MRCET

MAESTRÍA EN REGULACIÓN Y COMPETENCIA ECONÓMICA DE LAS TELECOMUNICACIONES

INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

DIRECCIÓN ADJUNTA DE INNOVACIÓN Y CONOCIMIENTO
GERENCIA DE CAPITAL HUMANO
POSGRADOS

"PERSPECTIVAS REGULATORIAS Y ECONÓMICAS DE LAS COMUNICACIONES TIPO MÁQUINA EN EL CONTEXTO DEL AVANCE TECNOLÓGICO EN MATERIA DE TELECOMUNICACIONES Y EL INTERNET DE LAS COSAS"

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN
Que para obtener el grado de MAESTRO EN REGULACIÓN Y COMPETENCIA ECONÓMICA DE LAS TELECOMUNICACIONES

Presenta:

Sergio Márquez Torres

Asesor:

Dr. Daniel Villanueva Vásquez

Ciudad de México, agosto, 2019.

CONACYT

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS UNAM

INFOTEC POSGRADOS

ift INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

Autorización de Impresión

INFOTEC POSGRADOS

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN Y NO ADEUDO EN BIBLIOTECA

MAESTRÍA EN REGULACIÓN Y COMPETENCIA ECONÓMICA DE LAS TELECOMUNICACIONES

Ciudad de México, 17 de octubre de 2019
INFOTEC-DAIC-GCH-0128/19.

La Gerencia de Capital Humano / Gerencia de Investigación hacen constar que el trabajo de titulación intitulado

PERSPECTIVAS REGULATORIAS Y ECONÓMICAS DE LAS COMUNICACIONES TIPO MÁQUINA EN EL CONTEXTO DEL AVANCE TECNOLÓGICO EN MATERIA DE TELECOMUNICACIONES Y EL INTERNET DE LAS COSAS

Desarrollado por el alumno **Sergio Márquez Torres** y bajo la asesoría del **Dr. Daniel Villanueva Vásquez**; cumple con el formato de biblioteca. Por lo cual, se expide la presente autorización para impresión del proyecto terminal al que se ha hecho mención.

Asimismo se hace constar que no debe material de la biblioteca de INFOTEC.

Vo. Bo.

Mtra. Julieta Alcibar Hermosillo
Coordinadora de biblioteca

***Anexar a la presente autorización al inicio de la versión impresa del trabajo referido que ampara la misma.**

Agradecimientos

A Zayra, Victoria y Dante por su eterna inspiración.

Tabla de contenido

Introducción ***1***

Capítulo 1: Las comunicaciones móviles tipo máquina. ***2***

1.1 Generalidades. **5**
1.1.1 Tipos y propósito. 6
1.1.2 Escenarios de aplicación. 8
1.1.3 Aspectos técnicos. 9
1.1.4 Espectro radioeléctrico. 11

1.2 Contexto mundial **14**
1.2.1 Despliegue. 15
1.2.2 Regulación en otros países. 15
1.2.3 Protocolos de seguridad. 18

Capítulo 2: Comunicaciones móviles y su interrelación con el IoT. ***21***

2.1 Internet de las cosas. **22**
2.1.1 Características. 24
2.1.2 Perspectivas económicas. 25
2.1.3 Estimaciones de desarrollo. 27

2.2 Relación con las MTC. **29**
2.2.1 Casos de uso. 29
2.2.2 Convergencias y divergencias entre el IoT y las MTC. 33
2.2.3 ¿Dependencia, interdependencia o interrelación? 33

Capítulo 3 Regulación en materia de MTC. ***35***

3.1 Autoridades competentes. **35**
3.1.1 Instituto Federal de Telecomunicaciones 35
3.1.2 Secretaría de Comunicaciones y Transportes 37
3.1.3 Procuraduría Federal del Consumidor 38
3.1.4 Comisión Federal de Competencia Económica 39
3.1.5 Métodos y coordinación entre autoridades competentes. 40

3.2 Intervención regulatoria en materia de MTC. **42**
3.2.1 La cuestión regulatoria. 42
3.2.2 Necesidad regulatoria. 44
3.2.3 Perspectivas en materia de regulación de las MTC. 47

Conclusiones ***49***

Bibliografía ***52***

Índice de Figuras

Figura 1 Aplicaciones MTC relacionadas con diferentes industrias verticales 9
Figura 2 Arquitectura de las MTC..... 10
Figura 3 Logo del protocolo LTE-M. 11
Figura 4 Logo del protocolo NB-IoT..... 11
Figura 5 Espectro radioeléctrico 11
Figura 6 Mapa de países que han desplegado redes NB-IoT y LTE-M. 14
Figura 7 Ecosistema IoT..... 21
Figura 8 Elementos fundamentales en la arquitectura del IoT..... 24
Figura 9 Impacto económico del IoT. 28

Introducción

Las comunicaciones tipo máquina son una forma de intercambio de datos entre dispositivos, máquinas u objetos que no necesitan intervención humana mientras se ejecuta dicho intercambio de información. Este tipo de comunicaciones son diferentes a los servicios móviles actuales ya que implican diferentes escenarios de mercado dentro de diversas industrias verticales tales como: agricultura, energía, transporte, ciudad inteligente, entre otras; se caracterizan por tener un potencial muy grande de comunicación de terminales; cuentan con menor costo de operación; y, en algunas ocasiones, poco tráfico por terminal.

La importancia de estos sistemas radica en que servirán como insumo técnico principal para la implementación del Internet de las cosas, ya que constituyen uno de los principales medios por el que se interconectan una serie de dispositivos que, a su vez, configuran el desarrollo de ecosistemas tecnológicos sin precedentes como el auto conectado o las ciudades inteligentes.

En el transcurso del presente trabajo, se pretende desarrollar una investigación aplicada que permita advertir la conveniencia (o no) de establecer un marco regulatorio para las comunicaciones tipo máquina, con el fin de evitar su inhibición y desarrollo en nuestro país. Para dichos fines, se plantea; en primer término, describir sus generalidades y contexto, incluyendo los tipos, finalidades, escenarios de aplicación; aspectos tecnológicos; regulación internacional, así como el despliegue y aspectos de seguridad globales. Luego, la investigación describe la relación que guardan con el Internet de las cosas, para finalmente determinar si existe una necesidad de intervención regulatoria por parte de las autoridades competentes. Cabe destacar que la presente investigación aplicada se concentra en las comunicaciones tipo máquina que utilizan radiofrecuencias, cuyo medio de transmisión es el espectro radioeléctrico.

Capítulo 1

Las comunicaciones móviles tipo máquina.

Capítulo 1: Las comunicaciones móviles tipo máquina.

Las comunicaciones tipo máquina (en adelante MTC, por las siglas en inglés de *"Machine Type Communications"*[1]) son las conexiones o comunicaciones de datos entre diversos dispositivos, terminales, unidades, aparatos y equipos móviles de manera autónoma e independiente. El Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP[2], *3rd Generation Partnership Project*) las ha definido como: (una) "*forma de comunicación de datos que involucra una o más entidades que no necesariamente necesitan interacción humana*"[3]. La presente investigación estará concentrada en las MTC que se encuentran dentro del ecosistema de redes móviles (MTC haciendo uso del espectro radioeléctrico); así como con las MTC que utilizan sistemas de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT, *International Mobile Telecommunications*).

---

1 Para fines de la presente investigación aplicada, todos los acrónimos se encuentran en su idioma original.

2 El 3GPP está integrado por organismos de telecomunicaciones mundiales encargados de crear estándares de telecomunicaciones móviles para producir informes y especificaciones técnicas que definan las tecnologías de redes de telecomunicaciones celulares, incluido el acceso por radio, la red de transporte principal y las capacidades de servicio, incluido el trabajo en códecs, seguridad, calidad en el servicio.

3 3GPP, Especificación técnica número 22.368 V14.0.1, agosto 2017, trad. propia p.7, documento disponible en: https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=645

A su vez, las IMT[4] son los sistemas de comunicación móvil de última generación que abarcan de forma colectiva las IMT-2000[5], las IMT-Avanzadas[6] y las IMT-2020[7], estas últimas son las que comercialmente se conocen como los sistemas móviles de quinta generación (5G). Dichas IMT 2020 son aplicables a sistemas y componentes que incluyen nuevas interfaces radioeléctricas que resultan compatibles con las nuevas capacidades de los sistemas posteriores a las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas de acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)[8]. Es importante hacer la delimitación de las MTC-IMT debido a que dentro del sector radiocomunicaciones (UIT-R) de la UIT, también se

---

4 Las IMT 2000 se pusieron en funcionamiento aproximadamente en el año 2000; las IMT-Avanzadas en 2013; y las IMT 2020 se encuentran actualmente bajo desarrollo.

5 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación UIT-R M.687-2 “Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000", Ginebra, 1997, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.687-2-199702-I!!PDF-S.pdf

6 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación UIT-R M.1645 “Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores", Ginebra, 2010, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1645-0-200306-I!!PDF-S.pdf

7 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación ITU-R M.2083-0 “Concepción de las IMT – Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante", Ginebra, 2016, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-S.pdf

8 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Resolución UIT-R 56-2 “Denominación de las telecomunicaciones móviles internacionales”, Ginebra, 2015, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/res/R-RES-R.56-2-2015-PDF-S.pdf

considera que existe una categoría para las MTC tipo "*No-IMT*" las cuales están dedicadas a sistemas móviles; pero que no son de índole IMT.[9]

Dicha delimitación obedece al vertiginoso avance en materia de tecnología de comunicación de redes que se está gestando actualmente a nivel global, lo cual hace que exista un ecosistema extenso en materia de radiocomunicaciones entre dispositivos. Así pues, en la presente investigación aplicada no abordaremos temas relacionados con tecnología semejante que ya ha sido desarrollada y/o utilizada para otros fines, como por ejemplo las comunicaciones de dispositivos de corto alcance[10] o, los sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA, *Supervisory Control and Data Acquisition*). Esto, debido a que existen diferencias importantes entre las mismas; los dispositivos de corto alcance se encuentran limitados a comunicarse en distancias significativamente menores a las de las MTC, mientras que SCADA, es más adecuado para necesidades de control remoto de soluciones de tipo industrial y dentro de un entorno de red privada[11].

Es pertinente también mencionar que las MTC también son conocidas en la literatura y en el lenguaje técnico como: "Comunicaciones Máquina a Máquina"

---

9 Para mayor información de los trabajos en el UIT-R sobre las MTC "No-IMT", consultar: Unión Internacional de Telecomunicaciones, Reporte de noviembre 2018 del Presidente del Grupo de Trabajo 5A, documento disponible en: https://www.itu.int/md/R15-WP5A-C-0976/en

10 El Informe UIT-R SM.2153-6 "Parámetros técnicos y de funcionamiento de los dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y utilización del espectro por los mismos", Unión Internacional de Telecomunicaciones, Ginebra, 2017 los define como: "*(…) los transmisores radioeléctricos que proporcionan comunicaciones unidireccionales o bidireccionales y que tienen baja capacidad de producir interferencia a otros equipos radioeléctricos*", documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2153-6-2017-PDF-S.pdf.

11 Lucic, Drazen, Carica Antun *et al*., Standardisation and Regulatory Context of Machine to-Machine Communication, 13th International Conference on Telecommunications (ConTEL), IEEE, Graz, 2015, documento disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/7231216

(M2M, *Machine to machine*), tal es el caso del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), o incluso se ha definido como "Internet de las Cosas" (IoT, *Internet of Things*), tal es el caso de la UIT[12]. Para fines de la presente investigación la denominación que se empleará será únicamente la de MTC porque además se considera que sí existen diferencias sustanciales entre los conceptos MTC y IoT; por tanto, no podemos abordarlas desde la misma perspectiva. Esta cuestión se analizará a detalle en el capítulo dos de la presente investigación.

1.1 Generalidades.

Las MTC son diferentes a los sistemas tradicionales de comunicaciones móviles ya que su ecosistema implica menor costo y esfuerzo en la transacción de sus comunicaciones; cuentan con un gran potencial de masificación de comunicaciones entre terminales; y, en gran medida, utilizan poco tráfico por terminal[13].

Consecuentemente, dichas características requieren que exista cierto grado de flexibilidad para que su proliferación se lleve a cabo de una manera expedita, pero metódica; masiva pero ordenada; sin restricciones excesivas, pero con medidas de seguridad adecuadas. Se considera que, en la medida que se observe esto y se propicie un despliegue adecuado, las MTC tendrían potencial para desarrollarse en tiempos relativamente ágiles y sin inhibición alguna.

---

12 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Informe ITU-R M.2440-0 "The use of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications for narrowband and broadband machine type communications", Ginebra, 2018, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2440-2018-PDF-E.pdf

13 *Op. cit.* Nota 3, p. 7.

1.1.1 Tipos y propósito.

Las MTC se han clasificado de muchas maneras en numerosos reportes, documentos y escritos técnicos de diversa índole. Al momento de realizar la presente investigación, el ecosistema de las MTC resulta no menos incipiente que heterogéneo; este puede incluir, no sólo las M2M descritas anteriormente, sino también la masificación de las MTC, a través de comunicaciones dispositivo a dispositivo (D2D, *Device to device*), comunicaciones vehículo a vehículo (V2V, *Vehicle to vehicle*) y un sinnúmero de subcategorías y variaciones de comunicaciones tales como: vehículo a todo (V2X/V2E, *Vehicle to everything*); vehículo a red (V2N, *Vehicle to Network*); vehículo a infraestructura (V2I, *Vehicle to infraestrcuture*), dispositivo a infraestructura (*Device to infraestructure*) entre otras.

Existe la idea de que la transición del IoT al Internet del todo (IoE, *Internet of everything*) es el siguiente paso en la evolución de este tipo de tecnologías de comunicación móvil. No obstante, hay autores que van más lejos; tal es el caso de un grupo de investigadores de la Universidad de Zagreb en Croacia, quienes consideran una evolución orientada al "Hiperespacio por internet de humanos, cosas y sistemas" (HIoE, *Hyperspace by Internet of humans, things and systems*) e incluso más allá, al considerar la evolución hacia la "Inteligencia hiperespacial por internet de humanos, cosas y sistemas" (HIIoE, Hyperspace intelligence by Internet of humans, things and systems)[14]. Considero que este tipo de aproximación, desvanece el esfuerzo global por estandarizar estas tecnologías en el mundo actual y real; más aún, tienden al deterioro de la armonización global, afectando las

---

14 Jovović, Ivan, Forenbacher, Ivan, Periša, Marko, Massive Machine-Type Communications: An Overview and Perspectives Towards 5G, Conference: The 3rd International Virtual Research Conference In Technical Disciplines, RCITD 2015, At Zilina, Slovakia, Volume: Vol. 3., Eslovaquia, 2015, documento disponible en:https://www.researchgate.net/publication/284502573_Massive_Machine-Type_Communications_An_Overview_and_Perspectives_Towards_5G

potenciales economías de escala[15] que se podrían alcanzar al enfocarnos exclusivamente al ecosistema disponible hoy día.

Ahora bien, la UIT, ha incluido a las MTC masivas (mMTC, *Massive Machine Type Communications*) dentro de las características y escenarios de uso para las IMT-2020 con miras al desarrollo de 5G, dentro de las cuales también se incluye banda ancha móvil mejorada (eMBB *Enhanced Mobile Broadband)* y las comunicaciones ultra fiables y de baja latencia (URLLC *Ultra-reliable and low latency communications*)[16]. Cada una de estas juega un papel crucial para el desarrollo del 5G de acuerdo con la UIT.

Así pues, las mMTC están definidas por la UIT como: "*un muy elevado número de dispositivos conectados que, por lo general, trasmiten un volumen relativamente bajo de datos no sensibles al retardo. Los dispositivos deben ser de bajo coste y con una prolongada duración de la batería*"[17].

Otras clasificaciones para las MTC incluyen su categorización por el tipo de protocolo de comunicación que se ha, o está desarrollando actualmente. En este tipo de clasificación podemos incluir dos categorías generales: las MTC, bajo el protocolo NB-IoT[18] y las MTC bajo el protocolo LTE-M[19]. Ambos protocolos han sido

---

15 Una economía de escala se consigue cuando el costo de producir una unidad de un bien disminuye a medida que aumenta su tasa de producción. Definición tomada de Parkin, Michel, Microeconomics, Décima edición, Addison-Wesley/Pearson, Boston, 2012, p. 242.

16 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Informe "Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges", 2018, documento disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-D/Documents/ITU_5G_REPORT-2018.pdf

17 *Op. Cit,* Nota 7, p. 13

18 Se trata de tecnología de banda angosta desarrollada para las aplicaciones de IoT, cuyas características consisten en: bajo rendimiento, larga duración de la batería, cobertura de área amplia y en interiores. Definición tomada de *Op. cit*., Nota 9, trad. propia.

19 Es el término industrial simplificado para el estándar de tecnología de área amplia de baja potencia (LPWA) LTE-MTC publicado por 3GPP en la especificación

desarrollados por el 3GPP para comunicaciones IMT de banda angosta y banda ancha, respectivamente.

Finalmente, con base en los hallazgos de la presente investigación, se considera que el propósito de las MTC es conectar los diversos dispositivos / terminales / unidades / aparatos / equipos móviles entre sí, con el fin de transitar del Internet convencional[20] al IoT. No obstante, al existir un número potencialmente mayor de dispositivos que gente en el mundo, es preciso y urgente anticipar los recursos de espectro radioeléctrico suficientes para satisfacer la alta demanda que se prevé tengan las MTC en el futuro inmediato[21].

1.1.2 Escenarios de aplicación.

Existen diferentes escenarios de aplicación para las MTC. Se ha comentado de manera general que las MTC guardan una estrecha relación con el IoT. Esto es porque que las MTC servirán como insumo técnico principal para la implementación del IoT, ya que constituyen el medio por el que se interconectarán una serie de dispositivos que, a su vez, configurarán el desarrollo de ecosistemas tecnológicos sin precedentes tales como el auto conectado o las ciudades inteligentes.

Así, dentro del ecosistema que se anticipa para el IoT utilizando las MTC, podemos encontrar diversas aplicaciones relacionadas con diferentes industrias verticales, tales como: transporte (manejo de flotas, rastreo de unidades, etc.); agricultura (monitoreo del clima, rastreo de ganado, etc.); medio ambiente

---

de la versión 13. Se refiere específicamente a LTE CatM1, adecuado para el IoT. Definición tomada de GSMA, LTE-M Deployment Guide, abril 2018, trad. propia, documento disponible en:
https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2018/04/LTE-M_Deployment_Guide_v2_5Apr2018.pdf.

20 Algunos autores se refieren a este concepto como el Internet de la gente (IoP, *Internet of People*).

21 Véase el apartado 2.1.3 “Estimaciones de desarrollo” de la presente investigación.

(monitoreo de inundaciones, monitoreo ambiental de agua, aire, ruido, etc.); industria (monitoreo de procesos, control de mantenimiento, etc.); energía (control eólico, gestión de compuertas en presas, etc.); personales (ropa inteligente, localización de personas, etc.); edificios inteligentes (detectores de humo, sistemas de alarma, automatización del hogar, etc.); ciudades inteligentes (sensores de parquímetros, bicicletas inteligentes, gestión de residuos, iluminación inteligente, etc.); servicios públicos (medición inteligente de agua y luz, etc.); salud (monitoreo médico, asistencia de salud remota) entre muchos otros casos de uso.

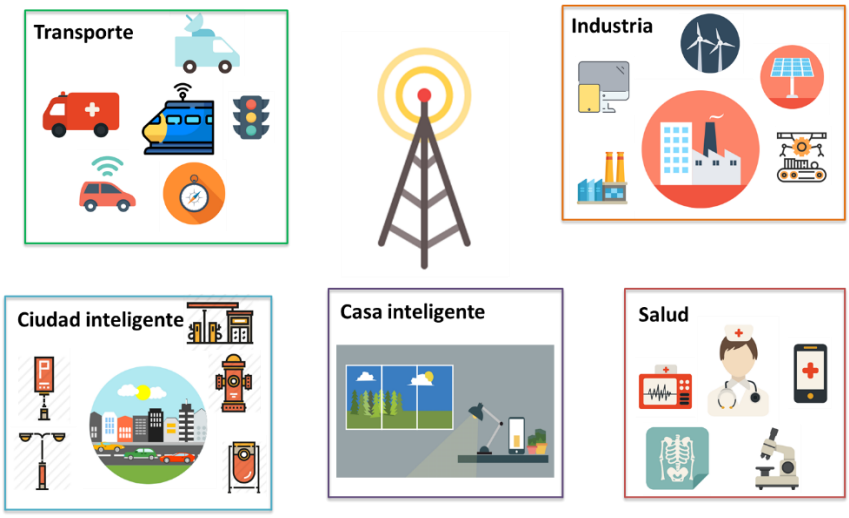

Figura 1 Aplicaciones MTC relacionadas con diferentes industrias verticales

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 1 muestra algunas de estas aplicaciones. Las particularidades y casos de uso se explican a detalle en el apartado 2.2.1.

1.1.3 Aspectos técnicos.

En este apartado se abordan algunas generalidades técnicas de funcionamiento de las MTC. Aunque el alcance de la presente investigación esté orientada al análisis de la posible necesidad de definición de mecanismos de regulación específica para su funcionamiento y/o desarrollo en México, se considera que la revisión del estado del arte en cuanto a especificaciones técnicas queda plenamente justificada toda vez que constituyen un aspecto esencial a tomarse en cuenta en las conclusiones de la investigación que nos ocupa.

En primer lugar, habría que echar un vistazo a la arquitectura de las MTC. Esta puede dividirse en tres dominios principales: dominio del dispositivo, dominio de la red y dominio de la aplicación. Cada uno de estos dominios funge como puente de comunicación entre los diversos componentes que integran la red como se observa en la siguiente Figura 2:

Figura 2 Arquitectura de las MTC

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, en cuanto a los protocolos NB-IoT y LTE-M mencionados anteriormente en el numeral 1.1.1, es preciso señalar que funcionan en redes de áreas amplias de bajo consumo (LPWA, *Low-Power Wide Area*) las cuales, a diferencia, de las redes móviles convencionales o celulares requieren del envío de pequeñas cantidades de datos en un rango amplio, con el apoyo de una batería de larga duración (incluso puede llegar a durar años): "(Las LPWA) *ofrecen duración de la batería por múltiples años y operación a larga distancia (~10km), usualmente en bandas Industriales, Científicas y Médicas (ISM) (868 MHz, 915 MHz, 2.4 GHz) utilizando una combinación de esquemas de modulación*"[22].

Entre las principales características de los protocolos referidos en el párrafo que antecede se encuentran las siguientes: NB-IoT cuenta con la capacidad de despliegue dentro de una portadora LTE, ya sea en la banda de guarda o en una portadora independiente dentro de otro segmento de espectro (no LTE). A su vez,

22 5G Americas, Internet de las cosas en América Latina, julio 2016, documento disponible en: http://www.5gamericas.org/files/7214/6982/7154/Internet_de_las_Cosas_en_America_Latina_FINAL_ESP.pdf

LTE-M sólo se puede desplegar en la red LTE, considera mayores anchos de banda; pero también puede soportar voz. Ambos protocolos presentan mejores consumos de energía en los dispositivos de usuario, mejor capacidad y desempeño del sistema (incluyendo interiores), así como una mejor eficiencia espectral.

Figura 4 Logo del protocolo NB-IoT

Figura 3 Logo del protocolo LTE-M.

Fuente: Global System for Mobile Communications (GSMA)

1.1.4 Espectro radioeléctrico.

El espectro radioeléctrico es otro de los elementos fundamentales para el desarrollo de un marco contextual adecuado para determinar si las MTC son o no son motivo de regulación en nuestro país, por lo que es preciso realizar un análisis de su situación actual. Este apartado aborda el marco jurídico-regulatorio, características físicas, importancia, así como las atribuciones de gestión y administración del espectro radioeléctrico en México.

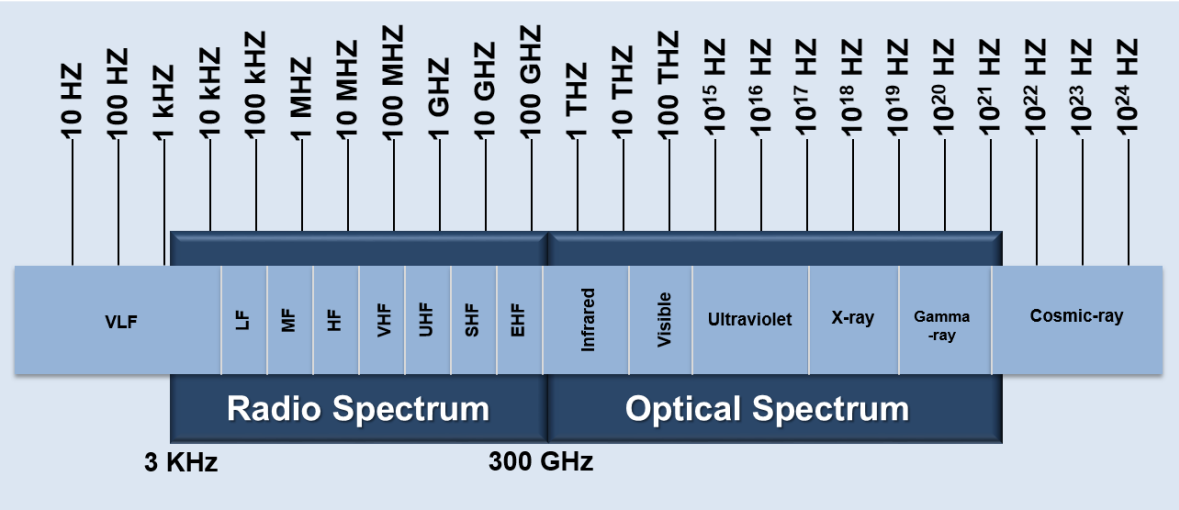

Figura 5 Espectro radioeléctrico

Fuente: NASA

En primer término, el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que corresponde a la Nación el dominio directo del espacio situado sobre el territorio nacional en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional[23].

Ahora bien, de acuerdo a la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (la Ley) en su artículo 3 fracción XXI, el espectro radioeléctrico es: (el) *"Espacio que permite la propagación, sin guía artificial, de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencias se fijan convencionalmente por debajo de los 3,000 gigahertz;"*[24]

El espectro radioeléctrico es un recurso natural, limitado, mensurable, que constituye un bien del dominio público sobre el cual el Estado mexicano ejerce su soberanía. En consecuencia, debe ser objeto de una adecuada gestión, administración, planeación, vigilancia y supervisión con el fin de beneficiar al usuario final de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión. Así mismo, el espectro radioeléctrico, es inalienable e imprescriptible; su uso, aprovechamiento o explotación comercial por parte de particulares sólo podrá realizarse mediante una concesión de acuerdo con las reglas y condiciones que establezca el marco jurídico y normativo vigente.

En segundo término, es preciso mencionar que el valor del espectro radioeléctrico deviene precisamente de sus características físicas, las cuales permiten la propagación de las señales a través de diferentes bandas de frecuencias. Sin espectro radioeléctrico no existiría ningún tipo de servicio y/o aplicación en la actualidad, los cuales ya forman parte de nuestra vida diaria; por mencionar algunos: radiodifusión en ninguna de sus vertientes; radiocomunicaciones aeronáuticas, marítimas y terrestres; teléfonos móviles;

---

23 Diario Oficial de la Federación, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, México, 5 de febrero de 2017, documento disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_150917.pdf

24 Diario Oficial de la Federación, Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, México, 14 de julio de 2014, documento disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_311017.pdf.

sensores de apertura de puertas, autos, etc.; radiocomunicaciones satelitales y espaciales; radiolocalización, radioastronomía; y un sinnúmero de posibilidades más. Por esta razón y debido a la creciente demanda de servicios de telecomunicaciones y radiodifusión en las zonas densamente pobladas, los agentes involucrados en el sector deben estar en constante búsqueda de las mejores opciones para la gestión y administración del espectro radioeléctrico.

En la actualidad, derivado de su escasez, el valor del espectro radioeléctrico se ha elevado de manera exponencial y se ha revelado como un elemento fundamental e indispensable en una sociedad con nuevas necesidades tecnológicas, como lo son las MTC, motivo de la presente investigación.

Una condición necesaria para el desarrollo de los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión de manera general, consiste en la eficiencia respecto del uso del espectro radioeléctrico. Para conseguir este objetivo, se debe reflexionar que la adecuada gestión del mismo es un tema clave en un entorno en el que las tecnologías de transmisión de datos se vuelven cada vez más fundamentales en la vida del ser humano.

Es por ello que la evolución tecnológica es, en gran parte, responsable del incremento en la demanda de espectro radioeléctrico. En el caso de las MTC, es crucial contar con grandes cantidades de espectro ya que, aunque se reconozca y comparta la idea de que resulta prioritario conectar a los no conectados en nuestro país, siempre habrá mayor cantidad de dispositivos de usuarios conectados o a conectarse, que individuos conectados o por conectar.

En nuestro país, de acuerdo con lo establecido en el artículo 7 de la Ley, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) tiene a su cargo "*la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, los recursos orbitales, los servicios satelitales, las redes públicas de telecomunicaciones y la prestación de los servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones*"[25]. Así pues, el IFT tiene la responsabilidad de conducir y promover el uso eficiente del espectro radioeléctrico en México, a través de diferentes estrategias espectrales para satisfacer la creciente demanda de servicios

25 *Op. cit.* Nota 21.

y aplicaciones, incluidas las MTC. Las funciones específicas del IFT, así como su relación con otros organismos reguladores se abordan a profundidad en el apartado 3.1.1.

1.2 Contexto mundial.

Las tecnologías base del IoT están en constante crecimiento a nivel mundial. NB-IoT y LTE-M están presentes en todos los continentes del globo, al menos un país de cada continente ha adoptado una u otra tecnología. Según cifras de la Asociación mundial de proveedores móviles (GSA, *Global Mobile Suppliers Association*) en su último reporte de marzo del 2019[26], operadores han desplegado comercialmente redes NB-IoT y 30 operadores han hecho lo mismo con redes LTE-M alrededor del mundo[27]. (Ver Figura 6).

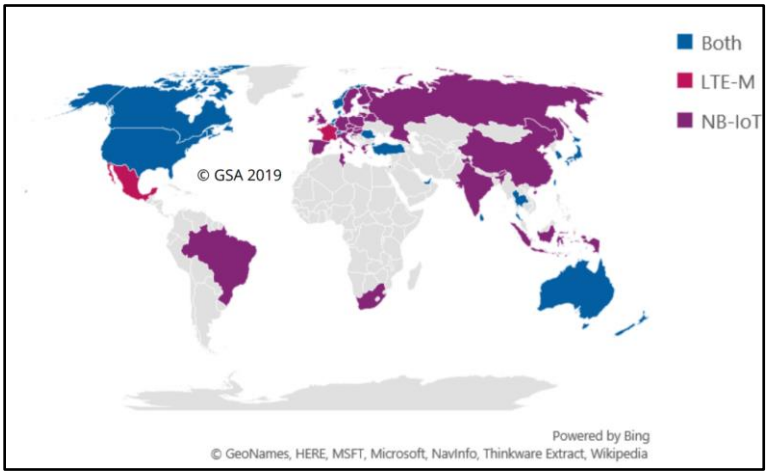

Figura 6 Mapa de países que han desplegado redes NB-IoT y LTE-M.

Fuente: GSA, enero 2019.

26 Para comprender mejor la velocidad en el avance tecnológico de este tipo de dispositivos, al inicio de la presente investigación aplicada se contaba con información de 44 operadores explotando redes NB-IoT y 13 operadores explotando redes LTE-M de acuerdo con información de GSA de marzo de 2018. Esto indica que dichas cifras se han prácticamente duplicado en menos de un año.

27 GSA, Internet of Things Networks, enero 2019, documento disponible en: https://gsacom.com/technology/narrow-band-iot-m2m/

1.2.1 Despliegue.

La consultora Gartner Inc., predice 20,400 millones de conexiones para el año 2020[28]. Por esta razón, es imperante que nuestro país cuente con los elementos necesarios para estar prevenidos, en caso de ser necesaria, una regulación *ex ante* en el tema de las MTC. El capítulo tres de la presente investigación abona los elementos necesarios que servirán como base para el diseño de perspectivas y mecanismos que, llegado el momento, le permitan al regulador -en este caso el IFT- tomar la decisión más adecuada en torno al funcionamiento y/o desarrollo de las MTC con base en el entorno y contexto nacionales.

1.2.2 Regulación en otros países.

Aún no existe literatura suficiente concreta respecto de casos regulatorios en materia de MTC en el mundo. Lo innovador del tema, sumado a la inexperiencia de los reguladores en sus respectivos países sobre la materia, hace que su regulación (o no regulación) no haya sido aún lo suficientemente discutida en los diversos foros mundiales. No obstante, hay un artículo muy interesante al respecto realizado hace aproximadamente cuatro años por los Profesores Anggi Ghonisatun Fitri y Farda Hasun de la Facultad de Ingeniería Industrial en la Universidad de Telkom en Bandung, Indonesia; y Haryu Kresno Widhiputranto del Ministerio de Comunicación y Tecnología de la Información de Indonesia, en el cual se aborda la situación y recomendaciones de regulación para dicho país en materia de MTC[29].

---

28 Consultora Gartner, Comunicado de prensa, febrero 2017, documento disponible en: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use-in-2017-up-31-percent-from-2016

29 Ghonisatun Fitri, Anggi *et al*., A Regulatory Framework for Implementation of Machine to Machine Services, Conferencia de Asia Pacífico sobre tecnología inalámbrica y móvil, agosto, 2014, documento disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/6920285

Por considerar que dicho estudio es acorde con los objetivos de la presente investigación, lo tomaremos como objeto de análisis en el presente apartado.

Este estudio tuvo como finalidad realizar algunas recomendaciones respecto de un marco regulatorio para servicios MTC[30] a la autoridad reguladora de telecomunicaciones de Indonesia. Los factores que incluyeron en su análisis fueron los siguientes: tecnología, crecimiento, partes involucradas o interesadas[31], situación local y los retos que significa su despliegue en Indonesia.

Uno de los argumentos más relevantes por parte de los autores, es el siguiente: "*M2M services which utilize radio communications require spectrum for the operational of data transmission. Besides that, M2M services need specific numbering formats for device identification and addressing function (…). Therefore it is necessary to develop regulation about spectrum and numbering*"[32]

Desde la perspectiva de esta investigación aplicada, los autores se equivocan al proponer una regulación en materia de espectro radioeléctrico. Esto, en razón de que la identificación y/o etiquetación de espectro radioeléctrico dedicado a las MTC/M2M/IoT provocaría una barrera innecesaria, así como una inhibición para emplear cualquier banda de frecuencia atribuida al servicio móvil[33],

---

30 Es pertinente señalar que los autores del artículo las refieren como M2M en su texto.

31 Existen ciertas palabras que en un idioma en particular no tiene el significado exacto que se requiere para describir la palabra *per se*. Tal es el caso de "*stakeholders*" para referirnos a las "partes interesadas o involucradas" en este caso.

32 *Op. cit.*, Nota 26, p. 240

33 Las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico se encuentran atribuidas a diferentes servicios de radiocomunicaciones, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) del UIT-R a nivel global y con lo establecido en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) de México a nivel nacional. De manera similar, tanto el RR como el CNAF indican las bandas de frecuencias que se encuentran identificadas para las IMT. Por lo tanto, es importante tomar en consideración que las atribuciones se refieren a servicios de

el capítulo tres aborda esta situación a profundidad. Por otro lado, coincido en la necesidad de considerar algún tipo de numeración para evitar una desorganización cuando este ecosistema se encuentre en funcionamiento de manera masiva.

Finalmente, el estudio propone una serie de recomendaciones, entre las que destacan un plan de numeración para los dispositivos, procedimiento de privacidad de datos y la educación de la sociedad para promover las aplicaciones MTC al público[34].

Cierto es que la realidad tecnológico-social en el año 2014, no es la misma que la que prevalece ahora en este año 2019, por lo que se considera que los autores tuvieron algunas hipótesis erróneas, como por ejemplo suponer que la falta de proliferación del ecosistema MTC se debiera a la falta de regulación[35], ya que bien es sabido que la sobrerregulación de cualquier mercado puede provocar la inhibición del mismo. Esta cuestión se explica a detalle en el subcapítulo 3.2.

A pesar de lo atemporal del artículo, así como la situación geográfica de Indonesia (no cuenta con el problema de la coordinación en materia de radiocomunicaciones con países compartiendo frontera), existen bastantes hallazgos que no tienen desperdicio alguno y aportan de manera significativa al estudio de la regulación de las MTC a nivel mundial, sobre todo las relativas a planes de numeración y la protección de datos; ideas que pueden servir como punto de partida para construir un marco referencial para el desarrollo de las MTC en nuestro país.

---

radiocomunicaciones y la identificación se refieren a sistemas y/o aplicaciones tales como las propias IMT o, por mencionar un ejemplo, sistemas de plataformas a gran altitud para proveer conectividad en lugares remotos.

34 *Op. cit.*, Nota 26, p. 241

35 *Cfr. Ibidem,* p. 238

1.2.3 Protocolos de seguridad.

El tema de la seguridad es muy importante en el contexto de las MTC. Esto se debe a que los datos que por ahí se transmiten pueden ser sensibles y/o susceptibles de intercepción por algún agente externo. Esto puede provocar problemas en torno a la vulnerabilidad de la información si no se toman las medidas correspondientes para resguardarla y ponerla a salvo.

En este orden de ideas, a manera de ejemplo, construyamos un caso hipotético: supongamos un sistema MTC dedicado a cuidar los signos vitales de los pacientes en un hospital. A través de este sistema se administra el medicamento, vía intravenosa, a los pacientes de acuerdo con la dosis que el médico prescribió. Ahora bien, de no existir mecanismos que garanticen la seguridad del sistema (integridad, confidencialidad, desempeño, etc.), entonces un mal-funcionamiento de dicho sistema de salud a través de las MTC ya sea provocado de manera intencional o por omisión, podría poner en riesgo la salud e integridad de la vida humana.

Existen diversos estudios respecto a la seguridad en las MTC, orientadas al desarrollo del IoT. Algunos de estos consideran que es necesario establecer marcos regulatorios apropiados para la salvaguarda de los datos personales y mecanismos para el otorgamiento de consentimiento para el tratamiento de los mismos.

Es pertinente traer al caso que en México el Instituto Nacional de Acceso a la Información ha venido trabajando en el tema de la protección de datos personales desde hace ya algunos años. En julio del 2010 se publicó en el Diario Oficial la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares (LFPDPPP), la cual aplica a entidades privadas. Así mismo, en enero del 2017 se publicó la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, la cual aplica a cualquier autoridad, entidad, órgano y organismo de los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial, órganos autónomos, partidos políticos, fideicomisos y fondos públicos.

Dado que en México ya existe un marco jurídico dedicado a la protección de datos personales, el desarrollo de las MTC debe considerar también mecanismos para salvaguardar los datos que se generen a través del intercambio de información que generan las comunicaciones: "*Para proporcionar privacidad en IoT, las*

personas deben poder determinar cuándo otros pueden recolectar y cómo pueden usar su información personal".[36]

La protección de datos personales es un elemento crucial que los operadores de redes de telecomunicaciones (sin importar su tamaño) deben tener en cuenta. El procesamiento de datos y la protección de los mismos es un tópico que debe ser de gran importancia en la agenda de los grandes operadores ya que procesan diariamente volúmenes considerables de datos, tanto de sus usuarios finales como de sus servicios finales.

El reto más importante que enfrentan las MTC, en términos de protección de datos, es el tema de la heterogeneidad que implican este tipo de comunicaciones. Una idea para poder enfrentar este reto podría ser el establecimiento de algún tipo de numeración de dispositivos, como por ejemplo el protocolo de Internet en su versión 6 (IPv6); sin embargo, esto sólo podría funcionar a las MTC que efectivamente tengan conexión a Internet, en cuyo caso, sería aplicable a las MTC-IMT que estamos estudiando en la presenta investigación aplicada.

Esta numeración, de llevarse a cabo antes de la proliferación masiva de las MTC en México, permitiría establecer mecanismos de seguridad adecuados que, a su vez, constituirían un catalizador para el desarrollo de las mismas.

La numeración y direccionamiento de los dispositivos MTC puede tomar como punto de partida lo estipulado en los documentos: E.212[37] y E.164[38] del sector de normalización de las telecomunicaciones de la UIT, dado que la primera define un plan destinado a la identificación internacional única de redes públicas fijas y

---

36 Sengul, Cigdem, Privacy, Consent and Authorization in IoT, 20th Conference on Innovations in Clouds, Internet and Networks (ICIN), Paris, marzo 2017, documento disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/7899432

37 Unión Internacional de Telecomunicaciones, E.212 Plan de identificación internacional para redes públicas y suscripciones, Ginebra, 2015, documento disponible en: https://www.itu.int/rec/T-REC-E.212-201609-I

38 Unión Internacional de Telecomunicaciones, E.164 Plan internacional de numeración de telecomunicaciones públicas, Ginebra, 2011, documento disponible en: https://www.itu.int/rec/T-REC-E.164-201011-I/es

móviles que permiten a los usuarios tener acceso a los servicios de telecomunicaciones; mientras que la segunda proporciona la estructura del número y la funcionalidad de las categorías de números utilizadas para las telecomunicaciones públicas internacionales. La idea es retomar estas recomendaciones; pero desde una perspectiva que contemple IPv6.

Así, dentro de la capa de red de la arquitectura de una red MTC, referida en el numeral 1.1.3, se propone la implementación de un direccionamiento a través de IPv6 en los dispositivos MTC, con la finalidad de intercambiar tráfico de voz, datos y video entre los demás elementos dentro de la red y contar así con todas las ventajas que este tipo de direccionamiento proporciona, como son: más espacio para direcciones IP, mejor diseño de direccionamiento y mayor seguridad[39].

39 Chauhan, Dipti, Sharma, Sanjay, A Survey on Next Generation Internet Protocol: IPv6, International Journal of Electronics and Electrical Engineering Vol. 2, No. 2, Junio, 2014, documento disponible en: http://www.ijeee.net/uploadfile/2014/0226/20140226034303746.pdf

Capítulo 2

Comunicaciones móviles y su interrelación con el IoT

Capítulo 2: Comunicaciones móviles y su interrelación con el IoT.

Como se ha manifestado en el capítulo uno, las MTC son parte fundamental del IoT, ya que constituyen la columna vertebral de su funcionamiento. Para entender mejor esta idea, es necesario conocer el significado del desarrollo de un ecosistema IoT en términos tecnológicos, su implicación dentro de las economías digitales globales, así como las estimaciones de crecimiento que prevé la industria en el corto, mediano y largo plazo.

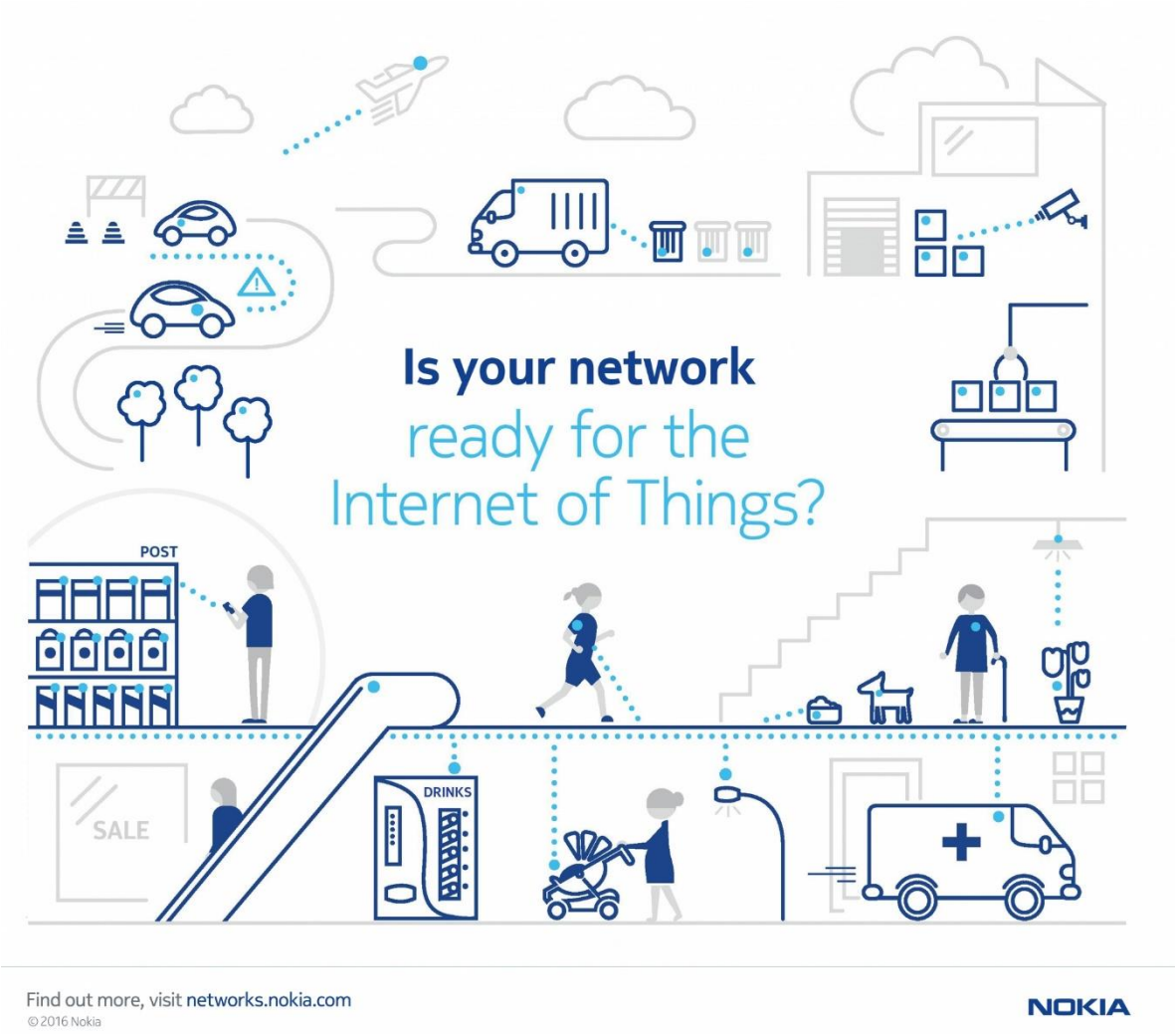

Figura 7 Ecosistema IoT.

Fuente: Nokia

En el presente capítulo también revisaremos algunos casos de uso de las MTC de manera concreta para estar en condiciones de analizar sus límites y la manera en la que se complementan entre sí. Las MTC, a nivel aplicación, alimentan el ecosistema IoT y a su vez, generan niveles de codependencia entre ambas. Si bien algunos autores consideran que el IoT es la evolución tecnológica natural de las MTC[40], se considera que su análisis aislado no resultaría adecuado para entender el fenómeno en su totalidad, por lo que en esta investigación aplicada se privilegia la coexistencia y relación que guardan entre sí; pero sin dejar de observar su evolución y la influencia de las MTC sobre el IoT y viceversa.

El estudio de estos factores, servirá para complementar el marco teórico-referencial para estar en condiciones de determinar el grado de intervención por parte del órgano regulador del espectro radioeléctrico, así como de otros organismos involucrados para el correcto desarrollo y funcionamiento de las MTC en México.

2.1 Internet de las cosas.

El estudio del fenómeno IoT es más amplio que el de las MTC. Hay mucha literatura al respecto, además de que existen diversos organismos internacionales que han realizado definiciones, por lo que en primer término revisaremos algunas de estas.

La UIT, en su Recomendación UIT-T Y.2060, define al IoT como: (la) “Infraestructura mundial para la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la interoperabilidad de tecnologías de la información y la

40 Consultora Deloitte, IoT para el sector empresarial en América Latina, Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina, julio de 2018, documento disponible en: https://cet.la/estudios/cet-la/iot-sector-empresarial-america-latina/

comunicación presentes y futuras”[41]. Así mismo, la UIT estableció la Iniciativa de Estándares Globales sobre Internet de las Cosas y el Sub-Grupo de Trabajo ITU-T SG20, el cual aborda los requisitos de estandarización de las tecnologías de IoT, con un enfoque inicial en las aplicaciones de IoT en ciudades y comunidades inteligentes.[42]

Otras definiciones, como por ejemplo la consultora McKinsey Global Institute indican que el IoT es: “*sensores y actuadores conectados por redes a sistemas informáticos. Estos sistemas pueden monitorear o administrar el estado y las acciones de los objetos y máquinas conectados. Los sensores conectados también pueden monitorear el mundo natural, las personas y los animales*”[43].

A su vez, el organismo *5G Americas* lo define como: “*una red de objetos físicos, máquinas, personas y dispositivos que habilitan la conectividad y las comunicaciones para intercambiar datos entre aplicaciones y servicios inteligentes. Estos dispositivos consisten en smartphones, tabletas, productos electrónicos de consumo, vehículos, motores y sensores con capacidad de comunicaciones por IoT*”.[44]

---

41 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación UIT-T Y.2060, Ginebra, 2014, documento disponible en: https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I/es

42 Unión Internacional de Telecomunicaciones, ITU-T SG20: IoT and its applications including smart cities and communities (SC&C), 2019, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2013-2016/20/Pages/default.aspx

43 McKinsey Global Institute, The internet of things: mapping the value beyond the hype, junio 2015, documento disponible en: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/The-Internet-of-things-Mapping-the-value-beyond-the-hype.ashx

44 *Op. cit.,* Nota 19.

Como se puede observar, todas estas definiciones convergen en cuatro elementos fundamentales: infraestructura de redes, datos, dispositivos y la capacidad de interacción que tienen entre estos.

2.1.1 Características.

En cuanto a características técnicas, la arquitectura del IoT es muy similar a la de las MTC. La arquitectura está constituida por cuatro elementos fundamentales: dispositivos, estructura de redes, plataformas y aplicaciones. Dentro de los dispositivos, se encuentran un chip, un módulo MTC y una terminal MTC. Esto fortalece la premisa de esta investigación en cuanto a que las MTC y el IoT no son entes independientes, sino que, visto desde una perspectiva general, las MTC son parte esencial y fundamental para el funcionamiento del IoT.

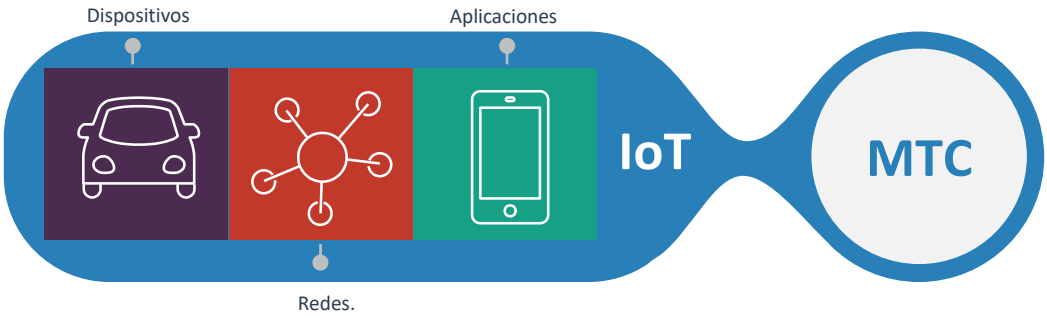

Figura 8 Elementos fundamentales en la arquitectura del IoT.

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, como se puede observar en la Figura 8 el IoT también cuenta con tres dominios principales en su funcionamiento: dominio del dispositivo, dominio de la red y dominio de la aplicación. Un aspecto muy interesante radica en la descripción técnica del dispositivo. Según el sector de normalización de UIT (UIT-T) los dispositivos se pueden clasificar en: transporte de datos; adquisición de datos; detección y accionamiento; y genéricos. Así mismo, de acuerdo al UIT-T, las características mínimas del IoT contemplan la capacidad de interconexión entre los dispositivos en un ambiente heterogéneo que contempla diversas plataformas y

redes, proporcionar servicios relacionados con las cosas, cambios dinámicos, y administración a gran escala de dispositivos[45].

2.1.2 Perspectivas económicas.

El tratamiento de este tema obedece a la pertinencia de analizar la influencia que tiene la implementación de las MTC en el contexto de un ecosistema IoT sobre la economía digital del país. Para dicho fin, empezaremos por explicar qué es la economía digital y cómo es que se ha desarrollado últimamente en México.

El papel de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) es muy importante para la economía de un país, ya que el desarrollo económico depende en gran medida del acceso que la población tiene hacia estas. La importancia de una sociedad conectada obedece también, en gran medida, a transformar la economía "tradicional" en una economía digital robusta. En este sentido, los entes que intervienen, de una u otra forma, en la regulación del sector telecomunicaciones tienen la gran responsabilidad de impulsar medidas adecuadas para que esto suceda: "*El rol de regulador deberá evolucionar hacia un promotor de la inversión necesaria para la economía digital, asimismo deberá ser vigilante de que haya una competencia sana y deberá enfatizar la protección del usuario final sobre todo en cuanto a su privacidad y seguridad*".[46]

Así, al brindar un escenario de certidumbre en el desarrollo de las TIC, la seguridad de la información y la conectividad, se está procurando también el desarrollo de una economía digital sana. Para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la economía digital hace dos años experimentó

---

45 *Op. cit.,* Nota 38.

46 Belli, Luca, "Gobernanza y regulaciones de Internet: una presentación crítica", en Belli, Luca, Cavalli, Olga (coord.), Gobernanza y regulaciones de Internet en América Latina, Direto Rio, primera edición, Rio de Janeiro, 2018, p. 52, documento disponible en: http://www.gobernanzainternet.org/libro/gobernanza_y_regulaciones_de_internet_en_america_latina.pdf

un fenómeno disruptivo durante su Reunión Ministerial celebrada en junio del 2016 en Cancún, al hacer que ministros de 43 países coincidieran en que: "(…) *la digitalización puede ser la clave para un futuro brillante, y pidiendo un enfoque integral del gobierno para desbloquear sus beneficios para el crecimiento y el bienestar, y poner en marcha una nueva era de formulación de políticas como el mejor camino para permitir que la transformación digital beneficie a todos, en todos los países*".[47]

Pero, ¿Qué se entiende por economía digital? Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de la ONU, la economía digital: "(…) *está constituida por la infraestructura de telecomunicaciones, las industrias TIC (software, hardware y servicios TIC) y la red de actividades económicas y sociales facilitadas por Internet, la computación en la nube y las redes móviles, las sociales y de sensores remotos*[48]". En esta misma publicación se manifiesta que existen elementos fundamentales para que una economía digital exista, estos son: la infraestructura de redes de banda ancha, la industria de aplicaciones TIC y los usuarios finales.

Siendo así, las MTC cuentan con los tres componentes arriba descritos para formar parte fundamental en la economía digital del país, sólo basta recordar su arquitectura (dispositivos, redes y aplicaciones). Sólo que, en el caso de las MTC, los dispositivos hacen las veces de "usuarios finales".

De esta manera, si los organismos reguladores no están preparados para atender la masificación de las MTC en el contexto del IoT, se corre el riesgo de afectar el desarrollo de la economía digital del país. A la fecha de realización de la

---

47 OCDE, Perspectivas de la OCDE sobre la Economía Digital 2017, Trad. de Asociación de Internet A.C., 2017, p. 24, documento disponible en: https://economicon.mx/ec0n0/wp-content/uploads/2018/06/libro-perspectivas-ocde-economia-digital-2017.pdf

48 Castillo, Mario (coord.), Economía digital para el cambio estructural y la igualdad, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2013, p. 9, documento disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35408/1/S2013186_es.pdf

presente investigación, no se contaba con algún plan o programa prospectivo por parte de las autoridades y organismos involucrados (IFT, COFECE, PROFECO, etc.) para las MTC/IoT.

La contribución de la economía digital en México es muy baja todavía, nuestro país ocupa el lugar 92 a nivel mundial del Índice anual de desarrollo de las TIC (IDI), el cual asigna indicadores cuantitativos para medir el acceso, uso y habilidades en torno a las TIC[49]; otro ejemplo es la participación del comercio electrónico en el Producto Interno Bruto en México: en el año 2016 sólo fue del 4%[50]; . En razón de lo anterior, es imperante buscar mecanismos adecuados para facilitar el desarrollo no sólo de las MTC, sino de todo el ecosistema TIC en nuestro país. Uno de los objetivos de esta investigación es coadyuvar a buscar el marco regulatorio más adecuado para que las MTC puedan aportar también al desarrollo económico digital nacional.

2.1.3 Estimaciones de desarrollo.

El IoT crece exponencialmente; día a día vemos cada vez más objetos cotidianos conectados, estufas, refrigeradores, autos, lámparas, ventanas, cerraduras, relojes y un sinfín de sensores colocados en medidores de servicios públicos e incluso en cabezas de ganado para controlar su número y reproducción.

De acuerdo con datos de la empresa de tecnología móvil Ericsson, se estima que para el año 2024 existirán 22,500 millones de conexiones de tecnología IoT a nivel mundial, a una tasa de 17% de crecimiento anual entre el año 2018 y el año

---

49 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Informe Medición de la Sociedad de la Información, Ginebra, 2016, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2153-6-2017-PDF-S.pdf

50 Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Valor Agregado Bruto del Comercio Electrónico, febrero, 2019 documento disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/vabcoel/2018/

2024[51]. Así mismo, de acuerdo con el Reporte de Tecnología e Innovación 2018 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), publicado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el mercado de las IoT se valuaba en 655.8 mil millones de dólares en el año 2018 y tiene un potencial de crecimiento de 1.7 billones en 2020 y entre $ 3.9 billones y $ 11.1 billones en 2025[52], como se muestra en la Figura 9.

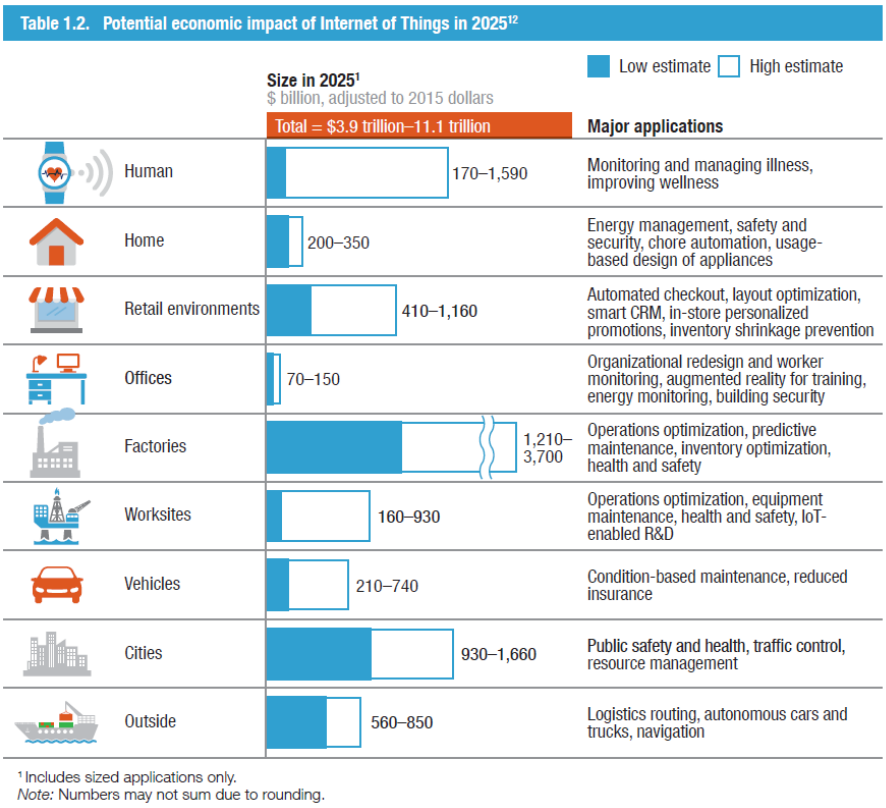

Figura 9 Impacto económico del IoT.

Fuente: Reporte de Tecnología e Innovación 2018 UNCTAD.

51 Ericsson, Ericsson Mobility Report, Noviembre 2018, documento disponible en: https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2018

52 Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, Technology and Innovation Report 2018, documento disponible en: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/tir2018_en.pdf

2.2 Relación con las MTC.

En el desarrollo de la presente investigación hemos revisado hasta ahora los tipos de MTC, algunos escenarios de aplicación de uso de manera muy general, sus aspectos técnicos, el medio físico que utilizan (espectro radioeléctrico), su despliegue, la regulación en otros países, así como los protocolos de seguridad.

En este sub-capítulo, presentaremos casos de uso específicos a manera de pretexto para ver de qué forma se relacionan con el IoT y si es que existen diferencias y convergencias entre estos. La hipótesis central es que son complementarios y dependientes entre sí.

2.2.1 Casos de uso.

En el apartado 1.1.2 presentamos los diferentes escenarios de aplicación para las MTC desde una perspectiva muy general, en este apartado explicaremos dos casos de uso particulares que tienen que ver con agricultura y la ciudad inteligente. Al observar estos casos, aprovecharemos para identificar los puntos de convergencia y divergencia de las MTC y el IoT.

El primer caso en el que nos ocuparemos es el del control de cabezas de ganado a través de este tipo de tecnologías. En Colombia existe una empresa llamada Celotor[53], que ha desarrollado una tecnología agroindustrial con el fin de detectar cuando el ganado bovino se encuentra en proceso de apareamiento. Esto se logra con la ayuda de tres componentes: un chip inyectable, un cinturón lector y la red de datos móviles del operador local (En este caso el operador es Claro[54]). El concepto es muy sencillo: el chip se inyecta en las hembras y los cinturones lectores

---

53 Celotor, Detector de celo bovino, Cali, Colombia, 2014, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: http://www.celotor.com/es/

54 Claro es una empresa que forma parte del Grupo América Móvil, quién presta servicios de telecomunicaciones en diversos países de América Latina y Europa.

en los machos. Cuando el macho monta a una vaca, automáticamente envía un mensaje de texto a un teléfono registrado a través de una aplicación. Como se puede observar, una vez más la arquitectura básica de las MTC está presente (dispositivo, red, aplicación) a nivel micro. El ecosistema IoT se configura al lograr conectar estos objetos (dispositivos) entre sí para poder representar un conocimiento inteligente.

Otro caso de uso, es el de la ciudad conectada. Este caso resulta más complejo, ya que puede implicar diversas soluciones dentro de un ambiente urbano, como pueden ser servicios, sistemas detectores, infraestructura, monitoreo y control. En Singapur, existe un proyecto denominado iNation[55], el cual está a cargo de la Autoridad de Desarrollo de Comunicaciones de Información de Singapur (IDA) para realizar la visión de Singapur como una Nación Inteligente. A partir de este proyecto, se lanzó un Programa de Nación Inteligente en el año 2014, el cual busca aprovechar las TIC, las redes y los datos para alcanzar una vida mejor y crear más oportunidades: "*La visión de Smart Nation del gobierno de Singapur es una respuesta a los crecientes desafíos urbanos del envejecimiento de la población, la densidad urbana y la sostenibilidad energética*"[56]. Dentro de este programa se contempla el desarrollo de una infraestructura de red que combine redes tipo LPWA para la utilización de NB-IoT y redes convencionales del servicio móvil, para la utilización de LTE-M, que sea capaz de albergar y conectar diversos dispositivos al mismo tiempo a través de diversas plataformas relacionadas con industrias verticales tales como: salud (tele-monitoreo a través de ropa y accesorios y

---

55 Info-communications Development Authority of Singapore, Innovation.Integration.Internationalisation. Report by the iN2015 Steering Committee, junio, 2006, documento disponible en: http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/unpan/unpan032993.pdf

56 Keon Lee, Sang, *et al.*, International Case Studies of Smart Cities, Inter-American Development Bank, Singapore, junio 2018, p. 6, documento disponible en: https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7723/International-Case-Studies-of-Smart-Cities-Singapore-Republic-of-Singapore.pdf?sequence=1

tecnologías de asistencia al adulto mayor y la niñez), servicios públicos (aplicaciones para el reporte de fallas en iluminación, agua y alcantarillado), planeación urbana (datos analíticos para la provisión de servicios y facilidades de tránsito), vivienda (tecnologías de casa inteligente, monitoreo ambiental en espacios públicos) y seguridad (vigilancia en tiempo real y análisis de datos para seguridad pública, inundaciones y respuesta rápida de servicios de emergencia).

Este caso de uso es muy importante porque no se trata de una ciudad, sino de una nación entera llevando a cabo una política de masificación y aprovechamiento de los recursos MTC para integrar un IoT que; por un lado, mejore la calidad de vida de sus ciudadanos; mientras que, por otro, lo convierta en una potencia económica tradicional y digital.

Otro elemento importante es la dependencia gubernamental. Hace un par de capítulos hablábamos de la certidumbre que los reguladores deberían proporcionar a la industria para la inversión y despliegue de modelos de negocios que resulten atractivos. Pero en el caso de Singapur, eso parece no ser un factor que juegue un papel muy importante; al menos por ahora, ya que es un proyecto auspiciado por el gobierno en su totalidad. Esto, nos lleva a reflexionar que el éxito o fracaso de tal iniciativa recae única y absolutamente sobre el gobierno. Recordemos la regulación MTC en Indonesia y como los profesores en su estudio tomaban como un elemento fundamental la participación de las partes interesadas (en su mayoría compuestas por miembros de la Industria).

Dado que la variedad de aplicaciones de ciudades inteligentes, es muy amplia, a continuación, se presentan algunas consideraciones generales para la implementación de MTC en ciudades inteligentes:

- Interfaces de interconectividad estandarizados para dispositivos y/o aplicaciones de terceros que tienen interacciones con ciudades.
- La necesidad de protocolos de radio adaptativos para el enrutamiento oportuno de mensajes que se adapten a los requisitos dinámicos de la aplicación (es decir, uso de energía, calidad de servicio esperada, etc.) que pueden habilitarse a través de funciones como la Radio definida por software (*Software Defined Radio*).

- Capacidad para cambiar dinámicamente entre interfaces de radio según los requisitos de rendimiento de la aplicación.
- Programación dinámica y equitativa de los recursos para permitir a las partes interesadas de la ciudad desplegar aplicaciones sobre sensores heterogéneos y nodos de procesamiento.
- Escalabilidad: la capacidad de una tecnología de acceso para escalar a una gran cantidad de nodos con alta eficiencia es otro factor determinante para las aplicaciones de ciudad inteligente.
- Alimentación: los sensores IoT necesitan una operación de baja potencia y una duración de batería de varios años. Existen otros dispositivos IoT, por ejemplo, en aplicaciones industriales, que funcionan con corriente alterna y hay diferentes dispositivos con diferentes esperanzas de duración de la batería en el medio.
- Rendimiento y tráfico de datos: mientras que los sensores suelen utilizar un rendimiento muy bajo para transmitir los datos recopilados a bajas frecuencias, por ejemplo, informan de la temperatura medida cada hora, otros dispositivos IoT (por ejemplo, cámaras de vigilancia) utilizan un rendimiento más alto durante largos períodos de tiempo. Hay actuadores que normalmente solo reciben datos y hay sensores que solo reportan datos, y hay muchos tipos diferentes de dispositivos que transmiten y reciben de forma regular.

Siendo así, con base en estas consideraciones y el estudio de este caso particular, se considera que iniciativas como la de Singapur mejorarán la calidad de vida de los residentes, a través de una mejor planificación de la urbe y la implementación de tecnología limpia y conectada digitalmente, incluidos edificios más ecológicos, carreteras inteligentes, sistemas de energía, y conectividad digital para hogares y empresas.

2.2.2 Convergencias y divergencias entre el IoT y las MTC.

Las MTC y el IoT son complementarias entre sí; sin embargo, desde el punto de vista de evolución tecnológica, podríamos decir que cuentan con diferencias en cuanto a la manera en que logran el acceso remoto a dispositivos. De esta manera, las soluciones MTC tradicionales suelen depender de las comunicaciones punto a punto que utilizan módulos de hardware integrados y redes móviles. En contraste, las soluciones de IoT se basan principalmente en redes basadas en IP para interconectar los datos del dispositivo con una plataforma en la nube.

Aunque las soluciones MTC ofrecen acceso remoto a los datos de la máquina, estos datos se dirigen tradicionalmente a soluciones puntuales en aplicaciones de administración de servicios. Rara vez, los datos se integran con las aplicaciones de índole empresarial para ayudar a mejorar el rendimiento general del negocio.

La integración de datos de dispositivos y sensores con el Big Data, análisis y otras aplicaciones es un concepto central detrás del emergente IoT. Esta integración es clave para lograr numerosos beneficios para las empresas de fabricación y, en última instancia, el crecimiento en el mercado.

Además de lo anterior, es preciso mencionar que las MTC no necesariamente requieren conexión a Internet, como es el caso de la solución de control de natalidad de ganado bovino. Por el contrario, IoT, en la mayoría de los casos requiere una conexión activa a internet, como en el caso de algunas aplicaciones del proyecto *Smart City* de Singapur, lo cual es más susceptible de asignarle un código de numeración tipo IPv6 y, por ende, hacerlo más seguro.

2.2.3 ¿Dependencia, interdependencia o interrelación?

Tomando en consideración todos los elementos bajo análisis en el presente capítulo, se puede asegurar que las MTC no son independientes del IoT y viceversa. Por el contrario, se observa una fuerte influencia de las primeras sobre las segundas y, si bien no se recomienda su estudio en cuerdas separadas, sí se puede concluir

que un ecosistema IoT de cierta forma es la evolución tecnológica natural del ecosistema MTC que nació años atrás.

El tránsito hacia redes IoT se ha consumado al haber dotado a las MTC de un entorno “inteligente”, cuyo nivel de maduración ha avanzado de manera exponencial en pocos años.

Durante la investigación bibliográfica de la presente investigación aplicada, quien escribe, se tropezó, por juegos de azar, con un blog acerca de tecnologías 4G y 5G. Por la claridad del símil utilizado por el autor Zahid Ghadialy en una entrada de fecha octubre del 2016 para explicar las diferencias entre las MTC y el IoT, me permito parafrasear el siguiente ejemplo[57]:

Imaginemos una máquina despachadora de café colocada en cada uno de los tres pisos que conforman una oficina, Zahid Ghadialy propone tres escenarios, los cuales clasifican un nivel de interacción distinta, como sigue: Escenario uno: no hay ningún tipo de conectividad, lo cual hace necesario que una persona revise aproximadamente tres o cuatro veces al día si existen suficientes suministros en las máquinas para que estas funcionen correctamente; escenario dos: conectividad básica a través de un sistema MTC, cuya ventaja sobre el primero es que las máquinas cuentan con sensores que mandan una notificación a tu teléfono o correo electrónico cuando los suministros se han agotado; escenario tres: conectividad avanzada a través del IoT, el cual está conectado al sistema y base de datos del personal de tal forma que es posible saber qué empleado acude a la máquina y su patrón de consumo; y, finalmente, escenario cuatro, el cual básicamente dota de inteligencia al sistema IoT del escenario tres con la finalidad de conocer datos de inventario y las fechas aproximadas para ordenar nuevos suministros para las máquinas. El ejemplo ofrecido ilustra y refuerza perfectamente nuestra premisa de interrelación MTC e IoT; tanto desde el punto de vista de la convivencia entre estos; como de la evolución del MTC al IoT.

---

57 Ghadialy, Zahid, "M2M vs IoT" en Ghadialy, Zahid, The 3G4G Blog, octubre, 2016, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://blog.3g4g.co.uk/2016/10/m2m-vs-iot.html

Capítulo 3

Regulación en materia de MTC.

Capítulo 3 Regulación en materia de MTC.

3.1 Autoridades competentes.

El tema que se presenta a continuación cuenta con diversos tintes interdisciplinarios entre diversas autoridades que tendrían cierta competencia en el tema del desarrollo de las MTC. Hasta ahora hemos visto que las MTC sientan las bases para la conexión masiva de objetos y evolucionará naturalmente para el despliegue masivo del ecosistema IoT en el mundo. Hemos revisado también que hay diversas industrias verticales, cuyos dispositivos serán receptores y, muchas veces, harán las veces de usuarios finales de las MTC. Algunas de estas industrias verticales son susceptibles de regulación por diversos entes en diferentes ámbitos de gobierno en nuestro país. Por ejemplo, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para el tema del transporte público inteligente; la Secretaría de Salud para el tema de la telemedicina; gobiernos locales para el tema de las ciudades inteligentes y un largo etcétera.

Por esta razón, la coordinación, cooperación y colaboración interinstitucional entre el órgano especializado en materia de telecomunicaciones en México y otras autoridades competentes debe privilegiarse por encima de cualquier interés particular que surja sobre el tema en el futuro inmediato. Así mismo, existen otros organismos como la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco) y la Comisión Federal de Competencia Económica (Cofece); quienes, aunados a las SCT, también podrían tener cierta injerencia en un marco hipotéticamente regulatorio que ataña a las MTC. Lo anterior se debe a las responsabilidades con las que cuentan y la manera en la que estas, en opinión de esta investigación aplicada, se relacionan con las MTC, tal como veremos a continuación.

3.1.1 Instituto Federal de Telecomunicaciones

Con base en lo dispuesto en el artículo 28 párrafos décimo quinto, décimo sexto y décimo séptimo de la Constitución mexicana, el IFT es un órgano autónomo, con

personalidad jurídica y patrimonio propio, que tiene por objeto el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las telecomunicaciones con base a lo dispuesto por la propia Constitución y en los términos que fijen las leyes, teniendo a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes y la prestación de los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, así como del acceso a infraestructura activa, pasiva y otros insumos esenciales, garantizando lo establecido en los artículos 6o. y 7o. constitucionales.

Asimismo, el Instituto es la autoridad en materia de competencia económica de los sectores de radiodifusión y telecomunicaciones, por lo que entre otros aspectos, regulará de forma asimétrica a los participantes en estos mercados con el objeto de eliminar eficazmente las barreras a la competencia y la libre concurrencia; impondrá límites al concesionamiento y a la propiedad cruzada que controle varios medios de comunicación que sean concesionarios de radiodifusión y telecomunicaciones que sirvan a un mismo mercado o zona de cobertura geográfica, garantizando lo dispuesto en los artículos 6o. y 7o. de la Constitución.

En este orden de ideas, y considerando que el IFT tiene a su cargo la regulación, promoción y supervisión de las telecomunicaciones, correspondería al Instituto, a través del Pleno definir el esquema de regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación eficiente del espectro radioeléctrico que mejor convenga, sin dejar de mencionar las medidas en materia de competencia económica que resulten aplicables.

No obstante, las particularidades de funcionamiento de las MTC implican que el IFT necesariamente tenga una coordinación con otros organismos reguladores de industrias verticales o gobiernos locales (en el caso de las ciudades inteligentes), para establecer de manera conjunta las atribuciones y responsabilidades de cada uno para el desarrollo de estos sistemas. Los Métodos y coordinación entre autoridades competentes se abordan en el apartado 3.1.5.

3.1.2 Secretaría de Comunicaciones y Transportes

La SCT es, por mucho, la institución con la que el IFT tiene mayor nivel de coordinación. Esto se debe a que; por un lado, la SCT está a cargo de la promoción de la política en materia de telecomunicaciones en términos de cobertura y conectividad en el país, cuestión que se entiende mejor gracias a proyectos como la Red Compartida, Red Troncal o el arrendamiento de inmuebles federales para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones; mientras que, por el otro lado, el IFT cuenta con las atribuciones sobre el espectro radioeléctrico mencionadas en el apartado anterior, las cuales lo habilitan como la única autoridad en materia de competencia económica y regulación técnica en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión.

A la SCT se ha facultado la misión de promover sistemas de transporte y comunicaciones seguros, eficientes y competitivos, a través del fortalecimiento del marco jurídico, la definición de políticas públicas y el diseño de estrategias que contribuyan al crecimiento sostenido de la economía y el desarrollo social equilibrado del país; ampliando la cobertura y accesibilidad de los servicios, logrando la integración de los mexicanos y respetando el medio ambiente[58].

Al interior de la SCT existe una Subsecretaría de Comunicaciones, cuyo objetivo es generar las bases para el desarrollo y modernización de la infraestructura de comunicaciones del país, a través de la definición de políticas y programas que incentiven la inversión en el sector, a efecto de que los usuarios tengan acceso a una mayor diversidad de servicios con precios más accesibles[59].

---

58 Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://www.gob.mx/sct/que-hacemos

59 Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://www.gob.mx/sct/acciones-y-programas/subsecretaria-de-comunicaciones

A su vez, esta Subsecretaría tenía a su cargo diversos programas como el de Conectividad Digital denominado “Banda ancha para todos”, diseñado en diciembre de 2016 bajo la administración del gobierno anterior. Cabe señalar que, hasta junio del 2019, el programa diseñado por el gobierno anterior seguía vigente en la página de la SCT tal como se planteó originalmente. Pero a la fecha de la publicación de la fecha de la presente investigación, ya no se encontró disponible. Cabe señalar que, la actual titular de la Subsecretaría, la Ingeniera Salma Jalife presentó en diciembre del año pasado los nuevos ejes estratégicos de su plan de trabajo, entre los cuales destacan la promoción y desarrollo de redes de alto desempeño; la conectividad y, muy relevante para esta investigación, su eje 3 el cual indica: “Identificar tendencias, tecnologías y procesos necesarios para el desarrollo de capacidades y habilidades digitales, así como los habilitadores (medios, herramientas, sistemas y modelos) para su diseminación, fomentando la participación de diferentes actores para su aplicación en los procesos de formación, capacitación y aprovechamiento de las tecnologías y las comunicaciones”[60].

Así pues, la coordinación entre el IFT y la SCT debe de ser muy estrecha para que el funcionamiento y políticas relacionadas con las MTC puedan ser implementadas en el país sin contratiempos de tipo administrativo y/o invasión de facultades.

3.1.3 Procuraduría Federal del Consumidor

Esta Institución está encargada de todo lo relacionado con los intereses de los consumidores en México; de manera específica, con el empoderamiento del consumidor mediante la protección efectiva del ejercicio de sus derechos y la

---

60 Rodrigo Riquelme, Plan digital de la subsecretaria Salma Jalife “camina sobre lo construido” por Peña Nieto, el Economista, México, 13 de diciembre de 2018, documento disponible en: https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/Plan-digital-de-la-subsecretaria-Salma-Jalife-camina-sobre-lo-construido-por-Pena-Nieto-20181213-0091.html

confianza ciudadana, promoviendo un consumo razonado, informado, sostenible, seguro y saludable, a fin de corregir distorsiones del mercado, fortalecer el mercado interno y el bienestar de la población[61]. En agosto del año 2015 se creó al interior de la Profeco una Subsecretaría de telecomunicaciones encargada, entre otras cosas, de coordinar y convenir acciones de protección al consumidor en materia de telecomunicaciones con proveedores, instituciones y organizaciones de los sectores público, social y privado[62].

Ahora bien, para el caso que nos ocupa, no sólo es deseable sino obligatorio definir de manera puntual las atribuciones que la Profeco y el IFT tendrían en materia de protección de usuarios MTC para evitar retornar a las épocas de "doble ventanilla", donde la duplicidad de atribuciones era común en detrimento de una regulación ordenada y mesurada.

3.1.4 Comisión Federal de Competencia Económica

La Cofece se encarga de promover, proteger y garantizar la competencia y libre concurrencia; así como prevenir, investigar y combatir las prácticas monopólicas, las concentraciones ilícitas y demás restricciones al funcionamiento eficiente de los mercados excepto el de las telecomunicaciones y la radiodifusión, cuyas atribuciones fueron conferidas al IFT.

No obstante, mientras las comunicaciones MTC no sean declaradas como servicios exclusivamente de telecomunicaciones, existirá incertidumbre por revisar

---

61 Procuraduría Federal del Consumidor, México, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://www.gob.mx/profeco/acciones-y-programas/nuestra-institucion

62 Diario Oficial de la Federación, Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones del Reglamento de la Procuraduría Federal del Consumidor, México, 24 de agosto de 2015, documento disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404907&fecha=24/08/2015

las implicaciones y perspectivas que en materia de competencia económica llegasen a surgir en el futuro.

Además, el riesgo de invasión de responsabilidades entre uno y otro organismo es alto, gracias al avance tecnológico y la falta de una delimitación suficientemente clara de responsabilidades[63] en ciertos temas como por ejemplo las fusiones de AT&T-Time Warner o, en últimas fechas, la de Disney-Fox.

Como se puede observar, el reto de la implementación y funcionamiento adecuado de las MTC en México, no sólo es de índole técnica, sino también de índole regulatoria: ¿Cómo evitar una sobrerregulación y poner de acuerdo a todos los actores potencialmente involucrados de manera directa? A esta pregunta eventualmente se podrían añadir las autoridades y/o reguladores, como la Secretaría de Salud o los gobiernos locales mencionados páginas atrás, que podrían estar involucrados al regular el funcionamiento de las industrias verticales con las que se relacionarían las MTC en el futuro. Dado que la participación de estas autoridades constituye un acto futuro incierto, no se abunda al respecto; pero el siguiente apartado provee algunas ideas que podrían aportar a la coordinación de las autoridades competentes que hemos revisado hasta ahora. Cabe mencionar que estas autoridades serán las primeras involucradas en la masificación del ecosistema MTC en el contexto del avance tecnológico en materia de telecomunicaciones y el internet de las cosas en nuestro país.

3.1.5 Métodos y coordinación entre autoridades competentes.

El IoT, al igual que otras tendencias tecnológicas disruptivas como: Inteligencia Artificial, Ciber-seguridad, Realidad virtual, Realidad aumentada, *Edge-Computing*, *Blockchains* o *Machine Learning* son susceptibles para el desarrollo de políticas

63 Nuñez Melgosa, Javier, Cofece e IFT: delineando responsabilidades, El Economista, 20 de marzo del 2017, documento disponible en: https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Cofece-e-IFT-delineando-responsabilidades-20170320-0006.html

públicas por parte del Estado que faciliten su implementación. Aquellos países que cuenten con las mejores prácticas y tendencias de implementación, serán aquellas que cuenten con los primeros beneficios que las nuevas economías digitales proporcionen.

Ahora bien, ¿Cómo definir una política pública que involucre diversas partes interesadas en materia regulatoria y con diferentes atribuciones entre sí? Esto significa un reto mayor; al parecer, el mejor resultado es aquel que derive de un análisis previo. Empezaremos por revisar brevemente el concepto de políticas públicas.

Las políticas públicas son un conjunto de acciones que están orientadas a resolver ciertas complicaciones relacionadas con la Res Pública, a fin de mejorar una condición dada o la realidad imperante en el tejido social de una comunidad.

Existen diversos tipos de políticas públicas; pueden ser paternalistas (con menor carga regulatoria) o, en el otro extremo, sancionadoras (con mayor carga regulatoria). Resulta imperioso que el regulador explore las diversas posibilidades para abordar cualquiera de los casos.

De esta manera se considera necesario concebir un ejercicio mayúsculo de coordinación entre las autoridades competentes, donde cada rol o papel se encuentre perfectamente definido con base en las atribuciones correspondientes. En otras palabras, en el caso de las MTC, el IFT se encargaría de todos los aspectos relativos a la parte técnica de las MTC. Esto incluye bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico apropiadas, sistemas de numeración (para el caso de las MTC tipo IMT con conexión a Internet y bajo un Protocolo IPv6) y homologación de los equipos. A su vez, la SCT sería la encargada de establecer dentro de su estrategia digital una política pública en materia de IoT que se valga del ecosistema MTC para estar en condiciones de extenderla a lo largo y ancho del país. La Cofece podría aportar investigando y regulando el mercado de venta de equipos relativos a las MTC con el fin de evitar que en la masificación de este ecosistema se incurra en prácticas anti-competitivas. Finalmente, la Profeco estaría a cargo de la protección de los consumidores y asegurar las mejores condiciones de acceso a los productos del ecosistema MTC.

Especial atención habría que poner en las fronteras de atribuciones cuyos límites son casi imperceptibles como por ejemplo las prácticas anticompetitivas entre proveedores de servicios relacionados con las MTC, o la protección de consumidores bajo la óptica de usuarios de servicios relacionados con las MTC. Aunque pareciera que forman parte de la esfera de atribuciones de la Cofece y la Profeco, respectivamente, lo cierto es que ambos casos se encontrarían dentro de la esfera de atribuciones del IFT. Sin embargo, como se ha venido proponiendo, no se trata de abordar el fenómeno desde la perspectiva del aislamiento; se trata de privilegiar el esfuerzo interdisciplinario para que las MTC como catalizadoras de innovación en el sector de telecomunicaciones, tengan un impacto positivo en la sociedad.

3.2 Intervención regulatoria en materia de MTC.

Toda medida regulatoria resulta un tanto intervencionista debido a que en mayor o menor medida afecta la libertad de los regulados. El objetivo a vencer consiste en que la regulación impuesta tienda a encontrar su razón de existir en las buenas razones para llevarla a cabo.

El acto regulatorio también cuenta con diversos niveles de intensidad; no es lo mismo imponer una sanción, que presupondría una mayor carga regulatoria al sujeto regulado y requeriría la construcción de una obligación fundada, que emitir un simple anuncio para fines de cierto tipo de regulación; como, por ejemplo, un símbolo de no fumar. Veamos algunas nociones generales sobre regulación.

3.2.1 La cuestión regulatoria.

En primer término, es necesario entender las implicaciones de la cuestión regulatoria. Se considera que la regulación es un acto por medio del cual se expiden

medidas o reglas por parte de un ente público, que tienen como finalidad resolver un problema público y/o cambiar el estado de una situación[64].

Bajo este contexto el propósito que perseguiría el Estado al llevar a cabo un acto de regulación, es la construcción de un contexto social deseable, caracterizado por el mayor escenario de libertad, la toma de la mejor decisión y bajo el menor número de restricciones, las cuales podrían llegar a desincentivar el desarrollo de actividades productivas dentro de la misma sociedad.

En la realidad actual, llevar a cabo un acto regulatorio difícilmente significa dotar de un menor número de restricciones a los regulados porque la mayoría de los actos regulatorios implementados en forma de Leyes y Normas están constituidos por una serie de restricciones duras en función de las sanciones que se encuentran contenidas en las mismas. Contrario a este principio, existe una corriente de la Filosofía del Derecho, conocida como “Libertarismo” o “Libertarios”, quienes prefieren un régimen basado en que cada quien haga lo que mejor le convenga; pero sin ánimo prejuicioso, también podría estar cerca de la anarquía.

En la sociedad moderna existen diferentes tipos de regulaciones, las hay de tipo económico, social y administrativo[65].

Regulación económica.

Se trata de una regulación que enfrenta los fallos del mercado. Susan E. Dudley and Jerry Brito en su libro acerca de regulación, la describen como el uso del poder gubernamental para restringir las decisiones de los agentes económicos[66].

---

64 Xopa, José Roldán, clase presencial de Proceso regulatorio y administrativo, Maestría en Regulación y Competencia Económica de las Telecomunicaciones, Ciudad de México, INFOTEC, marzo 2017

65 *Ibidem*

66 Dudley, Susan, *et al.*, Regulation: A primer, 2a ed., trad. propia, Washington, Mercatus Center, D.C: George Washington University Regulatory Studies Center, 2012, p 65, documento disponible en: https://www.mercatus.org/system/files/RegulatoryPrimer_DudleyBrito_0.pdf

Regulación social.

La regulación social se encarga de que las necesidades de ciertos conjuntos de la población se encuentren cubiertas; implican aspectos de salud, medio ambiente, pobreza, desigualdad, entre otros. La justificación para llevar a cabo actos de regulación social descansa sobre la base de diversos factores como: fenómenos externos como la contaminación ambiental; y en la asimetría de la información entre los consumidores y productores de algún bien o servicio[67].

Regulación administrativa.

Este tipo de regulación encuentra su base en el ámbito de la administración pública con el fin de proveer servicios enfocados en los diversos trámites gubernamentales. Por ejemplo en el caso de la regulación en materia de telecomunicaciones, la abogada Clara Luz Álvarez opina que se trata de disposiciones administrativas que pueden abarcar las concesiones; permisos y autorizaciones otorgadas; actos de supervisión y verificación; así como sanciones impuestas[68].

Como se puede observar, en el contexto de las MTC, los tipos de regulación administrativa, social y económica comprenden cabalmente las atribuciones de la Cofece e IFT (Regulación económica); Profeco (Regulación social); y SCT e IFT (Regulación administrativa). Por lo tanto, la decisión regulatoria en materia de MTC que se tome, debe tener en consideración, en primer término, la cooperación y coordinación entre estas autoridades como se ha sugerido en el apartado 3.1.5.

3.2.2 Necesidad regulatoria.

Antes de entrar en materia de determinar si resulta necesario emitir una regulación en materia de MTC en México, revisemos la opinión del Dr. Pablo Larrañaga acerca del ejercicio del control social y algunas formas de alcanzarlo:

---

67 *Ibidem*, p. 77.

68 Álvarez, Clara Luz, Derecho de las Telecomunicaciones, México, UNAM, 2012, p. 98.

"(…) se utiliza una gran variedad de tipos de métodos de control social que se ubican en un espectro que va desde el uso de normas formales (estándares, reglas, directrices, principios, etc.) e informales (valores, prácticas institucionales, incentivos, etc.) hasta el desarrollo de contextos culturales regulativos (prestigio, auto identificación, etc.)"[69]

Retomando este concepto, se considera que, en términos de regulación, una "norma formal" absoluta para el caso de las MTC no sería la más adecuada porque se correría el riesgo de inhibir su desarrollo y proliferación en el país.

Para ilustrar mejor la premisa anterior, tomemos como ejemplo los lineamientos que el IFT emitió en abril del año 2018 para el otorgamiento de la constancia de autorización, para el uso y aprovechamiento de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso secundario (en adelante los lineamientos de uso secundario)[70]. En este documento se permite el uso de dispositivos de corto alcance sin necesidad de contar con una constancia de autorización de uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico, debido a que resultaría impráctico y administrativamente complejo otorgar una autorización de uso y aprovechamiento del espectro expresamente a cada usuario o cada fabricante. Lo anterior, también considera que el IFT conoce previamente cuáles son los dispositivos o equipos de radiocomunicación de corto alcance porque todos estos deben contar con un certificado de homologación.

Como hemos revisado en el capítulo uno, es poco probable que los dispositivos de corto alcance, produzcan interferencia a otros equipos

---

69 Larrañaga, Pablo, Regulación. Técnica jurídica y razonamiento económico, México: Porrúa, 2009, p. 65.

70 Diario Oficial de la Federación, Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones emite los Lineamientos para el otorgamiento de la Constancia de Autorización, para el uso y aprovechamiento de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso secundario, México, 23 de abril de 2018, documento disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5520397&fecha=23/04/2018

radioeléctricos, además se mencionó que, si bien guardan cierta similitud con las MTC, no son idénticos porque las MTC-IMT tienen la capacidad de comunicarse en distancias significativamente mayores a las de los dispositivos de corto alcance.

No obstante, la aproximación para permitir el funcionamiento de las MTC podría retomar la idea de funcionamiento de los dispositivos de corto alcance incluida en los lineamientos de uso secundario, en cuanto a la homologación de equipos y en cuanto a la no necesidad de contar con un instrumento habilitante; pero adoptando una aproximación diferente en cuanto a la operación en cualquier banda de frecuencias. Veamos las razones.

Las MTC que no funcionan bajo sistemas "No-IMT, de acuerdo con el Reporte del Presidente del Grupo de Trabajo 5A citado en el capítulo uno, prácticamente están destinadas para sistemas de automatización industrial inalámbrica, cuyas frecuencias utilizan las bandas destinadas a las aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM), así como las designadas para dispositivos de corto alcance. Por esta razón, se considera que son análogas a los dispositivos de corto alcance y podrían operar en cualquier banda de frecuencia debido a sus bajos niveles de transmisión.

En cambio, para el caso de las MTC-IMT, si bien tampoco se considera viable que se identifiquen segmentos específicos de espectro para la operación de sistemas MTC *per sé*; sí se considera necesario que ocupen exclusivamente las bandas identificadas para el uso de las IMT, con base en lo dispuesto en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de nuestro país.

En pocas palabras, la necesidad regulatoria para las MTC se reduce a la operación en bandas identificadas para IMT de manera indistinta, que cuenten con su respectivo certificado de homologación. Todo esto sin necesidad de contar con una concesión, autorización u otro instrumento habilitante por la carga administrativa que representaría bajo un escenario de despliegue masivo.

Ahora bien, hasta ahora hemos revisado el funcionamiento, tipos, aspectos técnicos, despliegue y escenarios de aplicación de las MTC; también hemos visto que constituyen un elemento crucial para la transición a un ecosistema IoT de forma masiva; finalmente analizamos que no es necesario emitir regulación técnica

específica en materia de espectro radioeléctrico; sin embargo sí resulta preciso emitir algunos criterios que determinen el funcionamiento de las MTC y que coadyuven al desarrollo y despliegue temprano en México.

3.2.3 Perspectivas en materia de regulación de las MTC.

Como se delimitó desde el inicio de la presente investigación aplicada, las perspectivas que se presentan en este apartado aplican exclusivamente para las MTC que funcionan bajo la base técnica de los sistemas IMT. Para el caso de las MTC “No-IMT”, resulta más conveniente ajustar y realizar la modificación correspondiente a los lineamientos de uso secundario que actualmente están en vigor para que las MTC “No-IMT” se consideren dentro de la misma categoría que los dispositivos de corto alcance.

La propuesta que se plantea es la publicación de un Acuerdo por parte del IFT para la emisión de los Lineamientos de funcionamiento de sistemas de comunicaciones tipo máquina que utilizan bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico identificadas para las IMT.

Estos lineamientos deben considerar de manera no limitativa lo siguiente:

- Una descripción de las MTC, funcionamiento, propósito, casos de uso, despliegue y mejores prácticas internacionales, como las descritas en el apartado de casos de uso y la regulación propuesta en Indonesia.
- La ventaja que tiene la armonización de bandas de frecuencias para los sistemas IMT utilizados para el funcionamiento de las MTC provee economías de escala en beneficio del país.
- Las bandas de frecuencia que ya han sido identificadas para IMT y las bandas de frecuencia bajo estudio para una posible identificación de IMT pueden utilizarse para sistemas MTC de banda estrecha y banda ancha de manera indistinta.
- Los equipos, productos, dispositivos o aparatos que se utilicen para fines de sistemas de comunicaciones MTC deben contar con un certificado de homologación emitido por el IFT.

- Los sistemas MTC deben privilegiar la seguridad de los datos en su funcionamiento y tomar las medidas correspondientes para salvaguardar los datos que se transmitan y/o reciban.
- Un sistema de numeración basado en IPv6 que dote de certidumbre a los usuarios de la red, así como a las transacciones de intercambio de información que se ejerzan entre los dispositivos.
- La no-emisión de instrumentos habilitantes, tales como concesiones o autorizaciones para cada uno de los usuarios. El control y comando se ejercería a través del uso de bandas de frecuencias identificadas para IMT y a través de los certificados de homologación de los equipos.

Conclusiones

Conclusiones

Las MTC se encuentran en una etapa semi-temprana de desarrollo. Esto significa que, si bien ya se cuenta con bastante ecosistema de equipos e implementación a nivel mundial, todavía no alcanza niveles de masificación como se espera lo haga cuando el ecosistema de redes móviles de quinta generación prolifere en el mundo.

El trabajo de investigación que se presenta sienta unas primeras bases de lo que México podría beneficiarse con la implementación de las MTC en términos tecnológicos, económicos y sociales.

Pero también existen riesgos, uno de los más importantes es la inestabilidad de mantener las atribuciones de las autoridades competentes. Por ejemplo, el Órgano regulador mexicano en materia de telecomunicaciones pareciera mutar a capricho del gobierno en turno. Hasta antes del 2013, todavía estaba supeditado a la SCT como un Organismo desconcentrado de esta; con la Reforma Constitucional efectuada en 2013 y la creación del IFT, pareciera que ahora cuenta con mejores facultades y libertad de acción en términos de regulación de las telecomunicaciones y la radiodifusión; pero si el patrón de inestabilidad se sigue replicando, no sería lo más deseable y adecuado para el desarrollo del sector.

Otro riesgo, que es más bien reto, es la armonización y creación de Protocolos de operación de las MTC en la frontera con nuestros países vecinos ya que es necesario realizar mecanismos de compartición de espectro para no afectar o resultar afectados por las operaciones de sistemas que utilizan el espectro radioeléctrico en frontera. Lo anterior significa que cuando las predicciones proyectadas en este documento, en cuanto a la masificación del IoT sean una realidad, habrá un problema que tendrá que ser resuelto, ya que las radiofrecuencias no reconocen aduana alguna para la propagación de sus ondas radioeléctricas.

Otro punto que invita a la reflexión, después de haber efectuado la presente investigación aplicada, es la situación privilegiada que tiene México en términos de vecindad con una de las economías más fuertes del mundo para fortalecer el desarrollo tecnológico. Podríamos aprovechar dicha situación para nuestro

beneficio para la implementación de más y mejor tecnología; un ejemplo de esto es la operación que actualmente tiene y ha desplegado la compañía AT&T en nuestro país. De no haber existido esto, no habría ningún tipo de operación MTC en el país, sólo hay que recordar que esta empresa es la única que tiene en operación sistemas LTE-M hoy día y que, con la adquisición de espectro en la banda de 2.5 GHz de este año, está dando señales de continuar realizando modelos de negocio. Además, como se explicó en el transcurso de la investigación, el ecosistema que se va a desarrollar de manera masiva va a ser el del IoT de banda estrecha (NB-IoT), por lo que las recomendaciones que hemos desarrollado en este documento podrían contribuir para que el día de mañana se cuente con la preparación suficiente para emitir las estrategias u ordenamientos correspondientes que sean adecuados y acordes con la realidad del país. La idea es evitar la necesidad de improvisar sobre la marcha toda vez que nos alcancen las MTC/IoT masivos.

Así mismo, se considera que, al apostar por un modelo regulatorio moderado para el funcionamiento de las MTC, la investigación aplicada aporta elementos para el análisis regulatorio de cualquier fenómeno con la finalidad de desmenuzar los elementos y evitar así un acto de sobrerregulación que muchas veces no resulta adecuado para ningún mercado.

Así pues, se puede concluir que las MTC constituyen sistemas de comunicaciones que sentarán las bases para el desarrollo del IoT, debido a la diversidad de escenarios y usos de que pueden ser objeto.

De igual forma, el espectro radioeléctrico será un insumo fundamental para el desarrollo de este tipo de sistemas; pero es importante hacer énfasis en que ninguna banda de frecuencias debe identificarse, tipificarse o etiquetarse como propicia para las MTC. Es suficiente establecer en el CNAF o en otros ordenamientos de índole administrativa que las MTC pueden utilizar bandas de frecuencias identificadas o en vías de identificación como IMT para facilitar su despliegue masivo.

En la misma tesitura, se puede concluir que la coordinación entre autoridades involucradas en la emisión de normativa y política pública en materia de telecomunicaciones es fundamental para estimular el desarrollo de las MTC en

función de la complejidad que representan al involucrar diversas industrias verticales en su proceso de desarrollo.

Finalmente, el estudio de las MTC abre la puerta para la elaboración de otras investigaciones. Durante el desarrollo de este trabajo se realizaron esfuerzos inéditos por evitar desviar el tema hacia lugares bastante atractivos como los siguientes: el desarrollo de unos lineamientos de espectro radioeléctrico requerido para el IoT; la construcción de un Manual de colaboración de las autoridades competentes en materia de MTC para preparar el ecosistema requerido para el auge del IoT; hacer un estudio del impacto en la economía digital en el país con la entrada masiva de las MTC; hasta diseñar un procedimiento técnico que dote de certeza técnica a los operadores que actualmente cuentan con una concesión para el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico en bandas de frecuencias identificadas como IMT. Todos estos pueden dar pie a una Tesis o investigación aplicada posterior.

Bibliografía

3GPP, Especificación técnica número 22.368 V14.0.1, agosto 2017, documento disponible en: https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=645

5G Americas, Internet de las cosas en América Latina, julio 2016, documento disponible en: http://www.5gamericas.org/files/7214/6982/7154/Internet_de_las_Cosas_en_America_Latina_FINAL_ESP.pdf

Álvarez, Clara Luz, Derecho de las Telecomunicaciones, México, UNAM, 2012.

Belli, Luca, "Gobernanza y regulaciones de Internet: una presentación crítica", en Belli, Luca, Cavalli, Olga (coordinadores) Gobernanza y regulaciones de Internet en América Latina, Direto Rio, primera edición, Rio de Janeiro, 2018, documento disponible en: http://www.gobernanzainternet.org/libro/gobernanza_y_regulaciones_de_internet_en_america_latina.pdf

Castillo, Mario (coord.), Economía digital para el cambio estructural y la igualdad, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2013, p. 9, documento disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35408/1/S2013186_es.pdf

Celotor, Detector de celo bovino, Cali, Colombia, 2014, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: http://www.celotor.com/es/

Chauhan, Dipti, Sharma, Sanjay, A Survey on Next Generation Internet Protocol: IPv6, International Journal of Electronics and Electrical Engineering Vol. 2, No. 2, Junio, 2014, documento disponible en: http://www.ijeee.net/uploadfile/2014/0226/20140226034303746.pdf

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, Technology and Innovation Report 2018, 2018, documento disponible en: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/tir2018_en.pdf

Consultora Deloitte, IoT para el sector empresarial en América Latina, Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina, julio de 2018, documento disponible en: https://cet.la/estudios/cet-la/iot-sector-empresarial-america-latina/

Consultora Gartner, Comunicado de prensa, febrero 2017, documento disponible en: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use-in-2017-up-31-percent-from-2016

Diario Oficial de la Federación, Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones emite los Lineamientos para el otorgamiento de la Constancia de Autorización, para el uso y aprovechamiento de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso secundario, México, 23 de abril de 2018, documento disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5520397&fecha=23/04/2018

Diario Oficial de la Federación, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, México, 5 de febrero de 2017, documento disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_150917.pdf

Diario Oficial de la Federación, Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones del Reglamento de la Procuraduría Federal del Consumidor, México, 24 de agosto de 2015, documento disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404907&fecha=24/08/2015

Diario Oficial de la Federación, Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, México, 14 de julio de 2014, documento disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_311017.pdf.

Dudley, Susan, *et al.*, Regulation: A primer, 2a ed., trad. propia, Washington, Mercatus Center, D.C: George Washington University Regulatory Studies Center, 2012, p 65, documento disponible en: https://www.mercatus.org/system/files/RegulatoryPrimer_DudleyBrito_0.pdf

Ericsson, Ericsson Mobility Report, Noviembre 2018, documento disponible en: https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2018

Ghadialy, Zahid, "M2M vs IoT" en Ghadialy, Zahid, The 3G4G Blog, octubre, 2016, consultado el 6 de junio de 2019, documento disponible en: https://blog.3g4g.co.uk/2016/10/m2m-vs-iot.htm

Ghonisatun Fitri, Anggi *et al*., A Regulatory Framework for Implementation of Machine to Machine Services, Conferencia de Asia Pacífico sobre tecnología inalámbrica y móvil, agosto, 2014, documento disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/6920285

GSA, Internet of Things Networks, enero 2019, documento disponible en: https://gsacom.com/technology/narrow-band-iot-m2m/

GSMA, LTE-M Deployment Guide, abril 2018, trad. propia, documento disponible en: https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2018/04/LTE-M_Deployment_Guide_v2_5Apr2018.pdf.

Info-communications Development Authority of Singapore, Innovation.Integration.Internationalisation. Report by the iN2015 Steering Committee, junio, 2006, documento disponible en:

http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/unpan/unpan032993.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Valor Agregado Bruto del Comercio Electrónico, documento disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/vabcoel/2018/

Jovović, Ivan, Forenbacher, Ivan, Periša, Marko, Massive Machine-Type Communications: An Overview and Perspectives Towards 5G, Conference: The 3rd International Virtual Research Conference In Technical Disciplines, RCITD 2015, At Zilina, Slovakia, Volume: Vol. 3., Eslovaquia, 2015, documento disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284502573_Massive_Machine-Type_Communications_An_Overview_and_Perspectives_Towards_5G

Keon Lee, Sang, *et al.*, International Case Studies of Smart Cities, Inter-American Development Bank, Singapore, junio 2018, documento disponible en: https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7723/International-Case-Studies-of-Smart-Cities-Singapore-Republic-of-Singapore.pdf?sequence=1

Larrañaga, Pablo, Regulación. Técnica jurídica y razonamiento económico, México: Porrúa, 2009.

Lucic, Drazen, Carica Antun et al., Standardisation and Regulatory Context of Machine to-Machine Communication, 13th International Conference on Telecommunications (ConTEL), IEEE, Graz, 2015, documento disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/7231216

McKinsey Global Institute, The internet of things: mapping the value beyond the hype, junio 2015, documento disponible en: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/The-Internet-of-things-Mapping-the-value-beyond-the-hype.ashx

Nuñez Melgosa, Javier, Cofece e IFT: delineando responsabilidades, El Economista, 20 de marzo del 2017, documento disponible en: https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Cofece-e-IFT-delineando-responsabilidades-20170320-0006.html

OCDE, Perspectivas de la OCDE sobre la Economía Digital 2017, Trad. de Asociación de Internet A.C., 2017, documento disponible en: https://economicon.mx/ec0n0/wp-content/uploads/2018/06/libro-perspectivas-ocde-economia-digital-2017.pdf

Procuraduría Federal del Consumidor, México, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://www.gob.mx/profeco/acciones-y-programas/nuestra-institucion

Programa de Conectividad Digital de la Subsecretaría de Comunicaciones dentro del portal Institucional de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, disponible en: https://www.gob.mx/sct/acciones-y-programas/programa-de-conectividad-digital

Rodrigo Riquelme, Plan digital de la subsecretaria Salma Jalife "camina sobre lo construido" por Peña Nieto, el Economista, México, 13 de diciembre de 2018, documento disponible en: https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/Plan-digital-de-la-subsecretaria-Salma-Jalife-camina-sobre-lo-construido-por-Pena-Nieto-20181213-0091.html

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://www.gob.mx/sct/que-hacemos

Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://www.gob.mx/sct/acciones-y-programas/subsecretaria-de-comunicaciones

Sengul, Cigdem, Privacy, Consent and Authorization in IoT, 20th Conference on Innovations in Clouds, Internet and Networks (ICIN), Paris, marzo 2017, documento disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/7899432

Unión Internacional de Telecomunicaciones, E.212 Plan de identificación internacional para redes públicas y suscripciones, Ginebra, 2015, documento disponible en: https://www.itu.int/rec/T-REC-E.212-201609-I

Unión Internacional de Telecomunicaciones, E.164 Plan internacional de numeración de telecomunicaciones públicas, Ginebra, 2011, documento disponible en: https://www.itu.int/rec/T-REC-E.164-201011-I/es

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Informe "Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges", 2018, documento disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-D/Documents/ITU_5G_REPORT-2018.pdf

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Informe Medición de la Sociedad de la Información, Ginebra, 2016, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2153-6-2017-PDF-S.pdf

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Informe UIT-R SM.2153-6 "Denominación de las telecomunicaciones móviles internacionales", Ginebra, 2017, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2153-6-2017-PDF-S.pdf

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Informe ITU-R M.2440-0 "The use of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications for narrowband and broadband machine type communications", Ginebra, 2018,

documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2440-2018-PDF-E.pdf

Unión Internacional de Telecomunicaciones, ITU-T SG20: IoT and its applications including smart cities and communities (SC&C), 2019, consultado el 6 de junio de 2019, disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2013-2016/20/Pages/default.aspx

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación UIT-R M.687-2 “Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000", Ginebra, 1997, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.687-2-199702-I!!PDF-S.pdf

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación UIT-R M.1645 “Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT-2000 y de los sistemas posteriores", Ginebra, 2010, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1645-0-200306-I!!PDF-S.pdf

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación UIT-T Y.2060, Ginebra, 2014, documento disponible en: https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I/es

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Recomendación ITU-R M.2083-0 “Concepción de las IMT – Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante", Ginebra, 2016, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-S.pdf

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Reporte de noviembre 2018 del Presidente del Grupo de Trabajo 5A, documento disponible en: https://www.itu.int/md/R15-WP5A-C-0976/en

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Resolución UIT-R 56-2 “Denominación de las telecomunicaciones móviles internacionales”, Ginebra, 2015, documento disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/res/R-RES-R.56-2-2015-PDF-S.pdf