en adelante, “IFT”), el proceso de modernización de redes móviles que se viene adelantando en ese país es catalogado como un proceso que se ha dado de manera “natural”, resultado de la iniciativa propia e individual de los PRSTM, sin intervención ni incentivos por parte del regulador⁷⁹. Algunos de los operadores como AT&T y Telefónica han informado al IFT sobre su interés de modernizar sus redes

⁷⁷ Disponible en: <https://www.verizonwireless.com/support/knowledge-base-218813/>

⁷⁸ Disponible en: <https://www.fcc.gov/5G>

⁷⁹ Información suministrada por el IFT a la CRC mediante correo electrónico el día 26 de febrero de 2019, en respuesta al radicado CRC No. 2019502727.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 33 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

móviles y han remitido al Instituto sus planes de migración, pero solo con fines informativos, sin solicitar ajustes o exenciones regulatorias, ni en espera de una autorización para desarrollar el proceso⁸⁰.

No obstante, de acuerdo con lo publicado por Cullen International⁸¹, la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (en adelante, "CANIETI") en el marco de la modernización de redes móviles en México propuso restringir la importación de dispositivos 2G a México, eliminar el IVA de los dispositivos 3G de gama baja y proporcionar un subsidio directo para adquirir equipos 3G. Frente a esas propuestas no se ha generado una declaración oficial del regulador, el tema no ha sido incluido en la agenda de 2019; y en efecto, el IFT manifiesta que no ha expedido normativa que obligue ni promueva la migración de redes en México⁸².

Por otro lado, una variable a la que se hace seguimiento en los escenarios de apagado de la red 2G son las ventas de ETM que soportan máximo la tecnología 2G, debido a que determinan la demanda de los usuarios por servicios de telecomunicaciones a través de esas redes. Al respecto, el IFT indica que, tanto grandes superficies, como fabricantes y demás comercializadores de ETM en México han decidido no comercializar más equipos que soportan de manera exclusiva la tecnología 2G. Y en esa línea, los fabricantes vienen implementando una política de no brindar soporte ni servicios de mantenimiento o reparación a ese tipo de equipos. Por lo anterior, señala el IFT que operadores como Telefónica y AT&T ya no comercializan ese tipo de ETM dentro del territorio mexicano⁸³. A continuación, se describen algunos de los factores más destacados que caracterizan la migración de las redes de dichos operadores.

La empresa AT&T México informó que, por iniciativa propia, decidió apagar totalmente su red 2G, en un proceso progresivo desde el año 2016, para así reutilizar las bandas de frecuencia disponibles en el despliegue de redes LTE. Una variable clave que determinó esa decisión fue la baja participación de sus usuarios con ETM 2G. En efecto, en 2016 AT&T tenía cerca de 200.000 clientes en 2G, que representaban solo el 1% del total de sus usuarios.

De acuerdo con lo manifestado por AT&T México, algunas de las razones que motivaron la decisión de apagar su red 2G fueron las siguientes: (i) la tendencia creciente en la demanda de datos frente a la red 2G que no es eficiente en la provisión de ese servicio; (ii) los proveedores de los ETM 2G dejaron de prestar servicios de soporte y mantenimiento; y (iii) el alto consumo de energía de los equipos y dispositivos de las redes 2G e iDEN⁸⁴.

Por su parte, Telefónica México, en febrero de 2019 presentó al IFT un documento cuyo propósito era comunicar su decisión de apagar su red 2G a nivel nacional⁸⁵, con el fin de enfocar sus esfuerzos en la

⁸⁰ Información suministrada durante la teleconferencia realizada entre la CRC y el IFT el día 28 de marzo de 2019.

⁸¹ Información suministrada por Cullen International el 29 de marzo de 2019 mediante correo electrónico.

⁸² Op cit, IFT radicado CRC No. 2019502727.

⁸³ Teleconferencia con IFT.

⁸⁴ iDEN Red Mejorada Digital Integrada es una tecnología inalámbrica desarrollada por Motorola en 1994.

⁸⁵ Documento enviado por el IFT a la CRC el 11 de abril de 2019.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1		Página 34 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Investigación, Innovación	Revisado por: Desarrollo e	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019				

provisión de servicios en tecnologías 3G, LTE y superiores de mayor calidad. Telefónica señala que el proceso de apagado se adelantará por fases, con una duración de año y medio, finalizando en septiembre de 2020.

En el documento, Telefónica presenta un conjunto de argumentos mediante los cuales justifica su decisión de dar inicio al apagado de su red 2G, los cuales se pueden resumir así:

1. La red 2G ha entrado en obsolescencia frente a la urgencia de prestar un servicio de internet móvil de mejor calidad.
2. A comienzos del año 2019 solamente el 4% de sus usuarios, cerca de 892.000, utilizaban la red 2G.
3. El apagado de la red 2G permitiría ahorrar costos de energía eléctrica y a la empresa encauzar sus esfuerzos en el despliegue de tecnologías 4G o superiores.
4. El apagado de las redes 2G y la posibilidad de migrar a redes de mayor tecnología representan incentivos para que los usuarios cambien sus ETM y hagan uso de los servicios de internet móvil.

4.8. Singapur

En Singapur, considerando la alta penetración de las tecnologías 3G y 4G en todo el territorio nacional decidió apagar la red 2G por la limitada oferta de sus servicios y por procurar una mayor conectividad de sus usuarios.

La tecnología 2G se introdujo por primera vez en Singapur en 1994⁸⁶, y el apagado de la red 2G, anunciada en 2015, permitió la reasignación de un espectro de radiofrecuencia escasa para satisfacer la creciente demanda de servicios móviles de mayor velocidad. Este espectro se ha asignado a los PRSTM para la provisión de servicios móviles 3G, 4G o más avanzados.

La Autoridad de Desarrollo de Medios de Infocomm (en adelante, "IMDA"), regulador del sector de las comunicaciones, dependiente del Ministerio de Comunicaciones e Información de Singapur, aprobó la solicitud de los PRSTM para el cese de los servicios 2G⁸⁷. Para ello, IMDA tomó en consideración el panorama tecnológico en evolución y la migración de los consumidores a las tecnologías 3G y 4G, que ofrecen más funciones de servicio y velocidades de datos más altas.⁸⁸

En Singapur, los tres operadores de redes móviles M1, Singtel y StarHub le solicitaron al regulador cancelar los servicios ofrecidos en 2G por etapas en todo el país, el período de cierre inició el 1 de abril de 2017 y culminó el 18 de abril de ese mismo año.

⁸⁶ Los servicios 2G cesarán el 1 de abril de 2017. Nota de prensa. 2017. Recuperado de <https://www2.imda.gov.sg/news-and-events/Media-Room/Media-Releases/2017/2g-services-to-cess-on-1-april-2017>

⁸⁷ MNOs cerrarán redes 2G a partir del 1 de abril de 2017. Nota de prensa. 2015. Recuperado de <https://www2.imda.gov.sg/news-and-events/Media-Room/archived/ida/Media-Releases/2015/mnos-to-close-2g-networks-from-1-april-2017>

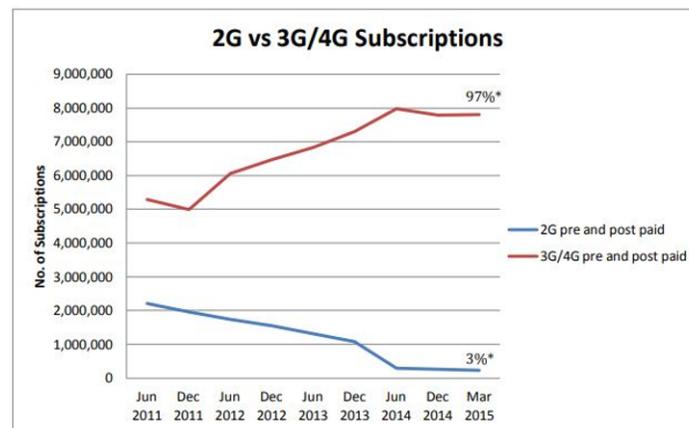
⁸⁸ Ibidem

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 35 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Dentro de los requerimientos del regulador estuvo la de exigir a los PRSTM la protección del usuario, de modo que cualquier suscriptor 2G existente, transitara sin problemas a los servicios ofrecidos bajo tecnología 3G.

En Singapur, las suscripciones de prepago y pospago de 2G disminuyeron constantemente, de más de 2 millones de suscriptores en junio de 2011 a alrededor de 250,000 suscriptores al 2015, lo equivalente al 3% de las suscripciones móviles, tal como se observa en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Suscriptores prepago y pospago 2G Vs 3G/4G. Singapur



Fuente: IMDA, 2015.⁸⁹

Lo anterior permitió que los tres operadores lograran una cobertura nacional del 99% para servicios 3G y alrededor del 98% de cobertura 4G. El período de transición que anunciaba el cese de los servicios 2G fue 22 meses, desde junio de 2015 hasta abril de 2017, tiempo que permitió la migración natural de los usuarios en 2G, así como la preparación de los operadores en los planes de compensación y políticas comerciales que ofrecieron a sus usuarios para incentivar y promocionar la migración.

Entre las políticas comerciales que implementaron los operadores estuvo la de ofrecer la actualización del equipo 2G a modelos 3G de bajo costo mientras mantenían los mismos planes y precios actuales sin costos de suscripción adicional.

⁸⁹ Disponible en: <https://www2.imda.gov.sg/news-and-events/Media-Room/archived/ida/Media-Releases/2015/mnos-to-close-2g-networks-from-1-april-2017>

Por su parte, el regulador tomó dos decisiones relevantes, a partir del 1° de enero de 2017⁹⁰: i) dejó de aceptar el registro de equipos terminales móviles que soportaran solo tecnología 2G; y ii) no se les permitió a los minoristas ni a los proveedores de equipos móviles vender dispositivos 2G para uso dentro del país, la prohibición exoneraba la venta de equipos con fines de exportación. Aquel proveedor que incumpliera la norma podía enfrentar multas financieras. Es importante advertir que estas medidas fueron tomadas solo hasta tres (3) meses antes de la cancelación total de los servicios prestados en 2G.

En cuanto a los dispositivos para los servicios IoT, estos operan en redes de área amplia de baja potencia (LPWAN)⁹¹, y están autorizados para operar en las bandas de la red E-UTRAN⁹², esta red brinda características técnicas similares a la red LTE o 4G⁹³.

4.9. Otros países

Finalmente, y con el fin de complementar el benchmarking internacional adelantando, la CRC realizó una encuesta a diferentes entidades reguladoras, algunas miembros de REGULATEL, para conocer información sobre el plan o programa de modernización de redes móviles que se esté desarrollando o haya sido realizado en sus países.

La encuesta se enfocó en conocer i) la existencia de un programa de modernización de redes móviles por parte del ente regulador, ii) los aspectos técnicos, jurídicos y económicos considerados en el programa, iii) la participación del regulador en el programa de modernización, iv) las decisiones del regulador en temas de comercialización de ETM y el impacto de los dispositivos M2M e IoT.

Los países a los que se les envió la comunicación fueron:

⁹⁰ La venta de dispositivos móviles 2G para uso local no se permitirá a partir del 1ro de enero de 2017. Nota de prensa. 2016. Recuperado de: <https://www2.imda.gov.sg/news-and-events/Media-Room/Media-Releases/2016/sale-of-2g-mobile-devices-for-local-use-will-not-be-allowed-from-1-january-2017>

⁹¹ Documento técnico de especificaciones IoT en Singapur. IMDA TS IoT. 2017

⁹² Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado desarrollado por 3GPP.

⁹³ Recuperado de: <https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 37 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Tabla 3. Listado de reguladores de comunicaciones a los que se remitió consulta

ITEM	REGULADOR	PAÍS	ENCUESTA ATENDIDA
1	ATT	BOLIVIA	
2	INDOTEL	REPÚBLICA DOMINICANA	
3	CNMC	ESPAÑA	
4	OSPITEL	PERÚ	
5	ENACOM	ARGENTINA	
6	IMDA	SINGAPUR	
7	IFT	MEXICO	
8	ANACOM	PORTUGAL	
9	ACMA	AUSTRALIA	
10	CRTC	CANADÁ	
11	SUBTEL	CHILE	
12	ANATEL	BRASIL	
13	FCC	ESTADOS UNIDOS	
14	KCC	COREA DEL SUR	

Fuente: Elaboración CRC.

Así las cosas, de los países consultados, la CRC previo al envío de la encuesta, había adelantado la investigación sobre el proceso de migración de las redes móviles en los países analizados en el Benchmarking. Ahora bien, de los comentarios recibidos en la encuesta, la CRC consideró importante destacar los casos de Argentina y Portugal donde los reguladores han tomado algunas medidas a favor de la modernización de redes en sus respectivos países.

Respecto al caso de **Argentina**, el Ente Nacional de Comunicaciones (en adelante, "ENACOM"), manifestó que no han desarrollado un programa de modernización de redes móviles, aunque las autoridades sectoriales han tomado distintas medidas que favorecen su modernización en el país, tales como la obligación para los prestadores de servicios móviles con tecnologías 2G/3G de ampliar la cobertura de sus redes y actualizar la infraestructura para garantizar como mínimo 1 Mbps por usuario en el enlace descendente; para ello expidieron Decretos sobre las condiciones de competitividad y

calidad de los servicios móviles y la promoción para el despliegue de redes de próxima generación; con acciones para aumentar la asignación del espectro radioeléctrico a los operadores móviles.⁹⁴

Con relación a la comercialización de ETM 2G, ENACOM no ha emitido ninguna restricción para la importación ni comercialización de ETM con tecnología 2G, aunque a través de programas se ha fomentado la compra de ETM 4G a personas de bajos ingresos con el fin de que puedan acceder a Internet de Banda Ancha. Además, se implementó una nueva reglamentación sobre bandas de Uso Compartido para flexibilizar los requerimientos regulatorios que afectan al despliegue de sistemas M2M/IoT.⁹⁵

En el caso de **Portugal**, la Autoridad Nacional de Comunicaciones de (en adelante, "ANACOM"), aseguró que, a pesar de no haber expedido un documento con un programa para la modernización de las redes móviles, en el año 2015 publicó el Plan Nacional de Banda Ancha, actualmente vigente, para promover mayor conectividad en Internet⁹⁶.

De igual manera, ANACOM advirtió que no ha expedido ninguna decisión regulatoria en la que intervenga para la promoción de la modernización de las redes móviles, por considerar que los operadores pueden modernizar sus redes cuando lo deseen con base en el principio de neutralidad tecnológica. Respecto a la comercialización de los ETM, no han establecido ninguna restricción para los equipos 2G, lo cual solo es aplicable en el caso de falta de cumplimiento de ciertas condiciones técnicas muy específicas, como, por ejemplo, que opere en bandas de frecuencias no autorizadas. Ahora bien, ANACOM no ha tomado ninguna decisión sobre el apagado de la red 2G por considerar que los operadores aún están garantizando el servicio de voz a sus usuarios⁹⁷.

Finalmente, en la Tabla 4 se muestra el resumen de las competencias de cada ente regulador analizado en el benchmarking internacional, en comparación con las competencias otorgadas a las entidades colombianas como la CRC, el MinTIC y ANE⁹⁸.

Tabla 4. Comparación de las entidades reguladoras de cada país

País	Regulador	Naturaleza	Competencias	Colombia
Australia	Autoridad Australiana de Comunicaciones y Medios - ACMA-	Autoridad estatutaria independiente.	Regulador convergente que supervisa el sector de las telecomunicaciones, espectro, televisión, radio e Internet.	CRC: Entidad encargada de promover la competencia, promover el pluralismo informativo, evitar el abuso de posición dominante y regular los mercados de las redes y los servicios de
Brasil	Agencia Nacional de Telecomunicaciones - ANATEL-	Agencia especial creada por la Ley General de Telecomunicaciones 9472/1997. Es una Agencia Administrativa y financieramente	Regula y supervisa el sector de las telecomunicaciones.	

⁹⁴ Respuesta enviada vía correo electrónico de fecha 22/05/2019

⁹⁵ Ibidem

⁹⁶ Respuesta enviada vía correo electrónico de fecha 09/07/2019

⁹⁷ Ibidem

⁹⁸ Agencia Nacional del Espectro

País	Regulador	Naturaleza	Competencias	Colombia
Canadá	Comisión Canadiense de Radio Televisión y Telecomunicaciones - CRTC-	independiente del Gobierno Nacional Ley de Radiodifusión Ley de Telecomunicaciones Su mandato lo realiza el Parlamento de Canadá y es administrado por un Ministerio del Gobierno.	Regula y supervisa la radiodifusión y las telecomunicaciones.	<p>comunicaciones, de televisión, radiodifusión sonora y servicios postales.</p> <p>MINTIC: Diseñar, formular, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. A su vez, se encarga de la asignación del espectro radioeléctrico.</p> <p>ANE: Entidad encargada de planear estratégicamente el uso del espectro radioeléctrico, así como su vigilancia y control en todo el territorio nacional colombiano.</p>
Corea del Sur	Comisión de Comunicaciones de Corea - KCC -	Ley de Establecimiento y Operación de las Comunicaciones. Los Comisionados son elegidos por el presidente.	Regular los servicios de radiodifusión y comunicaciones, y proteger a sus usuarios.	
España	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia - CNMC -	Ley 3 de 2013 - Es un organismo público con personalidad jurídica propia. Es independiente al Gobierno y está sometido al control parlamentario.	Aplicación de la normativa de defensa de la competencia española y UE, Promoción de la Competencia, Unidad de Mercado, Resolución de conflictos entre operadores económicos y Supervisión y control de todos los sectores económicos.	
Estados Unidos	Comisión Federal de Comunicaciones - FCC	Ley de Comunicaciones. Los Comisionados son elegidos por el presidente.	Regular todos los servicios de comunicaciones interestatales e internacionales por radio, televisión, redes inalámbricas, teléfonos, satélite y cable.	
México	Instituto Federal de Telecomunicaciones de México - IFT-	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Órgano público autónomo, independiente en sus decisiones y funcionamiento, con personalidad jurídica y patrimonio propios.	Regular, promover y supervisar el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, la infraestructura, las redes y la prestación de los servicios. Impulsar condiciones de competencia efectiva en los mercados. Promover el acceso a las tecnologías y servicios de telecomunicaciones y radiodifusión.	
Singapur	Autoridad de Desarrollo de Medios de Infocomm - IMDA-	Junta estatutaria con autonomía funcional, adscrita al Ministerio de Comunicaciones e Información.	Regulador convergente de los sectores de medios de información y comunicación.	

Fuente: Elaboración CRC

4.10. Conclusiones del Benchmarking internacional

- Todos los países analizados en esta sección, a excepción de España, han decidido apagar o suspender los servicios ofrecidos en la red 2G. España por su parte decidió apagar la red 3G, en lugar de la 2G, debido al elevado despliegue realizado en servicios del tipo M2M e IoT que operan bajo esta tecnología.
- En países como Corea del Sur y Singapur, la entidad reguladora otorgó el permiso solicitado por los proveedores de red para proceder con la implementación del plan de apagado de la red

2G. Mientras que en países como México, Canadá, EE.UU., España, Brasil y Australia no ha habido una participación directa del ente regulador en el proceso de modernización de redes móviles, es decir, la transición hacia una red superior se ha hecho de manera natural y fue consecuencia de la iniciativa propia de los proveedores de red.

- Las variables de mayor relevancia que fueron consideradas por los países consultados para evaluar la pertinencia del apagado de la red 2G fueron: i) el período mínimo necesario para realizar la notificación a los usuarios sobre la terminación del servicio 2G; ii) un indicador sobre la cantidad mínima de usuarios 2G; iii) el monitoreo del despliegue de las redes 3G y 4G a nivel nacional, con el fin de garantizar la continuidad del servicio móvil con la mínima afectación de los usuarios; iv) la construcción de un plan de comunicaciones que permita la migración voluntaria de los usuarios 2G hacia redes 3G y 4G; y v) la elaboración por parte de los PRSTM de un plan de incentivos para la adquisición de nuevos terminales móviles y planes comerciales compensatorios.
- Desde el punto de vista técnico, las razones que han motivado a los distintos países a realizar el apagado de su red 2G, están basadas en el aumento de la eficiencia del espectro radioeléctrico, y la posibilidad de reutilización de las frecuencias asignadas para 2G con el fin de aumentar la cobertura y despliegue en redes superiores. De esta manera se promueve el aumento de la conectividad móvil con una creciente oferta de datos. Adicionalmente, el ahorro económico por la disminución del soporte técnico en los programas de mantenimiento y operación, así como la disminución del consumo energético de equipos y sistemas asociados a la red 2G, han sido considerados en este proceso.

5 Diagnóstico sobre las redes móviles en Colombia: Penetración, despliegue, usos y acceso

Las redes móviles en Colombia son utilizadas en la prestación de diferentes tipos de servicios. Por un lado, servicios de telecomunicaciones a través de teléfonos móviles que son predominantes en esas redes, como voz, mensajería e internet; y, por otro lado, servicios móviles prestados a través de dispositivos M2M e IoT que vienen en progresivo avance, a saber: servicios de georreferenciación, telemetría, de pago y monitoreo de seguridad, entre otros.

Este apartado se divide en dos secciones, en la primera se estudian las redes móviles frente a los servicios de telecomunicaciones que prestan, con énfasis en el servicio de internet móvil. En la segunda sección se describen los servicios M2M e IoT que son suministrados en el país y la tecnología móvil usada para ello.

5.1 Los servicios de telecomunicaciones en las redes móviles

Las nuevas tecnologías para redes móviles incentivan nuevos modelos de comunicación, de transferencia de datos y de servicios digitales. El acceso a internet móvil de mayor velocidad y calidad

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 41 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

incorpora una gran cantidad de beneficios sociales que facilitan la vida de los ciudadanos, como los servicios de telecomunicaciones, financieros y de transporte, el acceso a trámites y servicios del Estado, el comercio electrónico, servicios de educación y salud en línea, mecanismos de participación ciudadana, y el desarrollo del arte y la cultura, entre otros⁹⁹; incrementa el producto interno bruto y la creación de nuevos empleos en las diferentes economías y comunidades¹⁰⁰; todo lo cual contribuye al desarrollo económico y la inclusión social¹⁰¹.

Ahora bien, en Colombia, las redes móviles han presentado un proceso de actualización en los últimos años que ha sido fomentado desde el Gobierno Nacional a través de distintas subastas públicas del espectro radioeléctrico. Es así como para el año 2008 se otorgaron licencias a Comcel, Tigo y Movistar para operar la red 3G, lo que marcó un avance importante en términos de velocidad y servicios de datos complementando la oferta de servicios móviles. Posteriormente, en el año 2012, la empresa Une, luego de la adecuación de su infraestructura inició la operación de la licencia de la red 4G. En junio de 2013, luego del proceso de subasta del espectro radioeléctrico se concedieron las respectivas licencias a las empresas DirecTV, Avantel, Claro, Movistar y ETB, con el fin de que prestaran el servicio de 4G¹⁰², lo que de acuerdo con el MinTIC convirtió a Colombia en un actor importante de los servicios 4G en la región.

Durante el año 2019, el MinTIC desarrolló el Plan de Acción de la subasta del espectro radioeléctrico para las bandas de 700, 1900 y 2500 MHz¹⁰³, publicado en abril de 2019, en conjunto con la resolución de manifestación de interés. Con ello, el Gobierno Nacional busca incentivar la inversión en el sector con el propósito de ampliar la cobertura de conectividad, en especial para las zonas rurales más apartadas del país. En noviembre de 2019, el MinTIC publicó la Resolución No. 3078, a través de la cual realizó la apertura del proceso de asignación de espectro¹⁰⁴; y el pasado 20 de diciembre de 2019 se llevó a cabo la subasta de espectro radioeléctrico arrojando los siguientes resultados: Claro resultó adjudicatario de 20 MHz en la banda de 700 MHz y 30 MHz en la banda de 2.500 MHz; Tigo obtuvo 40

⁹⁹ BID (2018). La evolución de las telecomunicaciones móviles en América Latina y el Caribe. Disponible en: <https://digital-iadb.lpages.co/bid-invest-evolucion-de-las-telecomunicaciones-moviles/>. GSMA (2018). Study on Socio-Economic Benefits of 5G Services Provided in mmWave Bands. Disponible en: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/01/5G-mmWave-benefits.pdf>

¹⁰⁰ AGENCIA NACIONAL DEL ESPECTRO. *Documento de Consulta Pública sobre las Bandas de Frecuencia para 5G en Colombia*. 2018, p. 14.

¹⁰¹ La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD por sus siglas en inglés) y el Banco Interamericano de Desarrollo (en adelante, "BID") (2016), señalan que "La capacidad de la banda ancha para acelerar el desarrollo económico y social es un hecho admitido a escala mundial. Recientemente, la Organización de las Naciones Unidas (en adelante, "ONU") reconoció su importancia para los tres pilares del desarrollo —desarrollo económico, inclusión social y protección del medio ambiente (...)"'. Políticas de banda ancha para América Latina y el Caribe Un manual para la economía digital. Disponible en: [http://www.oecd.org/internet/broadband/lac-digital-toolkit/Home/BroadbandToolkitLAC_Spanish_Excerpt_WEB%20\(2\).pdf](http://www.oecd.org/internet/broadband/lac-digital-toolkit/Home/BroadbandToolkitLAC_Spanish_Excerpt_WEB%20(2).pdf)

¹⁰² Nota de prensa del MINTIC. 2013. Disponible en: <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-2031.html>

¹⁰³ Nota de prensa del MINTIC. 2019. Disponible en: <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-100446.html>

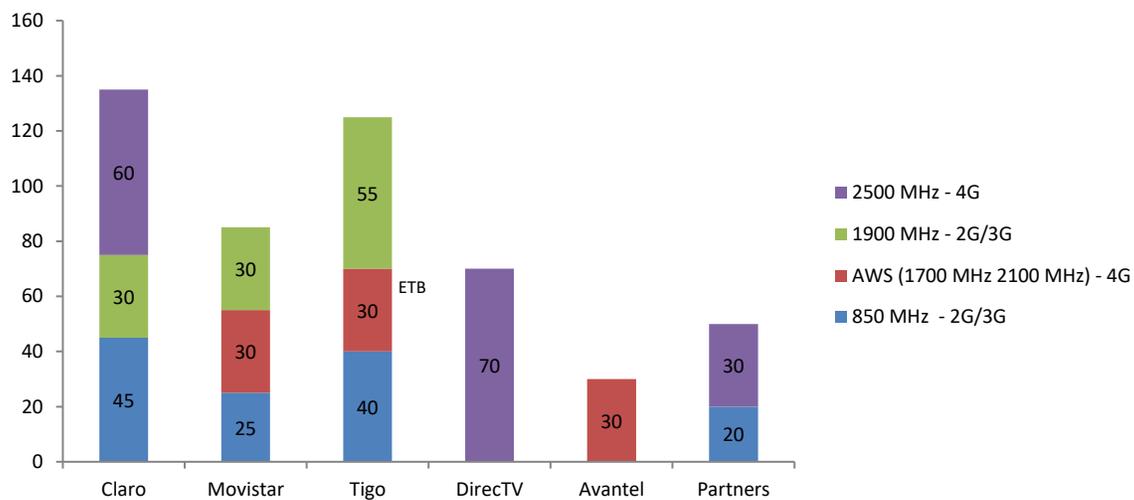
¹⁰⁴ Resolución MINTIC No. 3078 de noviembre 25 de 2019. Consultar en: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/116240:MinTIC-publica-resolucion-definitiva-que-da-apertura-al-proceso-de-subasta-del-espectro-en-las-bandas-de-700-1-900-y-2-500-MHz>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 42 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

MHz en la banda de 700 MHz; y Partners fue adjudicatario de 20 MHz en la banda de 700 MHz y 30 MHz en la banda de 2.500 MHz¹⁰⁵.

En el Gráfico 5 se muestra la actual asignación de las frecuencias del espectro radioeléctrico y las tecnologías de redes disponibles para los servicios móviles que se prestan en dichas bandas, incluyendo los resultados obtenidos de la subasta de espectro radioeléctrico realizada por el MinTIC el 20 de diciembre de 2019. Con estas nuevas asignaciones, Colombia pasó de tener tres operadores en 3G a seis operadores en 4G.

Gráfico 5. Estado actual de asignación de espectro para servicio móvil por PRST y banda de frecuencia

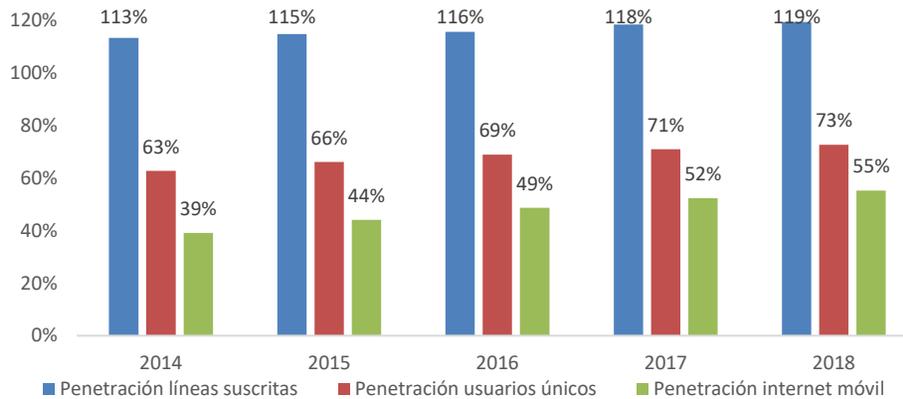


Fuente: MinTIC. Comunicado/ Resultados de la Subasta del Espectro Radioeléctrico. 20 de diciembre de 2019.

Ahora bien, con respecto a **la penetración** de líneas móviles suscritas, se encontró que supera el 100% de la población y en términos de usuarios únicos se encuentra alrededor de 70%. Pero, solo el 55% de la población tiene acceso al servicio de internet móvil (ver Gráfico 6).

¹⁰⁵ Nota de prensa del MINTIC. 2019. Disponible en: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/124713:Comunicado-Resultados-de-la-Subasta-del-Espectro-Radioelectrico>

Gráfico 6. Penetración de líneas móviles suscritas, usuarios únicos e internet móvil en Colombia 2014-2018



Fuente: Elaboración CRC con base en la información de Global Data y el monitoreo de servicios móviles de la CRC.

El Gráfico 6 muestra que, aunque se han logrado avances en términos de penetración de los servicios móviles y en específico, en el acceso a Internet móvil por parte de la población colombiana, la brecha digital en el país sigue siendo amplia.

Se ha identificado que con el fin de reducir la brecha digital es necesario superar las barreras a la conectividad móvil, asociadas a factores de oferta como el insuficiente despliegue de redes 4G y las brechas regionales en la instalación de tecnologías móviles avanzadas; y a factores de demanda como el amplio uso de teléfonos básicos y el limitado acceso a teléfonos inteligentes, entre otros¹⁰⁶.

A continuación, se estudia el estado actual de los factores mencionados y las limitaciones que implican para la conectividad móvil.

5.1.1 Despliegue de redes 4G en Colombia

En cuanto al diagnóstico del despliegue de redes móviles 3G y 4G, su análisis permite identificar cómo ha sido el proceso de modernización de las redes móviles en Colombia, así como contar con una aproximación a la cobertura del servicio de internet móvil a nivel nacional y regional. Los datos muestran que el número de sectores 2G tiende al estancamiento y declive, mientras que el despliegue de sectores

¹⁰⁶ West, D (2015). Digital divide: Improving Internet Access in the developing world through affordable services and diverse content. Center for Technology Innovation at Brookings.

3G y 4G viene en ascenso¹⁰⁷. Lo anterior indicaría que en los últimos cuatro años se ha venido adelantando un proceso paulatino de modernización hacia redes móviles de mayor capacidad en Colombia.

Como se observa en el Gráfico 7, entre 2015 y 2018 se ha generado un rápido despliegue de la red 4G, con 21.981 nuevos sectores instalados, un crecimiento de 118,8%. A pesar de ello, el número total de sectores 4G en 2018 alcanzaba solo 40.482, siendo esta la tecnología con menor participación (18,1%) con relación al total de sectores instalados por tipo de tecnología. Ahora bien, la red 3G al 2018 contaba con 131.619 sectores instalados, siendo esta la de mayor despliegue en Colombia; por lo tanto, en términos comparativos, los sitios 4G correspondían a la tercera parte de los sitios instalados para 3G al cierre del año 2018.

Con respecto a la red 2G, se observa que en el año 2018 había 1.831 sectores menos de esa tecnología que en el año 2015, cerrando el año con 51.479, lo que representa una participación de 23% en el total de sectores desplegados en nivel nacional.

Gráfico 7. Cantidad de sectores por tecnología móvil en Colombia 2015-2018



Fuente: Elaboración CRC con base en la información reportada por los PRSTM al MinTIC.

¹⁰⁷ Información sobre el número de sectores por tipo de tecnología, reportada por los PRSTM al MinTIC, de acuerdo con el formato 6 de la Resolución 3484 de 2012. No se incluye información reportada por ETB.

Lo anterior indicaría que el servicio de internet móvil es ofrecido en Colombia principalmente por la red 3G y en algunas zonas del país a través de la red 4G, especialmente en las grandes ciudades y cabeceras municipales, donde se concentran los sectores instalados.

En efecto, una revisión del despliegue de redes a nivel municipal permite identificar las zonas con mayor concentración de sectores LTE, así como aquellas que carecen de redes y servicios móviles. Para ello, se agruparon los municipios de acuerdo con 8 categorías y las tipologías de Entornos de Desarrollo establecidas por el DNP, conformadas por: entornos de desarrollo robusto, intermedio y temprano (ver Anexo 4). Los municipios que hacen parte del entorno de desarrollo robusto se caracterizan por concentrar la población urbana del país, contar con alta participación en la economía nacional, alta conectividad con otras regiones y elevada calidad de vida. Por su parte, los municipios agrupados en el entorno de desarrollo intermedio se caracterizan por ser ciudades intermedias, con calidad de vida modesta y baja generación de recursos propios. Finalmente, los municipios de entorno de desarrollo temprano se identifican por encontrarse apartados de los mercados y centros urbanos, con baja participación en el PIB nacional y población dispersa y rural¹⁰⁸.

Tabla 5. Despliegue de redes 4G por tipología de municipio y municipios sin cobertura de redes móviles 2018

Tipología Municipio	Número de municipios	Porcentaje Poblacional	Entorno de desarrollo	Participación sectores 4G	Municipios sin 4G	Municipios sin 3G	Municipios sin 2G
Especial*	1	16%	Desarrollo robusto	27%	-	-	-
A	5	16%		28%	-	-	-
B	63	19%		23%	-	-	-
C	158	15%	Desarrollo intermedio	11%	12	-	-
D	261	12%		6%	39	7	10
E	293	11%		3%	62	14	14
F	209	7%	Desarrollo temprano	2%	57	17	18
G	111	4%		1%	28	5	8
Total	1.101	100%		100%	198	43	50

Fuente: Elaboración CRC con base en la información reportada por los PRSTM al MinTIC y las tipologías de entornos de desarrollo definidas por el DNP.

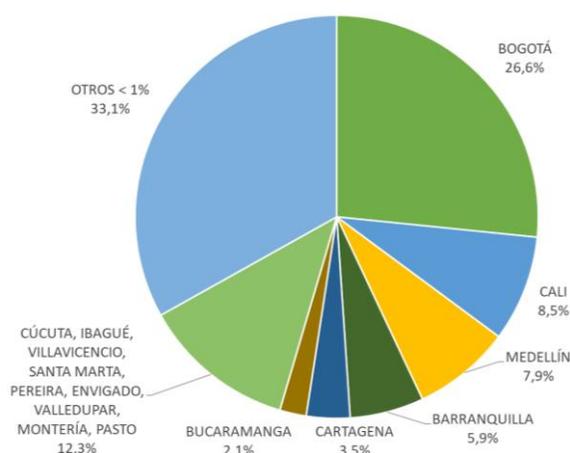
* La categoría "Especial" es propuesta en este análisis con el propósito de incluir a Bogotá en el análisis municipal. En las tipologías del DNP la capital es excluida del análisis municipal y considerada dentro del análisis departamental.

¹⁰⁸ DNP (2015). Tipologías Departamentales y Municipales. disponible en: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Tip-FormatoPublicacion%20\(tipolog%C3%ADas\)%2023.pdf?Web](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Tip-FormatoPublicacion%20(tipolog%C3%ADas)%2023.pdf?Web)

Como lo muestra la Tabla 5 los municipios de la tipología “Desarrollo robusto” concentraban al cierre del año 2018 la mayoría de los sectores 4G instalados en el país. En efecto, como se observa, más de la mitad del total de sectores 4G instalados en el país (55%) se encontraban ubicados en 6 de los 1.101 municipios, los cuales pertenecen a la tipología mencionada, estos a su vez agrupaban el 32% de la población colombiana para 2018. También se observa que en 320 municipios del país ubicados en la tipología de “Desarrollo temprano” se encuentran instalados solo el 3% de los sectores 4G. Lo anterior evidencia que en términos de redes móviles existe una amplia brecha geográfica en el país. Al respecto, llama la atención que en esa tipología se encuentra una importante cantidad de municipios que no tiene instalada ninguna red móvil.

En esa línea, como se observa en el Gráfico 8, para el año 2018, Bogotá contaba con poco más de una cuarta parte del total de sectores 4G instalados (26,6%), seguida por Cali, Medellín, Barranquilla, Cartagena y Bucaramanga que sumaban en conjunto otro 27,9% del total de sectores LTE instalados.

Gráfico 8. Distribución de municipios según sectores 4G – 2018



Fuente: Elaboración CRC con base en la información reportada por los PRSTM al MinTIC.

El Gráfico 8 también muestra que otros 9 municipios cuentan en conjunto con el 12,3% de los sectores, esto es, con menos del 2% de los sectores 4G instalados cada uno y que los restantes 888 municipios participan individualmente con menos del 1% del total de sectores.

Ahora bien, en la Tabla 5 además se observa que la cantidad de sectores se reduce conforme disminuye la densidad poblacional de los municipios y su grado de desarrollo, y con ello también aumenta la cantidad de municipios sin redes móviles instaladas. También es importante destacar que los 69

municipios clasificados en Entorno de Desarrollo Robusto además de concentrar el 78% de los sectores 4G, tendrían presencia las 3 redes móviles.

Cabe mencionar que para el año 2018 se habían instalado sectores 4G en 903 de los 1.101 municipios con que cuenta Colombia, esto es, en el 82% del total. Lo cual implica que para el año 2018, aún 198 municipios del territorio colombiano (ver Tabla 5), donde habitan cerca de 2,3 millones de personas, no contaban con despliegue de redes móviles LTE.

En la Ilustración 6 se presentan los municipios que no tienen sectores 4G instalados, del análisis de esa información se encontró que en algunos departamentos se agrupa una cantidad sustancial de municipios sin despliegue de redes LTE, como son Boyacá con 44 municipios sin sectores 4G, Santander con 30 municipios, Cundinamarca con 17 y Nariño con 13.

Ilustración 6. Municipios sin sectores 4G instalados en Colombia - 2018



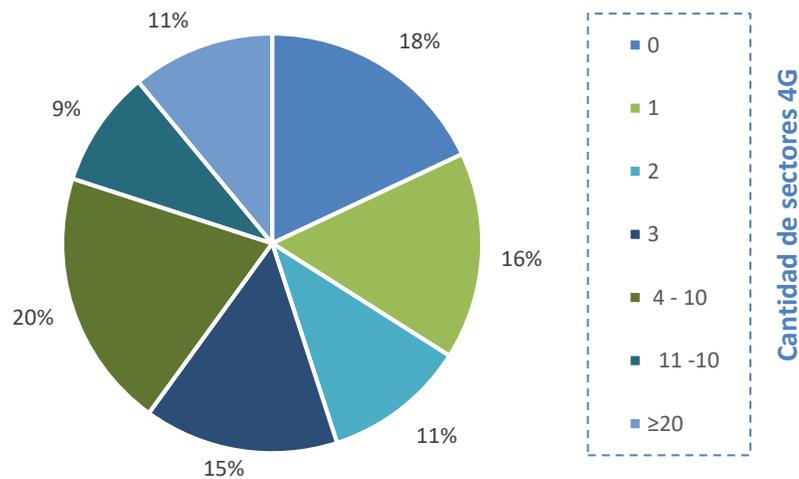
Fuente: Elaboración CRC con base en la información reportada por los PRSTM al MinTIC.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 48 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Por otro lado, en el Gráfico 9 se presenta la distribución del número de sectores 4G instalados en cada municipio. Como se observa, en el 18% de los municipios no se han instalado sectores 4G, y en cerca de la mitad de ellos (42%, es decir en 471 municipios) fueron instalados entre 1 y 3 sitios. Lo anterior es relevante, toda vez que el hecho de tener instalado un solo sector 4G en un municipio no es sinónimo de cobertura total, pues ello depende de la densidad poblacional y las características geográficas. De manera que es importante tener en cuenta que en una proporción significativa de municipios de Colombia el número de sitios LTE instalados es bajo (entre 1 y 3).

Gráfico 9. Número de sectores 4G instalados por municipio – 2018

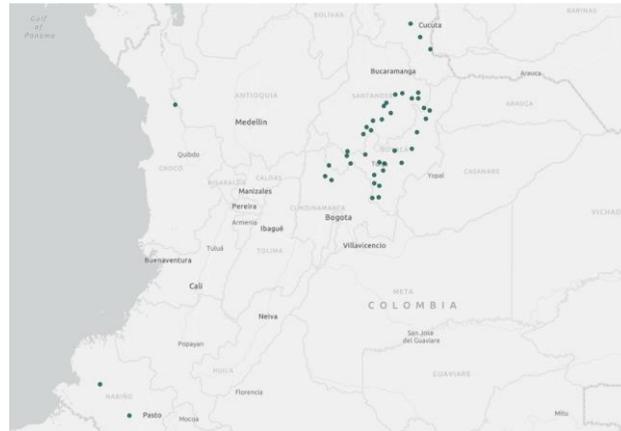
Porcentaje de municipios según cantidad de sectores 4G instalados



Fuente: Elaboración CRC con base en la información reportada por los PRSTM al MinTIC.

Adicionalmente, una revisión de los 198 municipios que no acceden a la red 4G muestra que 41 de ellos coinciden en que tampoco tenían instaladas redes 3G ni 2G con corte al año 2018. Lo anterior indica que, en 41 municipios colombianos, donde habitan cerca de 200 mil personas, no se ha desplegado ningún tipo de tecnología móvil (Ver Ilustración 7).

Ilustración 7. Municipios sin redes móviles instaladas en Colombia - 2018



Fuente: Elaboración CRC con base en la información reportada por los PRSTM al MinTIC.

En este punto es importante reiterar que, el MinTIC viene adelantando acciones encaminadas a incentivar la modernización de redes móviles y la ampliación de la cobertura de servicios móviles. Es así como, mediante la Resolución 3078 de 2019, el MinTIC estableció que los PSRT que resulten asignatarios de permisos de uso del espectro radioeléctrico en la banda de 700 MHz, como resultado del proceso de subasta realizado, deben garantizar la modernización tecnológica de sus redes móviles en aquellos municipios de menos de 100 mil habitantes, así como la ampliación de la cobertura del servicio móvil en dichas localidades, todo lo anterior con el ánimo de incentivar la conectividad móvil en los municipios más apartados del país¹⁰⁹, contribuyendo así con el aumento y aceleración del despliegue de la red 4G en estos municipios.

En efecto, de acuerdo con lo informado por MinTIC con posterioridad a la realización de la subasta del espectro radioeléctrico del 20 de diciembre de 2019, se espera que "los tres operadores adjudicatarios de la banda 700 MHz, llevarán internet móvil 4G a 3.658 localidades en zonas rurales de los 32 departamentos del país (...) y estarán operativos en menos de cinco años"¹¹⁰.

Finalmente, con respecto al despliegue de las redes móviles 5G, las cuales están en etapa temprana de adopción a nivel mundial, cabe mencionar que en diciembre de 2019 el MinTIC publicó el Plan 5G en el cual aborda, entre otros temas, los principales retos para su despliegue y las estrategias y líneas de acción necesarias para la implementación de esta nueva tecnología en Colombia. Dentro de las cuales

¹⁰⁹ MINTIC. Artículo 23 de la Resolución 3078 de 2019 "Por la cual se declara la apertura y se establecen los requisitos, las condiciones y el procedimiento para participar en el proceso de selección objetiva mediante el mecanismo de subasta, para otorgar permisos de uso del espectro radioeléctrico a nivel nacional, en las bandas de 700 MHz, 1900 MHz y 2500 MHz".

¹¹⁰ Nota de prensa del MINTIC. 2019. Disponible en: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/124713:Comunicado-Resultados-de-la-Subasta-del-Espectro-Radioelectrico>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 50 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

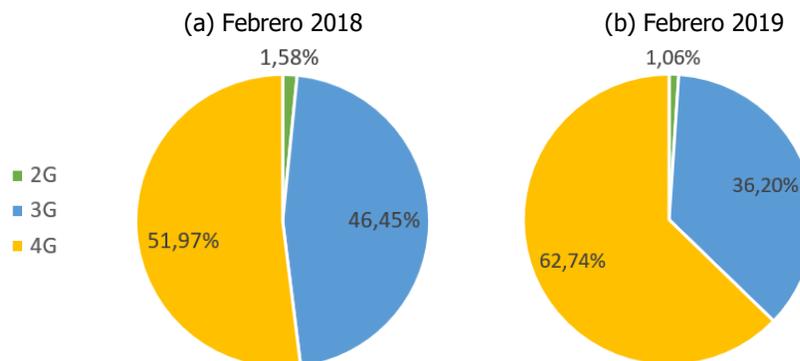
se encuentra la elaboración de un diagnóstico sobre las necesidades de intervención de política pública, regulatoria, y normativa; la identificación de las bandas de espectro radioeléctrico necesarias para el despliegue eficiente; y el desarrollo de pruebas piloto de despliegue de esta tecnología.

5.1.2 Uso de las redes móviles en Colombia: Tráfico de voz y datos

Variables como el tráfico de voz y de datos por tipo de tecnología permiten medir el uso efectivo de las redes móviles, así como la forma en la que se distribuyen los servicios móviles entre las diferentes tecnologías disponibles. En el presente análisis se utilizó información suministrada por los PRSTM para el mes de febrero de los años 2018 y 2019¹¹¹. Primero se analiza el tráfico de datos y posteriormente el tráfico de voz.

En general, se identificó que el tráfico de datos en Colombia aumentó en 42,9% en febrero de 2019 con respecto al mismo mes del año anterior. El Gráfico 10 muestra que el tráfico de datos en Colombia se distribuye entre las redes 3G y 4G. Como se observa, para el año 2019 la red 4G ganó más de 10 puntos porcentuales frente a la red 3G, cubriendo más del 60% del tráfico cursado.

Gráfico 10. Tráfico de datos según tecnología



Fuente: Elaboración CRC con base en la información reportada por los PRSTM.

Ahora bien, como se observa en la Tabla 6, una revisión detallada del tráfico de datos a nivel municipal, y según las tipologías de entornos de desarrollo, muestra un incremento generalizado para todas las tipologías en el tráfico de datos que cursó a través de las redes 4G en febrero de 2019 con respecto al mismo mes del año anterior, con aumentos de hasta 11 puntos porcentuales entre un año y otro en algunos grupos de municipios (ver tipologías F y G).

¹¹¹ Para objetividad en el análisis, el mes estudiado no debe presentar festividades o eventos que alteren en gran medida el comportamiento del tráfico nacional.

Tabla 6. Participación del tráfico de datos promedio por tipo de tecnología y tipología de municipio

Tipología Municipio	Número Municipios	Entorno de desarrollo	Febrero 2018			Febrero 2019			Municipios sin tráfico en 4G – feb 2019
			2G	3G	4G	2G	3G	4G	
Especial	1	Desarrollo robusto	0,7%	20,2%	79,1%	0,4%	18,5%	81,1%	-
A	5		1,3%	26,7%	72,0%	0,7%	25,0%	74,3%	-
B	63		1,4%	37,8%	60,8%	0,8%	33,7%	65,6%	-
C	158	Desarrollo intermedio	2,5%	50,6%	46,9%	1,3%	46,0%	52,6%	8
D	261		3,2%	63,5%	33,3%	1,9%	57,4%	40,7%	28
E	293		4,2%	73,2%	22,6%	2,5%	65,2%	32,3%	43
F	209	Desarrollo temprano	4,4%	78,7%	16,9%	2,7%	69,4%	27,9%	50
G	111		4,7%	82,2%	13,0%	2,9%	72,2%	24,8%	25
Total	1.101								154

Fuente: Elaboración CRC con base en la información suministrada por los PRSTM sobre tráfico de datos cursado durante el mes de febrero de los años 2018 y 2019.

En la Tabla 6 también se evidencian las disparidades entre regiones. En ciudades como Bogotá, Medellín y Cali, que hacen parte del entorno de desarrollo robusto, los datos cursan tráfico en más del 70% por las redes 4G, mientras que en los municipios de entorno de desarrollo temprano la situación es exactamente la inversa, los datos cursan tráfico en más de un 70% por las redes 3G instaladas; lo cual implica que los usuarios de estos municipios utilizan un servicio de internet móvil de menor velocidad y mayor latencia que el que ofrece la red 4G, lo cual puede limitar el acceso a algunos de los beneficios del servicio.

Adicionalmente, cabe mencionar que los PRSTM reportaron 154 municipios en los que no hubo tráfico de datos por redes 4G. De acuerdo con el análisis de la información, en 113 de ellos el servicio fue suministrado a través de las redes 3G; mientras que, de los 41 restantes, solo 1 municipio cursó tráfico de datos únicamente en 2G. De modo que 40 municipios no cursaron tráfico de datos a través de redes móviles (ninguno tiene infraestructura instalada).

En cuanto al tráfico total de voz, se encontró que entre febrero de 2018 y febrero de 2019 aumentó en 18%. Como se observa en el Gráfico 11, el tráfico de voz en Colombia cursa predominantemente a través de la red 3G, cuya participación a febrero de 2019 alcanzaba el 75,2%. En cuanto a la red 2G, se aprecia que el tráfico de voz que cursa por esa red ha disminuido en el último año; sin embargo, continúa representando el 21,1% del total de tráfico de voz nacional.

Gráfico 11. Tráfico de voz por tecnología



Fuente: Elaboración CRC con base en la información suministrada por los PRSTM

Los valores presentados en el Gráfico 11 para tráfico de Voz en 4G (VoLTE) responden al hecho de que esta tecnología aún no ha sido implementada por la totalidad de PRSTM, y que aún para aquellos que ya la implementaron, se deben cumplir condiciones para el establecimiento de una llamada de voz en 4G¹¹². De modo que, si bien se observa un crecimiento significativo de este servicio durante el último año, su masificación se convierte en otro de los aspectos a tener en cuenta por los PRSTM para la modernización de sus redes.

Tabla 7. Participación del tráfico de voz promedio por tipo de tecnología y tipología de municipio

Tipología Municipio	Número Municipios	Entorno de desarrollo	Febrero 2018			Febrero 2019		
			2G	3G	4G	2G	3G	4G
Especial	1	Desarrollo robusto	16,5%	80,2%	3,2%	11,2%	83,1%	5,7%
A	5		21,8%	75,0%	3,1%	13,4%	81,0%	5,6%
B	63		24,0%	73,9%	2,1%	15,8%	80,0%	4,2%
C	158	Desarrollo intermedio	32,9%	65,6%	1,5%	24,7%	72,5%	2,8%
D	261		40,6%	58,8%	0,7%	32,1%	66,4%	1,5%
E	293		47,4%	52,3%	0,3%	39,7%	59,4%	0,8%
F	209	Desarrollo temprano	52,5%	47,2%	0,3%	43,8%	55,3%	0,8%
G	111		56,2%	43,6%	0,2%	47,5%	52,1%	0,4%
Total	1.101							

Fuente: Elaboración CRC con base en la información suministrada por los PRSTM sobre tráfico de voz cursado durante el mes de febrero de los años 2018 y 2019.

¹¹² Que los teléfonos en ambos extremos de la llamada se encuentren en zona de cobertura 4G y operen bajo la red del mismo operador, entre otros.

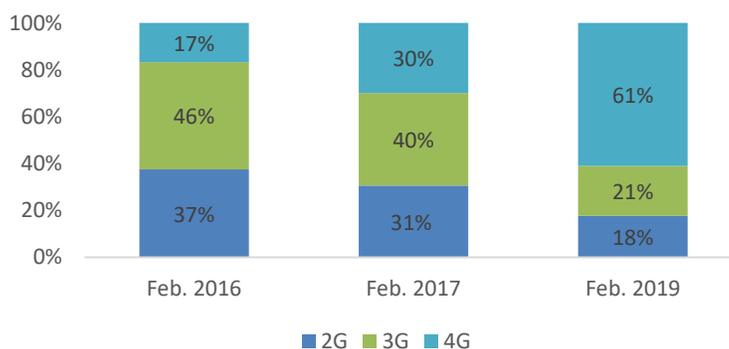
Por otro lado, el análisis a nivel municipal (Tabla 7), muestra que para febrero de 2019 en municipios de desarrollo temprano la participación del tráfico de voz cursado en 2G era significativa, superior al 40%, incluso en ciudades como Bogotá, superaba el 10%. Lo anterior es importante, ya que como se evidenció en las experiencias internacionales evaluadas en el capítulo anterior, la participación del tráfico de 2G, tanto en voz como en datos son indicadores relevantes a la hora de evaluar posibles escenarios de migración o apagado.

5.1.3 Acceso a teléfonos inteligentes

El acceso efectivo a las redes móviles no solo depende de la infraestructura desplegada, también de factores de demanda como la máxima tecnología soportada por el equipo móvil del usuario. En esta sección se estudia la evolución y participación de los Equipos Terminales Móviles (en adelante, ETM) activos en las redes, así como los ETM importados y homologados por la CRC. En todos los casos se analiza la información según máxima tecnología soportada, con el objetivo de determinar la medida en la que los ETM podrían constituir limitaciones o barreras a la conectividad.

A partir del procesamiento de los IMEI activos en las redes de los PRSTM durante el mes de febrero de 2019, se obtuvo el número total de **ETM activos**, la máxima tecnología soportada por esos equipos y el tipo de dispositivo móvil asociado. Con base en esos resultados y a partir de información disponible para periodos anteriores, se estudió, en primer lugar, la evolución de los ETM utilizados en Colombia.

Gráfico 12. ETM activos en Colombia según máxima tecnología soportada



Fuente: Elaboración propia con base en la información reportada por los PRSTM

Como se observa en el Gráfico 12, la participación de los ETM activos que soportaban 2G como máxima tecnología se redujo en cerca de 20 puntos porcentuales al comparar el mes de febrero de 2019 con el mismo mes del año 2016. Mientras que los ETM activos en capacidad de conectarse a redes 4G aumentó sustancialmente, pasando de 17% en febrero de 2016 a 61% en febrero de 2019. Lo anterior muestra

que para los periodos analizados se habría presentado un reemplazo progresivo de ETM con máxima capacidad para operar con tecnologías 2G y 3G a ETM con capacidad de operar en 4G.

Ahora bien, al discriminar los ETM por tipo de dispositivo móvil se encontró que la mayoría corresponden a teléfonos móviles, esto es el 91%. El restante 9% agrupa diferentes tipos de dispositivos que operan utilizando redes móviles como: asistentes personales, tablets, modems y equipos IoT, entre otros.

En general, frente al cuestionamiento sobre las barreras a la conectividad derivadas de la capacidad técnica de los ETM se identificó que, del total de ETM activos durante febrero de 2019 (51,8 millones de equipos), el 18% soportaban máximo la tecnología 2G, esto quiere decir que cerca de 9,2 millones de equipos/usuarios tenían un muy limitado servicio de internet móvil. Así mismo, otro 21% de los ETM tenían capacidad máxima para operar en tecnología 3G, lo cual se traduce en que otros 11 millones de equipos/usuarios solo podían conectarse a internet móvil a través de 3G. En suma, cerca de 20,2 millones de ETM en Colombia (el 39% del total) no podían operar en las redes 4G.

Adicionalmente, es relevante mencionar que si bien el 61% de ETM (31,6 millones) en Colombia podían operar en 4G al mes de febrero de 2019, no estaban efectivamente conectados a internet móvil en 4G. En efecto, para el año 2018 sólo se conectaron a internet móvil a través de la tecnología 4G un total de 16,1 millones de usuarios (el 58,6% del total)¹¹³. Lo anterior podría estar asociado a factores como la disponibilidad de las redes móviles en la zona donde se ubica el usuario, la capacidad adquisitiva frente al costo del servicio, el nivel educativo del usuario y sus preferencias, entre otros.

Ahora bien, luego de estudiar las tendencias en cuanto a teléfonos activos en las redes móviles, se procede a analizar las importaciones de teléfonos móviles según el tipo de ETM y tecnología, con el fin de establecer el **nivel y proporción de importaciones** de equipos 2G frente a tecnologías más avanzadas.

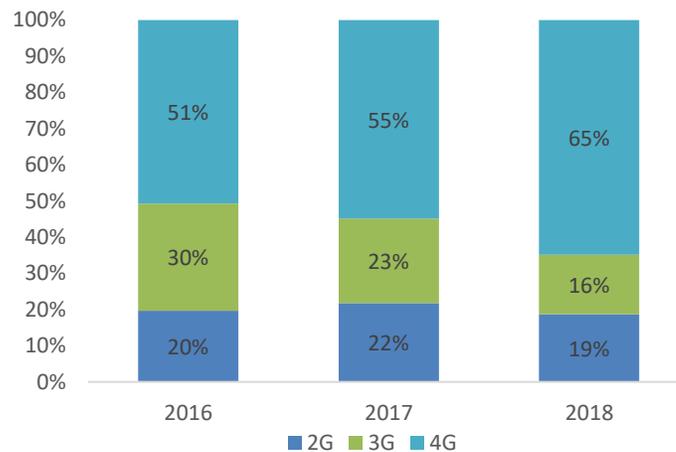
En Colombia, cuando un importador requiere traer ETM al país, debe realizar primero una consulta de IMEI a través del Ministerio TIC quien a su vez valida con el Administrador de la Base de Datos¹¹⁴-ABD- de equipos móviles, sobre la no existencia previa de registros o reportes de robo o extravío de cada terminal. Es así como según la información reportada al ABD, en el año 2018 se importaron 24,4 millones de ETM.

¹¹³ Colombia TIC.

¹¹⁴ Informática El Corte Inglés Sucursal Colombia, es el administrador que gestiona el uso de las bases de datos de los Equipos Terminales Móviles.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 55 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

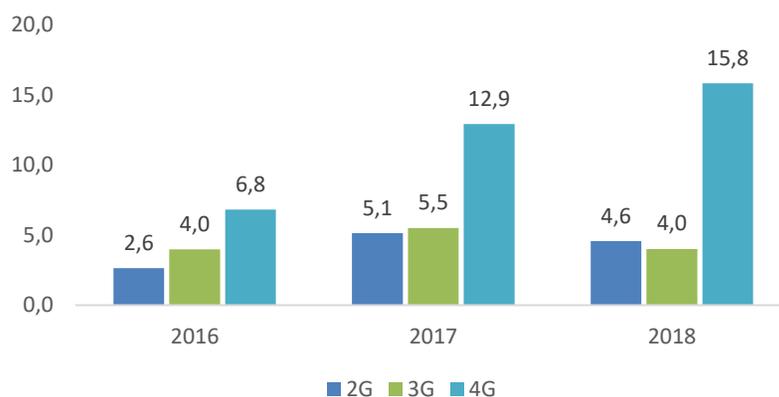
Gráfico 13. Participación de ETM importados según máxima tecnología soportada



Fuente: Elaboración CRC con base en la información suministrada por el Corte Inglés.

Como se observa en el Gráfico 13, la participación de los ETM importados en capacidad de conectarse a redes 4G ha crecido, pasando de 51% en 2016 a 65% en 2018. Mientras que el porcentaje de ETM importados que soportaban 2G como máxima tecnología se mantuvo constante alrededor de 20% para los años 2016 a 2018. Lo anterior muestra que sigue ingresando al país una importante cantidad de equipos 2G, 2 de cada 10 ETM importados eran 2G.

Gráfico 14. Cantidad de ETM importados según máxima tecnología soportada (cifras en millones)



Fuente: Elaboración CRC con base en la información suministrada por el Corte Inglés.

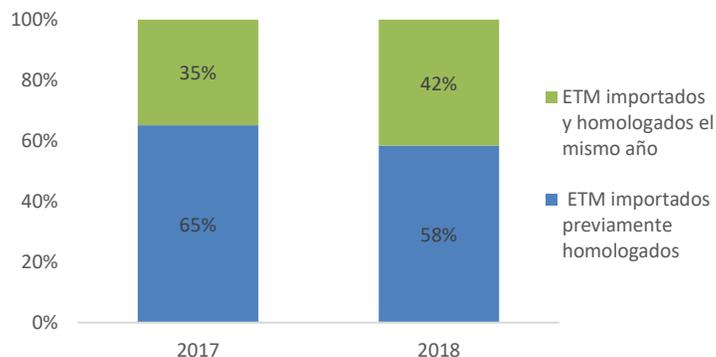
En línea con lo anterior, como se observa en el Gráfico 14, llama la atención que la cantidad de ETM importados que soportan máximo 2G pasó de 2,6 millones a 4,6 millones entre 2016 y 2018, esto quiere decir que entre un año y otro se importaron 2 millones más de ETM 2G. No obstante, cabe resaltar que la mayor cantidad de importaciones de ETM se ha dado en la tecnología 4G, cerrando el año 2018 con 15,8 millones de equipos.

En síntesis, los ETM de tecnología 2G mantienen una participación sustancial dentro del total de las importaciones, lo cual podría verse como una limitación para la conectividad móvil, una vez sean puestos en venta y activados en las redes.

Finalmente, se estudia la **homologación de ETM**, un requisito que deben cumplir los equipos ante la CRC para ser activados en las redes móviles. En este punto se aclara que no todos los modelos que ingresan por importación son homologados en el periodo justo de su ingreso, debido a que una cantidad de modelos ya habían surtido previamente su proceso de homologación. Por lo anterior, la cantidad de ETM importados cada año se divide en: (i) equipos cuyos modelos fueron previamente homologados y; (ii) equipos cuyos modelos son homologados el mismo año en que son importados.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el Gráfico 15 se encuentra la evolución de la participación porcentual de la cantidad de ETM según el año de homologación. Como se observa, entre 2017 y 2018 la proporción de ETM importados cuyos modelos no habían sido homologados en periodos anteriores aumentó, pasando de 35% a 42%. Dentro de ese conjunto de ETM cuyos modelos fueron homologados en 2018, el 83% eran tecnología 4G y solo 10% soportaban máximo la tecnología 2G. Lo anterior indica que la mayoría de los equipos 2G importados son de modelos que habían sido homologados en años anteriores.

Gráfico 15. ETM importados discriminados por el año de homologación



Fuente: Elaboración CRC con base en información del Corte Inglés, GSMA y CRC.

En conclusión, el análisis de los ETM activos e importados por tipo de tecnología indica que, si bien el uso de equipos 2G viene en descenso, es innegable que siguen siendo utilizados y demandados por una

importante proporción de los usuarios de los servicios móviles en Colombia, lo cual restringe la conectividad móvil. Con respecto al proceso de homologación, se encontró que la mayoría de ETM importados que soportan máximo 2G ya habían sido homologados en periodos anteriores.

5.2 Los servicios M2M e IoT en las redes móviles

Las nuevas tecnologías para redes móviles contribuyen con mejoras en productividad para empresas de todos los sectores, monitoreo de riesgos y de indicadores ambientales en tiempo real, entre otros. En Colombia, la demanda de servicios de IoT empresarial está limitado a implementaciones a mediana escala en los sectores como: transporte, agroindustria, seguridad, energía, banca, Gobierno y salud, para los segmentos como telemetría, GPS vehicular, datáfonos, domótica, sensores industriales, etc.

Es por esto que, según la información reportada entre los distintos PRSTM, se calcula que operan alrededor de 776 mil dispositivos bajo tecnología M2M y 302 mil dispositivos de IoT¹¹⁵ en las redes de acceso 2G, 3G y 4G. A su vez, algunos proveedores de red están adecuando sus redes con el fin de disponer de las redes LPWA (NB-IoT y LTE Cat-M1) para soportar las demandas actuales de las aplicaciones de IoT. Sin embargo, comentan que el desarrollo y despliegue de IoT no depende solo del proveedor de red, sino de la dinámica de la industria para implementarlos, los PRSTM deben estar a la vanguardia tecnológica y acompañar a las empresas en su proceso de transformación digital.

No obstante, el parque automotor colombiano que dispone de un sistema de Localización Vehicular Automatizada (AVL¹¹⁶) cuenta con dispositivos donde el 90% operan en la red 2G, siendo el 10% restante cubierto por la red 3G¹¹⁷. De igual manera, los datáfonos inalámbricos, los dispositivos de control y gestión de flotas, de gestión de paquetería y fuerza de ventas hacen uso de la red GPRS¹¹⁸. La amplia cobertura ofrecida por la red 2G, los bajos costos de los equipos bajo esta tecnología y la similitud de ventajas de la red 2G respecto a la 3G para este tipo de servicio, son las principales causas por las cuales continúa la operación de la mayoría de estos dispositivos en la red 2G.

5.3 Conclusiones sobre el diagnóstico de las redes móviles en Colombia

- El análisis sobre el despliegue de redes móviles en Colombia muestra que, aunque la instalación de redes 4G a nivel nacional ha crecido sustancialmente, el número de sitios 4G sigue siendo relativamente bajo y se concentra en las grandes ciudades y cabeceras municipales en donde se encuentra la mayor densidad poblacional. Se identifica que en 198 de los municipios colombianos no se han instalado sitios 4G y que en 41 de ellos no se ha desplegado ninguna

¹¹⁵ Información remitida a la CRC por los diferentes proveedores de red móviles en el país.

¹¹⁶ Acrónimo de su denominación en inglés, Automatic Vehicle Location

¹¹⁷ Federación colombiana de Localización, Monitoreo y Tecnologías Afines (FEDETEC). 2019. Rad 2019805800

¹¹⁸ Comentario al Documento de Formulación de Estudio de Modernización de redes móviles en Colombia. Bismark Colombia S.A.S. 2019.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 58 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

modalidad de tecnología móvil. Adicionalmente, se encontró que manera que en una proporción significativa de municipios de Colombia el número de sitios 4G instalados es bajo (entre 1 y 3).

- Con respecto al uso de las redes móviles, el estudio indica que el tráfico de datos a través de redes 4G ha crecido significativamente en todos los municipios, no obstante, se evidencian grandes disparidades regionales. En efecto, en los municipios con entorno de desarrollo robusto la mayoría del tráfico de datos cursa por la red 4G, mientras que en los municipios de menor desarrollo la mayoría del tráfico de datos cursa por la red 3G, el cual presta un servicio de menor velocidad y mayor latencia en comparación con la 4G. Se destaca que en 874 municipios del país más de la mitad de las conexiones a internet móvil se realizaron a través de la red 3G y en 111 de ellos más del 70% de los usuarios se conectaron utilizando esa red. En cuanto al servicio de llamadas móviles, se encontró que, aunque el tráfico de voz que cursa por la red 2G ha tendido al descenso, sigue participando con una quinta parte del total. En contraste, el tráfico de voz en la red 4G es sustancialmente bajo y predomina la red 3G en la prestación de este servicio, pues a través de ella cursa más del 70% del tráfico de voz. Se destaca que en 613 municipios del país cerca de la mitad de las llamadas móviles se hicieron utilizando la red 2G.
- Finalmente, el análisis sobre la tecnología soportada por los ETM activos e importados en Colombia, muestra que aproximadamente 4 de cada 10 ETM activos en Colombia no pueden operar en las redes 4G debido a que la máxima tecnología que soportan es inferior a ésta. Por otro lado, a pesar de que el 61% del total de ETM soportan 4G, solo se estarían conectando a internet móvil la mitad de ellos. Con respecto a las importaciones de ETM, se encontró que la proporción de equipos 2G que se importan sigue siendo alta, es decir, de un 20%; se concluye entonces que los ETM 2G siguen siendo utilizados y demandados por los usuarios de los servicios móviles en Colombia. En cuanto a la homologación de ETM, se encontró que la mayoría de los equipos 2G importados ya habían sido homologados en años anteriores al de importación.

6. Escenarios de modernización de redes móviles y tendencias en Colombia

Con fundamento en el análisis de las experiencias internacionales y el diagnóstico sobre el estado actual de las redes móviles en Colombia, en esta sección se proponen y caracterizan los escenarios alternativos para la modernización de las redes móviles y se analiza la situación de Colombia bajo ese contexto.

De acuerdo con lo expuesto en las secciones anteriores de este documento, la modernización de redes puede entenderse como un proceso de transición progresiva, en el cual redes móviles de distinta generación pueden coexistir en el tiempo. En ese proceso, por razones de eficiencia, redes de menor capacidad y potencialidad pueden ser reemplazadas por aquellas que ofrecen mejores y más avanzadas funcionalidades técnicas.

En distintos países del mundo, la coexistencia de redes ha conducido al despliegue de las tecnologías 2G, 3G, 4G e incluso 5G al mismo tiempo, lo que ha permitido disponer de ellas en simultáneo en algunas zonas geográficas, donde la banda de frecuencia utilizada para cada red, entre otros, define

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 59 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

sus niveles de cobertura. De esta manera, es posible, por ejemplo, conectarse a una red en un área determinada y luego cambiar a una red inferior o superior si se sobrepasa el límite de cobertura establecida para dicha red.¹¹⁹

Por su parte, como ya se explicó, en países como Australia, Brasil, Canadá, Corea del Sur, Estados Unidos, México y Singapur, algunos PRSTM han iniciado, o incluso finalizado, el apagado de la red 2G, debido a la posibilidad de reutilización de las frecuencias en redes de superiores capacidades y, gracias a ello, la posibilidad de brindar una mayor oferta del servicio de internet móvil, además por el ahorro económico derivado de la disminución de costos de mantenimiento y operación de redes de múltiples tecnologías¹²⁰. En contraste, en España y otros países europeos, los operadores han optado por apagar la red 3G, en razón a que consideran que es más eficiente conservar la red 2G debido al elevado despliegue realizado en servicios del tipo M2M e IoT que operan bajo esta tecnología. En dichos casos, el proceso de modernización de las redes móviles se ha llevado a cabo de manera natural, sin la mediación o intervención regulatoria o gubernamental¹²¹, resultado de la iniciativa propia de los operadores y de las tendencias del mercado en el uso de las redes móviles.

De acuerdo con lo anterior, se identifican al menos tres escenarios en los procesos de modernización de redes móviles:

- En el primer escenario ningún operador ha apagado ninguna de sus redes móviles y se caracteriza por la coexistencia de las diferentes tecnologías.
- En el segundo escenario también coexisten las diferentes tecnologías, pero alguno(s) de los PRSTM ha(n) optado por apagar su red 2G, asignando parte de la red para servicios IoT y M2M.
- En el tercer escenario, coexisten las diferentes tecnologías, pero a diferencia del escenario 2, alguno(s) de los operadores ha(n) optado por apagar su red 3G.

Como se observa, en todos los escenarios se parte de la coexistencia de las diferentes tecnologías de redes móviles, debido a que la decisión de dismantelar y apagar una red ha sido, principalmente, discrecional de cada uno de los operadores en cada país. En esa línea, el escenario de total apagado de una de las redes móviles depende de que todos los PRSTM de un país hayan decidido adelantar ese proceso y que haya culminado en todos los casos¹²².

En la Tabla 8 se encuentran los escenarios de modernización de redes identificados y las condiciones requeridas en cada caso.

¹¹⁹ Recomendación UIT-T E.600. Handover o transferencia: "En los sistemas móviles celulares, cambio, ordenado por el sistema, de la asociación imperante entre una conexión establecida y un canal en el segmento radioeléctrico abarcado por una célula. El cambio puede tener como consecuencia una asociación entre la conexión y un nuevo canal, ya sea en la misma célula o en una célula distinta."

¹²⁰ Ver sección 4 sobre experiencias internacionales.

¹²¹ Salvo los casos de Corea del sur y Singapur.

¹²² Casos de Australia y Corea del Sur.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 60 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Tabla 8. Escenarios de modernización de redes móviles

Condiciones	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Características	Ningún PRSTM ha apagado ninguna de sus redes	Alguno(s) de los PRSTM ha(n) optado por apagar su red 2G	Alguno(s) los operadores ha(n) optado por apagar su red 3G
Usuarios de las redes móviles	La proporción de usuarios de las redes 2G y 3G es superior a 1%	Proporción de usuarios de 2G inferior a 1%	Los usuarios de 3G pueden ser atendidos por las redes 2G y 4G
Servicio de voz	Prestado en su mayoría en 2G y 3G	Prestado por 3G y VoLTE	Prestado por 2G y VoLTE
Servicio de datos	Prestado en su mayoría en 3G y 4G	Prestado en su mayoría en 3G y 4G	Prestado en la red 4G
Servicios IoT y M2M	Prestado por 2G, 3G y 4G	Alternativas: 1. Dejar parte de la red 2G para prestar los servicios. 2. Prestarlos en la red 4G	Prestado en las redes 2G y 4G
Estrategias de modernización	Los PRSTM deben estimar proyecciones de tendencias de usuarios, ETM y despliegue de redes por tipo de tecnología y a partir de allí desarrollar un plan de inversión en redes móviles.	Se plantea apagado. Los PRSTM desarrollan con anticipación: 1. Plan de comunicaciones 2. Plan de reemplazo de ETM 3. Ampliación de cobertura 4G	Se plantea apagado. Los PRSTM desarrollan con anticipación: 1. Plan de comunicaciones 2. Plan de reemplazo de ETM 3. Ampliación de cobertura 4G

Fuente: Elaboración CRC con base en el análisis de experiencias internacionales.

En el primer escenario de modernización de redes móviles, la tecnología 4G sigue en proceso de implementación y coexiste con tecnologías 2G y 3G ya desplegadas. Como se observa en la Tabla 8, en este caso ningún operador ha apagado totalmente sus redes 2G o 3G debido a que la cantidad de usuarios y tráfico de voz y datos en esas redes sigue siendo sustancial.

Con respecto al segundo escenario, de acuerdo con las experiencias internacionales, para que un PRSTM contemple el apagado de su red 2G, una de las principales condiciones que deben cumplirse es que la proporción de usuarios de esa tecnología sea muy baja, normalmente inferior a 1%¹²³. Y que el tráfico de los servicios móviles, particularmente el de voz, pueda ser conducido a través de redes superiores a la 2G. Por último, con el fin de no afectar el acceso de los usuarios a los servicios móviles, es necesario que el operador desarrolle campañas de difusión del apagado y de reemplazo de ETM.

Finalmente, en el tercer escenario las condiciones son similares a las del segundo, aunque no se exige un mínimo de usuarios en la red 2G debido a que la red que se busca apagar es superior, no obstante, en este caso es necesario garantizar que todo el tráfico del servicio de internet móvil sea prestado a

¹²³ Criterio propuesto de acuerdo con las experiencias internacionales estudiadas en la sección 4 de este documento.

través de la red 4G. Esto implicará en algunos casos, la actualización de terminales de usuarios cuyo terminal no soporta 4G.

Luego de caracterizar los escenarios de modernización de redes móviles, se procede a analizar las tendencias de Colombia en términos de uso de los servicios móviles y despliegue de redes, con el fin de identificar en cuál de esos escenarios se ubica en la actualidad y cuál de ellos podría desarrollarse en el futuro.

En efecto, de acuerdo con los resultados del diagnóstico sobre la penetración, despliegue y usos de las redes móviles en Colombia que se encuentra en la sección 5 de este documento, se concluye que en la actualidad Colombia se encuentra en el primer escenario descrito de coexistencia de diferentes tecnologías móviles, pues las tecnologías 3G y 4G se encuentran en proceso de despliegue, en coexistencia con la tecnología 2G.

Además de lo anterior, el diagnóstico también muestra que actualmente en el país no se cumplen las condiciones requeridas para iniciar en el corto plazo la transición a escenarios de modernización de redes móviles en los que se apaguen la red 2G o la red 3G, especialmente debido a que la cantidad de usuarios de los servicios móviles que utilizan las redes 2G es 18% (ver Gráfico 12), muy superior a lo referenciado a nivel internacional. A su vez, el tráfico de voz y datos se sigue cursando en una importante proporción en las redes 2G y 3G, especialmente en los municipios de menor desarrollo socioeconómico (ver Tabla 6 y Tabla 7).

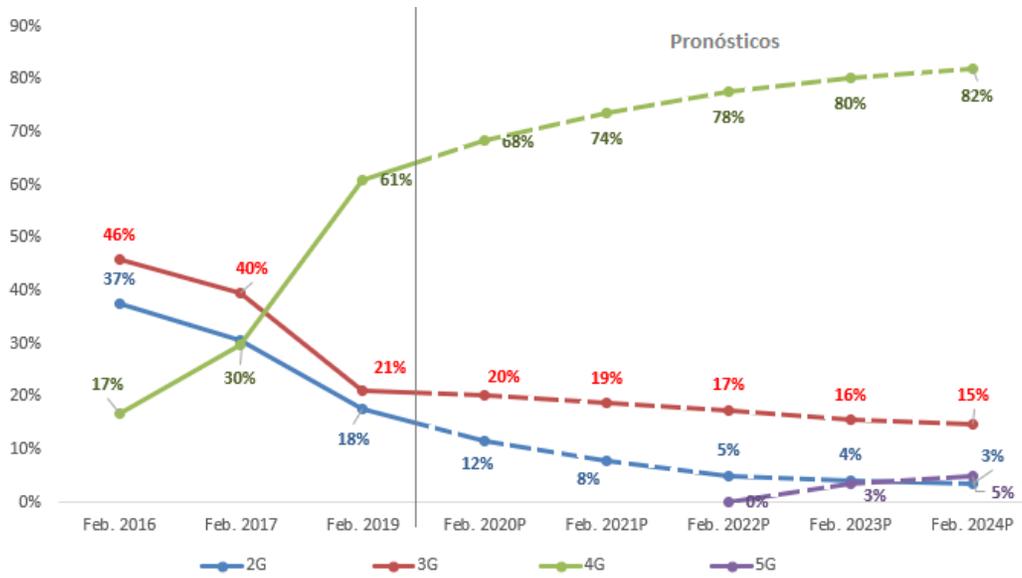
Frente a lo anterior, y considerando relevante estimar en qué momento se darían las condiciones que permitirían al país ubicarse en un escenario de modernización de redes distinto al actual, se analizaron las proyecciones de cantidad de ETM activos según la máxima tecnología soportada¹²⁴, como variable proxy de la cantidad de usuarios, debido a que la tecnología soportada por el equipo determina el acceso que tendrán los usuarios a las redes, independiente de si estos tienen más de una *sim card*.

Como se observa en el Gráfico 16, de acuerdo con las proyecciones estimadas, se espera que la cantidad de ETM activos en las redes cuya máxima tecnología es 2G disminuya progresivamente, pasando de 18% a 12% entre 2019 y 2020, alcanzando 8% en 2021, hasta llegar a 3% finalmente en 2024.

¹²⁴ Proyecciones realizadas con base en información y tasas de crecimiento reportadas por la organización *Globaldata* para Colombia. De acuerdo con *Globaldata* sus reportes se basan en la cobertura actual de redes y los planes de inversión a futuro de los operadores en cada país, los hábitos de consumo de los usuarios de cada país (uso de datos, penetración de smartphones, uso de apps móviles, etc), los planes de subasta de espectro, estados contables de los operadores, entrevistas con los principales agentes del mercado, información de entes gubernamentales y fuentes secundarias, entre otras. También hacen uso de su conocimiento regional y global, analizando las experiencias en países con perfiles similares.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 62 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Gráfico 16. ETM activos según máxima tecnología soportada – proyecciones



Fuente: Elaboración CRC con base en información de Global Data.

***P** simboliza valores pronosticados para los años identificados.

De acuerdo con lo anterior, se estima que de manera natural la cantidad de usuarios en la tecnología 2G va a continuar la tendencia de descenso, motivando a los operadores a iniciar un proceso de reemplazo de los sectores 2G.

Teniendo en cuenta estas proyecciones, y advirtiendo que en todo caso, como se ha mencionado previamente, el proceso de modernización de redes depende exclusivamente de las decisiones y del plan de inversiones de los operadores (y de acuerdo con ello puede darse de una manera más acelerada que la proyectada), se considera que si los PRSTM colombianos optaran por ubicarse en el segundo escenario podrían anunciar el inicio del proceso de transición del apagado de la red 2G¹²⁵ entre 2023 y 2024 cuando según las proyecciones, la cantidad de ETM activos con tecnología 2G alcanzaría entre 4% y 3%.

¹²⁵ Dejando solo parte de la red 2G para el uso de M2M e IoT, si es el caso.

Este margen de tiempo permitiría a los operadores adelantar campañas de comunicación y de promoción para el reemplazo de dispositivos con el fin de no afectar el acceso de los usuarios, tal y como ha ocurrido en otros países. Así como realizar las inversiones necesarias para que redes de tecnologías superiores garanticen el acceso de los usuarios a los servicios que eran cubiertos por la red 2G.

Se estima que, con las campañas de difusión y planes de reemplazo de ETM, se acelere la migración de usuarios a equipos de tecnologías superiores y, en conjunto con la ampliación de la cobertura a nivel regional, se logre disminuir la cantidad de usuarios de la red 2G al 1%, en el transcurso del periodo de transición hacia el apagado, como ocurrió en algunos de países estudiados. En efecto, de acuerdo con la experiencia de operadores de otros países, este proceso debería llevarse a cabo de manera gradual, con una duración aproximada de 2 años, por fases y áreas geográficas, según el uso de las redes, donde la cantidad de usuarios en 2G represente menos del 1% del total al momento de apagar la red.

En este punto es importante mencionar que, de acuerdo con lo identificado por esta Comisión en las mesas de trabajo realizadas con los agentes involucrados, en el proceso de modernización de redes del segundo escenario, los PRSTM deberían tener en cuenta los servicios prestados a clientes corporativos que utilizan la red móvil 2G en servicios M2M e IoT, como georreferenciación y telemetría, en zonas geográficas apartadas donde sólo hay cobertura 2G. Esto implica una evaluación minuciosa a nivel de clientes corporativos e integradores de servicios M2M e IoT, y en caso de decidir apagar la red 2G, determinar implicaciones a nivel de dispositivos conectados y servicios soportados que deberán ser migrados.

Cabe mencionar que, si bien en el presente análisis se utilizó como variable de seguimiento la cantidad de usuarios por tipo de tecnología, medida a través de la cantidad de ETM activos en las redes, los PRSTM podrían utilizar como variable guía y de seguimiento el tráfico de voz, de acuerdo con la metodología de fases de mercado por ámbito geográfico desarrollada por la CRC en el Anexo 5.1-A del Título Anexos de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Ahora bien, con respecto al tercer escenario en el que se propone apagar la red 3G, se considera que se trataría de una etapa de modernización de redes móviles avanzada que requiere un amplio despliegue de la red móvil 4G, de manera que todo el servicio de internet móvil pueda ser prestado a través de esa red, prescindiendo de la red 3G. En el caso de Colombia, como se concluyó en la sección previa de este documento, la red más desplegada en la actualidad es la 3G y es la que permite la conexión a internet móvil de la mayoría de los municipios de Colombia. Así las cosas, un escenario en el que predomine la red 4G tomaría tiempo y recursos, debido a que en 4 años solo se han incrementado en 20 mil los sectores 4G; a ese ritmo de crecimiento se necesitarían más de 10 años para alcanzar el número de sectores 3G que existen en la actualidad.

Sin embargo, se espera que como resultado de la adjudicación de la banda 700 MHz de la subasta de espectro radioeléctrico realizada por MinTIC el 20 de diciembre de 2019, se acelere el despliegue de la red 4G, especialmente en los municipios apartados de menor desarrollo socioeconómico. En efecto, se reitera, de acuerdo con lo manifestado por MinTIC, en referencia a los resultados de la subasta del

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 64 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

espectro: “uno de los resultados que el país verá a corto plazo es la actualización de las redes de comunicaciones móviles, las cuales pasarán de 2G y 3G hacia 4G”, lo anterior como consecuencia de la obligación que tienen los tres operadores adjudicatarios de la banda de 700 MHz de llevar internet móvil 4G a 3.658 localidades en zonas rurales de los 32 departamentos en menos de cinco años¹²⁶.

De este análisis de escenarios de modernización planteados, es importante adicionar que, a pesar de que se trata de un proceso que se ha venido desarrollando en el mundo de manera natural, puede ser acelerado por parte de los PRSTM, de conformidad con su estrategia de negocio, e incentivada por iniciativas provenientes tanto del Gobierno, por ejemplo, la subasta, como del regulador. En esa línea, la CRC, comprometida con el avance tecnológico, ha dispuesto una serie de incentivos regulatorios con el fin de promover la modernización de las redes móviles en Colombia, los cuales se analizan y describen en la sección que se encuentra a continuación.

7. Análisis del marco regulatorio expedido por la CRC relativo a redes y servicios móviles en Colombia

Esta sección tiene como propósito presentar la revisión integral realizada al marco regulatorio vigente expedido por la CRC, en donde se identificaron temáticas relevantes para analizar y valorar si son medidas regulatorias que podrían representar dificultades para que los PRSTM modernicen sus redes o si deberían armonizarse con las nuevas dinámicas que caracterizan a estos mercados y la evolución tecnológica, de lo cual, surgen las bases para presentar las recomendaciones propias de la CRC, así como las sugerencias a los demás actores involucrados que promuevan la modernización de las redes móviles en cualquiera de los escenarios propuestos para el país.

7.1. Revisión y análisis de la normatividad vigente

Teniendo como base las conclusiones del diagnóstico sobre las redes móviles en Colombia que se encuentran en la sección 5.3 de este documento, y con el fin de proponer las acciones regulatorias que la CRC deberá considerar para la promoción de la modernización de las redes móviles en Colombia, la Comisión definió una serie de criterios y fases para revisar y posteriormente analizar el marco regulatorio vigente compilado en la Resolución CRC 5050 de 2016, para así identificar aquellas medidas regulatorias que requerirían armonización.

Para estos efectos, en primer lugar, la CRC definió los siguientes tres criterios para la revisión del marco regulatorio expedido por la CRC e identificación de las temáticas que podrían verse afectadas, de manera preliminar, en cualquiera de los escenarios de modernización de redes móviles propuestos:

¹²⁶ Nota de prensa del MINTIC. 2019. Disponible en: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/124713:Comunicado-Resultados-de-la-Subasta-del-Espectro-Radioelectrico>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1		Página 65 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Investigación, Innovación	Revisado por: Desarrollo e	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019				

1. **Obstáculo para modernizar las redes móviles:** Se podría materializar cuando una medida regulatoria dificulte la adopción de redes móviles de 4ta generación o superiores a 4G por parte de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones Móviles.
2. **Afectación a la protección de los derechos de los usuarios de las telecomunicaciones:** Hace referencia a la existencia de medidas regulatorias expedidas por la CRC que pueden no estar contemplando escenarios de modernización de las redes móviles en Colombia y, en consecuencia, la protección de los derechos de los usuarios se podría limitar a tipos de tecnología específicos.
3. **Impacto en el crecimiento de servicios IoT y M2M:** Se podría materializar cuando una medida regulatoria pudiera estar dificultando el desarrollo de nuevos servicios o modelos de negocio de dispositivos móviles conectados entre sí.

En segundo lugar, se analizaron las temáticas definidas desde las perspectivas económica, jurídica y técnica, con el fin de determinar si se materializan los criterios definidos en las medidas regulatorias que constituyen cada una de las temáticas elegidas.

Finalmente, la CRC propone una serie de acciones que se consideran pertinentes para aquellas medidas regulatorias vigentes que, de conformidad con el análisis realizado, pudieran, de alguna manera, impactar el proceso de modernización de las redes móviles en el territorio nacional. En este punto es importante recordar que, en caso de que se considere necesario realizar modificaciones regulatorias por parte de esta Comisión, se efectuarían en cumplimiento de los pilares de mejora regulatoria que se han definido para el desarrollo de su actividad como regulador del sector TIC.

7.2. Análisis normativo

Sea lo primero advertir que el numeral 6 del artículo 2 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 3 de la Ley 1978 de 2019, define la neutralidad tecnológica como uno de los principios orientadores para el fomento, la promoción y el desarrollo de las TIC con el propósito de que el Estado, junto a los diferentes sectores de la sociedad contribuyan al desarrollo económico y social para incrementar la productividad, la competitividad, el respeto de los derechos humanos y la inclusión social en el país. Es así como este principio es un pilar fundamental en el que se basa el marco regulatorio de la CRC y del cual se sustenta el siguiente análisis normativo para garantizar la libre adopción de las tecnologías, que permitan la eficiente prestación de los servicios TIC.

De esta manera, de la revisión general y preliminar que realizó la CRC de todo el marco regulatorio, y en aplicación de la primera fase establecida para el mismo ejercicio, con el objetivo de identificar cuáles son las temáticas regulatorias que podrían verse afectadas en caso de que alguno de los escenarios de modernización de redes móviles en Colombia (asociados al apagado de una de las redes) se llevara a cabo, esta Comisión determinó que el análisis profundo debía efectuarse respecto a las siguientes materias:

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 66 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- Régimen de Protección a Usuarios TIC;
- Calidad de los Servicios TIC;
- Homologación de ETM;
- Compartición de infraestructura;
- Reportes de información periódica de redes y servicios móviles.
- Telecomunicaciones dentro del Sistema Nacional de Emergencias;
- Numeración de servicios semiautomáticos y especiales de marcación 1XY;

Así las cosas, a continuación, se presenta el análisis regulatorio sobre cada una de las temáticas mencionadas.

7.2.1. Medidas regulatorias para la protección de los usuarios TIC

Mediante el artículo 53¹²⁷ de la Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1978 de 2019, la Comisión recibe la facultad de expedir el régimen de protección de los derechos de los usuarios (RPU) de servicios de comunicaciones; régimen que está plasmado en el Título II de la Resolución CRC 5050 de 2016 y el cual contiene cada uno de los aspectos que garantizan la protección de los usuarios en el ofrecimiento de un servicio de comunicaciones. Por lo tanto, resulta relevante la evaluación de aquellos aspectos que son susceptibles a modificaciones durante la ejecución de los diferentes procesos de modernización o implementación de nuevas tecnologías propias de una red de telecomunicaciones, pues ante los escenarios de modernización planteados en la sección 6 de este documento y con la promoción del despliegue de nuevas tecnologías móviles, se debe analizar la inclusión de ETM que las soporten y la adopción de éstos por parte de los usuarios. Lo anterior teniendo en cuenta que, la regulación debe propender a minimizar las posibles afectaciones del servicio ofrecido a los usuarios.

Uno de los principios orientadores del citado régimen y que se encuentra contemplado en el artículo 2.1.1.2 de la Resolución CRC 5050, es el de libre elección, al otorgar al usuario la **libertad de elegir los planes, los servicios y los equipos utilizados** para acceder al servicio; principio que se encuentra acorde al principio de neutralidad tecnológica que trata el artículo 56 de la Ley 1450 de 2011 y el artículo 2.9.1. de la Resolución 5050, pues inhabilita a los operadores o al regulador de imponer el uso de ETM sobre el usuario, independientemente de la tecnología que éste utilice. Además, el artículo 2.1.9.4 de la resolución en comento contempla un incentivo para la adquisición de terminales que soporten tecnologías 4G o superiores; habilitando al operador para ofertar conjuntamente el servicio y el terminal únicamente para este tipo de ETM.

De lo anterior, la Comisión considera que la presente regulación en materia de usuarios no es un obstáculo para modernizar las redes móviles, pues la normatividad que trata sobre la materia no dificulta la adopción de redes superiores. De igual manera, tampoco habría afectación a la protección de los

¹²⁷ "ARTÍCULO 53. RÉGIMEN JURÍDICO. El régimen jurídico de protección al usuario, en lo que se refiere a servicios de comunicaciones, será el dispuesto en la regulación que en materia de protección al usuario expida la CRC y en el régimen general de protección al consumidor y sus normas complementarias en lo no previsto en aquella. (...)"

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1		Página 67 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Investigación, Innovación	Revisado por: Desarrollo e	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019				

derechos de los usuarios, pues la regulación vigente y como se verá más adelante, se están contemplando escenarios de modernización de las redes móviles en Colombia y al mismo tiempo los incentiva como en el presente caso, con la adquisición de terminales que soporten tecnologías 4G o superiores.

Por otra parte, y en lo que tiene que ver con el impacto en el crecimiento de servicios IoT y M2M, hay que traer de presente lo establecido en el artículo 2.1.1.1 de la Resolución 5050, pues en el marco del RPU, este solo es aplicable a todas las relaciones surgidas entre los usuarios y los PRST en el ofrecimiento de servicios de comunicaciones, en la celebración del contrato, durante su ejecución y en la terminación del mismo. No obstante, el citado régimen no es aplicable cuando el usuario sea una empresa, es decir de carácter corporativo; tal es el caso para las empresas que comercializan servicios IoT y M2M.

Ahora bien, los incentivos regulatorios antes mencionados contribuyen a que aumente la adopción de nuevas tecnologías, sin embargo, se hace igualmente necesario que aquellos operadores que procedan con la migración de sus redes implementen programas que faciliten a sus usuarios la adquisición de ETM que cumplan con las condiciones técnicas para su operación, posterior a los procesos de modernización de redes. Del mismo modo, con el ánimo de reducir la cantidad de usuarios afectados por procesos de modernización de redes como el mencionado, se recomienda que se realicen buenas prácticas por parte de cada operador que los esté ejecutando, tales como campañas de divulgación y promoción de actualización de equipos en cada una de las zonas objeto de posible afectación con un tiempo de anticipación prudente para tal efecto.

Durante la etapa posterior al apagado de una de las redes móviles por parte de un operador, se debe tener en consideración que existe la posibilidad de que las tecnologías manejadas difieran con las de los demás operadores que no se han sometido a este proceso. Bajo este entendido, se debe contemplar el escenario de portabilidad numérica móvil de aquellos usuarios que deseen hacer uso de esta herramienta para portarse entre operadores cuyas condiciones técnicas del servicio sean diferentes. Ante esto, se debe recalcar que acorde a lo mencionado en el régimen de portabilidad numérica, el numeral 2.6.2.5.4.3.3, del artículo 2.6.2.5 de la Resolución CRC 5050 de 2016, el cual contempla como obligación del operador receptor informar a los usuarios la existencia de posibles limitaciones tecnológicas relativas a los equipos terminales o a las condiciones del servicio ofrecido por el operador donante; por tal motivo, la regulación en materia de portabilidad prevé los posibles escenarios de modernización planteados en el presente documento.

En consecuencia, frente a las medidas regulatorias para la protección de los usuarios TIC y portabilidad numérica, la CRC concluye que no se cumplen los criterios definidos se la sección 7.1. para la revisión de la normativa vigente.

Por otro lado, se pone de presente que, actualmente se encuentra en ejecución el proyecto regulatorio denominado "Digitalización del Régimen de Protección de Usuarios de Servicios de Comunicaciones" el cual tiene como propósito de facilitar los trámites que actualmente realizan los usuarios de los servicios

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1		Página 68 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Investigación, Innovación	Revisado por: Desarrollo e	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019				

de comunicaciones, así como la forma en que estos pueden acceder a información puesta a su disposición. Igualmente, este proyecto responde a un nuevo enfoque introducido en la Ley 1978 de 2019¹²⁸ según el cual la intervención del Estado en el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones deberá velar por la promoción de la digitalización de los trámites asociados a la provisión de los servicios de comunicaciones.

Así, la CRC inició la fase de diagnóstico para la digitalización de trámites y publicó el documento denominado "Formulación del Problema" el 20 noviembre de 2019, el cual contiene un análisis de los elementos que limitan el uso de herramientas tecnológicas para la atención al usuario en la provisión de servicios de comunicaciones, así como una identificación de causas y consecuencias y un análisis de los agentes involucrados en la problemática identificada¹²⁹.

7.2.2. Medidas regulatorias en materia de calidad para la prestación de servicios TIC

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 3° del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 19 de la Ley 1978 de 2019, la CRC está facultada para expedir regulación de carácter general y particular respecto a los parámetros de calidad de los servicios TIC aplicables a todos los PRST. Haciendo uso de esta facultad la CRC expidió el régimen de calidad de servicios TIC, cuya versión vigente se encuentra compilada en el Capítulo 1 del Título V de la Resolución CRC 5050 de 2016, en el cual se establecieron los indicadores y las obligaciones regulatorias en materia de calidad de los servicios TIC que deben cumplir los mencionados proveedores.

En dicho régimen, se establecieron las condiciones para incentivar la mejora continua de los servicios y metodología para la realización de mediciones, dentro de las cuales, para servicios móviles, se destacan los indicadores de calidad para el servicio de telefonía (voz) y datos móviles (acceso a internet).

Teniendo en cuenta lo anterior, esta Comisión encontró que el régimen de calidad para servicios móviles contempla medidas que flexibilizan el cumplimiento de algunos indicadores, a continuación, se mencionan aquellos que se consideran de relevancia para el despliegue y modernización de las redes móviles.

Mediante el parágrafo del artículo 5.1.1.1 de la Resolución CRC 5050 de 2016, con el fin de promover e incentivar la provisión de los servicios de telecomunicaciones e incrementar su penetración, la CRC exceptuó el cumplimiento de algunos indicadores de calidad por parte de los PRST en la prestación de los servicios TIC en 876 municipios del territorio nacional. De esta manera, se flexibilizó la verificación del cumplimiento de los indicadores de calidad y planes de mejora para los servicios de telefonía y datos

¹²⁸ Numeral 1 del artículo 4o. de la Ley 1341 de 2009. Intervención del Estado en el Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

¹²⁹ CRC, Régimen de Reporte de Información Periódica. Árbol del problema y objetivos del proyecto. Recuperado de: https://www.crc.com.co/uploads/images/files/20191120-arbol-problema-objetivos-proyecto-RRR_AA_MD.pdf

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 69 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

móviles, entre otros, como un incentivo para que dichos proveedores amplíen su cobertura y ofrezcan servicios de mayor calidad en dichos municipios.

Entre los indicadores de calidad para servicios móviles exceptuados de su verificación están: i) de telefonía móvil: el porcentaje de intentos de llamadas no exitosas y de llamadas caídas para las redes 2G y 3G (artículo 5.1.3.1 de la Resolución CRC 5050 de 2016); ii) de datos móviles: gestores de desempeño de la red de acceso 4G y mediciones externas (artículo 5.1.3.3 de la Resolución CRC 5050 de 2016).

La información suministrada en la sección 5.1.1 permite evidenciar que el despliegue de sectores de tecnologías 3G y 4G ha aumentado a partir de la entrada en vigor de la excepción (febrero de 2018). Sin embargo, si bien la CRC ha realizado monitoreo de dicha medida, se sugiere que para obtener un diagnóstico concluyente es necesario continuar con las labores de observación de la excepción por un periodo no menor a 3 años a partir de la expedición del acto administrativo.

Es por esto que, el régimen de calidad busca generar incentivos para la modernización hacia tecnologías móviles cada vez más eficientes, esto es, redes móviles 4G o superiores, que a su vez tendría efectos positivos en la competencia en los mercados de TIC, al tiempo que beneficiaría a los usuarios que podrían contar con mejores condiciones de acceso a los servicios móviles, mayor conectividad.

Por otra parte, es importante advertir que la regulación expedida por la CRC en materia de calidad de servicios TIC ya contempla posibles escenarios de modernización de redes móviles en Colombia. En efecto, dentro de las obligaciones que los PRST deben cumplir respecto del régimen de calidad de los servicios TIC vigente, el numeral 5.1.1.3.8 de la Resolución CRC 5050 de 2016, exige que en escenarios de migración tecnológica que requieran la actualización de terminales, los PRST deben advertir por lo menos un (1) año antes a sus usuarios que la única red que soporta el servicio en su equipo será apagada y, además, ofrecer opciones para la sustitución de sus equipos terminales.

En otras palabras, en caso de materializarse un escenario de modernización en el que se apague una red móvil, los PRST deberán informar a los usuarios que acceden a tal red, con al menos un (1) año de antelación para su conocimiento y preparación, y ofrecerles opciones para la renovación de equipos móviles, con el fin de evitar la vulneración de sus derechos.

Finalmente, en el Anexo 5.1-A del Título Anexos de la Resolución CRC 5050 de 2016 se estableció una acción para incentivar la migración de las redes móviles, y con ello promover las inversiones en nuevas tecnologías, a la vez que se mantengan las condiciones de calidad para los usuarios con equipos terminales móviles de generaciones anteriores. Para el efecto se fijaron valores objetivo para los indicadores de red de acceso para el servicio de voz, que no sólo consideren los ámbitos geográficos de la medición, sino también el estado de madurez de la red, en función de su ámbito geográfico, y del nivel de madurez de un servicio dado el grado de evolución tecnológica y de uso de la red.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 70 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

De acuerdo con el mencionado Anexo, el nivel de madurez de una red móvil se determina mediante la aplicación de la metodología de fases de mercado¹³⁰, las cuales se clasifican como: introducción, crecimiento, madurez, declive, desmonte y apagado¹³¹. A partir de estas se establecen metas de cumplimiento según la fase en la cual se encuentre cada tecnología de acceso, y de acuerdo con el criterio de zonificación¹³² que se encuentra definido en el régimen de calidad. En este aspecto ya la CRC ha contemplado unos indicadores de disminución de tráfico que permiten identificar las fases de las redes, y es un punto de partida para que los PRSTM puedan realizar sus planes de comunicación a usuarios de la mano de migración de servicios.

En relación con los dispositivos que facilitan los servicios IoT y M2M, se debe tener en cuenta que los mismos son utilizados en su mayoría para la provisión de servicios corporativos y por lo tanto no se encuentran cubiertos bajo el régimen de calidad para los servicios de telecomunicaciones dado que las condiciones técnicas, económicas y jurídicas para este tipo de servicios son negociadas y pactadas de mutuo acuerdo entre las partes del contrato. Es así como se establece que el régimen de calidad vigente no representa una limitante para el crecimiento de estos servicios.

Por todo lo anterior, es claro que el régimen de calidad para los servicios móviles, en sus actualizaciones, primero incentiva la modernización y el despliegue de las redes móviles, esto a través de la flexibilización de los indicadores de calidad para la prestación de servicios móviles y la implementación de indicadores que identifiquen las fases de mercado para el servicio de voz según tecnología; y segundo, garantiza a los usuarios el acceso a los servicios móviles en caso de migración tecnológica.

En este sentido, frente a las medidas regulatorias en materia de calidad móvil, la CRC observa que no se cumplen los criterios de la sección 7.1, es decir no se evidencian obstáculos en la regulación vigente.

Ahora bien, con el objetivo de incentivar los nuevos desarrollos tecnológicos dentro del régimen de calidad, el Plan 5G del MinTIC ha identificado la necesidad de que la CRC con base a los resultados que arroje el presente diagnóstico de las redes móviles, elabore un estudio que genere los insumos para la futura actualización de este régimen con relación al servicio de telefonía móvil. Esta actualización deberá tener en cuenta la conectividad entre las personas y los diferentes dispositivos como IoT, los cuales pueden llegar a darse en un entorno sobre redes 5G.

Por su lado, la CRC ha manifestado su voluntad de utilizar mecanismos alternativos de regulación a través de proyectos (Sandbox Regulatorio) para identificar posibles mejoras al régimen de calidad. A su

¹³⁰ Modelo de mercadeo que mide el nivel de madurez del servicio en función de la evolución tecnológica y el grado de uso de la red evaluada. Tomado del documento Soporte de Revisión del Régimen de Calidad de Telecomunicaciones de 2016

¹³¹ Definido en el numeral C.2 FASES DE MERCADO. Anexo 5.1-A del Título ANEXOS de la Resolución CRC 5050 de 2016.

“Apagado: Esta fase inicia cuando el tráfico voz o su equivalente tiene una tendencia decreciente y es inferior al 5% del total. Los operadores deben haber advertido con por lo menos un año de anticipación a los usuarios, que el servicio en la única red que soporta su equipo será apagada y ofrecer opciones para la sustitución de equipos.”

¹³² Definido en el numeral C.3 DEFINICIÓN DE VALORES OBJETIVO-APLICABLES AL REPORTE Vs CUMPLIMIENTO. Anexo 5.1-A del Título ANEXOS de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 71 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

vez, en la Agenda Regulatoria 2020-2021 ha identificado las "*Mediciones de calidad como dimensión de la competencia*" para dar continuidad a las actividades que ya se vienen adelantando en materia de experiencia en los servicios móviles de voz y datos, así como de la percepción de la calidad de los usuarios sobre los servicios de comunicaciones, de modo que se incentiven acciones de mejora cuando sean requeridas.

7.2.3. Medidas regulatorias en materia de Homologación de ETM

De conformidad con lo establecido en el numeral 8 del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 19 de la Ley 1978 de 2019, la CRC asumió la función de determinar los estándares y certificados de homologación tanto internacional como nacional de equipos, terminales y bienes que son indispensables para la prestación de los servicios de telecomunicaciones dentro del territorio colombiano, además, de especificar los laboratorios autorizados que son parte del proceso de homologación.

Con base en lo anterior, las normas, requisitos y estándares del proceso de homologación aplicables a ETM están compiladas en el Capítulo 1 del Título VII de la Resolución CRC 5050 de 2016. De hecho, la facultad otorgada a los usuarios mediante el artículo 2.1.9.1 de dicha Resolución establece que pueden elegir el equipo terminal de su preferencia, siempre y cuando éste haya surtido el proceso de homologación ante la Comisión, con el fin de garantizar que el mismo es apto para operar en las redes del país en términos de bandas de frecuencia, y cumple con los niveles de emisión de radiación, ajustados a los niveles de tasa específica de absorción (SAR en inglés), definidos en la regulación.

Al respecto, como ya se mencionó, grupos de valor del presente estudio como CCIT, ASOMÓVIL, COMCEL, TELEFÓNICA y COLOMBIA MOVIL solicitaron a la CRC tomar las siguientes medidas: i) restringir la homologación de equipos que solo soporten tecnología 2G; ii) limitar la importación y comercialización de equipos que solo soporten tecnología 2G; iii) No activación en redes 2G a clientes nuevos, que no utilicen dicha red para soluciones M2M o IoT; y iv) la reducción de impuestos, aranceles y cargas tributarias a los ETM modernos.

Bajo este contexto, el análisis de esta sección pretende estudiar el régimen de homologación vigente con el objetivo de identificar si alguno de los tres criterios de revisión y análisis del marco regulatorio expedido, establecidos en la sección 7.1, se materializa. Para ello, a continuación, se tienen en consideración las experiencias internacionales y la participación de ETM homologados e importados por tipo de tecnología en los últimos 3 años en Colombia, detallados con anterioridad.

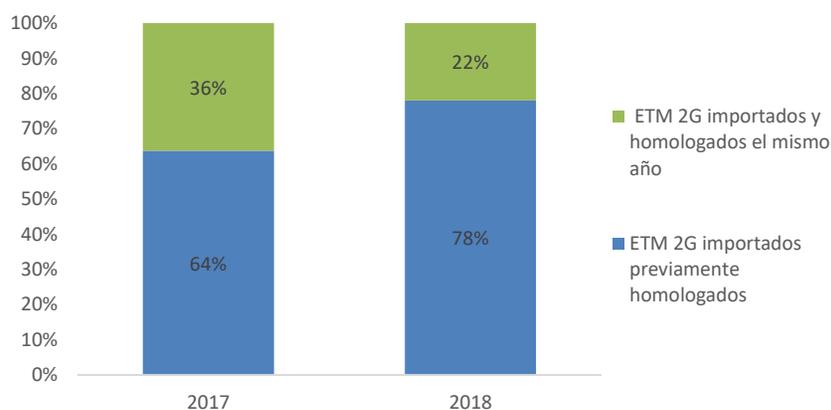
En relación con las experiencias internacionales, se observa que en los países consultados donde se ha realizado la migración de las redes móviles, el proceso de homologación no se ha visto intervenido por la entidad reguladora o por alguna otra entidad gubernamental, salvo el caso de Singapur, donde sí se tomaron algunas decisiones por parte el regulador –IMDA– solo hasta tres meses antes de que los tres operadores móviles del país asiático cancelaran la totalidad de los servicios prestados en la red 2G. Entre las medidas adoptadas estuvieron i) prohibir el registro de ETM que sólo soportaran tecnología

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 72 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

2G y; ii) prohibir la comercialización de ETM con máxima tecnología 2G dentro del país. La decisión unilateral del regulador para tomar estas medidas, tal y como se describió en el análisis de Singapur, obedece al análisis y evaluación de indicadores internos de cobertura, despliegue y espectro.

Por otro lado, teniendo en cuenta el diagnóstico sobre las importaciones y homologación de ETM por tipo de tecnología¹³³, a continuación, el análisis se centra en la cantidad de ETM posiblemente afectados frente a una eventual restricción a la homologación de equipos que soportan máximo la tecnología 2G. Como se observa en el Gráfico 17, la participación porcentual de la cantidad de ETM importados 2G cuyos modelos fueron homologados el mismo año de su importación con respecto al total de ETM 2G importados ha tendido al descenso, cerrando el 2018 con 22%. Lo anterior indica que la mayoría de los ETM 2G importados, 78% en 2018, habían sido homologados en años anteriores.

Gráfico 17. ETM 2G importados según año de homologación

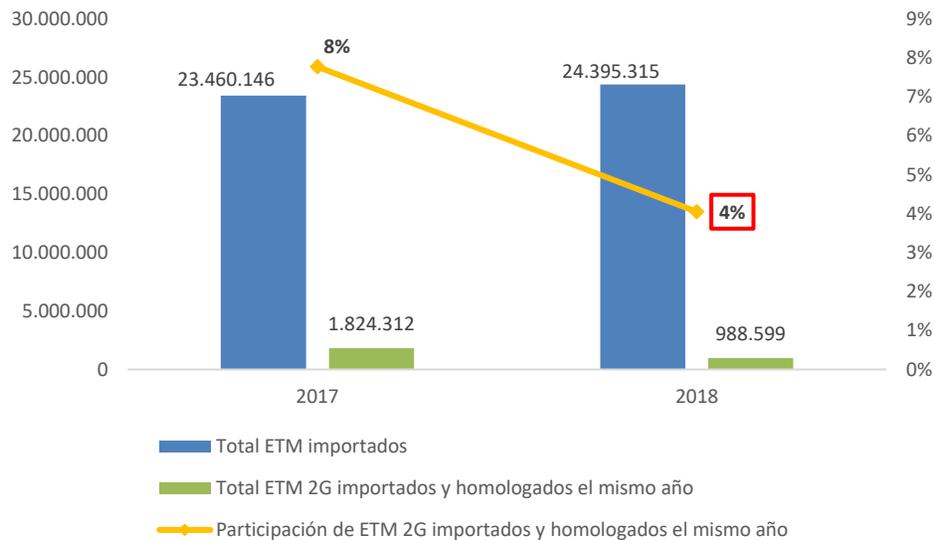


Fuente: Elaboración CRC con base en información del Corte Inglés, GSMA y CRC.

A su vez, como se observa en el Gráfico 18, al comparar el total de ETM importados con los ETM 2G cuyos modelos fueron recientemente homologados (en el mismo año de importación), se encuentra que mientras en 2017 esa participación fue cercana al 8%, para el año 2018 disminuyó a 4%. Esto es, de los 24,4 millones de ETM importados en 2018, solo 988 mil fueron equipos 2G cuyos modelos fueron homologados ese año.

¹³³ Ver sección 5 del presente documento.

Gráfico 18. Total de ETM importados vs ETM 2G importados y homologados el mismo año



Fuente: Elaboración CRC con base en información del Corte Inglés, GSMA y CRC.

De todo lo anterior, es factible concluir que la participación de los equipos 2G importados que están siendo recientemente homologados por la CRC viene **decreciendo de manera natural** sin que para ello se hayan impuesto obligaciones regulatorias para la restricción de la homologación de este tipo de dispositivos. Lo cual refuerza la tendencia internacional de modernización de las redes móviles sin intervención Estatal. Por consiguiente, no procederían las solicitudes de restricción de homologación de ETM que solo operen en redes 2G y la prohibición de activación de nuevos ETM en redes 2G. Sobre todo, si se tiene en cuenta el principio de neutralidad tecnológica, que permea toda la regulación expedida por esta Comisión, el cual faculta tanto a los usuarios de los servicios de telecomunicaciones como a los agentes que los proveen, para elegir libremente el equipo con la tecnología que mejor se adecúe a sus necesidades.

Ahora bien, en relación con las solicitudes de prohibición de importación y comercialización de ETM que solo soporten tecnología 2G y la reducción de impuestos, aranceles y cargas tributarias a los ETM de última tecnología, esta Comisión recuerda que las competencias que le fueron otorgadas por la Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1978 de 2019, no contemplan este tipo de materias; razón por la cual, con el ánimo de coadyuvar en las posibles respuestas, se elevó una solicitud específica al Ministerio

de Comercio, Industria y Turismo¹³⁴ (en adelante, “MinCIT”) con el fin de que expidiera un concepto técnico en el cual analizara las solicitudes efectuadas por los agentes y su posible impacto en el comercio internacional.

Con respecto a la prohibición de importación de ETM que solo soporten tecnología 2G, y en complemento con lo mencionado en la sección 2 del presente documento, el MinCIT¹³⁵ señala que este tipo de medidas irían en contra de la obligación prevista en el Artículo XI del Acuerdo General sobre aranceles aduaneros y comercio “Eliminación general de restricciones cuantitativas” el cual establece, entre otras cosas, que:

“Ninguna parte contratante impondrá ni mantendrá -aparte de los derechos de aduana, impuestos u otras cargas- prohibiciones ni restricciones a la importación de un producto del territorio de otra parte contratante o a la exportación o a la venta para la exportación de un producto destinado al territorio de otra parte contratante, ya sean aplicadas mediante contingentes, licencias de importación o de exportación, o por medio de otras medidas”.

Al respecto, agrega MinCIT, que este tipo de medidas no son acordes con los compromisos de acceso a mercados vigentes suscritos en los acuerdos comerciales con otros países, perjudicando el comercio en estos sectores.

En relación con la prohibición de la comercialización de ETM que solo soporten tecnología 2G, MinCIT advierte que exigir requisitos adicionales a la comercialización en estos sectores requeriría un análisis de las implicaciones respecto del intercambio comercial, así como sobre los derechos de los consumidores. Un claro ejemplo de ello es el acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio (en adelante, la “OMC”), que trata de asegurar que los reglamentos, las normas y los procedimientos de prueba y certificación que se impongan en cada país miembro no creen obstáculos innecesarios¹³⁶. Este acuerdo debe ser cumplido por el Estado Colombiano, como miembro, desde el 30 de abril de 1995 y del GATT desde el 3 de octubre de 1981¹³⁷.

En conclusión, no es competencia de la CRC tomar medidas relacionadas con la prohibición de importación y comercialización de ETM que solo soportan tecnología 2G y con la reducción de impuestos, aranceles y cargas tributarias a los ETM de última tecnología. Y de acuerdo con lo manifestado por MinCIT, los compromisos internacionales establecidos en los acuerdos suscritos por Colombia, de manera preliminar, impiden que se impongan cargas adicionales a las que actualmente existen.

¹³⁴ Solicitud de concepto sobre medidas comerciales para la Modernización de las redes móviles en Colombia. Radicada en el MinCIT el 28/08/2019. Radicado de salida CRC 2019520685. Respondido vía correo electrónico. 17/09/2019. Radicado de salida MinCIT 2-2019-027123

¹³⁵ Respuesta a la solicitud de concepto sobre medidas comerciales para la Modernización de las redes móviles en Colombia. Respondido vía correo electrónico. 17/09/2019. Radicado de salida MinCIT 2-2019-027123.

¹³⁶ Organización Mundial del Comercio (OMC). ACUERDO SOBRE OBSTÁCULOS TÉCNICOS AL COMERCIO. Recuperado de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Acuerdo%20OTC.pdf>. También se puede consultar https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/agrm4_s.htm#TRS.

¹³⁷ Organización Mundial del Comercio (OMC). Colombia y la OMC. Recuperado de https://www.wto.org/spanish/thewto_s/countries_s/colombia_s.htm.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 75 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

De conformidad con lo anteriormente expuesto, la regulación vigente en materia de homologación de ETM no constituye un obstáculo para la modernización de las redes móviles. Por el contrario, busca que ETM que soporten nuevas tecnologías y servicios (M2M e IoT) operen en Colombia y garantiza la protección de los usuarios-

Finalmente, es importante poner de presente que la Comisión está a favor de los avances tecnológicos que se desarrollan a nivel mundial; es tanto así que, debido a la dinámica sectorial y la aparición de nuevos mercados y modelos de negocios, la CRC está desarrollando un proyecto regulatorio para la revisión general de las reglas de homologación de equipos terminales en Colombia con el objetivo de verificar los estándares técnicos, certificados, trámites y procedimientos de homologación de ETM que operen o puedan llegar a operar en Colombia, de forma que se garantice que tales equipos cumplan con estándares internacionales sobre niveles de emisión radioeléctrica para un uso seguro por parte del usuario, y asimismo se corrobore que tales equipos tengan un adecuado funcionamiento e interacción con las redes de telecomunicaciones del país¹³⁸. Al respecto y con base en los resultados del análisis desarrollado en esta sección, se recomienda incorporar en el proyecto regulatorio sobre el proceso de homologación en curso, analizar la viabilidad de que todo teléfono móvil a homologar opere en al menos dos tipos de tecnologías móviles diferentes, de manera tal que se proteja al usuario en un proceso gradual de migración.

7.2.4. Medidas regulatorias sobre el Sistema Nacional de Telecomunicaciones de Emergencia

Con fundamento en el Capítulo 14 del Título IV de la Resolución CRC 5050 de 2016, la Comisión establece las reglas, lineamientos y obligaciones de los PRST frente al desarrollo e implementación del Sistema Nacional de Emergencia (SNTE) con el fin de contribuir a la interoperabilidad de redes que conforman el Sistema, y promover la continua prestación de servicios de comunicación, en el marco de las situaciones descritas en el artículo 8 de la Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1978 de 2019.

Así las cosas, con el fin priorizar las comunicaciones entre los individuos y de estos con las autoridades de orden nacional que dirigen la gestión del riesgo de desastres y emergencias, los PRST deben dar cumplimiento a las obligaciones regulatorias exigibles y principios orientadores del marco de la política nacional. Para ello, la Comisión ha definido las reglas y obligaciones regulatorias fundamentadas en las Recomendaciones de la UIT en materia de servicio de telecomunicaciones de emergencias, entre ellas la Recomendación UIT-T E.106 mencionada en el numeral 4.14.2.1.2 de la Resolución CRC 5050 de 2016, la cual describe los requisitos funcionales, las características, el acceso y la gestión de las operaciones en el marco del Plan Internacional de Preferencias en Situaciones de emergencia para actuaciones frente a desastres (IEPS).

¹³⁸ CRC, Revisión del régimen de homologación de ETM. Documento de identificación del problema. Recuperado de: <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/revison-del-regimen-de-homologacion-de-equipos-terminales>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 76 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

La indicada recomendación avala el uso de las telecomunicaciones públicas por parte de los órganos de gobierno correspondientes en las intervenciones de ayuda en caso de emergencias y las actuaciones frente a desastres. Así, un objetivo primario del IEPS es garantizar las comunicaciones de voz y datos por las redes tanto fijas como móviles, independientemente de la tecnología del portador.

Por lo anterior, en el caso de presentarse una situación de emergencia, los PRST priorizarán las comunicaciones con el acceso al próximo circuito o al canal disponible en situaciones de congestión de red, garantizando su operación entre origen y destino, sin que exista un predominio por una determinada tecnología de red móvil, por lo que de darse un plan de modernización de tecnologías móviles en el país, el Sistema Nacional de Telecomunicaciones de Emergencia (SNTE), independiente de la migración o apagado de una red móvil, debe estar en la capacidad de escalar a una red superior.

En consecuencia, el numeral 4.14.2.6.2.2 de la Resolución CRC 5050 de 2016, que rige el sistema de localización e identificación de ETM que se comunican al Número Único de Emergencias -123- del SNTE, reconoce como una de las características del sistema de localización la capacidad de que opere en las tecnologías 2G, 3G y 4G. Así mismo, en el numeral 4.14.2.6.2.10 de la misma Resolución se menciona que el sistema de localización debe ser flexible y escalable para integrar futuras tecnologías que puedan llegar a ser implementadas en las redes de los PRSTM. Además, los numerales 4.14.2.6.2.11 y 4.14.2.6.2.12 establecen que hacer uso del sistema de localización no debe implicar para el usuario realizar una actualización o cambio de su ETM, así como, deberá tener la capacidad de ser localizado sin importar el tipo de terminal con que cuente el usuario, cumpliendo de esta manera con el principio de neutralidad tecnológica establecido en la regulación, respectivamente.

En conclusión, salta a la vista que la regulación vigente en materia del SNTE tiene en cuenta las posibles actualizaciones de las redes móviles en Colombia, por cuanto esta Comisión no considera necesario emprender acciones regulatorias para que la regulación sobre dicho sistema se modifique o actualice en relación con la modernización de las redes móviles en Colombia, en el corto plazo.

Por otro lado, teniendo en cuenta que a medida que los teléfonos celulares de última generación cuentan con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que permite que el sistema de localización del SNTE gestionado por los PRSTM sea más preciso al momento de localizar un ETM en una situación de emergencia, la CRC recomienda que se promueva la difusión de información por parte de los PRSTM hacia los usuarios, con el fin de que se den a conocer los beneficios de tener un teléfono celular de última generación, respecto de su localización en una situación de emergencia.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 77 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

7.2.5. Medidas regulatorias para la numeración de servicios semiautomáticos y especiales de marcación 1XY

De conformidad con lo establecido en el decreto 025 de 2002, la CRC tiene la facultad para administrar los planes técnicos básicos, dentro de los cuales se incluyen el plan nacional de numeración, que contiene la marcación 1XY, entre otros. De acuerdo con lo anterior, la CRC procedió a contemplar dentro de la Sección 7 del Título VI de la Resolución CRC 5050 de 2016, la regulación aplicable a la numeración 1XY.¹³⁹ En ésta se fijan aspectos relativos a la asignación, esquema de numeración y obligaciones de enrutamiento.

Resulta importante mencionar que la concepción original de esta numeración es de índole social (p. ej, marcación 123 – línea de emergencias, 112 – policía nacional), por tal razón se debe propender porque todos los usuarios tengan acceso a la marcación de estos números desde cualquier parte del territorio nacional. Lo anterior, en razón a que la numeración 1XY es de carácter nacional y de acceso universal y no está destinada al uso comercial, por lo tanto, es obligación de todos los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones adoptarla.

Las modalidades de servicio definidas en artículo 2.2.12.2.1.14 el decreto 1078 de 2015, bajo las cuales pueden clasificarse los números 1XY, se resumen así:

Tabla 9. Modalidades de servicio para 1XY.

Modalidad 1	Modalidad 2	Modalidad 3	Modalidad 4
Servicios de emergencias	Información para servicios públicos domiciliarios y no domiciliarios	Servicios de interés social	Servicios de información telefónica

Fuente: Elaboración CRC.

Para cada modalidad se define un servicio específico, con condiciones propias de remuneración ya sea para la Entidad prestadora del servicio, para el proveedor de red o para el usuario. Así, por ejemplo, dentro de la modalidad 1, se encuentran los servicios de urgencias como policía, bomberos y ambulancia, para esta modalidad, los costos de la llamada son asumidos por el proveedor de red, y no representan costos ni para el usuario ni para la entidad prestadora del servicio. Dado lo anterior, los números 1XY no se pueden entender como asignados exclusivamente a una empresa o entidad prestadora de un servicio o a un PRST en particular.

¹³⁹ Acorde a artículo 2.2.12.2.1.14 del decreto 1078 de 2015, la numeración para los servicios semiautomáticos y especiales de abonado de estructura 1XY es un recurso de identificación destinado a cubrir la necesidad de prestar algunos servicios de interés social que, por su naturaleza, exijan facilidades de recordación y marcación al usuario. En la estructura del número 1XY, "X" y "Y" pueden tomar como valor cualquier dígito entre 0 y 9.

Es así como la configuración de la numeración de servicios semiautomáticos y especiales de abonado con marcación 1XY por parte de los PRST se hace indistintamente de la tecnología que cuente el proveedor de red, esto es, con base en el principio de neutralidad tecnológica, los proveedores podrán adoptar y configurar el enrutamiento de la numeración 1XY bajo su propia tecnología de red. La normativa vigente, no menciona o discrimina que, para poder garantizar el acceso a los servicios que se prestan bajo esta numeración, el proveedor de red deba contar con una determinada tecnología de red de acceso. Así, para el caso de las redes móviles, un usuario podrá hacer uso de las actuales modalidades de servicios ofrecidos, independientemente del equipo terminal móvil con que disponga.

Teniendo en cuenta lo anterior, el Plan Nacional de Numeración establecido en el Decreto 1078 de 2015 y las medidas regulatorias vigentes se basan en el principio de neutralidad tecnológica, de modo que no se excluye ni se prefiere alguna de las tecnologías de redes móviles actualmente operativas, o que podrán ser implementadas en Colombia; ya que, tal como se comentó, por ser un servicio de interés social, debe estar disponible a nivel nacional con acceso universal, siendo esta numeración configurable en cualquier tecnología disponible por el proveedor de red.

En lo referente a los demás criterios contenidos en la sección 7.1, la CRC considera que bajo la perspectiva de modernización de redes, lo establecido en la regulación vigente no afecta los derechos de los usuarios, así mismo, tampoco impacta en el crecimiento de servicios IoT o M2M en la medida que se limita a establecer disposiciones relacionadas con recursos de numeración semiautomática 1XY.

Por lo anterior, sobre las medidas regulatorias para la numeración de servicios semiautomáticos y especiales de marcación 1XY, la CRC concluye que no se cumplen los criterios de la sección 7.1 definidos para la revisión de la normatividad vigente.

7.2.6. Medidas regulatorias que imponen obligaciones de reporte de Información respecto de redes y servicios móviles

La CRC, a través del numeral 19 del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 19 de la Ley 1978 de 2019, y el numeral 7 del artículo 20 de la Ley 1369 de 2019, tiene la facultad de solicitar información exacta, veraz y oportuna a los sujetos obligados para el ejercicio de sus funciones, lo que hoy en día cubre la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones, incluyendo el servicio de televisión abierta radiodifundida y todas las demás modalidades del servicio de televisión y el servicio de radiodifusión sonora, así como las diferentes clases de servicios postales.

De esta manera, en ejercicio de sus facultades regulatorias, esta Comisión ha expedido medidas regulatorias de carácter general relacionadas con el reporte de información respecto de la prestación de los servicios de comunicaciones en el país, con el objetivo de hacer seguimiento a las condiciones de mercado y de prestación de los servicios, y a las medidas regulatorias que se imponen, las cuales se encuentran compiladas en el Título de reportes de información de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 79 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Este tipo de obligaciones de reporte de información, específicamente las impuestas respecto de las redes y servicios móviles, fueron objeto de análisis en este estudio debido a que, según múltiples comentarios recibidos por parte de los PRSTM, podían constituir barreras para la modernización de las redes móviles en Colombia, en la medida en que, hay formatos y anexos que únicamente se deben diligenciar para un(os) tipo(s) de tecnología(s) o porque en dichos instrumentos de recolección de información se determina expresamente que aplican para las generaciones de redes móviles implementadas hoy en Colombia, esto es, 2G, 3G y 4G¹⁴⁰.

A pesar de lo anterior, en términos generales, la CRC evidenció que los formatos y anexos a través de los cuales se materializan obligaciones de reporte de información que se encuentran vigentes en el marco regulatorio que se ha expedido, responden al principio de neutralidad tecnológica, transversal a toda la regulación en materia de provisión de redes y servicios de telecomunicaciones. De igual forma, al ahondar en el análisis de los instrumentos de recolección de información de la CRC, se encontró que efectivamente algunos solicitan datos de manera discriminada por tipo de tecnología utilizada para prestar servicios de telecomunicaciones móviles tales como: el Formato 1.9 de acceso móvil a internet y el Formato 2.2, por medio del cual se reporta información relacionada con los indicadores de calidad para el acceso a servicios de voz móvil; el Formato 3.4 de acuerdos de acceso y/o interconexión; y el Formato 3.7 sobre Roaming Automático Nacional. Asimismo, se evidenció que los Formatos 2.4 y 2.8 que hacen referencia a los indicadores de calidad que deben cumplir los proveedores por la prestación de servicios de datos móviles, aplican para una generación de tecnología móvil específica.

Al respecto, es importante resaltar que, por ejemplo, el Formato 1.9 de acceso móvil a internet, tiene como objetivo conocer la totalidad de accesos a internet móvil en Colombia y, en consecuencia, la migración tecnológica de dichos accesos entre las redes implementadas en el país por cuanto es apenas lógico que se solicite el reporte por tipo de tecnología implementada y operativa en Colombia. Lo mismo sucede con el Formato 3.7, en el que la parte B de tráfico de datos requiere que sea discriminado por tipo de tecnología, debido a que su objetivo es hacer seguimiento a la instalación esencial de Roaming Automático Nacional y, de hecho, conocer a través de qué tipo de tecnologías móviles se está cursando tráfico haciendo uso de esta instalación esencial, por cuanto es necesario que se efectúe el reporte de la información diferenciando cada generación tecnológica.

Ahora bien, en relación con los instrumentos de recolección vigentes que solicitan uno(os) tipo(s) de tecnología(s) específico(s), se considera relevante traer a colación a manera de ejemplo los formatos 2.4 y 2.8 (con sus respectivos anexos 5.1-A y 5.3 parte 1) a través de los cuales se busca cumplir con las obligaciones de reporte de información que se implementaron a través del régimen de calidad, como ya se explicó. Dichos formatos son específicos para recolectar información sobre los servicios de datos móviles que se están ofreciendo a los usuarios, por cuanto, el primero, hace referencia a mediciones de gestores de desempeño para la red 4G y, el segundo, a indicadores basados en mediciones externas para la red 3G. De esta manera, debido a que los datos móviles efectivamente cursan por estos dos

¹⁴⁰ Consultar los comentarios recibidos al documento de formulación de estudio en el siguiente link: <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/modernizacion-redes-moviles-colombia>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 80 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

tipos de tecnologías móviles operativas en el territorio nacional pero los mismos no contemplan características técnicas similares, resulta necesario que se implementen indicadores de calidad diferenciales en donde se reconozcan sus características técnicas y al hacerles monitoreo y la autoridad de vigilancia y control verificar su cumplimiento, se asegure que los usuarios reciban este servicio en cumplimiento de los estándares de calidad impuestos por el regulador.

En consecuencia, es claro que ninguno de los instrumentos de recolección de información que ha expedido la CRC y que están vigentes resultan ser una barrera para la modernización. De hecho, es factible concluir que realmente estos formatos y anexos responden a la necesidad de conocer y medir cómo se prestan los servicios móviles en Colombia, por cuanto únicamente se pueden enfocar en las tecnologías de redes móviles efectivamente implementadas y operativas en el territorio nacional. Lo cual, cabe aclarar, en ningún caso representa un obstáculo para que los proveedores de estos servicios decidan acoger alguno de los escenarios de modernización propuestos y actualicen sus redes.

Por otro lado, esta Comisión recuerda que, según lo establecido por la Agenda Regulatoria de la CRC para el período 2019-2020¹⁴¹, ratificado por la Agenda Regulatoria 2020-2021, actualmente se encuentra en ejecución el proyecto regulatorio denominado "Revisión del Régimen de Reportes de Información", el cual es consecuencia del listado de priorización de temáticas a revisar en función del costo de cumplimiento asociado y la afectación que genera, realizada en conjunto con los sujetos regulados en el marco del proyecto regulatorio conocido como "Diseño y aplicación de metodología para simplificación del marco regulatorio de la CRC", que se llevó a cabo en 2018.

Así, de acuerdo con el documento denominado "Árbol del problema y objetivos del proyecto" publicado el 25 de noviembre de 2019, el proyecto regulatorio de Revisión del Régimen de Reportes de Información tiene como objetivo general "*Actualizar el Régimen de Reportes de Información de la CRC con enfoque de simplificación normativa*", el cual incluye, como uno de los objetivos específicos, el análisis de las obligaciones de reporte de información identificadas para todos los servicios de telecomunicaciones y postales en términos de pertinencia, finalidad y uso, teniendo en cuenta a los diferentes interesados en la información que le reportan a la CRC¹⁴².

El mencionado análisis permitirá conocer cuáles obligaciones de reporte de información vigentes continúan siendo pertinentes, necesarias y útiles para el quehacer regulatorio, todo lo cual tendrá en consideración la evolución tecnológica y de mercado que caracterizan los servicios que se regulan y que, por supuesto, impactan la modernización de las redes móviles en Colombia.

¹⁴¹ CRC, Agenda Regulatoria 2019-2020. Recuperado de: [https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Agenda%20Regulatoria%202019-2020%20\(2\).pdf](https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Agenda%20Regulatoria%202019-2020%20(2).pdf)

¹⁴² CRC, Régimen de Reporte de Información Periódica. Árbol del problema y objetivos del proyecto. Recuperado de: https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/20191120-arbol-problema-objetivos-proyecto-RRR_AA_MD.pdf

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 81 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

7.2.7. Medidas regulatorias sobre Compartición y despliegue de Infraestructura

Con base en el artículo 50 de la Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1978 de 2019, los PRST deberán permitir la interconexión de sus redes y el acceso y uso a sus instalaciones esenciales a cualquier otro proveedor que lo solicite, con el fin de asegurar, entre otras cosas, trato no discriminatorio, transparencia y promoción de la libre y leal competencia.

En esa línea, de acuerdo con lo dispuesto en el numeral 3 del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el numeral 3 del artículo 19 de la Ley 1978 de 2019, la CRC tiene la facultad de expedir la regulación de carácter general y particular en temáticas relacionadas, entre otras, con la obligación de interconexión, y el acceso y uso de instalaciones esenciales, incluida la compartición de infraestructura, la cual se encuentra compilada en el Título IV de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Específicamente, la regulación nacional en materia de acceso e interconexión, bajo el principio de neutralidad tecnológica establece que los proveedores podrán utilizar cualquier tecnología que elijan para la prestación de sus servicios, siempre que se preserve la interoperabilidad de plataformas, servicios o aplicaciones y el interfuncionamiento de redes de extremo a extremo. Esto engloba, al conjunto de elementos de red requeridos para la prestación de los servicios de telecomunicaciones desde los nodos de servicio y sus interfaces hacia los usuarios, como aquellos necesarios para gestionar y controlar los procesos de conmutación, señalización, codificación, distribución, transporte, tasación, entre otros, requeridos para iniciar, mantener y finalizar la comunicación entre dos equipos terminales móviles conectados a una o más redes.

Teniendo en cuenta lo anterior, el siguiente análisis se enfoca en el estudio de las medidas regulatorias sobre compartición y despliegue de infraestructura, que puede darse bajo dos modalidades: activa y pasiva¹⁴³.

7.2.7.1. Compartición y despliegue de infraestructura pasiva.

La compartición pasiva, enmarcada en la Resolución 432 de 2000, de la Secretaría General de la Comunidad Andina (en adelante, "SGCAN"), estableció que los derechos de vía, postes, ductos, torres, energía e instalaciones físicas en general de los operadores de telecomunicaciones se consideran

¹⁴³ Pueden compartirse dos categorías básicas de infraestructuras móviles, a saber, la pasiva y la activa. La primera se refiere a la compartición de espacio físico, por ejemplo, en edificios, emplazamientos y mástiles, donde las redes se mantienen separadas. En la compartición activa se comparten elementos de la capa activa de una red móvil tales como antenas, estaciones de base completas o incluso elementos de la red troncal. La compartición activa comprende la itinerancia móvil, en la que un operador puede utilizar la red de otro operador cuando no dispone de cobertura o de infraestructura propia. <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2008&issue=02&ipage=sharingInfraestructure-mobile&ext=html>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 82 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

instalaciones esenciales. Dicha definición es adoptada y compilada en el numeral 4.1.5.2.2. de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Posteriormente, el artículo 151 de la Ley 1151 de 2007, Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010, estableció que *"para acelerar y asegurar el acceso universal a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en todos los servicios de Telecomunicaciones incluidos la radiodifusión sonora y la televisión, los propietarios de la infraestructura (Postes, Ductos y Torres) de los Servicios Públicos Domiciliarios y las Empresas Prestadoras del Servicio de Televisión por Cable, deberán permitir su uso siempre y cuando se tenga la disponibilidad correspondiente(...)"*. Con base en estas disposiciones, la CRC fue facultada para elaborar un régimen que regulara la utilización y metodología de contraprestación económica de dicha infraestructura pasiva bajo un escenario de compartición.

Producto de esta facultad la CRC estableció la regulación compilada en el Capítulo 10 del Título IV de la Resolución CRC 5050 de 2016, a través del cual *"se regula el derecho de los PRST, operadores de televisión por cable y de radiodifusión sonora y de televisión, al uso de la infraestructura de postes y ductos de todos los PRST y los operadores de televisión por cable (...)"*; y en el Capítulo 11 del Título IV de la Resolución CRC 5050 de 2016 a través del cual se definen *"condiciones de acceso, uso y remuneración de la infraestructura destinada al suministro del servicio de energía eléctrica susceptible de ser compartida para el despliegue de redes y/o la prestación de servicios de telecomunicaciones y/o de televisión."*

Adicionalmente es importante mencionar que la Ley 1978 de 2019, extendió el mandato a través del cual la CRC debe expedir una nueva regulación en el marco de la facultad que ostenta para definir las condiciones en las cuales sean utilizadas infraestructuras y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones bajo un esquema de costos eficientes. Es así como en cumplimiento de este mandato la CRC elaboró el documento soporte titulado *"Revisión de las condiciones de compartición de infraestructuras y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones bajo un esquema de costos eficientes"*, publicado el 31 de octubre de 2019. Dicho documento presenta un contexto de los diferentes sectores que poseen infraestructura pasiva susceptible de compartición, el análisis de las problemáticas presentadas actualmente para las prácticas de compartición entre el sector eléctrico y TIC, y finalmente la evaluación y propuesta de actualización de las tarifas a remunerar; el contenido de este documento constituye las bases en las que se fundamentará la medida regulatoria que se expedirá e implementará en 2020. Complementariamente, de acuerdo con la agenda regulatoria CRC 2020-2021, de ser necesario, se desarrollará una fase posterior en la que se analizarán demás aspectos que afectan la compartición de infraestructura.

De lo establecido en los actos administrativos previamente mencionados, se debe destacar la obligación que tienen los entes propietarios de infraestructura pasiva susceptible de compartición o instalaciones esenciales para compartirla con PRST en la medida que haya disponibilidad y sea técnicamente viable, entre otras disposiciones.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 83 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Para el ejercicio de la compartición de infraestructura pasiva se hace necesario que los PRST hagan uso de postes, torres y ductos para soportar elementos como el cableado (fibra, coaxial, HFC, etc.), amplificadores y cajas de empalme óptico entre otros; elementos que permiten llevar servicio y desplegar redes móviles alrededor de la geografía nacional. Facilitar la compartición de esta infraestructura permite, por ejemplo, que un poste de un operador de telecomunicaciones o eléctrico pueda soportar cables de fibra óptica de múltiples operadores, evitando así que cada uno de los operadores instale su propia red de postería. Lo anterior se traduce en reducción de costos para todos los operadores, y en evitar la duplicidad de infraestructura.

En lo referente a los beneficios de la promoción de la compartición de infraestructura pasiva, la CRC previamente se ha pronunciado de la siguiente forma "(...) dicha práctica es una alternativa que reduce los costos de despliegue de red, especialmente en las zonas rurales o en mercados marginales, estimula la migración a las nuevas tecnologías y el despliegue de la banda ancha móvil, y aumenta la competencia entre los operadores móviles y proveedores de servicios (subrayado fuera de texto)"¹⁴⁴.

Lo anterior se ve reflejado en el diagnóstico realizado en la sección 5 del presente documento, en el cual es posible observar que el despliegue de redes 3G y 4G se mantiene creciente durante los últimos años, aumentando presencia de estas tecnologías en municipios de desarrollo temprano, intermedio y robusto, así mismo se observa que la cantidad de sectores con tecnología 2G ha presentado disminuciones durante los dos (2) últimos periodos reportados. Análogamente, se observa que la adopción de tecnologías IoT y M2M es favorecida por la compartición de infraestructura pasiva en la medida que su funcionamiento es inherente al despliegue de redes móviles, sin embargo, se debe destacar el papel relevante que toma el despliegue de infraestructura de cara a la implementación de nuevas tecnologías que permitirán la masificación de M2M y IoT.

Ahora bien, el despliegue de redes sobre infraestructura compartida trae consigo retos, dentro de los cuales se destacan las limitantes existentes en algunos esquemas de ordenamiento territorial, que en ocasiones limitan la instalación de infraestructura de telecomunicaciones. Acorde a las experiencias internacionales abordadas en detalle en la sección 4, países como Brasil y Australia han implementado medidas que permiten que estos despliegues no estén sujetos a la aplicación de medidas de orden territorial. Para el caso de Colombia, el parágrafo 3 del artículo 193 de la Ley 1753 de 2015 establece que elementos de transmisión y recepción de los PRST como picoceldas y microceldas (que por sus dimensiones y peso puedan ser instaladas sin obra civil para su soporte) pueden ser instalados sin mediar licencia de autorización de uso de suelo siempre y cuando cumplan con el código de buenas prácticas para el despliegue de infraestructura. Adicionalmente, el artículo 309 de la Ley 1955 de 2019, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, indica que los alcaldes podrán promover la modificación de los Planes de Ordenamiento Territorial que contengan limitaciones al despliegue de redes, lo anterior con el incentivo de incluir dichos entes territoriales en las obligaciones de hacer que MinTIC imponga a los PRST.¹⁴⁵

¹⁴⁴ CRC. 2017. Revisión de las condiciones de compartición de acceso y uso de elementos pasivos de redes de telecomunicaciones.

¹⁴⁵ MinTIC, 2019, Plan 5G.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1		Página 84 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Investigación, Innovación	Revisado por: Desarrollo e	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019				

De acuerdo con el borrador del plan 5G publicado por el MinTIC en 2019, para que un municipio sea incluido dentro del listado de municipios a priorizar, “[e]l alcalde deberá solicitar a la Comisión de Regulación de Comunicaciones constate si las barreras ya fueron levantadas”. Es así como la CRC se convierte en agente habilitador de los beneficios mencionados para las municipalidades que decidan adoptarse a las medidas antes mencionadas. A partir de lo cual se hace necesario que la CRC desarrolle las actividades necesarias para ejercer dicha facultad.

Lo anterior resulta relevante en la medida en que, para el despliegue de la infraestructura de expansión móvil¹⁴⁶ 5G es necesario definir las condiciones para su compartición, por cuanto no solo es necesario reducir los trámites de licenciamiento y autorización para el despliegue de *Small Cells*¹⁴⁷ en el interior de edificios, espacios públicos, centros poblados e industriales, vías de transporte, entre otros, sino además, establecer los mecanismos regulatorios para que toda la infraestructura tanto pasiva como activa pueda ser compartida por los distintos actores que requieran hacer uso de ella y así fomentar la competencia entre los agentes del mercado.

Es importante mencionar que, en todo caso, se deben garantizar los lineamientos establecidos en el RPU TIC; sin embargo, bajo la perspectiva de compartición y despliegue de infraestructura no se encuentra manifiesta una vulneración de los derechos de los usuarios.

Lo anteriormente expuesto evidencia que la normatividad establecida por la CRC ha estimulado el despliegue de redes de banda ancha móvil y la migración a nuevas tecnologías con el establecimiento de medidas regulatorias de compartición de infraestructura pasiva; sin embargo, en ejercicio del mandato extendido por la Ley 1978 de 2019, la CRC se encuentra realizando un proyecto regulatorio con el objetivo de actualizar el régimen vigente en función de las problemáticas presentadas para la compartición de infraestructura eléctrica para el uso de redes TIC. Es por tanto, que acorde a la agenda regulatoria 2020-2021 publicada, se recomienda la implementación y monitoreo de las medidas que permitirán actualizar el régimen de compartición de infraestructura pasiva en función de estimular en mayor medida el despliegue de redes y el cierre de la brecha digital entre otros; lo anterior sin perjuicio de la ejecución de una fase posterior en la cual se analicen demás aspectos de la compartición de infraestructura TIC.

Así mismo, acorde al Plan 5G publicado por MinTIC, la CRC deberá establecer procedimientos para el estudio y monitoreo de barreras territoriales en el despliegue de redes, lo cual se evaluará a solicitud de los alcaldes de las entidades territoriales interesadas.

¹⁴⁶ La expansión móvil es definida en términos de una mayor funcionalidad de servicios, un incremento exponencial en calidad de la propuesta de valor de la conectividad, y el consiguiente despliegue de una infraestructura avanzada de redes inalámbricas. Tomado del documento “El valor de la transformación digital a través de la expansión móvil en América Latina”. *Telecom Advisory Services. 2019.*

¹⁴⁷ Las Small Cells son pequeñas estaciones base que sirven para acceder a los servicios de telecomunicaciones a través de banda ancha, se clasifican en función de su tamaño y de su área de cobertura. Son Small Cells las femtoceldas, picoceldas o microceldas.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 85 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

7.2.7.2. Compartición activa

La compartición activa, en el marco de una interconexión, puede ocurrir cuando algún proveedor requiera el acceso y uso de una instalación que sea suministrada exclusivamente o de manera predominante por un solo proveedor o por un número limitado de PRST, y cuya sustitución con miras al suministro de un servicio no es factible en lo económico o en lo técnico. A este tipo de instalaciones se les denomina instalaciones esenciales; y el numeral 4.1.5.2.2.5. de la Resolución CRC 5050 de 2016 determinó que el Roaming Automático Nacional (en adelante, "RAN") hace parte de estas.

Así las cosas, el RAN es una herramienta que favorece la rápida penetración de los servicios a la mayor parte de la población colombiana mediante un uso eficiente de la infraestructura móvil, a la vez que promueve la competencia, y beneficia a los usuarios de los servicios de telecomunicaciones, permitiendo también a los proveedores -sin distinción- incrementar su cobertura y mejorar la calidad de sus servicios, a partir de la compartición de la infraestructura ya desplegada en el país.¹⁴⁸

De hecho, para garantizar el acceso al RAN con el fin de atender los servicios móviles de voz, SMS y datos, esta instalación esencial debe permitir el correcto funcionamiento de dichos servicios, **con independencia de los medios tecnológicos para ello**. Esto es, independientemente del mecanismo técnico empleado para garantizar el acceso al RAN se debe propender por la continuidad en la prestación de los servicios móviles cuando la red ofrece cobertura en diferentes tecnologías móviles.

Ahora bien, en Colombia, la tecnología utilizada para ofrecer los servicios móviles varía según la disponibilidad y zonas de cobertura de cada PRSTM. No obstante, con el propósito de que los proveedores garanticen la continuidad de sus servicios, es necesario que implementen soluciones técnicas para el RAN, como es el caso del CSFB¹⁴⁹, la cual es una técnica utilizada para establecer una llamada cuando un dispositivo está conectado a una red 4G (LTE) y no cuenta con el servicio de voz (VoLTE)¹⁵⁰, por lo cual el equipo móvil recurre al uso de la red 2G o 3G.

Es por lo anterior, que los PSRTM de la red de origen están obligados con base a lo establecido en el numeral 4.7.2.3.4. de la Resolución CRC 5050 de 2016 a informar a sus usuarios los tipos de terminales móviles aptos para realizar RAN, las zonas de cobertura propias y en roaming, para los diferentes servicios ofrecidos, así como aquellos servicios no ofrecidos.

En este sentido, específicamente en el tema que nos ocupa, al evaluar las posibles proyecciones de apagado de alguna de las tecnologías actualmente existentes por parte de un proveedor de servicios de telecomunicaciones móviles, es necesario tener en cuenta que previo a la desconexión de una

¹⁴⁸ Tomado del documento soporte "Revisión y Actualización de condiciones para el Roaming Automático Nacional". CRC 2016. Pág. 60

¹⁴⁹ Circuit Switched Fall Back. Técnica de conmutación definida en el estándar 3GPP TS 29.118

¹⁵⁰ Actualmente este servicio es ofrecido por COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P. y AVANTEL S.A.S

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 86 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

tecnología, se debe garantizar la cobertura y el acceso de los usuarios a otra tecnología diferente. Ahora bien, teniendo en cuenta que existe la obligación por parte de los proveedores de garantizar la continuidad del servicio móvil, no se observa que la proyección de apagado de un proveedor de servicios móviles implique una modificación del régimen vigente ni que el mismo represente una barrera para la modernización de las redes. Sin embargo, bajo este escenario se deben fortalecer los mecanismos de divulgación entre operadores y hacia el usuario en la medida que el apagado o desconexión de una tecnología por parte de un operador tendrá como consecuencia la modificación de las zonas de cobertura por tecnología tanto del Proveedor de Red Visitada (en adelante, "PRV") como de los Proveedores de Red Origen (en adelante, "PRO") que acceden a la instalación esencial RAN.

Como complemento, el RAN se constituye en un incentivo en la medida que plantea tarifas diferenciales en 2G o 3G para voz y SMS o 4G para datos según el nivel de despliegue que tenga el PRO en cada municipio. De esta forma se facilita que, el usuario de la red de un determinado proveedor sea registrado por la red de otro proveedor con el cual existan acuerdos u obligaciones de provisión de RAN.

En consecuencia, teniendo en cuenta el anterior análisis, y en observancia de un proceso avanzado de modernización de redes móviles que conllevaría a la masificación de la red 4G, y al posterior desarrollo de la 5G, se observa que el régimen contemplado en las secciones 7.2.7.1 y 7.2.7.2 del presente documento no representa limitaciones frente a estos procesos de modernización, y que al contrario, constituye un incentivo para la optimización y aprovechamiento de la infraestructura de red; contribuyendo así en cerrar la brecha a la conectividad digital en la medida que dispone de condiciones regulatorias que promueven la compartición de la infraestructura a lo largo del territorio nacional.

Por otro lado, como se mencionó previamente, la CRC adelanta por solicitud de parte, los análisis de la posible existencia de barreras, prohibiciones o restricciones al despliegue de infraestructura de telecomunicaciones en las diferentes entidades territoriales. Una vez efectuada la constatación por parte de la Comisión, se emite un concepto en el cual se informará a las autoridades territoriales responsables la necesidad de garantizar el despliegue de infraestructura, de acuerdo con lo establecido en el artículo 193 de la Ley 1753 de 2015. En concordancia con lo anterior, con base en los lineamientos que se encuentran en el Código de Buenas Prácticas, se busca que dicha facultad sea una herramienta de apoyo y consulta para las administraciones locales, de manera que incentive el adecuado despliegue de las redes de nuevas generaciones, soportado en las mejores prácticas internacionales en la materia.¹⁵¹

Luego del análisis planteado de las medidas regulatorias para la compartición de infraestructura en redes móviles, la CRC deduce que no se cumplen los criterios de la sección 7.1 definidos para la revisión de la regulación vigente.

¹⁵¹ El artículo 309 de la Ley 1955 de 2019 que expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 incluye una provisión a los municipios que eliminen las barreras injustificadas al despliegue de infraestructura (previa verificación de la CRC) sean incluidos y priorizados en el listado de potenciales candidatos a ser beneficiados con las obligaciones de hacer que en el MinTIC pueda imponer a los operadores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1		Página 87 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Investigación, Innovación	Revisado por: Desarrollo e	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019				

Sin embargo, acorde a lo establecido en el Plan 5G de MinTIC, la CRC revisará y actualizará el código de buenas prácticas para el despliegue de redes de comunicaciones, actividad que debe ser terminada al finalizar el segundo semestre de 2020. Lo anterior incluye la *promoción al despliegue de infraestructura* mediante actividades continuas de divulgación y capacitación a los entes territoriales, especialmente en temas relacionados con el funcionamiento de las tecnologías móviles y límites de exposición de personas a campos electromagnéticos, a partir de 2020.

Por todo lo anterior, es factible deducir que la regulación que ha expedido la CRC busca generar facilidades a los PRSTM para que modernicen sus redes. Tal es el caso de incentivos como la excepción al cumplimiento de algunos indicadores de calidad por parte de los PRST en 876 municipios del país¹⁵², las facilidades en compartición de infraestructura pasiva¹⁵³ y las tarifas diferenciales en RAN¹⁵⁴. Todo lo anterior, contribuiría en la promoción de la modernización de las redes móviles en Colombia.

8. Conclusiones

Con base en la revisión de las experiencias internacionales que permitieron identificar las acciones llevadas a cabo en los países donde se modernizaron las redes móviles, la identificación de sus beneficios y retos, el conocimiento del estado del arte sobre la penetración, despliegue, usos y acceso de las redes móviles en el territorio nacional y el análisis del marco regulatorio expedido por la CRC; se describen a continuación las conclusiones del estudio realizado:

- 8.1. De acuerdo con la revisión de experiencias internacionales, se puede concluir que si bien los PRSTM en cada país han decidido realizar un apagado de redes ya sea de 2G o 3G, se evidenció que en la mayoría de los países analizados no se ha presentado una participación directa del ente regulador en el proceso de modernización de redes móviles, pues la transición hacia una red superior se ha hecho de manera natural y como consecuencia de la iniciativa de los proveedores de red de cada país.
- 8.2. A partir del diagnóstico del despliegue de redes móviles en Colombia realizado, se observa que, aunque la instalación de redes 4G a nivel nacional ha crecido sustancialmente, el número de sitios 4G sigue siendo relativamente bajo con relación al despliegue de 3G y se concentra en las grandes ciudades y cabeceras municipales en donde se encuentra la mayor densidad poblacional.
- 8.3. Frente a los tres (3) escenarios contemplados para la modernización de las redes móviles, se concluye que, de acuerdo con los resultados del diagnóstico sobre los usos, penetración y despliegue de las redes móviles en Colombia, en la actualidad el país se encuentra en el primer

¹⁵² Parágrafo del artículo 5.1.1.1 de la Resolución CRC 5050 de 2016.

¹⁵³ Capítulo 11 del Título IV de la Resolución CRC 5050 de 2016.

¹⁵⁴ Resolución CRC 5107 de 2017.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 88 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

escenario de coexistencia de diferentes tecnologías móviles. Se evidencia que actualmente no se cumplen las condiciones requeridas para iniciar en el corto plazo la transición a escenarios de modernización de redes móviles en los que se apaguen la red 2G o la 3G, debido a que la cantidad de usuarios de los servicios móviles que utilizan la red 2G sigue siendo alta, muy superior a lo referenciado a nivel internacional. A su vez el tráfico de voz y datos se sigue cursando en una importante proporción en las redes 2G y 3G, especialmente en los municipios de bajo desarrollo socioeconómico.

8.4. Respecto al análisis normativo realizado desde las perspectivas económica, jurídica y técnica a cada uno de los temas regulatorios con el fin de evaluar los criterios definidos en la sección 7.1, la CRC concluye que la regulación vigente en materia TIC no representa un obstáculo para la modernización de las redes móviles, tampoco representa posibles vulneraciones a los derechos de los usuarios y permite el crecimiento natural de servicios IoT y M2M, lo anterior en atención al cumplimiento del principio de neutralidad tecnológica y a las dinámicas de los mercados de telecomunicaciones móviles.

8.5. Finalmente, se destaca que, a pesar de que no se hayan identificado obstáculos para llevar a cabo un proceso de modernización de redes móviles en el país, la CRC adelanta o ha contemplado realizar en su Agenda Regulatoria 2020-2021, un conjunto de actividades con el fin de simplificar y mejorar las condiciones regulatorias existentes en el marco normativo, las cuales son incentivos adicionales para que los PRSTM consideren dentro de los procesos de modernización que lleven a cabo.

9. Recomendaciones y sugerencias

Adicionalmente, la Comisión propone algunas recomendaciones y sugerencias con el fin de facilitar el proceso de modernización de las redes móviles en el territorio colombiano, para que pueda ser implementado de manera gradual y sistematizada, procurando la mínima afectación de los usuarios y del resto de los agentes involucrados. Las recomendaciones que a continuación se presentan, son inicialmente de orden regulatorio, es decir, propias de la CRC y, en segundo lugar, se mencionan las sugerencias dirigidas a los agentes del sector.

9.1. Recomendaciones internas

9.1.1. En materia de protección de los usuarios, con el ánimo de reducir al máximo la cantidad de usuarios afectados por los procesos de modernización, la CRC promoverá la autorregulación bajo los principios de comunicación e información establecidos en el régimen de protección a usuarios y relacionados al acceso e interconexión de las redes. Para lo anterior, se deben mantener las labores de monitoreo y diagnóstico de

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 89 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

indicadores internos de cobertura, despliegue y penetración por tipo de tecnología, entre otros. Adicionalmente, conforme a lo planteado en la Agenda Regulatoria 2020-2021, la CRC adelantará el Proyecto *"Digitalización del Régimen de protección de los derechos de los usuarios de servicios de comunicaciones"* como una medida para incentivar el proceso de modernización de las redes móviles en el país de cara a los servicios prestados a los usuarios.

- 9.1.2. Con el ánimo de reducir la cantidad de usuarios afectados por los futuros procesos de modernización, se recomienda la elaboración de una guía de buenas prácticas dirigida tanto a los usuarios, como a los proveedores de red para que promuevan campañas de divulgación y actualización de equipos en cada una de las zonas objeto de posible afectación con un tiempo de anticipación prudente para tal efecto. En similar sentido, que se reitera a los PRSTM que deberán informar a sus usuarios a través de diferentes canales de comunicación, que hagan uso de la portabilidad numérica, en caso de que estos deseen portarse cuando las condiciones del servicio difieran de las preferencias del usuario.
- 9.1.3. En materia de calidad de los servicios TIC, se recomienda hacer seguimiento en 2021 para determinar si resulta necesario actualizar los porcentajes de participación que determinan el nivel de madurez de una red móvil, los cuales determinan la fase de mercado en el que se encuentra el servicio de voz por cada tecnología. Además, como medida de promoción para la modernización de las redes móviles, según la Agenda Regulatoria 2020-2021, la Comisión realizará "Mediciones de Calidad como dimensión de la competencia" con el objetivo de dar continuidad a las actividades que ya la CRC viene desarrollando en materia de medición de la calidad de la experiencia del usuario sobre los servicios móviles.
- 9.1.4. En lo referente a la evaluación de las medidas regulatorias que exigen a los PRST del cumplimiento de los indicadores de calidad, establecidos en el párrafo único del artículo 5.1.1.1 de la Resolución CRC 5050 de 2016, se recomienda mantener un monitoreo periódico del impacto de dicha disposición, con el fin de evaluar si cumple con el objeto para el cual fue concebida. Lo anterior, teniendo en consideración el mandato del artículo 31 de la Ley 1978 de 2019, según el cual la CRC deberá siempre evaluar la posibilidad de establecer medidas diferenciales que incentiven el despliegue de infraestructura y la provisión de servicios en zonas rurales o de difícil acceso.
- 9.1.5. Con relación al proceso de homologación, se recomienda analizar la viabilidad para que todo teléfono móvil a homologar opere en al menos dos tipos de tecnologías móviles diferentes, de manera tal que se protege al usuario de cara al proceso gradual de migración. Para esto se incorporará dicha propuesta en el análisis del proyecto regulatorio que se encuentra en curso respecto a la homologación de ETM.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 90 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

- 9.1.6. En ejercicio del mandato establecido en el numeral 5 del artículo 19 de la Ley 1978 de 2019, que modificó el artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, corresponde a la CRC la definición de las condiciones en las cuales sean utilizadas infraestructuras y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones. Si bien el 29 de noviembre de 2019, la CRC publicó la respectiva propuesta regulatoria, se hace necesaria la implementación y análisis de la regulación definitiva, sin perjuicio de la ejecución de una fase posterior.
- 9.1.7. Se recomienda que para la adopción de la tecnología 5G se evalúe la opción de definir nuevos conceptos, glosario de términos, estándares, protocolos o elementos de red que permitan la actualización de los aspectos técnicos aplicables para garantizar el interfuncionamiento y la interoperabilidad de las redes. Lo anterior, teniendo en cuenta que, de acuerdo a la caracterización de 5G realizada, esta tecnología traerá consigo funcionalidades y aplicaciones de naturaleza diferente a las establecidas en la regulación actual. Adicionalmente, acorde a lo contenido en el Plan 5G del MinTIC, posterior a la ejecución de pilotos en 5G, corresponde a la CRC la evaluación de necesidades de posibles ajustes regulatorios en relación con los regímenes de calidad del servicio, de protección a usuarios y demás temáticas que se consideren pertinentes. Finalmente, dicho plan, contempla que la CRC adelante un monitoreo de las condiciones de despliegue en las entidades territoriales solicitantes de análisis de barreras. Para ello, se recomienda adelantar las actividades necesarias para dicha comprobación, y en coordinación con MinTIC y la ANE en lo de su competencia.

9.2. Sugerencias a otros agentes

- 9.2.1. Con base en los posibles escenarios de modernización planteados, que parten de la coexistencia de las diferentes tecnologías de redes móviles propicios para su modernización en el país, y que exigen una decisión de apagar y desinstalar una determinada red por parte de cada PSRTM, se les sugiere optar por la opción que mejor convenga para el país de acuerdo con las condiciones del mercado y que respondan a las necesidades de los usuarios.
- 9.2.2. En materia de acceso e interconexión, se sugiere a los PRSTM optimizar y reutilizar la infraestructura de red actualmente desplegada para la expansión de servicios, haciendo uso de las condiciones de compartición de infraestructura establecidas en la regulación, contribuyendo así al cierre de la brecha de conectividad digital.
- 9.2.3. En cuanto a los dispositivos utilizados para el servicio IoT y M2M, se sugiere a las empresas importadoras y comercializadoras que se percaten de que dentro de las especificaciones técnicas de estos equipos se contemple la posibilidad de operar en múltiples bandas de frecuencia, ya que, de llevarse a cabo un proceso de modernización

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 91 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

de redes móviles en el país, los dispositivos de servicios IoT y M2M puedan estar en la capacidad de operar en una red móvil diferente a la prevista en el proceso de migración.

- 9.2.4. Finalmente, se sugiere a los órganos estatales competentes (MinTIC- MinCIT) estudiar posibles acciones relacionadas con el efecto de las cargas impositivas y arancelarias sobre las importaciones e inversiones en elementos de red e infraestructura de redes móviles, así como evaluar la promoción de la exención de aranceles a dispositivos de nuevas generaciones móviles. Lo anterior con fundamento en estudios internacionales que demuestran que las variables mencionadas tienen un impacto sustancial en el despliegue y modernización de las redes móviles¹⁵⁵.

10. Hoja de ruta regulatoria para incentivar la modernización de las redes móviles en Colombia

Teniendo en consideración todo lo anterior, la CRC propone una hoja de ruta regulatoria para la modernización de las redes móviles en Colombia. De esta manera, en la Tabla 10, se muestran algunos de los proyectos regulatorios que se establecieron en la Agenda Regulatoria 2020-2021, con el fin de que, como parte de su ejecución, se incluyan análisis relacionados con la inclusión de incentivos regulatorios para la efectiva modernización de las redes móviles en el territorio nacional. Esta hoja de ruta regulatoria se propone como complemento de la política pública que desarrolle el MinTIC en esta materia.

¹⁵⁵ Telecom Advisory Services (2019). Assessment of the economic impact of taxation on communications investment in the United States. Disponible en: http://www.teleadvs.com/wp-content/uploads/Broadband_Tax_Institute_2019_Report_v.Final_9.pdf; GSMA (2019). Rethinking mobile taxation to improve connectivity. Disponible en: <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=8f36cd1c58c0d619d9f165261a57f4a9&download>; OECD (2019). Estudios de la OECD sobre transformación digital – “Going digital” en Colombia – Resumen ejecutivo. Disponible en: <https://www.oecd.org/going-digital/going-digital-en-colombia-resumen-ejecutivo.pdf>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 92 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

Tabla 10. Hoja de Ruta regulatoria para la modernización de las redes móviles

ACTIVIDADES Y PROYECTOS	1T-2020	2T-2020	3T-2020	4T-2020
Digitalización del régimen de protección de los derechos de los usuarios de servicios de comunicaciones				
Medición de calidad como dimensión de la competencia				
Compartición de infraestructura de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones				
Estudio de condiciones regulatorias para favorecer la adopción 5G				
Promoción al despliegue de infraestructura				
Actualización del Código de buenas prácticas				
Revisión del régimen de homologación de equipos terminales				
Revisión del Régimen de Reportes de Información				

Fuente: Elaboración CRC.

	Entregable final
	Actividad continua

11. Referencias

- Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil (ANATEL), (2012). Licitação Nº 004/2012/PVCP/SPV
- Agencia Nacional del Espectro de Colombia (ANE), (2018). Documento de Consulta Pública sobre las Bandas de Frecuencia para 5G en Colombia.
- Association GSM, (2002). The GSM evolution to UMTS.
- Association GSM, (2018). Road to 5G: Introduction and Migration
- Autoridad de Desarrollo de Medios de Infocomm de Singapur (IMDA), 2017. Los servicios 2G cesarán el 1 de abril de 2017.
- Autoridad de Desarrollo de Medios de Infocomm de Singapur (IMDA), 2017. Documento técnico de especificaciones IoT en Singapur. IMDA TS IoT.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), (2018). La evolución de las telecomunicaciones móviles en América Latina y el Caribe.

- Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), (2016). Revisión y Actualización de condiciones para el Roaming Automático Nacional”. Pág. 60.
- Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), (2016). Revisión del Régimen de Calidad de Telecomunicaciones.
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP), (2019). Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022).
- Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), (2003). Documento TR 121 905-V5.3.0 UMTS Vocabulary for 3GPP. Pág 12.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia (MinTIC), (2019). Plan de adopción 5G.
- Namhoon, K., Youngsun, K. (2014). Terminating 2G Service in Korea: Policy Issues and Suggestions. Vol.21 No.1.
- Proyecto Asociación de Tercera Generación (3GPP).
- Qualcomm, (2014). The evolution of Mobile Technologies.
- Rysavy Reseach, (2017). LTE to 5G. Cellular and Broadband Innovation.
- Rolim, G. (2019). Precisamos falar sobre o desligamento do 2G (GSM).
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), (2012). Documento técnico UIT QSTP-M2MI.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), (2012). Documento técnico UIT-T Y.2060.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), (2015). Recomendación ITU-R M.2083-0.
- West, D (2015). Digital divide: Improving Internet Access in the developing world through affordable services and diverse content. Center for Technology Innovation at Brookings.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 94 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

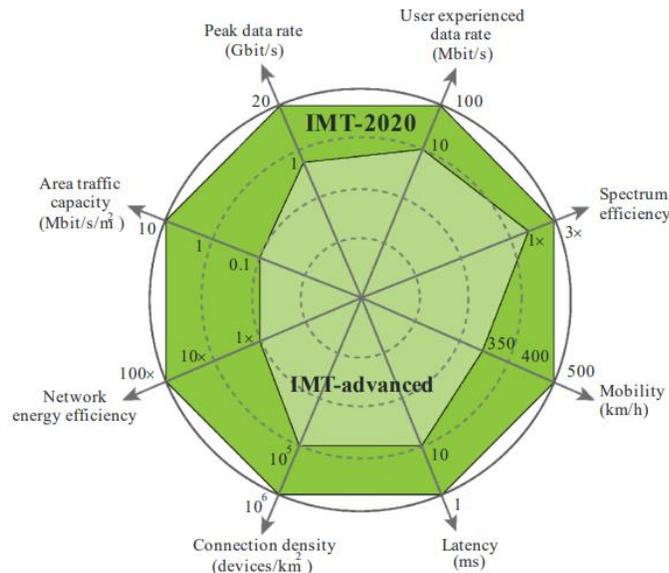
12. Anexos

Anexo 1. Características técnicas de las distintas generaciones de redes móviles

Año	Generación	Estándar	Servicios	Velocidad	Multiplexación	Frecuencia	Ancho de Banda
1970-1980	1G	NMT AMPS	Analógico. Sólo voz	1 Kbit/s a 2,4 Kbit/s	FDMA	800-900 MHz	30 KHz
1980-1990	2G	GSM IS-95 (CDMA One).	Digital Voz y SMS	14 Kbit/s a 64 Kbit/s	TDMA y CDMA	850 - 1900 MHz (GSM) y 825 - 849 MHz (CDMA)	GSM: 200 KHz. CDMA: 1,23 MHz
2000-2003	2.5G	GPRS EDGE	Multimedia, juegos móviles, acceso a correo electrónico, videoconferencia.	115 Kbit/s (GPRS) / 384 Kbit/s (EDGE)	GMSK (GPRS) y EDGE (8-PSK)	850 -1900 MHz	200 KHz
2000	3G	UMTS/WCDMA CDMA2000 HSPA	Ancho de Banda Móvil, llamadas de video, chat y conferencias, televisión móvil.	384 Kbit/s a 2Mbit/s	WCDMA, HSPA, HSPA+ CDMA2000 1x	800 MHz a 2,5 GHZ	5 a 20 MHz
2010	4G	(LTE-TDD y LTE- FDD) Estándar WiMAX móvil	Acceso móvil web, telefonía IP, servicios de juegos, TV móvil en HD, computación en la nube.	100 Mbit/s en movimiento y 1 Gbit/s cuando se permanece inmóvil	OFDM, MC-CDMA, CDMA y LMDS	En América se utilizan en el rango de 700- 2600 MHz. En Europa entre 800-2600 MHz. En Asia 1800 y 2300 MHz.	5-20 MHz, opcionalmente hasta 40 MHz
2015	5G	Banda ancha IP LAN / WAN / PAN	Personas y dispositivos conectados en cualquier lugar en cualquier momento. Múltiples servicios paralelos.	1 a 10 Gbit/s.	CDMA y BDMA	3 a 300 GHz	1.000x ancho de banda por unidad de superficie.

Fuente: Elaboración CRC a partir de Recomendaciones de la UIT, GSMA.

Anexo 2. Mejoras de capacidades clave de 4G (IMT-Advanced) a 5G (IMT-2020)



Fuente: Informe Recomendación Técnica ITU-R M.2083-0.

Anexo 3. Comparación de especificaciones técnicas

Capacidad	4G (IMT-Advanced)	5G (IMT-2020)
Tasa de datos pico (Gbit/s)	Máx. 1	Máx. 20
Tasa de datos experimentada por el usuario (Mbit/s)	10	100
Eficiencia espectral	1x	3x
Movilidad (Km/h)	350	500
Latencia (ms)	10	1
Densidad de Conexión (dispositivos/Km ²)	10 ⁵	10 ⁶
Eficiencia energética de red	1x	100x
Capacidad de tráfico por área (Mbit/s/m ²)	0.1	10

Fuente: Elaboración CRC a partir de la Recomendación Técnica ITU-R M.2083-0.

Anexo 4. Metodología del diagnóstico sobre las redes móviles en Colombia

Con el fin de conocer el estado actual de las redes móviles operativas en el país se recopiló, sistematizó y analizó información sobre la penetración, el despliegue, uso y acceso de las redes. A continuación, se describen las variables que fueron analizadas, la metodología que se utilizó para ello y las fuentes de información:

- i) La penetración de las líneas móviles. Con base en la información reportada en el portal Global Data sobre la penetración de las líneas móviles tanto del total de suscriptores como de suscriptores únicos y la información de penetración del servicio de internet móvil que es analizada por la CRC periódicamente en el monitoreo de servicios TIC, se analizó la evolución del uso de los servicios móviles en el país y en particular de la conectividad móvil.
- ii) El despliegue de las redes móviles en Colombia a nivel nacional y regional. Se realizó un análisis sobre la evolución del inventario de infraestructura de sectores por tipo de tecnología, a nivel municipal y agregado nacional, para el periodo 2014-2018. Este análisis permitió identificar y caracterizar las zonas del país donde aún no se cuenta con despliegue de redes 2G, 3G y 4G, así como los municipios donde se ha logrado el mayor despliegue.
- iii) Acceso a las redes móviles: Equipos Terminales Móviles (ETM) activos por tipo de tecnología soportada. El acceso a las redes móviles depende de la infraestructura desplegada y de la tecnología soportada por el equipo móvil del usuario. Con el fin de identificar las características y la máxima tecnología soportada por los equipos celulares móviles que son utilizados en la actualidad en Colombia se solicitó a los PRSTM el listado de los IMEI (número de identificación del equipo móvil celular) activos para el mes de febrero del año 2019. La CRC procesó la información para identificar la tecnología máxima soportada por esos IMEI de acuerdo con la base del GSMA. A partir del procesamiento de esa información se estableció el número de total de ETM activos que pueden funcionar con tecnologías 2G, 3G y 4G.
- iv) Uso de las redes móviles por ETM: Tráfico de voz y datos. Variables como el tráfico de voz y de datos permiten medir el uso efectivo de las redes móviles. Esta información se recopiló por sector. Para ello, se solicitó a los PRSTM la remisión de los registros que detallaban el tráfico de los servicios de voz en Erlangs y de datos en MB por sector, identificando la ubicación geográfica y el tipo de tecnología utilizada, para el mes de febrero del año 2019. Esta información permitió analizar variables el uso de las redes y evaluar la demanda efectiva de los servicios móviles y de las redes a nivel regional.
- v) Otras variables de acceso a redes móviles: Importaciones y homologación de ETM por tipo de tecnología. Con base en la información suministrada por el Corte Inglés sobre el listado de IMEI de equipos importados en los últimos tres años que se encuentran en la base de datos positiva, permitió conocer la evolución de los ETM que se están importando a Colombia según la tecnología máxima que soportan, con ello se establecieron las tendencias en la demanda y

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 97 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

participación de importaciones de equipos que solo soportan tecnologías 2G. Así mismo, se contrastó la cantidad de ETM importados por tecnología con la fecha en la que los modelos de esos equipos fueron homologados en la CRC con el fin de conocer la participación de los ETM 2G cuyos modelos fueron homologados recientemente.

- vi) Uso de las redes móviles en IoT y M2M. Teniendo en cuenta que operadores de redes móviles en otros países vienen acondicionando y utilizando la red 2G para prestar los servicios IoT y M2M, se solicitó a los PRSTM información sobre la cantidad de equipos M2M e IoT que se encuentran activos en las redes móviles por tipo de tecnología, con el fin de conocer las tendencias del país en los servicios prestados para ese tipo de dispositivos.

En la tabla a continuación se encuentra un resumen de cada una de las variables estudiadas en la sección 5 de este documento, con los respectivos indicadores a través de los cuales fueron medidas y las fuentes de información.

Variables	Indicadores	Fuente
Penetración suscriptores de líneas móviles	Cantidad de suscriptores de líneas móviles dividido en el tamaño de la población	Global data
Penetración suscriptores únicos	Cantidad de suscriptores únicos de líneas móviles dividido en el tamaño de la población	Global data
Penetración de suscriptores de internet móvil	Cantidad de suscriptores de internet móvil (prepago y pospago) dividido en el tamaño de la población	CRC – Monitoreo de servicios TIC
Despliegue de redes móviles por tecnología y municipio	Suma de la cantidad de sectores 2G, 3G y 4G en cada municipio	MinTIC – Formato 6 de la Resolución 3484 de 2012
Tráfico de datos por tecnología y municipio	Suma del tráfico de datos móviles en MB de cada sector y tecnología para cada uno de los municipios	PRSTM
Tráfico de voz por tecnología y municipio	Suma del tráfico de voz móvil en Erlangs de cada sector y tecnología para cada uno de los municipios	PRSTM
ETM activos por tecnología	Cantidad de IMEI activos en las redes móviles discriminados por tecnología según la base de GSMA	PRSTM - Qualcomm
ETM importados por tecnología	Cantidad de IMEI importados en las redes móviles discriminados por tecnología según la base de GSMA	ABD – El Corte Inglés

Variables	Indicadores	Fuente
ETM homologados por tecnología y año de homologación	ETM importados discriminados según fecha de homologación de la base CRC	CRC
Dispositivos M2M e IoT	Cantidad de dispositivos M2M e IoT	PRSTM

Las variables identificadas en la tabla anterior fueron analizadas en términos agregados a nivel nacional, a excepción del despliegue de redes y el tráfico de datos y de voz para las cuales se realizaron análisis agregados y regionales. Con el propósito de facilitar el análisis geográfico a nivel regional se agruparon los 1.101 municipios del país en categorías, tomando como base la metodología propuesta por el DNP de clasificación de los municipios en tipologías según el Entorno de Desarrollo.

Tipologías de Entornos de Desarrollo

De acuerdo con el DNP, las tipologías de Entornos de Desarrollo definidas corresponden a una caracterización territorial para la identificación de las condiciones propias de cada municipio en relación con seis temáticas: relación urbano-regional, dinámica económica, calidad de vida, medio ambiente, seguridad y desempeño institucional que a su vez agrupan 18 variables como: población municipal, porcentaje de población rural, densidad poblacional, índice de pobreza multidimensional, valor agregado municipal, ingresos municipales, penetración de internet, homicidios y secuestros, entre otras. A partir de ese ejercicio los municipios fueron clasificados en 7 tipologías con características relativamente homogéneas al interior de los grupos y heterogéneas entre grupos¹⁵⁶. Bogotá fue analizado dentro de las tipologías departamentales por parte del DNP, pero en este estudio se incluyó como otro municipio más y se propuso clasificarlo en la tipología denominada "especial". Las tipologías identificadas, a su vez, fueron agrupadas en 3 categorías denominadas entornos de desarrollo conformadas por: entornos de desarrollo robusto, intermedio y temprano. Las cuáles agrupan los municipios de acuerdo con las características socioeconómicas señaladas, según la escala de las 7 tipologías de más elevadas a limitadas condiciones socioeconómicas.

Anexo 5. Respuesta a los comentarios allegados de los interesados sobre el documento de formulación del estudio

El 25 de abril de 2019 la Comisión publicó para comentarios el documento de formulación del estudio denominado "*Hoja de Ruta para la Modernización de las Redes Móviles en Colombia*", con el fin de hacer partícipes a todos los agentes que tuvieran interés en el mismo y, de esta manera, obtener información

¹⁵⁶ Los detalles metodológicos pueden ser consultados en el documento "Tipologías Departamentales y Municipales" del DNP (2015) disponible en:

[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Tip-FormatoPublicacion%20\(tipolog%C3%ADas\)%2023.pdf?Web](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Tip-FormatoPublicacion%20(tipolog%C3%ADas)%2023.pdf?Web)

relevante para su desarrollo. Se recibieron comentarios, observaciones y sugerencias por parte de los siguientes agentes:

Tabla 11. Listado de agentes que enviaron comentarios y observaciones

No.	REMITENTE
1	CÁMARA COLOMBIANA DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES – CCIT
2	COMUNICACIÓN CELULAR S.A. – COMCEL S.A.
3	ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA MÓVIL DE COLOMBIA – ASOMÓVIL
4	EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTÁ S.A. E.S.P. – ETB
5	NAE COLOMBIA S.A.S.
6	QUALCOMM TECHNOLOGIES, INC.
7	AVANTEL S.A.S.
8	COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P.
9	COLOMBIA MÓVIL S.A. E.S.P.
10	ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS – ACIEM
11	ALCADÍA DE BOGOTÁ
12	SUMA MÓVIL S.A.S.
13	BISMARCK COLOMBIA S.A.S.
14	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO – SIC
15	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS – UNIMINUTO

Fuente: Elaboración CRC.

A continuación, se realiza la recopilación y análisis de los comentarios, observaciones y sugerencias recibidas, agrupándolas por temáticas, con el fin de otorgarles una respuesta.

COMENTARIOS GENERALES

Así, en primer lugar, la Asociación de la Industria Móvil de Colombia (en adelante, “ASOMÓVIL”), Comunicación Celular S.A. – COMCEL S.A. (en adelante, “COMCEL”), QUALCOMM TECHNOLOGIES, INC. (en adelante, “QUALCOMM”) resaltaron y celebraron la iniciativa planteada por la CRC debido a que consideraron que la migración tecnológica, entre otras cosas, aporta positivamente a la reducción de la brecha digital de acceso a internet móvil, uso productivo del internet y optimización de las bandas 2G hacia nuevas tecnologías y servicios.

En relación con los comentarios generales al estudio, NAE COLOMBIA S.A.S. (en adelante, “NAE”)¹⁵⁷ sugirió a la Comisión tener en cuenta: casos exitosos de países similares a Colombia por características como: la región, el Producto Interno Bruto -PIB, el desarrollo de las TIC en los últimos 5 años, políticas TIC similares, etc.; y, en la medida en que la información del consumo de datos del último

¹⁵⁷ Nae Colombia es una compañía filial de Nae Comunicaciones SL <https://nae.global/sobre-nae/>

año es insuficiente, recomendó analizar los datos cursados por lo menos en los últimos 5 años y revisar la tendencia de crecimiento.

Al respecto, esta Comisión informa, en primer lugar, que en el desarrollo del estudio se han acogido varias de las recomendaciones allegadas. En relación con el estudio de casos exitosos a nivel internacional, y en cumplimiento de las etapas del estudio definidas en el mencionado documento de formulación, como se verá más adelante, con el fin de identificar las mejores prácticas, lecciones aprendidas y tendencias internacionales, el presente escrito incluye un análisis detallado de la migración de las redes móviles que han efectuado 8 países a nivel global. Así mismo, se presenta el diagnóstico y los resultados que arrojó teniendo como base información específica que, si bien no contempla un histórico de 5 años, sí fue suficiente para estudiar las redes móviles operativas en Colombia en la actualidad. Lo anterior, por cuanto, a pesar de ser cierto que un histórico permitiría una mayor comprensión de la evolución de las redes móviles, dados los cambios tecnológicos, el estudio busca analizar el comportamiento del último año.

SOBRE LA DEFINICIÓN DE “MODERNIZACIÓN” ADOPTADA POR LA CRC

Para QUALCOMM¹⁵⁸, la definición de modernización que se utilizó en el documento de formulación del estudio no fue la adecuada, para lo cual argumentó que la modernización de redes no necesariamente debe estar atada a la decadencia tecnológica. Indicó que una definición más general le daría a la CRC más espacio para enfocarse en la aceleración del despliegue de 5G.

Sobre este punto, la CRC aclara que cuando se utilizó el término “decadencia tecnológica” en la mencionada definición ajustada al presente estudio de modernización de las redes móviles en Colombia, se hizo con base en las bondades tecnológicas y no en la obsolescencia de una tecnología en específico; en otras palabras, la definición de modernización adoptada por esta Comisión apela a la actualización de una red que ofrece servicios limitados a los usuarios, por otra red, que les ofrece velocidades de conexión más rápidas, menor latencia y mayor intercambio de datos; lo cual no está relacionado con el uso de la tecnología en sí mismo, debido a que, como lo mencionó QUALCOMM, en Colombia se han realizado procesos de modernización de redes móviles de forma progresiva, sin necesidad de que la red se convierta en obsoleta, como se pudo observar en el diagnóstico sobre el estado de las redes móviles en Colombia que se desarrollado en la sección 5 de este documento.

En este punto, es importante advertir que la definición de modernización adoptada por esta Comisión es elaboración propia, la cual tuvo en cuenta los siguientes argumentos:

- I. Uno de los factores que impulsa la migración de las redes móviles se centra en la necesidad de utilizar técnicas modernas de redes de paquetes para mejorar la eficiencia de la red,

¹⁵⁸ QUALCOMM es una compañía estadounidense especializada en la producción de chipsets para la tecnología móvil.
<https://www.qualcomm.com>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 101 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

servir mejor a los usuarios finales y abrir nuevas oportunidades de negocios que generen ingresos.¹⁵⁹

- II. Los sistemas heredados (como el caso de la red 2G), aunque confiables y bien entendidos, se centran en la voz, son relativamente inflexibles, difíciles de escalar y simplemente no están optimizados para servicios de datos basados en paquetes (conexión a Internet). Con los requisitos de datos que desbordan el tráfico de red, estos sistemas heredados centrados en la voz ya no son efectivos. Las empresas lanzan cada vez más iniciativas digitales para expandir o desarrollar capacidades digitales para ofrecer eficiencia o crecimiento de ingresos y competitividad de primera línea.¹⁶⁰
- III. A su vez, la modernización de las redes móviles para la era digital permite en un proveedor de servicios digitales el lanzamiento rápido y el cumplimiento de nuevos productos y servicios, además ayuda a garantizar la calidad del servicio y reduce los costos operativos.¹⁶¹
- IV. Según Deloitte, cada vez más la transformación digital a través de tecnologías dependientes de datos y redes como IoT y blockchain está impulsando la adopción de avances de conectividad.¹⁶² Así las cosas, los desarrollos de estándares inalámbricos han permitido la conexión de miles de millones de personas a Internet para que puedan cosechar los beneficios de la economía digital.¹⁶³

EN RELACIÓN CON LA REVISIÓN DEL MARCO REGULATORIO VIGENTE Y LAS RECOMENDACIONES REGULATORIAS PARA LA CRC

Según ASOMÓVIL, debe frenarse el crecimiento de la brecha de usuarios en acceso digital, por lo que exhortó a que se desregulen las condiciones específicas que comprometen al sector respecto de la red 2G como, por ejemplo, las notificaciones a través de esta red en el sistema nacional de emergencia, la prohibición de homologación de terminales 2G, la prohibición de activación de nuevos terminales únicamente 2G, la flexibilización de los indicadores de calidad de las redes 2G a medida que los usuarios y tráfico se migran a otras tecnologías.

Aunado a lo anterior, CCIT, COMCEL, COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P. (en adelante, "TELEFÓNICA") y COLOMBIA MÓVIL S.A. E.S.P. (en adelante, "COLOMBIA MÓVIL") recomendaron a la

¹⁵⁹ Ciena, (2019). Disponible en: <https://www.ciena.com/insights/articles/top-5-business-benefits-of-modernizing-legacy-networks.html>

¹⁶⁰ Ibidem

¹⁶¹ Ulrich Schälling, (2018). Disponible en: <https://www.datacenterdynamics.com/opinions/modernizing-mobile-networks-for-the-digital-age/>

¹⁶² Deloitte, (2019). Disponible en: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2019/future-of-connectivity-advanced-networking.html#endnote-sup-3>

¹⁶³ UIT, (2019). Disponible en: <https://news.itu.int/wireless-standards/>

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 102 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

CRC tomar medidas a corto y a mediano plazo, con el fin de erradicar el crecimiento del problema de la cantidad de suscriptores en red 2G. Sobre medidas a corto plazo exigieron: i) la no homologación de equipos que solo soporten redes 2G; ii) la no comercialización de equipos que solo soporten estas redes; iii) la expedición de reglas sobre Sistema Nacional de Telecomunicaciones de Emergencia (SNTE) y; iv) adoptar medidas de información en la comercialización actual de equipos 2G. Respecto a las recomendaciones de medidas a mediano plazo, mencionaron: i) medidas de promoción de cambio tecnológico de los equipos 2G; ii) medidas de no registro en la BD+; iii) no activación en redes 2G a clientes nuevos, que no utilicen dicha red para soluciones Machine to Machine (M2M) o de Internet de las Cosas (IoT); y iv) la reducción de impuestos, aranceles y cargas tributarias a los ETM modernos.

Al respecto, esta Comisión reitera que el presente estudio o proyecto no regulatorio tiene como objetivo general el diseño de una hoja de ruta para la modernización de las redes móviles en Colombia, en la cual se identificarán tanto las acciones regulatorias que debería desarrollar la CRC, como aquellas que deberían adelantar las demás entidades involucradas. De esta manera, en la sección 7 del documento, se efectuaron análisis de las diferentes medidas regulatorias que pueden tener afectación en la modernización de las redes móviles en Colombia, análisis que incluyen las sugerencias efectuadas por los distintos agentes del sector, y que tiene como finalidad la emisión de las recomendaciones que se consideren pertinentes, las cuales podrían estar relacionadas con la realización de modificaciones a ciertas medidas regulatorias.

De esta manera, como se explicó con detalle en la sección 7.3 de este documento, tomar este tipo de medidas superan las competencias otorgadas por la Ley a esta Comisión.

Por su parte, AVANTEL S.A.S. (en adelante, "AVANTEL") puso en consideración la posibilidad de revisar la regulación de compartición de infraestructura, toda vez que el despliegue de infraestructura propia a su juicio es una barrera de entrada al mercado, lo que afecta su eficiencia en la prestación del servicio. En relación con este tema, ETB consideró importante revisar las medidas regulatorias vigentes del RAN y los costos sobre los cuales se estructuró su modelo, debido a que no es un incentivo para el apagado de 2G que se siga cobrando RAN con el mismo modelo de costos.

Sobre este tema puntual, se reitera que el alcance de la revisión del marco regulatorio vigente en desarrollo del presente estudio es identificar aquellas medidas regulatorias que puedan afectar un proceso de modernización de redes móviles en Colombia, lo cual no incluye un estudio de las posibles barreras de entrada que tiene la prestación de servicios de telecomunicaciones, en la medida en que son condiciones que impuso el legislador para la provisión de los servicios de telecomunicaciones móviles, tal y como lo determina el parágrafo 3 del artículo 11 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 8 de la Ley 1978 de 2019; de hecho, el despliegue de infraestructura fue definido por el legislador como un principio orientador a través del numeral 10 adicionado por el artículo 3 de la Ley 1978 de 2019, que modificó el artículo 2 de la Ley 1341 de 2009.

En lo que respecta al modelo de costos, es importante advertir que, de conformidad con el documento de borrador de la agenda regulatoria de la CRC para el período 2020-2021 publicado el 30 de octubre

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 103 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

de 2019¹⁶⁴, esta Comisión desarrollará un proyecto regulatorio a través del cual se revisará la Resolución CRC 5107 de 2017, en el cual se tiene previsto estudiar las condiciones de provisión de la instalación esencial de RAN de acuerdo con las actuales condiciones del mercado, bajo los principios de ley de promoción de la competencia y uso eficiente de la infraestructura.

RESPECTO AL DIAGNÓSTICO DE LA PENETRACIÓN, ACCESO Y USO DE LAS REDES MÓVILES EN COLOMBIA

Por un lado, la Asociación Colombiana de Ingenieros de Colombia (en adelante, "ACIEM") manifestó que, en relación con la calidad del servicio (QoS) y la calidad de experiencia (QoE), las acciones deben estar enfocadas en las capas de usuario y su experiencia sobre los servicios y aplicaciones ofrecidos. Además, expresó que el eje central del estudio radica en brindar accesibilidad a aquellos que no cuentan con esta, así como mejorar la calidad del servicio de aquellos que ya cuentan con acceso a servicios móviles. Asimismo, sugirió definir parámetros técnicos de calidad y que los mapas de cobertura y la información de servicios y aplicaciones ofrecidos por los operadores estén disponibles para el público.

En relación con el comentario de ACIEM sobre considerar un enfoque que contemple el análisis relacionado a calidad de servicio¹⁶⁵ y a la experiencia de usuario¹⁶⁶, la CRC aclara que el diagnóstico del estudio no tiene como alcance evaluar la satisfacción del usuario sobre los servicios ofrecidos y sobre el acceso a las aplicaciones móviles, tampoco sobre definición de parámetros de calidad. Como ya se mencionó, en líneas generales lo que se pretende determinar es el acceso, penetración y uso de las redes móviles por parte de los usuarios, con el fin de evaluar el estado de todas las tecnologías móviles desplegadas en Colombia.

Adicionalmente, se recuerda que, de conformidad con el artículo 2.1.3.4 de la Resolución CRC 5050 de 2016, los PRSTM tiene la obligación de publicar los mapas de cobertura en sus respectivas páginas web, donde determinen cuáles son las áreas geográficas en que existe cubrimiento de los servicios móviles que proveen. En similar sentido, esta Comisión alude al derecho que tienen los usuarios que decidan contratar paquetes de servicios de telecomunicaciones, los cuales, de conformidad con lo establecido en el numeral 2.1.7.2.6 de la Resolución CRC 5050 de 2016, podrán consultar el comparador de planes y tarifas de los paquetes de servicios ofrecidos por cada uno de los PRST. De esta manera, la sugerencia realizada por ACIEM ya hace parte del marco regulatorio expedido por la CRC.

Por otra parte, para la Alcaldía de Bogotá, la modernización de redes se debe evaluar no solamente desde la perspectiva de despliegue de infraestructura de acceso, pues se deben tener en cuenta las necesidades que trae consigo, como la evaluación de redes de transporte y backhaul. A su vez, NAE afirmó que el inventario de la infraestructura de estaciones y sectores no puede considerar únicamente

¹⁶⁴ Op Cit. CRC, agenda regulatoria 2020-2021. <https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/Borrador-Agenda-Regulatoria-2020-2021.pdf>.

¹⁶⁵ Medición de Calidad de servicios de voz y datos móviles 2018. Disponible en: www.postdata.gov.co

¹⁶⁶ Medición de calidad de los servicios móviles y fijos. Disponible en: www.postdata.gov.co

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1		Página 104 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Investigación, Innovación	Revisado por: Desarrollo e	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019				

la información reportada al MINTIC porque, a su juicio, no es confiable ni actualizada. Así pues, NAE recomendó tener en cuenta la realización de mediciones de calidad y cobertura de señal; para NAE este es el método más confiable para determinar la cobertura de todo el país. Sobre las variables que se plantearon para analizar, consideraron necesario hacer una revisión de la calidad de experiencia. De manera adicional, SUMA MÓVIL S.A.S. (en adelante, "SUMA MÓVIL") sugirió que se evalúe tanto la capacidad técnica como la calidad de los servicios móviles a nivel municipal. Manifestó su preocupación por los usuarios de escasos recursos en zonas apartadas en un escenario de apagado de 2G.

Frente a las observaciones realizadas por la Alcaldía de Bogotá, NAE y SUMA MÓVIL, debe señalarse que el diagnóstico que se presenta en la sección 5 de este documento, se llevó a cabo con el fin de saber el estado actual de las redes móviles en Colombia; como allí se explicó, la CRC estudió lo concerniente al despliegue de infraestructura. Es así como, dicho análisis, también fue relevante para emitir las recomendaciones, regulatorias o no, que se consideran necesarias desarrollar para materializar alguno de los escenarios de modernización propuestos.

Por otra parte, en lo referente a la evaluación de redes de transporte y backhaul, se resalta que el diagnóstico y estudio realizado está enfocado principalmente en el despliegue de infraestructura de red de acceso en cada uno de los municipios de la geografía nacional, así como en el tráfico de voz y datos por tecnología. Estos aspectos evaluados en conjunto permiten estudiar indirectamente las condiciones de las redes de transporte, acceso, core y backhaul. Por tanto, realizar una evaluación independiente de la red de transporte no es considerada como una variable para analizar para el presente estudio.

Ahora bien, en lo que respecta a mediciones de calidad y experiencias del servicio, la CRC pone de presente que anualmente se desarrollan mediciones de calidad en la prestación de los servicios de telecomunicaciones. Así, durante el año 2019, se han realizado estas mediciones que evalúan la calidad del servicio de manera objetiva, así como las experiencias y expectativas del usuario con el fin de recopilar la información y analizar la satisfacción de los suscriptores de los servicios TIC, por lo que no es necesario que también se contemple en el estudio realizado.

SOBRE LOS GRUPOS DE VALOR Y LA SOCIALIZACIÓN DEL ESTUDIO

CCIT y COMCEL recomendaron no extender en el tiempo la realización de mesas de trabajo y que se cumplieran tiempos prudenciales en su desarrollo. De igual manera, consideraron que, para el tema de homologación, no se requieren mesas de trabajo adicionales, sino que se incluya el tema en el proyecto regulatorio de homologación en curso. A su vez, NAE sugirió aprovechar las mesas de trabajo para que se creen alianzas público-privadas para facilitar el acceso y apropiación de las redes móviles, en cumplimiento con la política digital del MinTIC de inclusión social digital. Así mismo, consideró las mesas de trabajo para conciliar los intereses de los PRSTM y el servicio de interés social, planteando una balanza entre los tiempos, montos y penalizaciones sobre las inversiones de la nueva infraestructura.

Al respecto, es importante advertir que la coordinación es uno de los principios de las actuaciones y procedimientos administrativos que la CRC materializó en el desarrollo de este estudio. Por cuanto, tal

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 105 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

y como se dispuso en el documento de formulación, para el desarrollo de las diferentes actividades fue necesario el trabajo conjunto y coordinado con todos los actores involucrados. Por cuanto, las mesas de trabajo fueron de vital importancia tanto para la CRC como para los grupos de valor. Dado lo anterior, la Comisión adelantó reuniones de trabajo, sin que ello extendiera los tiempos del estudio, y dentro de las cuales se trataron diferentes temas de gran importancia, como lo fue, la homologación de equipos terminales.

Con respecto al comentario de NAE en relación con las alianzas público-privadas para facilitar el acceso y apropiación de las redes móviles, es importante tener en cuenta que el gobierno nacional expidió el Decreto 1974 de 2019 con el propósito de facilitar la participación del sector privado en proyectos TIC a través del modelo de Asociaciones Público-Privadas (APP)¹⁶⁷, de modo que dicha normativa es la que enmarca esa línea de acción. La CRC recuerda que uno de los objetivos del estudio es diagnosticar el acceso, penetración y uso de las redes móviles operativas en Colombia y, en esa medida, no se contempla estudiar la apropiación de las redes móviles por parte de los usuarios.

Por otro lado, BISMARCK¹⁶⁸ solicitó ser reconocida como parte interesada para así poder participar en las mesas de trabajo que se llevaron a cabo. De manera similar, QUALCOMM manifestó su total disposición en participar en las mesas de trabajo y solicitó que se modificara su calidad de agente interesado de "organizaciones internacionales" a "fabricantes de terminales móviles". Así mismo, la SIC, solicitó ser incluida dentro de las partes interesadas, para lo cual señaló que, debido a sus funciones en términos de protección de los derechos de los consumidores, tiene interés en conocer los análisis de la CRC sobre los escenarios de apagado de 2G, la migración de usuarios y la solicitud de prohibición de comercialización de equipos 2G, ya que son asuntos que podrían tener un impacto directo en los servicios móviles que se prestan a los consumidores.

Al respecto, como se pudo observar en la sección 2 de este documento, se actualizó la tabla que describe a los agentes interesados en el estudio, teniendo en cuenta las solicitudes realizadas por NAE, BISMARCK, QUALCOMM y SIC.

EN RELACIÓN CON EL ALCANCE DEL ESTUDIO DE MODERNIZACIÓN DE LAS REDES MÓVILES EN COLOMBIA

Para la Alcaldía de Bogotá resultó importante que, de manera adicional a lo planteado en el documento de formulación del estudio, se evalúen los componentes estratégicos y retos de los entes territoriales para el despliegue de infraestructura. En su criterio, estas estrategias no se deben restringir a los Planes de Ordenamiento Territorial – POT, sino que deben trascender al componente social, técnico y urbano. También, dice, se debe tener en cuenta el desarrollo de la ley de modernización de las TIC y el alcance del PND.

¹⁶⁷ Recuperado de: https://mintic.gov.co/portal/604/w3-article-106953.html?_noredirect=1

¹⁶⁸ Bismark es una empresa importadora y vendedora de equipos para comunicación de datos y proveedor de servicios de valor agregado sobre las redes celulares.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 106 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

En relación con lo descrito anteriormente, es de gran importancia advertir que la CRC adelantó el proyecto regulatorio denominado "*Restricciones territoriales al despliegue de infraestructura*" que culminó con la expedición del documento titulado "*Código de Buenas Prácticas*", documento que fue elaborado por la CRC en coordinación con el MinTIC, y la Agencia Nacional del Espectro – ANE-. El mencionado código tiene como objetivo facilitar el despliegue de infraestructura requerida para permitir el acceso de la población a los servicios públicos de telecomunicaciones que prestan los respectivos proveedores, protegiendo la salud y el medio ambiente. Vale resaltar que el anotado documento se ajustará de acuerdo con lo establecido en el artículo 309 de la Ley del PND 2018-2022 y la Ley 1978 de 2019, con el fin de impulsar el despliegue de infraestructura y abarcar los componentes descritos en el comentario abordado.

Adicionalmente, Asomóvil anotó que actualmente existe un número relevante de usuarios que utilizan terminales que acceden únicamente a redes 2G, dado que solo están habilitados para esta red. Para esta asociación, la propuesta de modernización de redes debe buscar que ese número no siga incrementando y por el contrario disminuya en el tiempo. Lo que debe corresponderse con un esfuerzo privado de tipo comercial a cargo principalmente de la industria móvil de servicio y fabricación.

Sobre este punto, la CRC evaluó la solicitud realizada, la cual se trabajó en conjunto con algunos grupos de valor en las mesas de trabajo que se realizaron. Los resultados de este análisis son mostrados a lo largo del presente estudio.

SOBRE LA POSIBLE MATERIALIZACIÓN DE UN ESCENARIO DE APAGADO DE LA RED MÓVIL 2G EN COLOMBIA

Al respecto, AVANTEL, Colombia Telecomunicaciones, Colombia Móvil y UNIMINUTO efectuaron los comentarios que se condensan a continuación:

AVANTEL consideró que es indispensable desarrollar una política pública de comercialización y manejo de ETM, donde se inste a los operadores y fabricantes a activar las funcionalidades de VoLTE, que resulten fundamentales para garantizar una calidad en el servicio prestado a los usuarios. Por lo anterior, solicitó que la Comisión analice el mercado móvil dentro del estudio, dada la dominancia que existe. Además, solicitó que se analice y estime el impacto del apagado de la red 2G frente a los usuarios, teniendo en cuenta el alto costo de los ETM 4G y la no masificación actual de este tipo de red. Consideró importante realizar un estudio técnico-económico de los despliegues de redes de 4G, debido a que los PRSTM no han visto el retorno de la inversión realizada.

De igual manera, Colombia Telecomunicaciones consideró que el apagado de 2G no debe ser total, sino parcial para soportar precisamente las tecnologías IoT o M2M. Además, en su criterio, el proceso de migración tecnológica debe estar enfocado a usuarios de servicios de voz y datos a excepción de aplicaciones IoT o M2M. A su vez, Colombia Móvil consideró que la CRC debe analizar el uso de la red

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 107 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			

2G y considerar las tecnologías como IoT y M2M, así como el impacto que pueda generar el apagado de la 2G.

Por último, la Corporación Universitaria Minuto de Dios comentó que el estudio no debe solo enfocarse en tráfico de voz y datos, sino que debe propender por determinar el impacto social que los diferentes sectores productivos le están dando a la tecnología móvil. Esto permitiría desarrollar, por ejemplo, proyectos IoT para el agro, fomentar la e-salud en regiones apartadas o la educación virtual móvil a nivel nacional.

Al respecto, es menester reiterar que en la sección 5 de este documento, la CRC expone de manera detallada los resultados de la etapa de recolección, sistematización y análisis del despliegue, penetración, acceso y uso de las redes en Colombia, en el cual evaluó y tuvo en cuenta las siguientes variables: (i) el despliegue de las redes móviles en Colombia a nivel nacional y regional; (ii) la penetración de las líneas móviles por tipo de tecnología utilizada; (iii) el acceso a las redes móviles a través de los ETM activos por tipo de tecnología soportada; (iv) el uso de las redes móviles por ET, mediante el tráfico de voz y datos; (v) otras variables de acceso a redes móviles: ventas e importaciones de ETM por tipo de tecnología; (vi) otros usos de las redes por medio de la fabricación, importación y comercialización de otros dispositivos que utilizan redes móviles y; (vii) el uso de las redes móviles en IoT y M2M. Cabe resaltar que, con los resultados obtenidos de dicho análisis, la revisión de las experiencias internacionales y las sugerencias planteadas por los grupos de valor, esta Comisión propuso los escenarios alternativos para la modernización de las redes móviles en Colombia, y analizó la situación de Colombia en ese contexto.

Ahora bien, como se mencionó al inicio de este documento, para la Comisión es importante aclarar que, debido a que MinTIC es la entidad que expide la política pública en materia de telecomunicaciones, el presente estudio se enfocó en los temas regulatorios que son competencia de la CRC. En ese sentido, la política pública que se expida, seguramente, tendrá en consideración aquellas sugerencias realizadas por los grupos de valor que desbordan el alcance definido para este estudio pero que también tienen injerencia en la modernización de las redes en el territorio nacional.

Redes móviles en Colombia: Análisis y Hoja de Ruta regulatoria para su modernización	Cód. Proyecto: 9000-58-1	Página 108 de 108	
	Actualizado: 23/12/2019	Revisado por: Investigación, Desarrollo e Innovación	Revisión No. 1
Formato aprobado por: Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 5/11/2019			