Serie 37 - Innovación y Tecnología

2

autor Walter Fabian Adad - Marcelo Cammisa

La cuarta Revolución Industrial

LA ERA 5G

Serie 37

1

temas

- Descripción de la tecnología 5G
- Casos de Uso
- Infraestructura de red y el impacto de 5G en las distintas Industrias

CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN

AREA DE PENSAMIENTO ESTRATEGICO

Innovación y Tecnología

autor Walter Fabian Adad - Marcelo Cammisa

La cuarta revolución industrial

LA ERA 5G

Serie 37

AREA DE PENSAMIENTO ESTRATEGICO

CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN

LA ERA 5G

Cámara Argentina de la Construcción

autor
Walter Fabian Adad -
Marcelo Cammisa

Adad, Walter
La era 5G : la cuarta Revolución Industrial / Walter Adad ; Marcelo Cammisa. - 1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : FODECO, 2019.
38 p. ; 30 x 21 cm.
ISBN 978-987-4401-56-4
1. Construcción. I. Cammisa, Marcelo II. Título
CDD 690

Esta edición se terminó de imprimir en Imprenta Dorrego S.R.L., Av. Dorrego 1102 – Buenos Aires
En el mes de Diciembre de 2019
1era. edición – Diciembre 2019 / 150 ejemplares

diseño
Hey, Baires!

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea electrónico, químico, óptico, de grabación o de fotocopia sin previo permiso escrito del editor.

ISBN 978-987-4401-56-4
9 789874 401564

	Resumen ejecutivo	**05**
	Introducción	**07**
1	Descripción de la tecnología 5G	**11**
	Antecedentes y visión	13
	Requisitos que debe cumplir la tecnología 5G	14
	Especificación	15
2	Casos de Uso	**17**
	Realidad virtual / Realidad aumentada / Internet inmersiva o Táctil	19
	Conducción autónoma / Automóviles conectados	19
	Oficina inalámbrica en la nube / Videoconferencia multipersona	20
	Internet de las cosas (IoT) y su aplicación a la Industria de la Construcción	20
3	Infraestructura de red y el impacto de 5G en las distintas Industrias	**25**
	Espectro	28
	Infraestructura de Red de Acceso de Radio (RAN)	28
	Transmisión (Redes Ópticas)	29
	Impacto de 5G en las industrias	30
4	Referencias	**33**

RESUMEN EJECUTIVO

Según lo analizado en el informe, se observan dos enfoques que explican la aparición de la tecnología 5G.

El primero de ellos, considera una visión de conectividad ilimitada, donde los operadores deberán desplegar una red de núcleos 5G ágil y bajo demanda, con el fin de coordinar un ecosistema de infraestructura de red heterogénea y de acceso múltiple para proporcionar conectividad en distintos escenarios.

La segunda, referida a la tecnología de acceso de radio, considera la necesidad de contar con comunicaciones con baja latencia (por debajo del milisegundo) y una velocidad de enlace descendente mayor a 1 Gbps.

Debido a que se está probando el espectro de 3,5 gigahertz a 80 gigahertz para 5G, se encuentran limitaciones de propagación mucho mayores. Los ensayos con un espectro de 3,5 gigahertz indican que su rango cae a unos 400 metros al aire libre, en comparación con el rango mucho más alto visto con el espectro actual, y tiene una menor penetración en interiores. Las bandas de 26 gigahertz y de mayor espectro tendrán límites de propagación aún mayores. Por esta razón, Las redes futuras deberán desplegarse de forma mucho más densa que las redes actuales.

En cuanto a las redes de transmisión (redes ópticas), deberán someterse a cambios significativos para hacer frente a la creciente demanda de ancho de banda y los requisitos que surgen de las nuevas aplicaciones. Las principales necesidades se centran en hacer que las redes ópticas sean más: rápidas, seguras, flexibles, transparentes y fáciles de usar para acercarlas al cliente. En este último aspecto, resulta interesante comentar que la tendencia mundial es que los municipios empiecen a tender la infraestructura y se la arrienden a varios operadores.

Desde el punto de vista de la eficiencia en las inversiones, hay dos decretos (798/2016 y 1060/2017) y próximamente una ley (PE-96/18) que proponen que cualquier obra civil de envergadura tenga en cuenta despliegues de ductos.

Con respecto a las nuevas aplicaciones, está tecnología posibilitará el desarrollo y explotación de:

- Realidad Virtual / Realidad Aumentada / Internet Inmersiva o Táctil
- Conducción autónoma / Automóviles conectados
- Oficina inalámbrica en la nube / Videoconferencia multipersona
- Internet de las cosas (IoT)

Particularmente, IoT puede generar un gran impacto en el sector de la construcción. Por ejemplo, el modelado de información de construcción de próxima generación (BIM 7D), les permitiría a los planificadores de proyectos visualizar y estimar el impacto de un cambio de diseño propuesto en los costos y el cronograma del proyecto. Esta herramienta es una representación en cinco dimensiones de las características físicas y funcionales de cualquier proyecto. Considera el costo y el cronograma del proyecto además de los parámetros de diseño espacial estándar en 3D. También incluye detalles tales como geometría, especificaciones, estética, propiedades térmicas y acústicas.

Según un informe de IHS, 5G generará MM US$ 742 de ventas para el año 2035, siendo el uso masivo de Internet de la Cosas y los Servicios de Misión Crítica (aquellos que ejecutan aplicaciones esenciales que, si fallan, tienen un impacto significativo en el funcionamiento de cualquier empresa, organización o institución que dependa de su información), los principales actores de alto impacto sobre este sector. Nuevas tecnologías como drones, realidad virtual y realidad aumentada prometen una mayor eficiencia y seguridad en el sitio en los próximos años. Pero para aprovechar estas nuevas tecnologías, los sitios de construcción deben estar conectados a una red segura, rápida y eficiente. En muchos sitios ubicados en áreas rurales y de baja población, tales conexiones pueden ser difíciles de conseguir y por eso es y será necesario 5G.

Por estas razones se considera a la era 5G como la cuarta Revolución Industrial.

INTRODUCCIÓN

La tecnología está cambiando el mundo que nos rodea. El futuro estará definido por los avances en inteligencia artificial, Internet de las cosas (IoT), análisis de Big Data, aprendizaje automático (o machine learning) y realidad aumentada / virtual, respaldados por conectividad segura de alta velocidad y baja latencia que es ubicua (omnipresente) y confiable. Muchos de estos desarrollos tecnológicos llegarán a su madurez en la era 5G.

La industria móvil ha transformado la sociedad desde sus inicios. Esto se ha visto en las épocas de 2G (1990), 3G (2000) y 4G (2010). En cada uno de ellos, el avance tecnológico y el compromiso de todas las partes interesadas en la industria móvil para desplegar redes y plataformas, transformaron la sociedad.

Hay algunas cifras impactantes que surgen de mirar los datos históricos[1].

- En 1984, el tráfico mundial total de Internet fue de 15 Gigabytes por mes. Para 2014, el tráfico promedio de Internet por usuario era de 15 Gigabytes por mes. Cada uno de nosotros genera más tráfico que el qué cruzó toda la red global de Internet hace 30 años.
- Por la misma razón, el tráfico de Internet en 2014 fue 2.800 millones de veces mayor que el tráfico de Internet en 1984.
- Todo el volumen de datos de 1984 cruzaba la Internet de 2014 cada centésima de segundo.

Particularmente, en dispositivos móviles, se observa en el Gráfico 2, un crecimiento del volumen de datos de 3,7 EB (2015) a un estimado de 30,6 EB (2020).

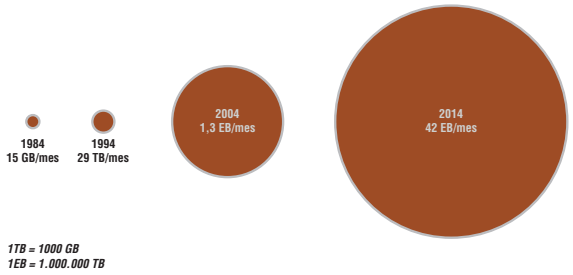

Gráfico 1: Evolución del volumen de datos de internet desde 1984 a 2014. Fuentes: https://blogs.cisco.com/sp/the-history-and-future-of-internet-traffic.

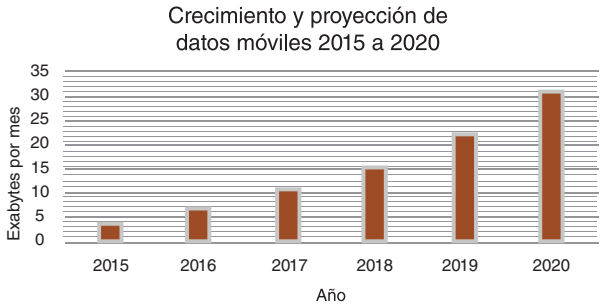

Gráfico 2. Crecimiento del tráfico de datos en dispositivos móviles 2015 a 2020. Fuente: CISCO

En cuanto a las nuevas aplicaciones, considerando como ejemplo la impresión 3D: en la actualidad, si un automóvil necesita un silenciador nuevo, se debe asistir a la tienda de repuestos y solicitárselo al fabricante (posiblemente desde el extranjero). Todo el proceso durará algunas semanas. En el futuro, el automóvil podría detectar que pronto necesitará un nuevo silenciador, enviar la solicitud a una tienda virtual de repuestos y luego esa tienda podrá imprimir en 3D la pieza para su retirada inmediata. Cuando el automóvil llegue al hogar, un robot personal podría instalar la pieza automáticamente, liberando a las personas para que se relajen. Para muchos de los pasos anteriores, como el automóvil que habla a la tienda y el robot que habla al automóvil, requerirán conectividad celular. No solamente cualquier conexión celular, sino para que suceda, se necesitará 5G.

No se trata solo de tener una velocidad de descarga más rápida de 10 gigabits por segundo, más allá de que sea útil. El estándar 5G presenta una serie de tecnologías que aseguran que los datos de misión crítica no disminuyan. Esto incluye una antena adaptativa, donde los transmisores adecuan el rayo para lograr una señal de mayor calidad al destino.

En el caso de los autos autónomos, la latencia[3] ultra baja que introduce 5G significará que tanto estos, como los robots, puedan depender de las conexiones celulares para transmitir información importante. Las empresas de telecomunicaciones expresan su interés en utilizar 5G para ayudar a los automóviles a transmitir datos y mapas de colisión.

Empresas como Mobileye[4] ya están explorando un sistema donde las cámaras de los automóviles pueden construir mapas y transmitirlos para ayudar a que los vehículos autónomos funcionen mejor.

En el futuro, la tecnología podría ayudar a los robots a trabajar junto con los humanos en las fábricas de manera mucho más productiva. En un video, realizado por Nokia www.youtube.com/watch?v=bMaDh-f0LKAY se puede ver dicha integración, en donde además se observa como el utilizar 5G vs 4G incrementa la productividad en 260 % puesto que las piezas ensambladas por minuto se incrementan de 12 a 31 al cambiar de tecnología.

Los operadores continuarán desempeñando un papel central en el suministro de conectividad en la era 5G. Para llevar a cabo la visión de una conectividad ilimitada, los mismos deberán desplegar una red de núcleos 5G ágil y bajo demanda, con el fin de coordinar un ecosistema de infraestructura de red heterogénea y de acceso múltiple para proporcionar conectividad en distintos escenarios. Esta situación puede observarse en el Gráfico 3, donde resulta interesante destacar dos tecnologías que se ilustran en el área rural y que merecen ser comentadas: Google Loon y LPWA (Low Power Wide Area).

estratósfera, donde los vientos pueden superar los 100 km/h y la atmósfera delgada ofrece poca protección contra la radiación UV y los cambios bruscos de temperatura, que puede descender a hasta -90 °C. Cada globo, hecho de filamentos de polietileno, tiene el tamaño de una cancha de tenis y está diseñado para permanecer más de cien días en la estratósfera antes de regresar a la tierra en un descenso controlado. Cada globo, lleva los componentes fundamentales de las torres de telefonía celular, rediseñados para que sean lo suficientemente livianos y resistentes para que puedan ser transportados a 20 km de altura en la estratósfera. Todo el equipamiento cuenta con una alta eficiencia energética y emplea únicamente recursos renovables: durante el día, los paneles solares proporcionan energía a las operaciones diurnas y cargan una batería para usar durante la noche.

En la estratósfera (una altura muy superior a la de los aviones, la fauna y los fenómenos meteorológicos), los vientos están estratificados, es decir, hay muchas capas de viento que varían en dirección y velocidad. Para colocar los globos en la posición deseada, el Proyecto Loon emplea modelos predictivos de vientos y algoritmos de toma de decisiones para determinar a dónde deben dirigirse los globos y, luego,

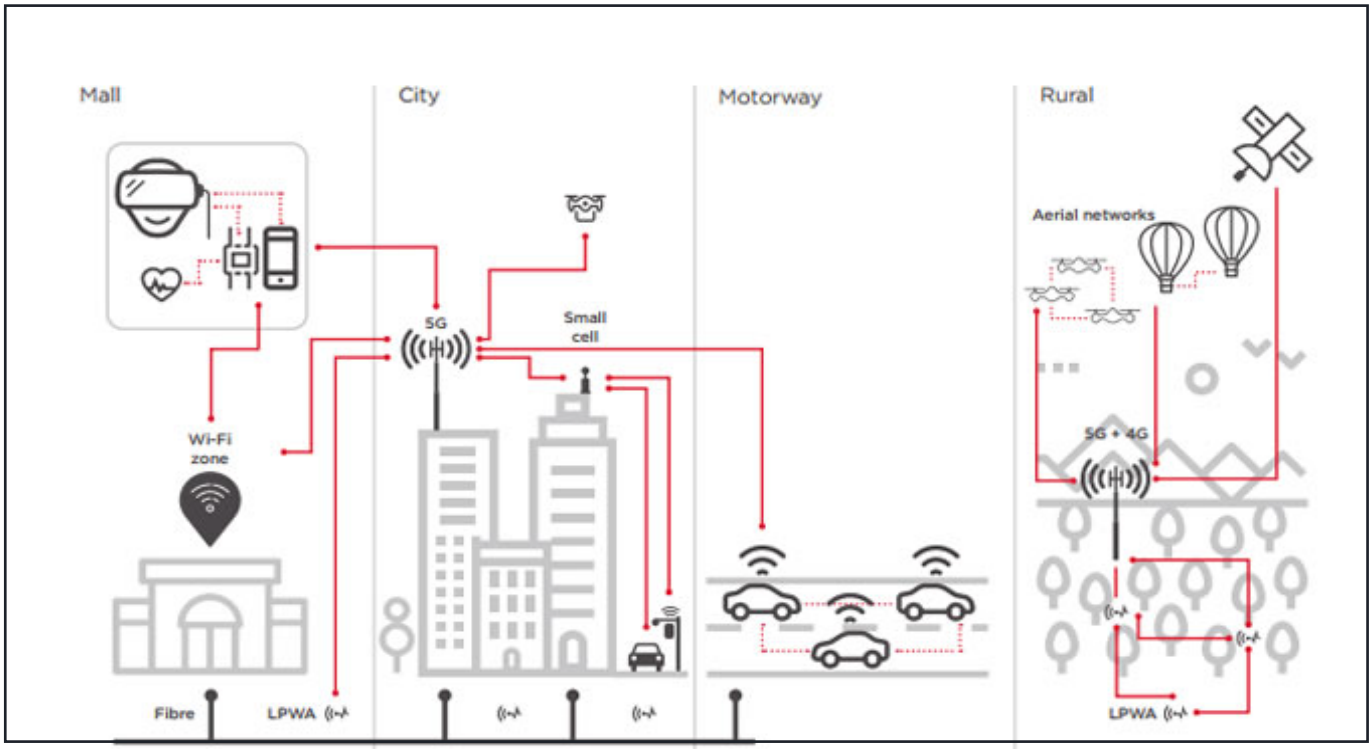

Gráfico 3: Nueva infraestructura de red de núcleos 5G. Fuente: GSMA.

Como se menciona en el sitio https://x.company/intl/es-419_es/loon/, el Proyecto Loon es un proyecto experimental que está siendo desarrollado por Google para proporcionar acceso a internet en zonas rurales y remotas utilizando globos de helio de gran altitud, situados en la estratosfera a una altura de unos 20 km, para crear una red inalámbrica aérea de velocidad 5G. Los globos se diseñan y se fabrican a escala para soportar las condiciones en la los traslada a una capa de viento que sople en la dirección buscada. Como los globos se desplazan con el viento, es posible dirigirlos para brindar cobertura donde sea necesario. La señal inalámbrica de Internet se transmite al globo más cercano desde un socio de telecomunicaciones en el suelo, se retransmite a la red de globos y, luego, nuevamente a las personas en áreas rurales y remotas. Cada globo tiene un área de cobertura de 5,000 kilómetros cuadrados.

Por otro lado, LPWA es una especificación de redes de baja potencia y largo alcance que, por sus características, es ideal para aplicaciones de IoT.

LoRa Alliance es una asociación abierta, sin fines de lucro, que ha crecido a más de 500 miembros desde su inicio en marzo de 2015. Dicha asociación, está estandarizando LPWA con la especificación LoRaWAN y ha creado un programa de certificación y cumplimiento para garantizar la interoperabilidad. Los dispositivos finales LoRaWAN podrán implementarse en múltiples redes y migrar de una red a otra, independientemente de la infraestructura de red o el operador. Con la flexibilidad técnica para abordar una amplia gama de aplicaciones IoT, tanto estáticas como móviles, y un programa de certificación para garantizar la interoperabilidad, LoRaWAN ya ha sido implementado por los principales operadores de redes móviles a nivel mundial, con una amplia expansión hasta 2018.

Las principales características de LoRaWAN son:

- Topología estrella
- Alcance de 10 a 15km en línea de vista
- Encriptación AES 128
- Soporte para 3 clases de nodos
- Administración de dispositivos
- Redes públicas y privadas
- Bajo consumo y largo alcance
- Baja transferencia de datos (hasta 242 bytes)

A modo de resumen, computación omnipresente y supercomputadoras móviles, robots inteligentes, autos sin conductor, mejoras cerebrales neurotécnicas, edición genética, etc. son evidencias del cambio dramático que se está concibiendo a nuestro alrededor y a una velocidad exponencial. Las revoluciones industriales anteriores liberaron a la humanidad de la fuerza animal, posibilitaron la producción en masa y brindaron capacidades digitales a millones de personas. Esta Cuarta Revolución Industrial es, sin embargo, fundamentalmente diferente. Se caracteriza por una gama de nuevas tecnologías que fusionan los mundos físico, digital y biológico, impactando en todas las disciplinas, economías e industrias, incluso desafiando ideas sobre lo que significa ser humano.

Además del desarrollo técnico de la tecnología 5G, se hará foco en el análisis de la infraestructura necesaria para su implementación, considerando la instalación de las nuevas antenas, así como también el tendido de nueva fibra óptica. IoT y a su aplicación a la Industria de la Construcción, será otro eje principal de este trabajo.

1-Fuente:https://blogs.cisco.com/sp/the-history-and-future-of-internet-traffic

2-Fuente:https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/service-provider/ciscoknowledgenetwork/files/573_02_23-16-Documents2016_VNI_Mobile_CKN_Final.pdf

3-Retardo temporal dentro de una red de comunicaciones. Un ejemplo muy gráfico de la latencia puede ser cuando se está observando un partido de fútbol y se escucha a los vecinos gritar gol antes de que finalice la jugada en la pantalla del televisor. Una latencia baja nos acerca más a hacer las cosas en tiempo real. Esta característica es importante para todos aquellos dispositivos que tengan que reaccionar rápidamente.

4- Mobileye desarrolla tecnología avanzada de detención y procesamiento de imágenes para la industria automotriz. http://www.mobileye.com/

a capítulo 1

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G

b temas

- Antecedentes y visión
- Requisitos que debe cumplir la tecnología 5G
- Especificación

1.1- ANTECEDENTES Y VISIÓN

Desde el mundo analógico hasta LTE, cada generación de tecnología móvil se ha visto motivada por la necesidad de cumplir con un requisito identificado entre esa tecnología y su predecesor (Tabla 1). Por ejemplo, se esperaba que la transición de 2G a 3G habilitara Internet móvil en dispositivos de consumo masivo, pero si bien agregó conectividad de datos, no fue hasta 3.5G que ocurrió un salto gigante en términos de experiencia del consumidor. En dicha generación, la combinación de redes de banda ancha móvil y los teléfonos inteligentes generaron una experiencia de Internet móvil significativamente mejorada que finalmente llevó a la interfaz centrada en la aplicación que vemos hoy en día.

Desde el correo electrónico y las redes sociales, a través de la música y la transmisión de video hasta el control de sus electrodomésticos desde cualquier lugar del mundo, la banda ancha móvil ha traído enormes beneficios y ha cambiado fundamentalmente las vidas de muchas personas a través de servicios brindados tanto por operadores como por terceros.

En los últimos tiempos, la transición de los servicios 3.5G a 4G ha ofrecido a los usuarios acceso a velocidades de datos considerablemente más rápidas y menores tasas de latencia, y por lo tanto, la forma en que las personas acceden y usan Internet en dispositivos móviles continúa cambiando drásticamente.

Generación	Servicios Primarios	Principal Diferenciador	Debilidad (atacada por la siguiente generación)
1G	Llamadas telefónicas analógicas	Movilidad	Pobre utilización del espectro, problemas en cuanto a la seguridad
2G	Llamadas telefónicas digitales y mensajes	Seguridad y adopción en masa	Tasas de datos limitadas: difícil para apoyar la demanda de internet / correo electrónico
3G	Llamadas telefónicas, mensajes y datos	Mejor experiencia de Internet	El rendimiento real no pudo coincidir con lo esperado, fracaso de WAP para el acceso a Internet
3.5G	Llamadas telefónicas, mensajes y datos de banda ancha	Internet de Banda Ancha y aplicaciones	Atado a la arquitectura y protocolos heredados, específicos para dispositivos móviles
4G	Todos los servicios IP (incluyendo voz y mensajes)	Internet de Banda Ancha más rápido y menor latencia	?

Tabla 1: Comparativa entre las distintas generaciones. Fuente: GSMA

En todo el mundo, los operadores generalmente informan que los clientes de 4G consumen alrededor del doble de la cantidad mensual de datos de usuarios que no usan 4G, y en algunos casos, tres veces más.

El Internet de las cosas (IoT) también se ha discutido como un diferenciador clave para 4G, pero en realidad, satisfacer la demanda de una implementación generalizada de comunicaciones máquina a máquina (M2M) no es específico de 4G. Como lo sugiere la Tabla 1, se consideran dos visiones que debe abordar 5G en cuanto a las oportunidades o debilidades de 4G. Ellas son:

- **Enfoque 1 - la visión hiperconectada:** en este enfoque, los operadores móviles crearían una combinación de tecnologías preexistentes que cubrirían 2G, 3G, 4G, Wi-Fi y otras cuyo núcleo sería 5G, para permitir una mayor cobertura y disponibilidad, y una densidad significativa de red en términos de células y dispositivos. El diferenciador clave sería una mayor conectividad como habilitador para los servicios de máquina a máquina (M2M) y el Internet de las cosas (IoT). Esta visión puede incluir una nueva tecnología de radio para habilitar dispositivos de campo de baja potencia y alto rendimiento.
- **Enfoque 2 - Próxima generación de tecnología de acceso de radio**: este es un enfoque más tradicional de 'definición de generación', con objetivos específicos para velocidades de datos y latencia, de modo que las nuevas interfaces de radio se pueden evaluar según dichos criterios. Esto, a su vez, crea una demarcación clara entre una tecnología que cumple los criterios para 5G y otra que no.

Las dos visiones descritas se toman habitualmente como un único conjunto, por lo tanto, los requisitos tanto de la vista hiperconectada como de la vista de tecnología de acceso por radio de próxima generación se agrupan y se describen en la próxima sección.

1.2- REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR LA TECNOLOGÍA 5G

Principalmente se identifican un conjunto de 8 requisitos que debe cumplir la tecnología 5G para llevar adelante los enfoques mencionados anteriormente. Resulta interesante analizarlos puesto que en función de los mismos, se está llevando adelante la especificación de la tecnología:

- Conexiones de 1-10 Gbps a puntos finales en el campo (es decir, no el máximo teórico).
- Demora de ida y vuelta de 1 milisegundo (latencia)
- 1000 veces más Ancho de Banda por unidad de área
- 10 a 100 veces más cantidad de dispositivos conectados
- (Percepción de) 99,999% de disponibilidad
- (Percepción de) cobertura del 100%
- 90% de reducción en el uso de energía de la red
- Hasta 10 años de duración de la batería para dispositivos de baja potencia

Sin embargo, seis de estos requisitos no son atributos que definan la generación 5G por los motivos que se describen a continuación.

Percepción de una disponibilidad del 99.999% y una cobertura geográfica del 100%:

No representan problemas técnicos, sino decisiones económicas y de casos de negocios. El 99,999% de disponibilidad y el 100% de cobertura se pueden lograr usando cualquier tecnología existente, y cualquier operador de red puede lograrlo. Los operadores deciden dónde ubicar las celdas según el costo de preparar el sitio para establecerla y cubriendo un área específica equilibrada en función del beneficio de la misma.

Esto a su vez hace que ciertos sitios y áreas de cobertura, como áreas rurales y cobertura interior, sean el tema de decisiones comerciales difíciles.

Si bien una nueva generación de tecnología de red móvil puede cambiar los valores que entran en el modelo comercial que determina la viabilidad celular, lograr una cobertura del 100% y una disponibilidad del 99,999% seguirá siendo una decisión comercial en lugar de un objetivo técnico. Por el contrario, si el 100% de cobertura y el 99,999% de disponibilidad fueran un criterio de calificación de 5G, ninguna red alcanzaría el estado de 5G hasta que se alcanzara el 100% de cobertura y el 99,999% de disponibilidad.

Densidad de conexión (ancho de banda 1000x por unidad de área, número de conexiones 10-100x):

En esencia, se trata de requisitos "acumulativos", es decir, requerimientos que deben cumplir las redes que incluyen 5G como tecnología incremental, pero que también requieren un respaldo continuo de generaciones anteriores de tecnología de red. El soporte de 10 a 100 veces el número de conexiones depende de una gama de tecnologías que trabajan juntas, incluidas 2G, 3G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth y otras tecnologías complementarias. La adición de 5G en la parte superior de este ecosistema no debe verse como una solución final, sino solo una pieza adicional de una evolución más amplia para permitir la conectividad de las máquinas y dispositivos.

De manera similar, el requerimiento de 1,000 veces el ancho de banda por unidad de área no depende de 5G, pero es el efecto acumulativo de más dispositivos que se conectan con mayores anchos de banda para duraciones más largas. Mientras que una red 5G bien puede agregar un nuevo ímpetu a la progresión en esta área, el lanzamiento de LTE ya está teniendo un efecto transformador en la cantidad de ancho de banda consumida dentro de cualquier área específica, y esto aumentará hasta la aparición de 5G. La expansión de Wi-Fi y la integración de redes Wi-Fi con celulares también serán clave para soportar mayores tasas de densidad de datos.

Cumplir con estos dos requisitos tendrá implicaciones significativas para OPEX[5] en interoperabilidad y energía, ya que cada celda debe estar alimentada y todo el tráfico adicional que se genere debe poder comunicarse con otras tecnologías.

Reducción del uso de energía de la red y mejora en la duración de la batería:

La reducción del consumo de energía por redes y dispositivos es fundamentalmente importante para la sostenibilidad económica y ecológica de la industria. Un principio general de la industria para minimizar el uso de energía en la red debe estar presente en todas las generaciones de tecnología, y se reconoce como un objetivo ecológico, además de tener un impacto positivo significativo en el OPEX asociado con la operación de una red. En la actualidad, no está claro cómo una nueva generación de tecnología con anchos de banda más elevados que se despliegue como una superposición (en lugar de un reemplazo) sobre todos los equipos de red preexistentes, podría dar como resultado una reducción neta en el consumo de energía.

Estos seis requisitos deben ser y están siendo perseguidos por la industria usando una gama de técnicas, pero estas corresponden a evoluciones de la tecnología de red existente y al cambio de las características y capacidades del hardware. Sin embargo, ninguna de estas oportunidades de negocios existe hoy en día principalmente por una limitación dada por una cuestión de costos. Entonces, gran parte de estos seis requisitos están motivados por mejorar la viabilidad económica de esas oportunidades, en lugar de llenar vacíos tecnológicos que imposibilitan su implementación.

Por lo tanto, en los términos más estrictos de entregables de red que podrían permitir nuevos escenarios de casos de uso revolucionarios, los atributos potenciales que serían exclusivos de 5G están limitados a la latencia sub-1ms y velocidad de enlace descendente > 1 Gbps.

1.3- ESPECIFICACIÓN

La especificación, que intenta cubrir los requisitos antes mencionados, para una nueva generación de telefonía móvil se está llevando adelante por dos organismos: la ITU (International Telecommunication Union) y 3GPP (3rd Generation Partnership Project).

La ITU es la agencia de la Naciones Unidas especializada en telecomunicaciones y encargada de regular las interacciones entre las distintas administraciones y empresas operadoras. Lleva a cabo estudios e investigaciones a través de su grupo de trabajo “Working Party 5D”, el cual es el responsable de los aspectos generales del sistema de radio de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT). En 2013, este grupo comenzó a trabajar en la definición de las características del nuevo estándar IMT, IMT-2020 (5G), como lo había hecho a principios de la década de 2000 para definir 4G (IMT-Advanced).

Paralelo al trabajo que está realizando la ITU, se encuentran los estudios que realiza 3GPP. El Proyecto de Asociación de Tercera Generación fue creado en 1998, y sus miembros incluyen siete organismos de estandarización, varios cientos de actores de la industria, asociaciones y organizaciones públicas. Es responsable de desarrollar y mantener las especificaciones técnicas para los estándares de telefonía móvil. Cuando la ITU define un nuevo estándar, 3GPP trabaja en las soluciones técnicas que permiten alcanzar los objetivos establecidos por la ITU.

Aunque 5G es uno de los temas más debatidos dentro de los organismos internacionales y europeos de la actualidad, 3GPP aún no ha definido ningún estándar. El borrador de la Versión 15, el primer estándar 5G de 3GPP, todavía está en proceso: la definición de la nueva arquitectura comenzó en diciembre de 2016 y el trabajo en la nueva interfaz de Radio (NR) inició en marzo de 2017. Una primera versión del estándar debe ser validado en septiembre de 2018 para satisfacer las demandas más urgentes; una segunda versión (3GPP Release 16) se publicará en marzo de 2020.

También se debe decir que la transición de una generación a la siguiente se produce gradualmente. LTE continuará evolucionando junto con NR, y estos dos estándares probablemente serán muy complementarios inicialmente. En particular, para las primeras implementaciones de 5G, LTE probablemente seguirá siendo el maestro de la red y controlará las antenas NR.

Además, algunos de los objetivos establecidos para 5G podrían lograrse gracias a las funcionalidades o tecnologías introducidas en las versiones 3GPP 13, 14 y 15 que no serán propias de 5G, sino más bien evoluciones de 4G (que algunos denominan 4.9G o LTE Advanced Pro).

Este mismo impulso ocurrió al hacer la transición de 3G (Versión 4) a 4G (Versión 10, primera versión): las primeras especificaciones de LTE (Versiones 8 y 9) no lograron todos los objetivos de ITU para 4G, y retomó muchas de las características de la forma más avanzada de 3G en ese momento.

Las sinergias entre las generaciones sucesivas, la ausencia en la mayoría de los casos de un gran salto inicial en los rendimientos entre generaciones y la competencia entre competidores para superar a los demás y ser los más innovadores, a menudo pueden llevar a los operadores y proveedores de equipos a dar un nombre “comercial” a cada generación de telefonía móvil. Por ejemplo, en los Estados Unidos, AT & T había llamado a su red HSPA 4G, mientras que en Francia era una red 3G +.

Por lo tanto, es de esperarse que las primeras redes 5G desplegadas a gran escala serán sistemas 4.9G, utilizando la agregación de operadores, MIMO masivo (salida múltiple de múltiples entradas) y

5-Por sus siglas en inglés, Operating Expenses, es un costo continuo para el funcionamiento de un producto, negocio o sistema.

virtualización de funciones de red, o NFV. Estas tecnologías, que serán exploradas con mayor detalle más adelante, representan más una evolución de la cuarta generación que una transición real a 5G, que ocurrirá cuando las tecnologías disruptivas tales como NR carriers en bandas milimétricas, acceso múltiple no ortogonal (NOMA) y la informática de borde móvil (MEC) se puedan poner en su lugar.

Además de esta carrera comercial, los proveedores de equipos, a menudo respaldados por sus respectivos gobiernos en el país, especialmente en los Estados Unidos, Japón y Corea del Sur, quieren comenzar a definir y probar tecnologías 5G, con la esperanza de establecerse como los líderes tecnológicos en organismos internacionales de normalización. Aquí, la precocidad de los primeros lanzamientos anunciados en Corea del Sur (despliegue 5G para los Juegos Olímpicos de Invierno en 2018 en Pyeongchang) y Japón (despliegue 5G para los Juegos Olímpicos de Verano en Tokio) justificaría la suposición de que solo una pequeña parte de las tecnologías 5G será utilizada, y que estos lanzamientos estarán basados más en tecnologías 4.9G o pre-5G.

Lo expresado anteriormente, puede resumirse en el Gráfico 4.

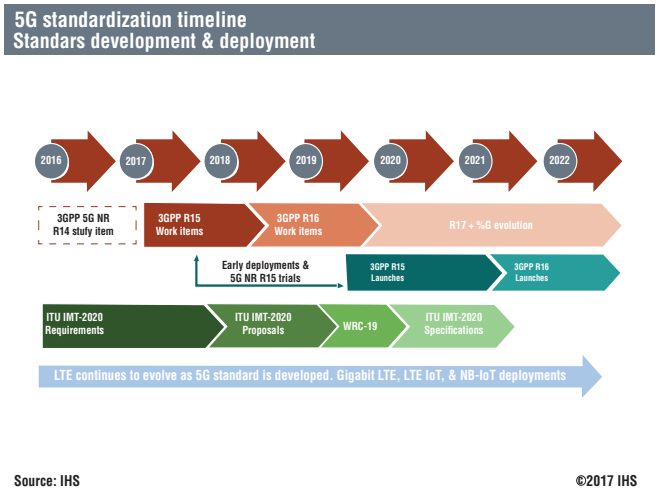

Gráfico 4: Cronología de la Estandarización de 5G. Fuente: IHS.

a capítulo 2

CASOS DE USO

b temas

- [ ] Realidad Virtual / Realidad Aumentada / Internet Inmersiva o Táctil
- [ ] Conducción autónoma / Automóviles conectados
- [ ] Oficina inalámbrica en la nube / Videoconferencia multipersona
- [ ] Internet de las cosas (IoT) y su aplicación a la industria de la Consrucción

Al igual que con cada generación anterior, la tasa de adopción de 5G y la capacidad de los operadores para facturarla, será una función directa de los nuevos casos de uso que desbloquea. Por lo tanto, las preguntas clave sobre 5G para los operadores son esencialmente:

- ¿Qué pueden hacer los usuarios en una red que cumple con los requisitos 5G enumerados anteriormente que no es posible actualmente en una red ya existente?
- ¿Cómo podrían estos servicios potenciales ser rentables? El Gráfico 5 muestra los requisitos de latencia y ancho de banda / velocidad de datos de los diversos casos de uso que se han discutido en el contexto de 5G hasta la fecha. Estos posibles casos de uso de 5G y sus requisitos de red asociados se describen a continuación.

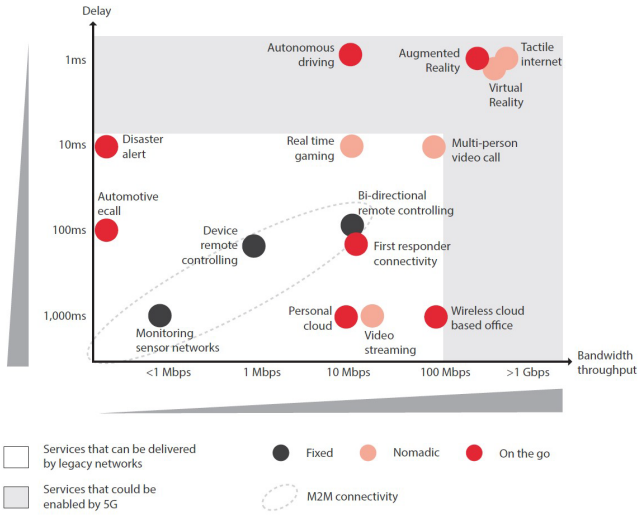

Gráfico 5: Requerimientos de Ancho de Banda y latencia para los potenciales casos de uso de 5G. Fuente: GSMA.

2.1- REALIDAD VIRTUAL / REALIDAD AUMENTADA / INTERNET INMERSIVA O TÁCTIL

Estas tecnologías tienen varios casos de uso potencial tanto en entretenimiento (por ejemplo, juegos) como en escenarios más prácticos, como medicina, y podrían extenderse a muchas tecnologías portátiles. Por ejemplo, una operación podría ser realizada por un robot controlado remotamente por un cirujano del otro lado del mundo. Este tipo de aplicación requeriría un gran ancho de banda y una baja latencia más allá de las capacidades de LTE, y por lo tanto tiene el potencial de ser un modelo comercial clave para las redes 5G.

Sin embargo, cabe señalar que los sistemas de Realidad Virtual (VR) / Realidad Aumentada (AR) están en su infancia y su desarrollo dependerá en gran medida de los avances en una serie de otras tecnologías, como los sensores de movimiento y la pantalla de visualización (HUD). Queda por ver si estas aplicaciones podrían convertirse en negocios rentables para los operadores en el futuro.

2.2- CONDUCCIÓN AUTÓNOMA / AUTOMÓVILES CONECTADOS

Permitir que los vehículos se comuniquen con el mundo exterior podría resultar en un uso mucho más eficiente y seguro de la infraestructura vial existente. Si todos los vehículos de una carretera estuvieran conectados a una red que incorporara un sistema de gestión del tráfico, podrían viajar a velocidades mucho más altas y estar más cerca el uno del otro sin riesgo de accidente, con automóviles completamente autónomos que reducen aún más el potencial error.

Si bien tales sistemas no requerirían un gran ancho de banda, proporcionar datos con un tiempo de respuesta de comando cercano a cero sería crucial para su operación segura, y por lo tanto tales aplicaciones requieren claramente el tiempo de retardo de 1 milisegundo provisto en la especificación 5G.

Además, un automóvil completamente “sin conductor” debería funcionar de esta manera en todas las zonas geográficas, y por lo tanto requeriría una cobertura total de la red de carreteras con un 100% de confiabilidad para ser una propuesta viable.

2.3- OFICINA INALÁMBRICA EN LA NUBE / VIDEOCONFERENCIA MULTIPERSONA

Las redes de datos de gran ancho de banda tienen el potencial de hacer realidad el concepto de una oficina en la nube inalámbrica, con

una gran cantidad de capacidad de almacenamiento de datos suficiente para hacer que dichos sistemas sean ubicuos. Sin embargo, estas aplicaciones ya existen y sus requisitos se están cumpliendo con las redes 4G existentes, ya que ahora no requieren latencias bajas y, por lo tanto, pueden seguir siendo proporcionadas por las tecnologías actuales o las que ya están en desarrollo.

2.4- INTERNET DE LAS COSAS (IOT) Y SU APLICACIÒN A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÒN

El Internet de las Cosas ya se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, pero las posibilidades para su uso son casi infinitas, y los pronósticos predicen que el número de conexiones celulares IoT en todo el mundo crecerá de 250 millones este año a entre 1 billón y 2 billones para 2020, dependiendo en la medida en que la industria y sus reguladores pueden establecer los marcos necesarios para aprovechar plenamente la oportunidad de IoT.

Teniendo en cuenta el número de personas, la abundancia de equipos y la cantidad de trabajo que se realiza al mismo tiempo, los sitios donde transcurre una construcción se vuelven más densos. Ahora generan grandes cantidades de datos, la mayoría de los cuales ni siquiera son capturados, mucho menos medidos y procesados.

El Internet de las cosas es una realidad en muchos otros sectores; los sensores y las tecnologías inalámbricas permiten que los equipos y activos se vuelvan "inteligentes" al conectarlos entre sí. En un sitio de construcción, IoT permitiría que maquinaria de construcción, equipos, materiales, estructuras e incluso encofrados "hablen" a una plataforma central de datos para capturar los parámetros críticos de rendimiento. Esta tecnología podría ayudar a controlar la productividad y la confiabilidad del personal y de los activos.

También es importante mencionar que además de las oportunidades del Internet de las cosas, el mayor uso de la digitalización en el proceso de planificación de la construcción y en el sitio propiamente, permite a las empresas capturar datos que el papel no puede. Los conocimientos adquiridos a través de la adopción de análisis avanzados en estos proyectos pueden ayudar a mejorar la eficiencia, los plazos y la gestión de riesgos.

En este capítulo, se analizará la aplicación de 5G dentro de la industria de la construcción.

2.4.1- PROBLEMÁTICA

La industria de la construcción está lista para una modernización (según el informe de McKinsey Productivity Sciences Center, "Imagining construction's digital future", 2016). Los proyectos grandes suelen demorar, en promedio, 20 meses más de lo programado y sus gastos suelen estar un 80 % por encima del presupuesto (Gráfico 6)[6].

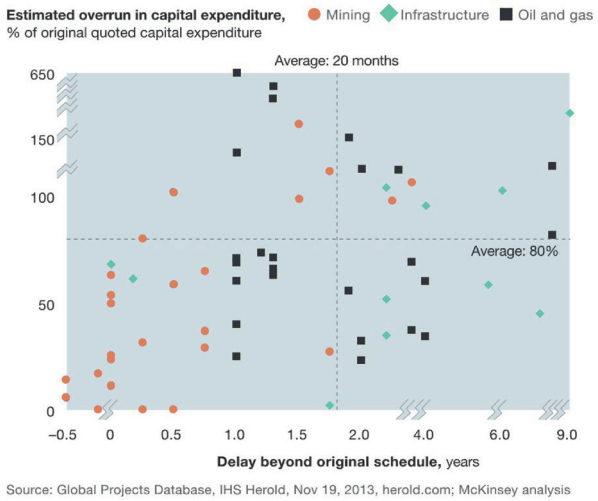

Gráfico 6: Incrementos en los gastos y en los tiempos presupuestados en la construcción de grandes proyectos. Fuente: www.mckinsey.com.

Si bien el sector de la construcción ha tardado en adoptar innovaciones tecnológicas y de procesos, también existe un desafío constante a la hora de solucionar los aspectos básicos. La planificación del proyecto, por ejemplo, muchas veces sigue sin coordinación entre la oficina y el campo, y a menudo se hace en papel. Los contratos no incluyen incentivos para realizar innovaciones y las prácticas de la cadena de suministro aún no son sofisticadas. La industria en su mayoría, aún no ha adoptado las nuevas tecnologías digitales que requieren una inversión inicial, incluso si los beneficios a largo plazo son significativos (Gráfico 7). El gasto en I + D en la construcción va muy por detrás del de otras industrias: menos del 1 % de los ingresos, frente al 3,5 % y 4,5 % para los sectores automotriz y aeroespacial. Esto también es cierto para el gasto en tecnología de la información, que representa menos del 1 % de los ingresos para la construcción, a pesar de que se han desarrollado una serie de nuevas soluciones de software para la industria.

6-McKinsey Productivity Sciences Center, "Imagining construction's digital future", 2016.

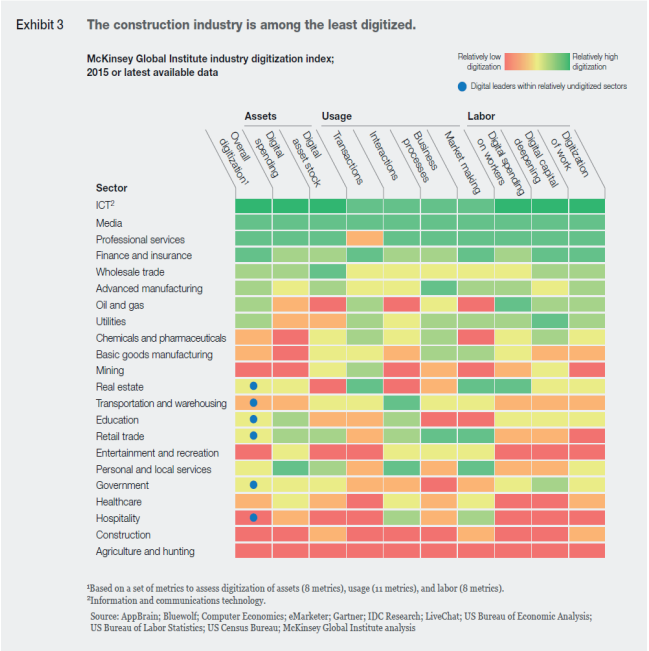

Gráfico 7: Clasificación por sector y nivel de digitalización. Fuente: www.mckinsey.com.

Los desafíos técnicos específicos del sector son unos de los principales causantes de la lentitud en la digitalización. Implementar soluciones en sitios de construcción para múltiples sectores geográficamente dispersos no es una tarea fácil. Y dado el nivel de sofisticación variable de las empresas de construcción más pequeñas que a menudo funcionan como subcontratistas, la implementación de nuevas capacidades a escala es otro desafío.

Sin embargo, nada de esto va a ser más fácil. Los proyectos son cada vez más complejos y de mayor escala. La creciente demanda de construcción respetuosa con el medio ambiente implica que las prácticas tradicionales deben cambiar. Y la escasez de mano de obra calificada y personal de supervisión empeorará. Estos son problemas profundos que requieren nuevas formas de pensar y trabajar. Tradicionalmente, el sector ha tendido a centrarse en realizar mejoras incrementales, en parte porque muchos creen que cada proyecto es único y que adoptar nuevas tecnologías no es práctico.

El Instituto McKinsey estima que el mundo necesitará gastar $ 57 billones en infraestructura (pública y privada) para 2030 para mantenerse al día con el crecimiento del PBI mundial.[7] Este es un incentivo masivo para que los actores de la industria de la construcción identifiquen soluciones para transformar la productividad y la entrega de proyectos a través de nuevas tecnologías y mejores prácticas.

Pero, ¿cómo se puede cambiar esto? Otras industrias, como la manufactura, han recurrido a Internet de las cosas (IoT) y otras nuevas tecnologías para ayudar a desbloquear el crecimiento de la productividad, y también podría ser la clave para la construcción. Se detallan, entonces, 8 aspectos.

2.4.2- OPERACIÒN REMOTA

Si puede conectar una maquinaria a la web con una conexión física o inalámbrica, se le puede dar instrucciones de forma remota. Puede operar solo en áreas que serían peligrosas para los humanos debido a la contaminación. Del mismo modo, la informática portátil puede ayudar a los trabajadores de campo, con instrucciones en el sitio en el modo de manos libres, o beneficiarse del soporte remoto que ve lo que ellos ven. Un ejemplo de esta tecnología lo constituyen los Google Glass, el cual es un dispositivo de visualización de gafas de realidad aumentada desarrollado por Google. Entre sus principales aplicaciones (descriptas en el sitio www.xataka.com) se destacan:

Streye Enterprise. Una aplicación de vídeo colaboración pensada para la teleasistencia en entornos de trabajo o de formación. Por ejemplo, el trabajador comparte lo que está viendo y puede ser asesorado en tiempo real vía chat o voz para saber lo que tiene que hacer.

Streye Checkr. Una especie de lista de tareas que se ven en el visor de las gafas para seguirlas paso a paso e irlas completando con instrucciones e información concreta.

Streye Alert. Notificaciones en tiempo real. Por ejemplo, en entornos médicos, “Este paciente necesita atención urgente”.

Streye Logistic. Para escanear códigos QR, códigos de barras. Orientado a operadores de planta, almacenes o fábricas que tengan que documentar productos, procesos, etc.

Streye File. Fotos y vídeos almacenados en la nube a los que podremos acceder desde cualquier dispositivo.

2.4.3- REPOSICIÒN DE SUMINISTROS

Cuando las unidades de suministro están etiquetadas con etiquetas RFID, un sistema en el sitio puede contarlas. Si el recuento cae por debajo de un nivel dado, el sistema puede activar una solicitud de un sistema central para pedir más. El tiempo de inactividad disminuye, y los proyectos tienen mejores posibilidades de completarse a tiempo. Los costos también disminuyen porque la empresa constructora no necesita comprar en un número significativamente mayor de suministros de los que probablemente utilizará en un momento dado. En cambio, la provisión justo a tiempo se hace posible automáticamente.

7-McKinsey Global Institute, “Infrastructure productivity: How to save $1 trillion a year”, Enero 2013.

2.4.4- HERRAMIENTAS DE CONSTRUCCIÒN Y SEGUIMIENTO DE EQUIPOS

Del mismo modo, se sabrá dónde terminó el taladro neumático o cuántas excavadoras se encuentran actualmente en un sitio de construcción determinado. IoT Ayudará a reducir el tiempo perdido buscando artículos extraviados, así como el costo de comprar reemplazos. Los datos de GPS ya se están utilizando para monitorear las ubicaciones de la flota de vehículos. También permite que los equipos de excavación o paisajismo se coloquen con precisión en un terreno para luego llevar a cabo automáticamente las instrucciones usando un mapa virtual de excavación, corte u otras modificaciones del terreno que se realizarán.

2.4.5- MANTENIMIENTO Y REPARACIÒN DE EQUIPOS

Sensores instalados en las máquinas permitirán transmitir información sobre su estado y cualquier necesidad de servicio o reparación. Reparar máquinas antes de que se rompan tiene más sentido que esperar la falla.

2.4.6- MONITOREO DE USO REMOTO

Para los equipos utilizados por los trabajadores, ya sean perforadoras de potencia o movimientos de tierras articulados, IoT significa que las horas de construcción pueden registrarse automáticamente. Se pueden monitorear los límites para evitar la fatiga del trabajador y posibles accidentes. La computación usable en forma de pulseras también puede monitorear la salud y el estado de alerta del conductor. Se pueden tomar medidas si los límites están en peligro de ser excedidos.

2.4.7- AHORRO DE ENERGÌA Y COMBUSTIBLE

A través de IoT, los sitios pueden enviar información sobre la cantidad de energía eléctrica que utilizan, de modo que la iluminación después de horas se pueda ajustar para ahorrar energía. Las máquinas pueden enviar información en tiempo de inactividad (que usa combustible) para que los períodos de encendido y apagado puedan ajustarse sin penalizar los proyectos durante el tiempo necesario para reiniciar las máquinas.

2.4.8- MODELADO DE INFORMACIÒN DE CONSTRUCCIÒN (BIM)

Los imprevistos geológicos son una razón importante por la que los proyectos se retrasan y sus gastos superan el presupuesto. Las Los imprevistos geológicos son una razón importante por la que los proyectos se retrasan y sus gastos superan el presupuesto. Las discrepancias entre las condiciones del terreno y las primeras estimaciones del relevamiento pueden requerir costosos cambios de último momento en el alcance y el diseño del proyecto. Las nuevas técnicas que integran la fotografía de alta definición, el escaneo láser 3D y los sistemas de información geográfica, habilitados por las recientes mejoras en la tecnología de drones y vehículos aéreos no tripulados (UAV), pueden mejorar drásticamente la precisión y la velocidad.

La fotogrametría, por ejemplo, proporciona imágenes de alta calidad y alta definición de áreas topográficas, pero lleva tiempo convertirlas a un formato utilizable. La tecnología de detección de luz y rango (lidar) es mucho más rápida que las tecnologías convencionales y proporciona imágenes en 3D de alta calidad que se pueden integrar con herramientas de planificación de proyectos, como modelado de información de construcción (BIM).

En la década de 1970, las principales compañías aeroespaciales fueron pioneras en el modelado 3D asistido por computadora. Esto transformó la forma en que se diseñaron y construyeron los aviones y ayudó a mejorar la productividad del sector hasta diez veces.

La industria de la construcción, sin embargo, aún no ha adoptado una plataforma integrada que abarque la planificación, el diseño, la construcción, las operaciones y el mantenimiento del proyecto. En cambio, la industria todavía depende de herramientas de software a medida. Además, los propietarios y contratistas del proyecto a menudo usan diferentes plataformas que no se sincronizan entre sí. Como resultado, no existe una fuente única que proporcione una vista integrada y en tiempo real del diseño, el costo y el cronograma del proyecto.

BIM 7D de próxima generación es una representación en siete dimensiones de las características físicas y funcionales de cualquier proyecto. Considera el costo y el cronograma del proyecto además de los parámetros de diseño espacial estándar en 3D. También incluye detalles tales como geometría, especificaciones, estética, propiedades térmicas y acústicas. Una plataforma 7D BIM permite a los propietarios y contratistas identificar, analizar y registrar el impacto de los cambios en los costos del proyecto y la programación (Gráfico 8). La naturaleza visual e intuitiva de 7D BIM brinda a los contratistas una mejor oportunidad de identificar los riesgos con anticipación y así tomar mejores decisiones. Por ejemplo, los planificadores de proyectos pueden visualizar y estimar el impacto de un cambio de diseño propuesto en los costos y el cronograma del proyecto.

Gráfico 8: Esquema del modelado de la información de la Construcción. Fuente: http://biblus.accasoftware.com/es/lasdimensiones-del-bim-3d-4d-5d-6d-7d/.

La sexta dimensión (en ocasiones llamada Green BIM o BIM verde), brinda la oportunidad de conocer cómo será el comportamiento del proyecto antes de que se tomen decisiones importantes y mucho antes de que comience la construcción. Permite crear variaciones e iteraciones en la envolvente, los materiales utilizados, el tipo de combustible utilizado para enfriar/calentar el proyecto, teniendo en cuenta incluso su situación, su posición, su orientación y muchos aspectos más.

La séptima dimensión, permite gestionar el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados. Le da el control logístico, operacional, del proyecto durante el uso y manutención de la vida útil; logrando la optimización de los procesos importantes tales como inspecciones, reparaciones, mantenimientos, etc.

Además, los modelos de computadora que se han utilizado para dirigir la construcción de la vida real pueden, a su vez, actualizarse mediante sensores ubicados en los edificios que se han construido. Los sensores pueden enviar información sobre la forma en que los materiales se ven afectados por los climas cambiantes y el paso del tiempo. Pueden proporcionar información sobre posibles cambios en la eficiencia energética en el techado, cómo se comportan las estructuras cuando hay temblores de tierra o cómo se dobla un puente bajo el peso del tráfico que pasa.

Un claro ejemplo de esto puede apreciarse en el sitio de la empresa Giatec Scientific Inc. (www.giatecscientific.com):

Como se sabe, al igual que con muchos otros materiales, el concreto puede cambiar en calidad como resultado de su temperatura. Esto puede ser especialmente importante cuando hay ciertas temperaturas extremas donde se lo vierte.

La mezcla de concreto debe analizarse cuidadosamente para que se solidifique y se mantenga fuerte en los años venideros. Si el mismo no está configurado adecuadamente, puede tener dificultades para solidificarse y puede terminar teniendo baja calidad.

Esto muestra la importancia de medir la temperatura del mismo. Por lo tanto, un dispositivo de control de temperatura puede ser de mucha utilidad en condiciones de clima frío y caliente para proteger el concreto (superficie). Para esta problemática, Giatec Scientific Inc., ofrece un producto llamado SmartRock2. Este es un sensor inalámbrico y registrador de temperatura para concreto. Puede utilizarse desde las etapas frescas hasta las endurecidas. El historial de temperatura se puede usar para calcular el índice de madurez del hormigón, lo que permite al usuario predecir su resistencia a la compresión en edades tempranas. Por esta razón es que, en el sitio web del fabricante, aseguran que minimiza los ensayos a compresión de cilindros de concreto.

Los sensores de temperatura inalámbricos se pueden incrustar en el hormigón para controlar la temperatura en un punto específico. Usualmente se colocan dentro del encofrado, en la barra de refuerzo para aumentar el alcance de la señal inalámbrica. Los datos se almacenarán en la memoria del sensor. Luego, el mismo se conecta a un dispositivo apropiado (que puede ser un Smartphone o Tablet) que leerá de forma inalámbrica la información (con la posibilidad de transferir estas lecturas a una computadora). En el Gráfico 9 se incluyen algunas imágenes que ilustran a la tecnología descripta.

Gráfico 9. Esquemático de instalación del sensor y recopilación de datos en Smartphone. Fuente: https://www.giatecscientific.com/smartrock2/

Como se mencionó, una aplicación importante para los sensores de temperatura es decidir cuándo es necesario cubrir la superficie del concreto o cuándo es seguro retirar las cubiertas. Otra aplicación importante es decidir cuándo es seguro abrir el encofrado o el apuntalamiento en un proyecto de construcción.

En la actualidad existen cientos de proyectos que utilizan esta tecnología en Estados Unidos. En la Imagen 1 se muestran algunas fotos de casos de aplicación reales.[8]

8- Fuente: https://www.giatecscientific.com/smartrock2/

Imagen 1. Ejemplos de aplicación reales de la tecnología SmartRock2.

Un estudio encontró que el 75 % de los que adoptaron BIM informaron un retorno positivo de su inversión.[9] También informaron ciclos de vida del proyecto más cortos y ahorros en el papeleo y los costos de materiales. Dados estos beneficios, varios gobiernos, incluidos los de Gran Bretaña, Finlandia y Singapur, ordenan el uso de BIM para proyectos de infraestructura pública.

El uso de la tecnología 7D BIM se mejorará aún más a través de la tecnología de realidad aumentada a través de dispositivos portátiles. Por ejemplo, un dispositivo portátil, autónomo con una pantalla holográfica transparente y sensores avanzados (ejemplo: Anteojos Google Glass) puede mapear el entorno físico. Las empresas están desarrollando soluciones de diseño y construcción similares a BIM para estas plataformas. En este entorno de "realidad mixta", los usuarios pueden fijar hologramas a objetos físicos e interactuar con datos utilizando gestos, miradas y comandos de voz.

La combinación de BIM 7D y dispositivos de realidad aumentada transformará la construcción, el mantenimiento y las operaciones (según el informe de McKinsey Productivity Sciences Center, "Imagining construction's digital future", 2016). Para obtener el máximo beneficio de la tecnología BIM, los propietarios del proyecto y los contratistas deben incorporar su uso desde la etapa de diseño, y todas las partes interesadas deben adoptar diseños estandarizados y formatos de informes de datos compatibles con BIM. Además, los propietarios y contratistas deben dedicar recursos para la implementación de BIM e invertir en la creación de capacidades.

2.4.9- DISEÑO Y CONSTRUCCIÒN A PRUEBA DEL FUTURO

Los nuevos materiales de construcción, como el hormigón autorreparable, los aerogeles y los nanomateriales, así como los enfoques de construcción innovadores, como la impresión tridimensional y los módulos premontados, pueden reducir los costos y acelerar la construcción al tiempo que mejoran la calidad y la seguridad.

Los materiales generalmente representan más de la mitad del costo total de los proyectos. Los tradicionales como el cemento y el asfalto constituyen la mayor parte de la demanda global. Pero también se requieren nuevos y mejores materiales de construcción debido a varias tendencias[10]:

- **Construcción verde**. Existe un inmenso impulso para adoptar materiales y tecnologías con menores huellas de carbono.
- E**ficiencia de costo**. Dadas las presiones de costos sustanciales, existe la necesidad de un cambio estructural en la elección de los materiales.
- **Agilidad de la cadena de suministro**. El transporte de materiales y equipos pesados tiene implicaciones masivas en los costos y en el tiempo de la cadena de suministro, especialmente porque muchos proyectos nuevos están ubicados en áreas remotas o densas.
- **Mayor durabilidad y resistencia.** Con el aumento de los costos de capital y el escaso crecimiento de la tierra en muchos mercados, los propietarios insisten en que los proyectos tienen vidas comerciales más largas.
- **Construcción fuera del sitio.** Reunir materiales más ligeros y fáciles de manejar fuera del sitio puede mejorar la eficiencia del proyecto, abordar las limitaciones de espacio en el sitio y crear las condiciones para que los equipos mejoren sus habilidades.

En las últimas décadas han habido grandes innovaciones en materiales de construcción, desarrolladas con usos específicos en mente. A continuación, se mencionan algunos que son particularmente interesantes:

- **Hormigón de autocuración**. Esto utiliza bacterias como un agente curativo para cerrar grietas en el concreto; actualmente se encuentra en la etapa de prueba de concepto.
- **Tela de hormigón**. Esta innovación generalmente se usa para desagües, canales y pasajes, y ahora está disponible comercialmente.
- **Topmix permeable.** Esta es una alternativa de cemento que puede absorber 4.000 litros de agua por minuto. Está en la etapa de adopción temprana.
- **Aerogel.** Este material súper aislante supertransparente tiene un 99.98 % de aire; está disponible comercialmente.
- **Nanomateriales**. Estos materiales superpesados y ultraligeros pueden eventualmente ser un sustituto del refuerzo de acero en estructuras y cimientos, aunque todavía están en la etapa de investigación.

Algunos de estos "materiales del futuro" podrían redefinir cómo se conceptualizan, diseñan y ejecutan los proyectos. Sin embargo, la adopción ha sido lenta debido a la falta de conciencia y familiarización dentro de la comunidad de diseño e ingeniería, una falta de disponibilidad a escala, y aversión al riesgo entre los propietarios del proyecto y los contratistas.

A pesar de estar disponible durante más de 30 años, por ejemplo, el etileno tetrafluoroetileno (ETFE) solo obtuvo una amplia adopción después de que se usó para construir parte del edificio acuático para los Juegos Olímpicos de Beijing en 2008. ETFE pesaba menos del 1 % de un panel de vidrio equivalente y cuesta de 24 % a 70 % menos para instalar.

9-McKinsey Productivity Sciences Center, "Imagining construction's digital future", 2016

10 -McKinsey Productivity Sciences Center, "Imagining construction's digital future", 2016

Alrededor del 80 % de todo el trabajo de construcción todavía se realiza in situ, pero muchos desarrolladores y contratistas de proyectos están implementando nuevos enfoques externos que les ayudan a mejorar la previsibilidad, la coherencia y la repetibilidad. Esto es especialmente crítico dada la realidad de la reducción del espacio de trabajo, la escasez de mano de obra y normas de seguridad y medioambientales más exigentes. La industria necesita ir más allá de las estructuras de prefabricación. Varias técnicas muestran potencial:

- **Pre-ensamble**. Las estructuras relativamente simples, como las fábricas y los patios cubiertos, pueden pre-ensamblarse en fábrica para luego formar parte de una construcción mayor. Esta técnica también se puede adaptar para edificios modulares, como hoteles y condominios económicos. Los módulos completos de un edificio más grande se juntan en una fábrica o patio cercano antes del ensamblaje final en el sitio de construcción.

Las técnicas como la construcción volumétrica prefabricada y pre-acabada (PPVC) integran capacidades fuera del sitio para transformar el espacio de construcción en un sistema de fabricación. El resultado: mayor eficiencia, menos desperdicio y mayor seguridad. Además, están surgiendo materiales como la madera contra laminada (CLT) en respuesta a la necesidad de opciones de construcción más ecológicas. En el Reino Unido, un rascacielos de madera de 80 pisos recibió recientemente la aprobación preliminar.

- **Impresión 3d**. Imprimir submódulos o completar estructuras de concreto antes del ensamblaje y el trabajo interno podría transformar la industria con respecto al diseño, el costo y el tiempo. Sin embargo, la impresión tridimensional aún se encuentra en las primeras etapas de su desarrollo y aún no se puede implementar a la escala y a la velocidad requeridas para proyectos grandes.

- **Construcción montada en robot**. Los proyectos de construcción son inherentemente desestructurados y a menudo impredecibles; también pueden ubicarse en terrenos y entornos difíciles. Por estas razones, el uso de robots ha sido limitado hasta el momento. Sin embargo, los robots ahora se utilizan de forma selectiva para actividades repetitivas y predecibles, como el embaldosado, el enladrillado, la soldadura y la fabricación de carretes, la demolición y el reciclaje de hormigón.

Las empresas que han implementado con éxito estos enfoques han tenido que cambiar drásticamente sus procesos internos de planificación, diseño, adquisición y construcción. También necesitarán invertir en la automatización y en una red troncal de cadena de suministro efectiva para garantizar el transporte continuo y sin problemas de materiales de fábrica a sitio. Finalmente, las compañías que decidan integrar verticalmente sus cadenas de suministro deberán planificar las inversiones relacionadas con la fabricación.

a capítulo 3

INFRAESTRUCTURA DE RED Y EL IMPACTO DE 5G EN LAS DISTINTAS INDUSTRIAS

b temas

- ☐ ESPECTRO
- ☐ INFRAESTRUCTURA DE RED DE ACCESO DE RADIO (RAN)
- ☐ TRANSMISIÓN (REDES ÓPTICAS)
- ☐ IMPACTO DE 5G EN LAS INDUSTRIAS

Los nuevos casos de uso, analizados a lo largo de este trabajo, requerirán que el rendimiento de la red aumente 10 veces respecto de los niveles actuales en todos los parámetros de red, tal como la latencia, el rendimiento, la confiabilidad y la escala. Para llegar a eso, los operadores de telefonía móvil deben invertir en todos los dominios de red: espectro, infraestructura de red de acceso de radio (RAN), transmisión y redes centrales (Gráfico 10).

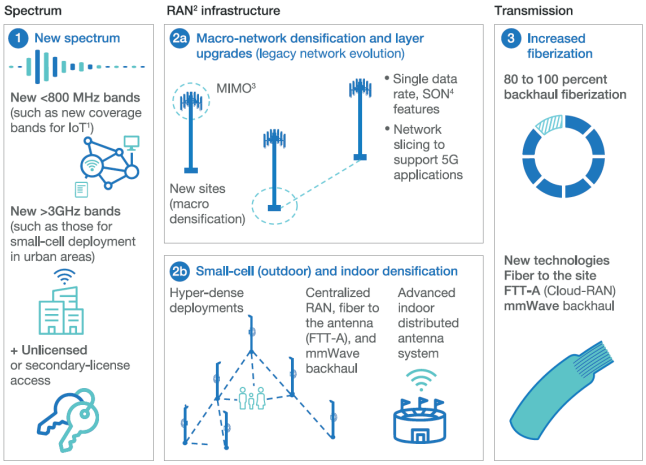

Gráfico 10: El aumento de la demanda de 5G, impulsado por los nuevos casos de uso, requerirá una inversión en todos los dominios de la red. Fuente: GSMA

Sin embargo, dado que muchos elementos de la tecnología 5G actual se basan en las redes 4G, en lugar de representar una salida completa, los operadores móviles pueden adoptar un enfoque evolutivo para la inversión en infraestructura. Por ejemplo, los operadores podrían comenzar por actualizar la capacidad de su red 4G existente rearmando una porción de su espectro 2G y 3G, o adquiriendo espectro adicional cuando esté disponible. De esta forma, pueden retrasar las inversiones en 5G evolucionando a características LTE y LTE-Pro. Este enfoque evolutivo será el camino natural para la mayoría de los operadores.

Cuando las actualizaciones de la red ya no son suficientes para soportar el aumento del tráfico, los operadores necesitarán construir nuevos macro sitios o celdas pequeñas. Ese punto en el tiempo variará según la ubicación, pero las simulaciones muestran que la mayoría de los operadores necesitarán embarcarse en una nueva construcción significativa entre 2020 y 2025.

A continuación, se analizarán los principales aspectos a considerar en los distintos dominios de red.

3.1- ESPECTRO

Actualmente, se está probando el espectro de 3,5 gigahertz a 80 gigahertz para 5G. La mayoría, sin embargo, se centran en la adquisición de bandas de 3,5 gigahertz en el corto y mediano plazo, seguidas por bandas de 26 gigahertz y 28 gigahertz. (Estas bandas serán las primeras en subastarse en la mayor parte del mundo). El nuevo espectro dará a los operadores un mayor ancho de banda y un consiguiente aumento en la capacidad de aire. Los operadores que no realicen adquisiciones y sigan confiando en las bandas heredadas, pronto podrían tener problemas de capacidad.

Incluso si se introduce un nuevo espectro, los operadores móviles deberán aumentar su inversión en infraestructura de manera significativa para superar ciertas limitaciones. Por ejemplo, el espectro de alta frecuencia proporciona capacidad adicional, pero tiene limitaciones de propagación mucho mayores. Los ensayos con un espectro de 3,5 gigahertz indican que su rango cae a unos 400 metros al aire libre, en comparación con el rango mucho más alto visto con el espectro actual, y tiene una menor penetración en interiores. Las bandas de 26 gigahertz y de mayor espectro tendrán límites de propagación aún mayores.

Ante los cambios en el nuevo espectro, se deberán mejorar las interfaces de radio y las antenas para aumentar la eficiencia del nuevo espectro. Los anuncios de los operadores indican que la mayoría de los grupos de telecomunicaciones europeos están planeando cerrar sus redes 3G alrededor de 2020. En los Estados Unidos, los operadores desmantelarán 2G antes de 3G.

A largo plazo, el nuevo espectro puede facilitar la adopción a gran escala del acceso sin licencia. Una vez que eso ocurra, los operadores enfrentarán desafíos adicionales relacionados con el control del acceso al espectro.

3.2- INFRAESTRUCTURA DE RED DE ACCESO DE RADIO (RAN)

A nivel mundial, la demanda de comunicaciones inalámbricas de banda ancha está aumentando drásticamente cada año. Un factor importante que contribuye a este crecimiento es la cantidad cada vez mayor de usuarios que se suscriben a servicios de Internet de banda ancha utilizando sus dis-

positivos inalámbricos móviles, que se ve acelerado por la tendencia hacia suscripciones de tarifa plana y dispositivos inteligentes. Además de los usuarios como seres humanos, también existe una variedad de objetos, incluidas máquinas, que cada vez está más conectado a la infraestructura de red, principalmente a través de interfaces de radio. Se espera que la cantidad de usuarios no humanos sea 10 veces mayor que la cantidad de usuarios humanos en 10 años a partir de ahora. Teniendo en cuenta también todo tipo de sensores posibles en objetos y en la infraestructura circundante, como, por ejemplo, edificios y rutas, la cantidad de cosas conectadas tiene el potencial de alcanzar algunos trillones. En un marco de tiempo más corto, nuevos dispositivos, como teléfonos inteligentes y tabletas con potentes capacidades multimedia, están penetrando cada vez más en el mercado, especialmente en regiones desarrolladas, y creando nuevas demandas de acceso inalámbrico de banda ancha. Finalmente, están surgiendo nuevos servicios de datos y aplicaciones, que remodelan el uso de la red inalámbrica y las demandas asociadas, y son al mismo tiempo factores clave de éxito para la experiencia de banda ancha móvil.

Todos estos factores juntos resultan en un aumento exponencial en el tráfico de datos móviles en el sistema de acceso inalámbrico, y se espera que esa tendencia continúe al mismo ritmo durante la próxima década.

Estudios recientes y extrapolaciones de desarrollos anteriores predicen un aumento total del tráfico de datos móviles por un factor de 500 a 1000 dentro de la próxima década. Estas cifras suponen aproximadamente un aumento de 10 veces en los suscriptores de banda ancha móvil, y 50/100 veces más tráfico de datos móviles por usuario. Además, el rendimiento alcanzable por usuario debe aumentarse significativamente. Una estimación aproximada predice un aumento mínimo de 10 veces en promedio, así como en las velocidades máximas de datos. Los criterios esenciales de diseño, que deben cumplirse más eficientemente que en los sistemas actuales, son la equidad entre los usuarios en toda el área de cobertura logrando experiencia de usuario ubicua (omnipresente), baja latencia para reducir el tiempo de respuesta, permitir una instalación rápida del servicio, aumentar la confiabilidad y mejor soporte para una multitud de requisitos de calidad de servicio (QoS) y calidad de experiencia (QoE) que varían ampliamente y que provienen de diferentes servicios, aplicaciones y tendencias.

Los requisitos de ancho de banda de usuario que aumentan constantemente también exigen enlaces de red de mayor capacidad. Se pueden requerir múltiples alternativas tecnológicas para satisfacer los requisitos: las tecnologías de espacio libre óptico (FSO), terrestre, satelital, etc.

Además, otro criterio de diseño esencial es el soporte eficiente y efectivo para la transmisión de diversas características de señalización y tráfico de datos de objetos y máquinas conectadas de forma inalámbrica.

Un factor importante en el diseño general de los sistemas de próxima generación es la eficiencia energética de los componentes de la red, la operación de la red y sus estrategias de implementación. El impacto ambiental al reducir las emisiones de CO2 es esencial para el ecosistema. Por otra parte, el aumento de la eficiencia energética de la red reduce los gastos operativos OPEX, que se refleja en el costo por bit entregado. Esta métrica es importante, dado el tráfico esperado y el crecimiento del rendimiento. La eficiencia energética de los equipos de la estación base se ha mejorado significativamente en los últimos años.

Las redes futuras deberán desplegarse de forma mucho más densa que las redes actuales y, debido a las limitaciones económicas y la disponibilidad de los sitios, tendrán que volverse significativamente más heterogéneas y utilizar tecnologías de acceso de radio múltiples (RAT).

En áreas rurales y suburbanas, así como a lo largo de las calles, los operadores pueden manejar un mayor tráfico simplemente densificando las redes existentes con macro sitios. En muchas áreas urbanas densamente pobladas, por el contrario, necesitarán depender de soluciones de células pequeñas por dos motivos: una mayor concentración de tráfico, medida por la carga de tráfico por kilómetro cuadrado, y el uso de bandas de espectro superior (mayor que 3 gigahertz).

En un análisis reciente de una ciudad europea, encontramos que los sitios con una densidad de tráfico superior a 0,5 petabytes[11] por kilómetro cuadrado por año, tenían un radio de celda de menos de 200 metros, lo que requería soluciones de celda pequeña. Muchas otras ciudades importantes o barrios urbanos, incluidos Kowloon, Manhattan y Helsinki, tienen una densidad similar, y otros estarán en esa situación alrededor de 2020. Muchas ciudades importantes estarán a 1 o 2 petabytes por kilómetro cuadrado para 2025.

3.3- TRANSMISIÓN (REDES ÓPTICAS)

Las redes ópticas deben someterse a cambios significativos para hacer frente a la creciente demanda de ancho de banda y los requisitos que surgen de las nuevas aplicaciones. Con la creciente preocupación por la eficiencia energética y las emisiones de carbono, se requieren cambios importantes en todas las capas y segmentos de la red. Las principales necesidades se centran en hacer que las redes ópticas sean más: rápidas, seguras, flexibles, transparentes y fáciles de usar y para acercarlas al cliente.

El consumo de datos en crecimiento exponencial en el acceso fijo y móvil pone cada vez más estrés en el núcleo de la red. De hecho, según varias mediciones y predicciones de tráfico, se espera que el volumen de tráfico en la red central crezca aproximadamente un factor de 10 dentro de los próximos 5 años, y por un factor de 100 dentro de los próximos 10 años. Se espera que el rendimiento máximo en los nodos de la red básica llegue a varios 100 Tbps en 2020. Las tecnologías utilizadas en las redes ópticas se están acercando a los límites teóricos establecidos por la física y la teoría de la información y requerirán un esfuerzo de investigación sobre técnicas avanzadas.

Las redes tienden a volverse más complejas, mientras que una fuerte presión financiera requiere optimizar las inversiones y controlar los costos operativos. Esto demanda nuevas tecnologías ópticas capaces de admitir la automatización en las implementaciones de red, así como la elasticidad y la escalabilidad en las fases de operación. Los conceptos deben abordar todas las capas: la física y las superiores, y también la optimización y la planificación en las mismas. Deben encontrarse rutas de migración económicamente sostenibles para permitir el desarrollo de nuevas tecnologías mientras se explotan las infraestructuras existentes. Al respecto, resulta interesante comentar que la tendencia

11-10^{15} bytes = 1 000 000 000 000 000 de bytes

12- Administración Nacional, Empresas y Sociedades del Estado, Entes Públicos y Fondos Fiduciarios integrados total o mayoritariamente con bienes y/o fondos del Estado Nacional

mundial es que los municipios empiecen a tender la infraestructura y se la arrienden a varios operadores.

Desde el punto de vista de la eficiencia en las inversiones, hay dos decretos (798/2016 y 1060/2017) y próximamente una ley (PE-96/18) que proponen que cualquier obra civil de envergadura tenga en cuenta despliegues de ductos.

El decreto 1060/17 establece que la administración Nacional y las empresas y sociedades del Estado garantizarán a los licenciatarios TIC el acceso múltiple o compartido a la infraestructura pasiva apta para el despliegue de redes, "sin que pueda otorgarse exclusividad o preferencia alguna".

El decreto 798/2016, en línea con lo establecido en el artículo 42 de la CONSTITUCIÓN NACIONAL plantea que las redes de telecomunicaciones y tecnologías de la información se expandan para generar más y mejores servicios a los consumidores, a precios competitivos y con mayor calidad. A los operadores, les otorgará terrazas, techos, torres, solares y/o cualquier instalación, planta o sector de inmuebles del Estado Nacional que resulten aptos para la instalación de estructuras portantes de antenas, equipos e instalaciones asociadas a los servicios de telecomunicaciones, tecnologías de la información y las comunicaciones y/o comunicación audiovisual. Para ello, el gobierno decidió que no se cobrará alquiler por el plazo de un año por el uso de los inmuebles estatales en los que se instalen radiobases dentro de los tres meses de publicado el Decreto en la Ciudad de Buenos Aires o dentro de los seis meses en el resto del país. El beneficio de exención de pago de alquiler se extenderá a tres años cuando la infraestructura se comparta entre dos licenciatarios de servicios móviles y a cuatro años cuando se comparta entre más. Idéntico beneficio se otorgará si se trata de una empresa independiente de compartición de infraestructura pasiva y se cumplen las condiciones anteriores. La condición es que las radiobases estén funcionando en el plazo previsto en el contrato de cesión, que tendrá una duración de diez años.

Por otro lado, el Decreto invita a entes estatales descentralizados y a provincias y municipios a contribuir con la cesión de espacios para la localización de antenas e infraestructuras necesarias para que las empresas de telefonía móvil expandan sus bases y mejore su servicio a la población.

En su artículo 9, menciona que los organismos mencionados en el artículo 8 de la Ley N° 24.156 (Administración Financiera)[12] podrán incorporar en sus contrataciones de obras de infraestructura que impliquen canalizaciones, tendido de postes o electroductos, la obligación de prever infraestructura para el tendido de redes de fibra óptica.

Esto, se puede trasladar a la construcción de barrios y edificios de manera de dotarlos de la infraestructura básica para luego dar conectividad en el momento de la obra.

Por otro lado, el proyecto de ley: Expte.PE-96/18 tiene como objetivo el fomento de despliegue de infraestructura y competencia. Según lo explicado por el Ministro de Modernización, en la Comisión de Medios del Senado, "La ley busca destrabar barreras regulatorias y propiciar mecanismos para poner en marcha este desafío que tenemos hacia adelante". Y sobre la fibra óptica, que, ésta "debería llegar a todo el país lo más rápido posible". Además, enfatizó sobre la importancia que el sector privado ayude y comparta la inversión que está haciendo el Estado. Para esto, solicitó "propiciar la inversión, mejorar la calidad de servicios y de competencia, a través de un trabajo en conjunto".

3.4- IMPACTO DE 5G EN LAS INDUSTRIAS

Para comprender el alcance y el momento del impacto económico de las implementaciones de 5G, los expertos de IHS Markit[13] desarrollaron un modelo económico de la potencial actividad de ventas globales en múltiples sectores de la industria. Para ello, analizaron 16 sectores industriales importantes. Estos sectores se basaron en el Sistema de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas, Revisión 3 (CIIU). Desarrollado por las Naciones Unidas, ISIC es un sistema de clasificación industrial global que proporciona informes estandarizados de indicadores económicos independientemente del país.

Según el estudio realizado por dicha empresa, las implementaciones de 5G afectarán positivamente a prácticamente todos los sectores de la industria. De hecho, la adopción y la integración en muchos sectores de la misma, afianzarán el papel de 5G en su transformación a un GPT[14] (General Purpose Technologies).

Debido a que las estructuras económicas y regulatorias afectarán el tiempo y la adopción de los nuevos modelos comerciales de 5G, IHS Markit basó su análisis a largo plazo y eligió el 2035 como el año de estudio. En el mismo, estima que la actividad potencial de ventas globales en múltiples sectores industriales, soportada por 5G, podría alcanzar los MM US$ 12300 (miles de millones) en 2035 (lo cual representa aproximadamente el 4,6% de toda la producción mundial en dicho año).

El Gráfico 12 muestra los resultados en los distintos sectores. En la industria manufacturera se observa la mayor parte de la actividad económica soportada por 5G en 2035, casi MM US$ 3400. Al principio, esto puede parecer alto, pero hay que considerar que la implementación de cualquiera de los casos de uso de 5G estimulará, como mínimo, el gasto en equipos, todos los cuales son producidos por el sector manufacturero. Por ejemplo, los drones incrementarán las ventas dentro del sector del transporte. Sin embargo, esto requerirá que el sector del transporte compre drones adicionales del sector manufacturero. Los casos de uso médico requerirán un gasto complementario en equipos preparados para

13- https://ihsmarkit.com/index.html es un líder mundial en información crítica, análisis y soluciones para las principales industrias y mercados que impulsan las economías de todo el mundo. La compañía ofrece información, análisis y soluciones de última generación a los clientes de los negocios, las finanzas y el gobierno, mejorando su eficiencia operativa y brindando una visión profunda que lleva a decisiones confiables y bien informadas. IHS Markit tiene más de 50,000 clientes comerciales y gubernamentales clave, incluido el 85 % de Fortune Global 500 y las instituciones financieras líderes en el mundo.

14- Los GPT a menudo son impulsores de cambios transformadores que redefinen los procesos de trabajo y reescriben las reglas de ventaja económica competitiva. Los profundos efectos que surgen de estas innovaciones varían ampliamente, desde los impactos positivos para la productividad humana y de las máquinas hasta elevar finalmente los niveles de vida de las personas de todo el mundo. Ejemplos de GPT son: La electricidad, Internet, la máquina de vapor, etc.

5G del sector manufacturero. La misma línea de razonamiento se aplica al sector de la información y las comunicaciones, que verá la segunda porción mayor de la actividad económica habilitada para 5G, en más de MM US$ 1400. Dado que la implementación de cualquiera de los casos de uso de 5G requerirá un gasto en servicios de comunicación.

Mientras que 5G podría soportar aproximadamente el 4,6% de la producción real mundial en 2035, el porcentaje por industria variará de un máximo de 11,5% en el sector de información y comunicaciones a un mínimo de 2,3% en el sector de hospitalidad. También es notable el hecho de que 5G podría provocar el 6,5% del servicio público (gobierno) y el 6,4% de la producción agrícola en 2035, respaldado por implementaciones de ciudades inteligentes y agricultura inteligente, respectivamente.

Para ubicar estos datos en un contexto más amplio, también se debe considerar cuántas industrias se verán realmente afectadas por cada caso de uso. Por ejemplo, la disponibilidad de vehículos autónomos y drones hará más que estimular las ventas de automóviles sin conductor y vehículos aéreos no tripulados (UAV) a los consumidores. También se desplegarán en aplicaciones agrícolas y mineras que van desde la vigilancia de recursos naturales remotos hasta el transporte autónomo de minerales a los tractores autónomos. Serán ampliamente utilizados en el sector del transporte para el transporte sin conductor y la entrega de bienes comerciales y de consumo. Los municipios integrarán vehículos autónomos en sus sistemas de tránsito mientras usarán drones para funciones de monitoreo. En las fábricas, los vehículos autónomos también se utilizarán en los sistemas de almacenamiento y recuperación dentro de la Planta. Finalmente, los vehículos autónomos también afectarán positivamente a la industria de seguros a medida que disminuyan las tasas de accidentes de vehículos.

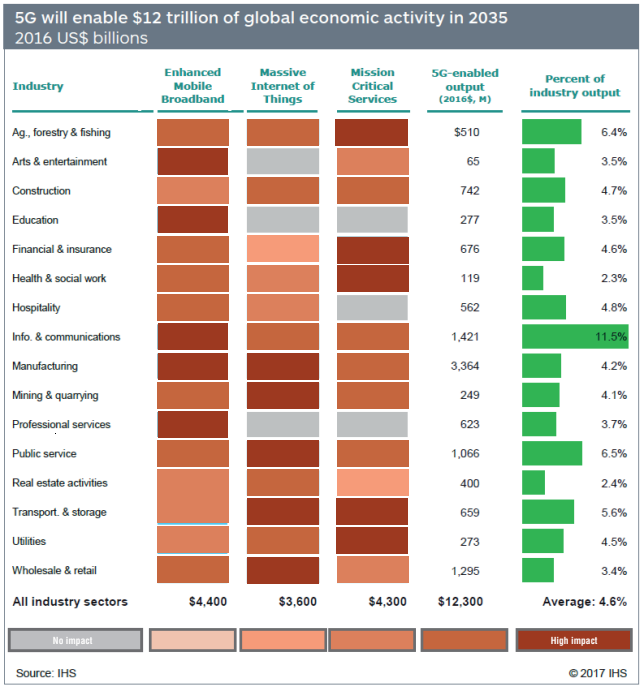

Gráfico 11. Actividad económica soportada por 5G en 2035, según análisis de IHS. Fuente: IHS

En cuanto a la construcción, en el Gráfico 12, se observa que 5G generará MM US$ 742 de ventas para el año 2035, siendo el uso masivo de Internet de la Cosas y los Servicios de Misión Crítica (aquellos que ejecutan aplicaciones esenciales que, si fallan, tienen un impacto significativo en el funcionamiento de cualquier empresa, organización o institución que dependa de su información), los principales actores de alto impacto sobre este sector. Nuevas tecnologías como drones, realidad virtual y realidad aumentada prometen una mayor eficiencia y seguridad en el sitio en los próximos años. Pero para aprovechar estas nuevas tecnologías, los sitios de construcción deben estar conectados a una red segura, rápida y eficiente. En muchos sitios ubicados en áreas rurales y de baja población, tales conexiones pueden ser difíciles de conseguir y por eso es/será necesario 5G.

Las tecnologías emergentes discutidas en este informe tendrán un profundo efecto en el futuro de la fuerza laboral de la construcción y los requisitos de habilidades, así como la capacitación y la educación.

Las tecnologías emergentes y la adopción de nuevas tecnologías requieren nuevos conjuntos de habilidades y competencias, creando nuevos puestos de trabajo en el proceso.

Para que el sector de la construcción mejore su productividad, se requerirá una fuerza de trabajo más ágil con nuevas habilidades. McKinsey[15] identifica la reestructuración de la fuerza de trabajo como una de las formas importantes en que se puede mejorar la productividad de la construcción. Estiman que la productividad global de la construcción puede mejorar en un 5-7% si se adoptan las mejores prácticas en la ejecución en el sitio, con posibles ahorros de costos del 3-5%. Recomiendan crear un modelo de aprendizaje, desarrollar capacitación de primera línea y garantizar la retención y gestión del conocimiento.

Esto proporcionará un impulso adicional para las tecnologías y prácticas que mejoran a la misma, como la construcción modular fuera de sitio, la impresión 3D, la robótica y los drones. La adopción de estas tecnologías disminuirá la demanda de algunas habilidades que actualmente se requieren en la construcción, pero también precipitará la creación de nuevos puestos de trabajo, lo que requerirá nuevas habilidades.

El uso de tecnologías impulsadas por datos tales como big data, analytics e inteligencia artificial también cambiarán la naturaleza del trabajo en profesiones relacionadas con la construcción, como la arquitectura, la medición de cantidades, la gestión de edificios y, en cierta medida, la ingeniería estructural.

La próxima generación de trabajadores de la construcción trabajará en una industria que difiere en muchos aspectos de la industria que conocemos hoy en día. Muchos de los jóvenes que ingresan a la industria serán 'nativos digitales', que naturalmente aceptarán, si no exigen, la digitalización. Deben estar preparados para los nuevos tipos de trabajos que serán necesarios en el nuevo mundo de la construcción digitalizada y automatizada, muchos de los cuales ni siquiera existen en la actualidad.

Para que estas innovaciones sean efectivas, también deben cambiar otras cosas, como los modelos comerciales y las formas de trabajar. Esto a menudo implica cambios significativos en el mercado laboral del sector afectado.

15- https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution

Cuando una industria se ve afectada por una nueva tecnología, es muy típico encontrar:

- Se requieren nuevos tipos de habilidades y, al mismo tiempo, las habilidades actuales y asociadas con tecnologías maduras y modelos comerciales se vuelven redundantes. El Foro Económico Mundial (FEM) predice que se requerirán más de 400,000 empleos en arquitectura e ingeniería en el futuro.
- La automatización a menudo significa que se requieren menos personas para trabajos que se pueden hacer con máquinas. Al mismo tiempo, nuevos tipos de trabajos están disponibles, aunque trabajos que requieren nuevos tipos de habilidades. El uso de robots de albañilería, por ejemplo, tendrá un impacto en los requisitos de mano de obra para albañiles, pero al mismo tiempo crea puestos de trabajo para operadores y personas de mantenimiento.
- Es necesario desarrollar un nuevo ecosistema de capacitación y educación para que una nueva generación de trabajadores pueda capacitarse para los nuevos tipos de trabajos.

Reflexionando sobre las discusiones en el Foro Económico Mundial sobre el “Futuro de la construcción”, un comentarista señaló que “la tecnología destacó a lo largo de las discusiones, con la guerra por el talento enfocada en una generación milenaria con diferentes objetivos y expectativas de trabajo. Se consideró que la tecnología no solo era necesaria para cerrar la brecha de habilidades y mejorar la productividad, sino también para definir la relevancia de nuestra industria y nuestra profesión en un mundo de digitalización “.

Los principales responsables de la toma de decisiones en particular deben tomar nota:

La pregunta no es tanto “¿cuánto va a costar?” Sino “¿cuánto costará si no lo hacemos?”.

a capítulo 4

REFERENCIAS

- https://blogs.cisco.com/sp/the-history-and-future-of-internet-traffic
- https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/service-provider/ciscoknowledgenetwork/files/573_02_23-16-Documents2016_VNI_Mobile_CKN_Final.pdf
- https://www.mobileye.com/
- https://www.giatecscientific.com/smartrock2/
- https://ihsmarkit.com/index.html
- Arcep, “5G: ISSUES & CHALLENGES”, Marzo 2017.
- GSMA, “Understanding 5G: Perspectives on future technological advancements in mobile”, 2014.
- GSMA, “The 5G era: Age of boundless connectivity and intelligent automation”, 2017.
- McKinsey Global Institute, “Infrastructure productivity: How to save $1 trillion a year”, Enero 2013.
- McKinsey Productivity Sciences Center, “Imagining construction’s digital future”, 2016.
- Ferry Grijpink, Alexandre Ménard, Halldor Sigurdsson, and Nemanja Vucevic, “The road to 5G: The inevitable growth of infrastructure cost”, Febrero 2018.
- IHS, “The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy”, Enero 2017.
- https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution