

5G Americas ■

2024

Usos de 5G

En mercados verticales de
América Latina y el Caribe



El presente estudio contó un proceso de investigación de datos que fueron recolectados hasta el día 31 de Octubre de 2023. A partir de ese momento se procedió a analizar, comparar y redactar el White Paper. Cualquier cambio de datos que sucedió posteriormente no fue considerado.

Sumario

Introducción.....	4
Situación 5G en América Latina	6
El papel de la arquitectura y la tecnología de la red	9
Evolución arquitectónica	9
Catalizadores tecnológicos.....	11
Oportunidades de 5G en Mercados Verticales de América Latina.....	14
Estrategias digitales	16
Redes Privadas en 5G P5G.....	20
Impulsores, beneficios y desafíos de la adopción de P5G	22
Industrias clave transformadas por el P5G	26
Necesidades para servicios de banda ancha móvil en mercados verticales.....	28
Acceso fijo inalámbrico con 5G	32
Impulsores clave para la adopción de FWA.....	36
FWA usando mmWave	37
Casos de uso de Banda Ancha móvil en mercados Verticales	40
Industria.....	41
Minería	43
Agronegocios	46
Retail	49
Salud	52
E-Gobierno	55
Educación	57
Oportunidades de 5G en mercados verticales.....	60
Industria.....	61
Minería	63
Agronegocios	64
Retail	66
Salud	67
E-Gobierno	69
Educación	70
Conclusiones	72
Reconocimientos	75
Cláusula de exención de responsabilidad.....	76

INTRODUCCIÓN

América Latina y el Caribe conforman un territorio con muchas similitudes desde el punto de vista socioeconómico y político. Aunque también presentan características específicas en cada uno de esos mercados que la transforman en una región con muchas particularidades.

Entre las condiciones comunes se destaca la necesidad de avanzar en la digitalización de sus economías, con el objetivo de estar preparadas para las condiciones de productividad que demanda la economía global. Para alcanzar estas metas es necesario que las autoridades trabajen en aumentar el acceso a banda ancha en el mercado, particularmente los servicios móviles que por sus características permiten alcanzar zonas alejadas de los grandes centros urbanos y rurales.

Asimismo, es importante considerar que los servicios de banda ancha móvil cuentan con mayor presencia entre la población de América Latina y el Caribe, principalmente entre los habitantes de menores recursos. De esa forma se habilita una mayor cantidad de personas a la posibilidad de participar en una nueva estructura productiva.

El desarrollo de 5G traerá aparejado además un cambio en el paradigma de los servicios móviles, donde el foco ya no estará en el usuario, sino en los diferentes dispositivos que pueden estar conectados. Así las cosas, la tecnología se presenta como una oportunidad para el desarrollo de diferentes mercados verticales, mejorando los procesos desde la comercialización hasta la automatización de producción.

Es esperable que, en los próximos años, gracias a una mayor potencia en el proceso de datos, 5G pueda desarrollar una mayor cantidad de servicios *Business to Business* (B2B). Este mismo factor, también permitirá un crecimiento en las aplicaciones asociadas a Internet de las Cosas (IoT), aumentando de esa forma las posibilidades para automatizar diferentes procesos de los sectores productivos de cada uno de los mercados.

Entre las promesas de 5G la conectividad y comunicación entre dispositivos sin la intervención humana es una de las más importantes desde el punto de vista empresarial. La tecnología promete conectar un millón de dispositivos en un radio de 1 kilómetro, lo que la vuelve una herramienta poderosa para conectar dispositivos de una industria.

Esta capacidad atribuida a 5G permiten a las diferentes empresas evolucionar hacia la transformación digital. Al punto que algunos verticales analizan el despliegue de sus propias redes privadas para aprovechar la transmisión de datos y de esa manera potenciar la automatización de sus procesos de producción.

En este contexto el desarrollo de 5G se presenta como una oportunidad para que diferentes sectores económicos de América latina y el Caribe puedan avanzar en conjunto hacia la digitalización de la economía. Aunque es necesario que las autoridades trabajen de forma coordinada con el sector privado para que se puedan desarrollar estas tecnologías.

En ese sentido, es importante que se ponga a disposición de la industria de telecomunicaciones mayores porciones de espectro radioeléctrico. A lo largo del documento se observará que 5G requiere de bandas de espectro bajas, medias y altas para aprovechar al máximo su potencial. Asimismo, es necesario que los operadores puedan conocer una hoja de ruta de las futuras licitaciones de espectro para de esa manera planificar de manera eficiente el tendido de sus redes.

Entre otras políticas es también importante que las autoridades de los países de la región reduzcan las trabas burocráticas que existen sobre el tendido de redes. Facilitar el despliegue de infraestructura es necesario para que los distintos sectores de la economía puedan contar con servicios de banda ancha móvil y de esa manera aprovechar su potencial en el camino de la digitalización.

A lo largo del *White Paper* se analizan diferentes casos de uso que segmentos verticales como agricultura, educación, gobierno, minería, retail y salud le pueden dar a la banda ancha móvil, así como la planificación que tienen las autoridades de la región para la implementación de la tecnología en cada uno de esos sectores y la puesta en marcha de iniciativas privadas.

También se analiza las oportunidades que 5G representa para esos mercados verticales. Previamente se considera la situación de despliegue de la tecnología en la región, teniendo en cuenta la cantidad de mercado y líneas que poseen los principales mercados de América Latina y el Caribe.

Así las cosas, 5G representa una opción para que las economías de la región puedan avanzar dentro de la nueva estructura productiva a nivel global. Su puesta en marcha permitirá asociarla a otras tecnologías como big data, inteligencia artificial (IA) o Internet de las cosas (IoT), mejorando considerablemente las posibilidades de desarrollar un entorno productivo digital.

SITUACIÓN 5G EN AMÉRICA LATINA

El desarrollo de una economía digital exige a los mercados de América Latina y el Caribe desarrollar servicios de banda ancha móvil cada vez más sofisticados. El desarrollo de LTE en el mercado pasa a ser un requisito mínimo para poder iniciar el camino, así como el despliegue de redes 5G es una necesidad para dar el salto necesario a la digitalización de diferentes sectores de la economía.

Para abril 2024 América latina y el Caribe contaba con 39 redes 5G activas, en tanto que LTE poseía 134 redes. Esta última tecnología está activa con al menos una red en todos los mercados de la región.

Los primeros mercados donde se encendieron las redes 5G pertenecieron al Caribe, que inició estos servicios en 2019. Para 2024 ya había 14 redes comerciales en los mercados de Bermuda, Puerto Rico, Islas Vírgenes Estadounidenses, Guyana Francesa, Saint Martin, Surinam, República Dominicana y Trinidad y Tobago.

Los desarrollos en mercados como Puerto Rico, las Islas Vírgenes Estadounidenses y la República Dominicana, estuvieron incentivados por las licitaciones de espectro aptas para el desarrollo de 5G. Particularmente se destacó la banda de 3,5 GHz.

Para avanzar en el mismo sentido, otros mercados del Caribe están analizando el desarrollo de 5G, como Bahamas que analiza las bandas de 600 MHz, la "Banda L", 2,5 GHz y la "Banda C" (3,4 – 4,2 GHz). En tanto aquellos que conforman la Autoridad de Telecomunicaciones del Caribe Oriental (ECTEL por sus siglas en inglés) se ha consultado el uso para servicios móviles de las bandas de 600 MHz, 700 MHz, 2,3 GHz, 2,5 GHz y 3,5 GHz.

Por otra parte, en Sudamérica existían 18 redes comerciales de 5G activas en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Uruguay para el cierre de 2024. Mientras que LTE estaba presente en todos los países de la región, que está conformada por mercados maduros con una alta competencia y penetración de servicios.

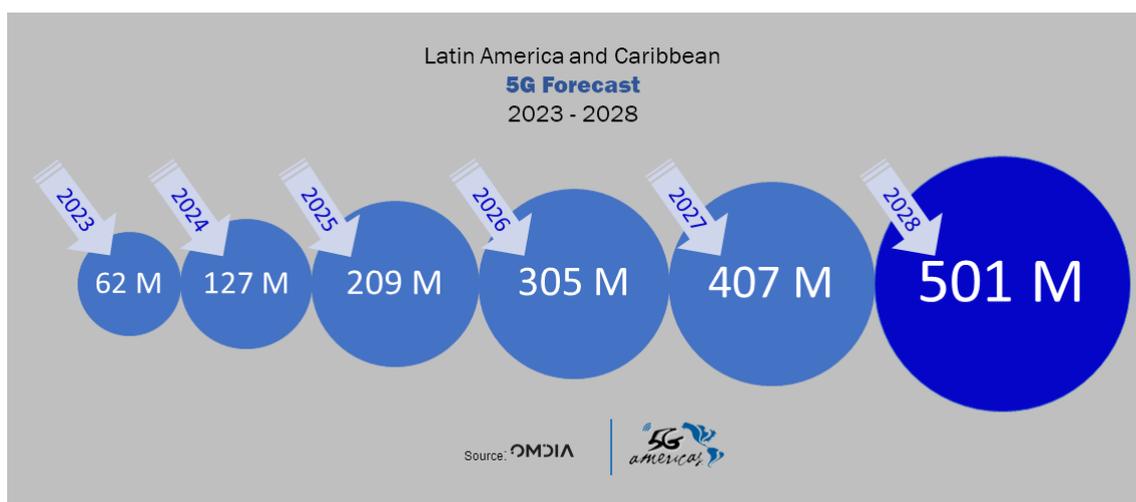
Algunas de estas redes contaron con los procesos licitatorios de las bandas de frecuencias llevados adelante por Chile y Brasil como estímulos para la industria. Así como también en Perú y Uruguay, donde las autoridades autorizaron cambios en las licencias preexistentes de espectro. Por otra parte, muchos países de América del Sur consideran las bandas de espectro de 3,5 GHz y 26 GHz para el desarrollo de 5G, aunque también se designaron otros rangos como 600 MHz, 700 MHz, la Banda L, 2,3 GHz, 2,5 GHz y 28 GHz, dependiendo del país.

En tanto que Brasil posee 7 redes 5G activas a diciembre de 2023. Desde julio 2022 el mercado contó con lanzamientos 5G Standalone , en las ciudades de Belo Horizonte-MG, Porto Alegre-RS, João Pessoa-PB. Mientras que en agosto hubo el lanzamiento en San Pablo-SP. Brasil es líder en asignación de espectro en la región.

Por su parte, en América Central el mercado que había desarrollado 5G era Guatemala, que para el cierre de 2023 contaba con dos ofertas comerciales activas. En tanto que México totalizaba 2 redes 5G para la misma fecha. En tanto que el resto de los países de América Central no tuvieron despliegues 5G, aunque están trabajando en la disponibilidad de espectro como Costa Rica, Honduras y Panamá.

México planea la disponibilidad de espectro radioeléctrico en las bandas de AWS, 2,5 GHz y 3,5 GHz para el desarrollo de redes y pruebas 5G. Además de las bandas de 600 MHz y 1427 – 1518 MHz. En tanto que Costa Rica, Guatemala, Honduras y Panamá se consideran, dependiendo del país, bandas “bajas” (600 MHz y 700 MHz), “medias” (1427 – 1518 MHz, 2,3 GHz y 3,5 GHz) y “altas” (26 GHz, 28 GHz, 40 GHz y 66 – 71 GHz) como capacidad para potenciar las redes de telecomunicaciones móviles dentro de la siguiente década.

En términos de líneas, de acuerdo con datos publicados por 5G Americas y proporcionados por Omdiaⁱ, América Latina y el Caribe tendrán 127 millones de conexiones 5G a fines de 2024, y 501 millones en 2028. Aunque 4G LTE continuará siendo la tecnología celular inalámbrica líder en América Latina y el Caribe.



Luego de tres años completos de crecimiento, la adopción de 5G inalámbrica en todo el mundo llegó a una fase de rápida aceleración, tocando un hito destacable de 1.400 millones de conexiones al término del segundo trimestre de 2023.

En general, los primeros casos de uso de 5G que se observan son ejemplos simples como continuar ofreciendo servicios de conectividad básicos, como FWA. A estos ejemplos se suman mayores oportunidades en los casos de uso como informática de punta y las redes privadas. Estos últimos ejemplos van más allá de la simple conectividad y se espera que en ellos se desarrollen iniciativas de alta complejidad centradas en mejorar las condiciones de producción. A medida que 5G siga madurando, se espera un aumento de casos de uso adicionales; y un mayor enfoque en aprendizajes compartidos que cultiven la conciencia de la industria.

Para que esta evolución de los servicios de banda ancha móvil sea posible es necesario que las autoridades de los diferentes países trabajen en la generación de condiciones necesarias para incentivar la inversión en la industria de telecomunicaciones. Es importante trabajar en un entorno que busque aumentar las inversiones y estimule el desarrollo de redes de nuevas tecnologías.

En este escenario, es necesario que las autoridades pongan a disposición de la industria mayores porciones de espectro radioeléctrico. Por sus condiciones 5G precisa de bandas bajas, medias y altas para poder desplegar todo su potencial. Es importante entonces que exista una planificación de parte de las autoridades y que los operadores puedan conocer las próximas licitaciones de espectro.

La creación de un plan que estimule el tendido de redes debe también considerar la reducción de las trabas burocráticas que existen en el mercado. Contar con un entorno regulatorio simplificado que posibilite a los operadores de manera sencilla conseguir los permisos para desplegar infraestructura. La creación de una única norma que aglutine las demandas de diferentes niveles del estado, así como el concepto de “ventanilla única” de trámites, están entre las mejores prácticas internacionales al respecto.

Este tipo de iniciativas son importantes para que el sector pueda desarrollar nuevas redes de telecomunicaciones en cada uno de los mercados. A partir de estos despliegues es posible que se pueda avanzar en la digitalización de cada una de las economías de los países.

EL PAPEL DE LA ARQUITECTURA Y LA TECNOLOGÍA DE LA RED

De acuerdo con el White Paper publicado por 5G Americas “5G Use Cases”ⁱⁱ durante noviembre de 2023, 5G sigue demostrando ser un importante avance hacia los sistemas de comunicaciones modernos y mejora los servicios 4G heredados en varias áreas. A continuación, se detallan los aspectos destacados de las mejoras arquitectónicas críticas y los habilitadores tecnológicos que desempeñarán un papel clave en futuros casos de uso de 5G y han contribuido al éxito reciente de la adopción de redes 5G privadas y 5G FWA.

EVOLUCIÓN ARQUITECTÓNICA

Los avances en la arquitectura de las redes de telecomunicaciones tienen como objetivo predominante mejorar la eficacia operativa general. Recientemente, se han observado desarrollos arquitectónicos notables dentro de las redes 5G, con una trayectoria continua de mejoras. Entre ellas la maduración de cuatro funcionalidades clave: el controlador de inteligencia de radio (RIC), las interfaces de programación de aplicaciones de red (API) para redes programables, la informática de punta y la división de redes. Es importante reconocer que las implementaciones actuales de redes de acceso de radio virtualizadas (vRAN) y redes de acceso de radio abiertas (ORAN) ya han comenzado a generar eficiencias y soluciones adaptables para los operadores.

La evolución de las telecomunicaciones en los últimos años está siendo testigo de un cambio transformador emergente en el panorama de la Red de Acceso Radio (RAN). Las soluciones RAN tradicionales, monolíticas y de un solo proveedor, tienen el potencial de dar paso a los principios dinámicos de desagregación, virtualización y Open RAN. La desagregación y Open RAN mejoran la flexibilidad al permitir a los operadores seleccionar los mejores componentes de RAN, mientras que la virtualización de 5G RAN fomenta la innovación, la escalabilidad y la eficiencia. Juntos, permiten a los operadores implementar redes responsivas que satisfagan diversos casos de uso de 5G. El documento técnico de 5G Americas de febrero de 2023, “The Evolution of Open RAN”, proporciona una descripción general más completa de Open RANⁱⁱⁱ. A medida que avanza la industria, la desagregación, Open RAN y los temas de virtualización contribuirán a una 5G responsiva, adaptable y preparada para el futuro ecosistema.

En Open RAN, el **Controlador de Inteligencia de Radio (RIC)** monitorea y analiza continuamente factores como las condiciones de la radio, los patrones de tráfico y el comportamiento del usuario para tomar decisiones informadas. Automatiza funciones esenciales dentro de la RAN, lo que lleva a una menor intervención humana, una mejor eficiencia operativa y respuestas rápidas a los cambios de la red. Las dos variantes de RIC (en tiempo real frente a no en tiempo real) contribuyen a una red que puede ofrecer adaptaciones en tiempo real e información de optimización de la red centrada en el futuro. Consulte el documento técnico de 5G Americas para obtener más detalles^{iv}.

La división de redes (Network slicing) es un concepto revolucionario que solo es posible en 5G Standalone (SA) que permite la creación de múltiples redes virtuales dentro de una infraestructura física compartida. Cada segmento de red se puede personalizar con las características y capacidades 5G apropiadas necesarias para cumplir con los requisitos únicos de un caso de uso (por ejemplo, garantizar la calidad para un servicio especializado). Consulte el documento técnico de 5G Americas “Commercializing 5G Network Slicing” para obtener más detalles.^v

Edge computing es un paradigma que acerca las tareas computacionales y el procesamiento de datos a las proximidades del lugar donde se generan/utilizan los datos (por ejemplo, el borde de la red). Esto puede permitir aplicaciones de baja latencia y alto rendimiento. En el contexto de 5G, la computación de borde aprovecha la proximidad de los servidores de borde a los dispositivos de los usuarios, reduciendo los tiempos de transferencia de datos y mejorando la capacidad de respuesta de las aplicaciones en tiempo real. Se analiza en detalle en el documento técnico de 5G Americas “Distributed Compute & Communications in 5G” (noviembre de 2022).^{vi}

Las API de red y servicio tienen como objetivo simplificar y “ocultar la complejidad” asociada con las funcionalidades y los datos de la red. Esta abstracción permite a los desarrolladores de software (con un conocimiento mínimo del dominio de las telecomunicaciones) crear aplicaciones y servicios innovadores que aprovechen las capacidades de las redes 5G. En términos generales, las API de red se presentan en dos formas diferentes: 1) API “hacia el norte” expuestas externamente (por ejemplo, API de servicio), que están diseñadas para ser consumidas por un desarrollador o cliente externo, y 2) red de telecomunicaciones interna orientada “hacia el sur”. o API “este/oeste”, que son para capacidades técnicas.

Estos cuatro elementos arquitectónicos (RIC, Edge computing, división de red y API de red/servicio) crean nuevas posibilidades para mejorar las capacidades de telecomunicaciones 5G. Estas tecnologías en conjunto permitirán a los operadores ofrecer mayor rendimiento, capacidad de respuesta, personalización y servicios innovadores, al dar forma a un panorama de conectividad que tiene el potencial de remodelar las industrias y transformar la forma en que interactuamos con la tecnología. Muchas empresas de todo el

mundo están invirtiendo tiempo y recursos para mejorar las capacidades de la red 5G utilizando estas capacidades tecnológicas.

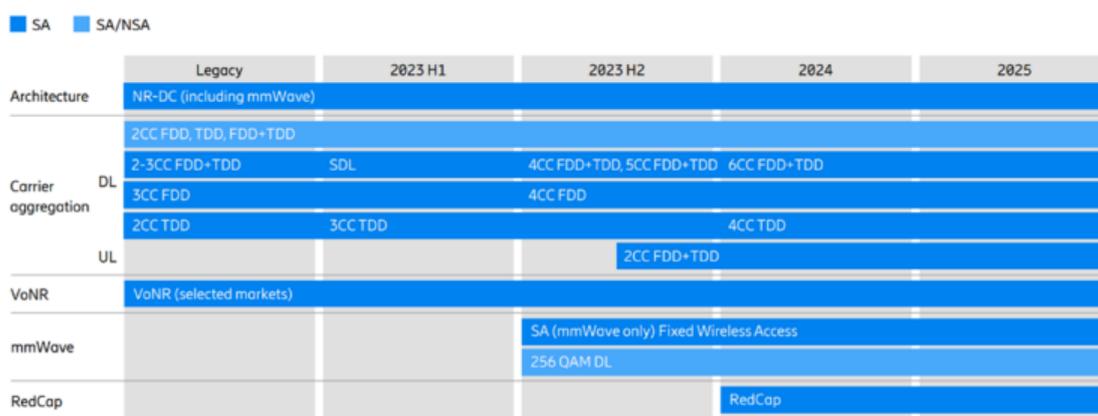
Algunos operadores están avanzando con plataformas de desarrollo para impulsar el desarrollo de nuevos servicios. Las plataformas de desarrollo pueden servir como un recurso centralizado, ofreciendo a los desarrolladores documentación y API de servicios de red que les permiten diseñar aplicaciones aprovechando los datos de la infraestructura de red de un operador. Además, los operadores están comenzando a trabajar con sus socios proveedores en varias iniciativas de división de redes 5G para utilizar las sólidas capacidades de las especificaciones de la tecnología de red independiente 5G.

CATALIZADORES TECNOLÓGICOS

Además de la amplia evolución de la arquitectura, también existen habilitadores cruciales de la tecnología 5G que han revolucionado la comunicación inalámbrica. Estos habilitadores tienden a ser características que a menudo son las primeras en comercializarse una vez que se publican los estándares correspondientes.

Entre estos habilitadores se encuentran los avances de espectro compartido, múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO), agregación de portadoras (CA) y conectividad dual (DC). Estos habilitadores han allanado colectivamente el camino para mejorar el rendimiento, la capacidad y las posibilidades de las redes 5G FWA y P5G.

Preparación de la tecnología 5G por redes 5G independientes y no independientes (Informe de movilidad de Ericsson, junio de 2023)



Note: The graph illustrates the availability of network functionality, as well as support in devices.

La utilización del espectro compartido (Shared spectrum) ha desempeñado un papel fundamental en la ampliación de la capacidad y la cobertura de las redes

5G. Además del espectro con licencia tradicional, los operadores de redes (así como las empresas privadas) ahora tienen la oportunidad de aprovechar frecuencias que antes no se habían explotado, como la banda del Citizens Broadband Radio Service (CBRS). Este enfoque compartido libera nuevo espectro al proteger a los titulares federales, optimiza la utilización del espectro y permite la coexistencia eficiente de varios servicios, fomentando un mejor rendimiento de la red y ofreciendo una estrategia rentable para la expansión de la red. Este habilitador crítico se analiza con más detalle en el reciente documento técnico de 5G Americas “Mid-Band Spectrum Update”^{vii}

MIMO es una tecnología transformadora de banda ancha móvil mejorada (eMBB) 5G que mejora la capacidad y la experiencia del usuario. A finales de 2022, la tecnología Massive MIMO está evolucionando rápidamente. Las innovaciones incluyen paneles de matriz más grandes, mayor número de cadenas de radio, utilización de nuevas frecuencias y múltiples puntos de transmisión (multi-TRP). Más allá de esto, se está integrando la interconexión entre tecnologías emergentes, como la Inteligencia Artificial (IA)/ML, para impulsar aún más el rendimiento de Massive MIMO. Además, las consideraciones sobre eficiencia energética, rentabilidad y facilidad de implementación están haciendo que Massive MIMO sea cada vez más viable para una implementación generalizada. Más allá de eMBB, Massive MIMO admite servicios como FWA, Internet de las cosas (IoT) e industrias emergentes, con servicios XR en el horizonte. El aumento de las redes privadas sugiere una rápida expansión en la gama de servicios soportados.

3GPP tiene planes de perfeccionar aún más MIMO, con mejoras como la operación DL MU-MIMO en Duplexación por división de frecuencia y la reducción de la retroalimentación de la información del estado del canal. Como resultado, el rendimiento de MIMO en 5G New Radio (NR) seguirá mejorando. Los avances recientes también han mejorado el rendimiento de carga. En particular, Samsung y MediaTek han demostrado el potencial de mejorar las experiencias de carga en 5G mediante el uso de tres antenas de transmisión, un paso adelante respecto de las dos convencionales.

CA y la conectividad dual (DC), a menudo denominada “multiconectividad”, funcionan junto con antenas múltiples para reforzar la confiabilidad de la transmisión. Dada la gama de frecuencias disponibles, CA y la conectividad dual son esenciales para la versatilidad de 5G, cubriendo todo, desde celdas estándar sub1GHz hasta amplios rangos de ondas milimétricas. 5G CA maximiza este espectro, ofreciendo una cobertura mejorada y velocidades más rápidas.

La conectividad dual, al duplicar la transmisión, juega un papel clave para garantizar una comunicación rápida y confiable. Muchos clientes globales ven la conectividad dual NR como la mejor opción en sus planes de implementación independiente de 5G, allanando el camino para redes multicapa con velocidades que superan los 5 Gbps utilizando mmWave. Esta combinación de

mejor capacidad, cobertura más amplia y tiempos de respuesta más rápidos transformará la experiencia 5G tanto para los usuarios como para la industria.

Estos tres habilitadores han contribuido colectivamente a desbloquear el potencial de la tecnología 5G, transformando la forma en que nos comunicamos y conectamos. El espectro compartido optimiza el uso del espectro, CA aumenta las velocidades de datos y la tecnología MIMO revoluciona la eficiencia espectral. A medida que las redes 5G se expandan, estos habilitadores seguirán siendo componentes esenciales del panorama tecnológico, dando forma al futuro de las comunicaciones inalámbricas e impulsando diversas aplicaciones y servicios.

OPORTUNIDADES DE 5G EN MERCADOS VERTICALES DE AMÉRICA LATINA

América latina y el Caribe están en un proceso de avanzar hacia la transformación digital, aprovechando la inclusión de servicios de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en diferentes sectores de la economía, en una amplia variedad de industrias y empresas. Particularmente la banda ancha se presenta como una solución para la automatización de muchos de estos verticales.

El desarrollo de 4G LTE posibilitó la conectividad de miles de millones de teléfonos inteligentes. Estos poseían la capacidad de contar con servicios de datos de alta velocidad que posibilitaron el desarrollo de miles de aplicaciones móviles de que modificaron para siempre la vida cotidiana. El desarrollo de 5G promete aprovechar la paquetización que existía en la generación anterior adicionándole mejoras significativas lo que permite conectar también dispositivos sin la intervención humana. Posibilitando la digitalización en automóviles, carreteras, ciudades, fábricas, hospitales, escuelas, etc.

A partir de la desagregación y la virtualización del núcleo de paquetes heredado, 5G logra mejoras transformacionales que se han aplicado a las industrias de computación, redes y almacenamiento en los últimos 15 años. Estos avances ahora se suman a los servicios móviles de la próxima generación. A partir de la implementación exitosa de estas transformaciones la tecnología consigue una mayor flexibilidad en el diseño que conduce a nuevos servicios y consumos.

Otra mejora que tiene 5G está relacionada a las capas de aplicación, que es posible por la disponibilidad de mayor potencia de procesamiento a partir de estar alojada en la nube. Esta capacidad se multiplica la posibilidad de computar, casi, en tiempo real al momento de tener interacciones con usuarios o dispositivos, analizar datos, utilizar inteligencia artificial y realidad aumentada.

Así en los próximos años esta capacidad de transformación computacional puede cambiar la forma en el diseño de las redes móviles y la manera en que se ofrecen y consumen estos servicios. Potenciando de esta manera las oportunidades para los diferentes sectores económicos, a partir de nuevas aplicaciones *Business to Business* (B2B), lo que impulsará el ingreso a nuevos jugadores al mercado.

Resta para 5G el desafío de estar preparado para desplegar soluciones que aumenten la productividad de los diferentes sectores de la economía. Lograr cumplir sus promesas de automatización y simplificación productiva,

potenciando el crecimiento de los diferentes sectores es un punto a demostrar en el resto de la economía.

Entre esas promesas que 5G trae sobresale la de una mayor velocidad y conectividad mejorada, a partir de la introducción de tecnologías como Massive MIMO (Multiple Input Multiple Output) y espectro de ondas milimétricas (mmWave). Lo que permiten aumentar la cantidad de dispositivos conectados por kilómetro cuadrado hasta un millón. También contará con mayor rendimiento de datos por medio de Over The Air (OTA), que ofrece un rendimiento de datos de hasta 10 gigabits por segundo.

5G también ofrece mejoras en la gestión de recursos dedicados, a partir de la introducción del concepto "corte de red", que posibilita a los operadores dividir su red monolítica para adaptar sus servicios a determinados casos de uso. Los segmentos en que se divide la red pueden contar con diferente capacidad, velocidad, latencia, seguridad, de acuerdo a las necesidades del cliente. Pudiendo adaptar estos segmentos a cada uno de sus clientes de forma particular.

La nueva generación de servicios móviles traerá comunicaciones ultra confiables y de baja latencia (URLCC), quizá de las características más novedosas. A partir de ella se consiguen latencias OTA menores a 10 milisegundos, que permite implementaciones celulares para respaldar casos de uso crítico en el sector industrial como robótica, vehículos autónomos, realidad virtual y aumentada, entre otras. Aunque la tecnología requiere de más recursos para garantizar una alta confiabilidad. Gracias a la división de redes es posible que los operadores reserven recursos para casos de uso de latencia ultra baja.

Otra de las ventajas de 5G es una mayor seguridad, producto de la función de red SEPP Edge Protection Proxy). Esta tecnología presenta una mejora en la capa de aplicación y protección contra las escuchas, posibilita también proteger el intercambio de la identidad real del usuario. Así se complementa la autenticación, la integridad y la confidencialidad de extremo a extremo.

Asimismo, la desagregación y virtualización del núcleo de paquetes posibilita que se difundan funciones centrales en los márgenes de la red para escalar implementaciones, reduciendo de esa forma la latencia de las interacciones con los usuarios finales y optimizar el intercambio de tráfico en la red. También la creación e implementación de servicios flexibles a partir de una arquitectura basada en servicios (SBA), que rompe la conexión punto a punto heredada y proporciona un marco en el que las NF 5G se conectan entre sí por medio de un modelo productor-consumidor.

Las innovaciones presentadas forman parte de 5G, pero no son exclusivas de esa tecnología, muchas de ellas vienen en desarrollo en anteriores generaciones móviles. Pero a partir de una estandarización y consolidación de estas ideas permite poner objetivos de implementación masiva. Así las cosas, 5G está configurada para desarrollar nuevos modelos de negocios con

servicios que involucren a operadores, proveedores de servicios en la nube, empresas y gobiernos, ayudando así a diferentes sectores de la economía. El trabajo conjunto de estos diferentes actores, así como una estructura productiva colaborativa es uno de los puntos clave para potenciar estos crecimientos.

Todas estas ventajas posicionan a 5G como una herramienta capaz de potenciar diferentes sectores de la economía. Su combinación con otras tecnologías como IoT o Big Data permiten mejorar el flujo de información en tiempo real, potenciando las condiciones de productividad y facilitando la toma de decisiones. Características que permiten a la tecnología potenciar industrias como la manufacturera, la salud, la minería, entre otras, y mejorando la administración de los gobiernos en lo que refiere a tránsito y diferentes sectores que dependen del Estado.

Además, para que estos verticales puedan aprovechar los beneficios y la digitalización es importante que estén alienados con 5G, para que puedan aprovechar los requisitos de cumplimiento y seguridad. Aunque también podrían surgir nuevos estándares específicos para garantizar la implementación segura de los beneficios que trae aparejado 5G.

ESTRATEGIAS DIGITALES

Varios países de América Latina y El Caribe cuentan con planes que buscan generar las condiciones necesarias en el mercado para la digitalización de los diferentes sectores de la economía. Estos planes contemplan por lo general los servicios de banda ancha móvil como una oportunidad para que la economía pueda desarrollarse en las condiciones que se demandan a nivel global.

Estas condiciones no siempre están directamente asociadas al despliegue de 5G, que muchas veces los Estados lo dejan en manos del sector privado, sino también a condiciones de conectividad como despliegue de fibra. En ese sentido, Argentina por medio del plan Conectar^{viii} cuenta con la iniciativa REFEOF (Red Federal de Fibra Óptica).

A partir de este plan Argentina logró conectar a 1.105 localidades conectadas, muchas de ellas en zonas alejadas de los grandes centros urbanos. Esto representa más de 31.000 kilómetros de fibra ópticas iluminadas. Este plan ya se encuentra en su tercera etapa, que pretende desplegar e iluminar 4.409 kilómetros de fibra óptica para llegar a los 38.808 kilómetros iluminados en 2023.

La fibra óptica es fundamental para que el desarrollo de 5G, ya que funciona como backhaul de los servicios móviles. En otras palabras, la fibra es parte del tendido que permite la conectividad entre diferentes sitios 5G posibilitando una comunicación más eficiente y de mayor velocidad.

Cobertura actual de la REFEFO



31.876

Kilómetros de fibra iluminada

1.105

Localidades conectadas

20.750.904

Argentinos conectados

8

Convenios firmados

Cliqueá en cada provincia para ver el detalle

Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones y Conectividad

Por su parte, la “Estrategia Brasileña para la Transformación Digital” o E-Digital, destaca que las telecomunicaciones emergen como el principal motor del desarrollo económico y social en un escenario global de intenso crecimiento y demanda por conocimiento^{ix}. Destaca también que los servicios de Telecomunicaciones son engranajes de la economía que permiten el desarrollo y potencian la inversión nacional y extranjera. La iniciativa también remarca que, en un país con la extensión de Brasil, Internet se presenta como una oportunidad productiva de diferentes sectores.

Desde el punto de vista de la fibra, la iniciativa Conectada proyecta la implementación de una serie de cables subfluviales en los lechos de los ríos de la baja Amazonas para desplegar un backbone de fibra óptica. De esta manera, se busca llegar con acceso al norte del país.

Este plan también estipula el uso de 5G para poder llevar conectividad. El país desarrolló un road map con las licitaciones, muchas de ellas se llevaron adelante, y la tecnología ya está disponible en algunas ciudades.

Chile, por su parte, tiene una estrategia de transformación digital (Chile Digital 2035) que se sustenta en dos pilares: reducción de la brecha de conectividad y digitalización de la economía. En el primer pilar comprende un aserie de “iniciativas, acciones, programas y proyectos que permiten garantizar el acceso, aprovechamiento y uso adecuado de la tecnología sin diferencias o discriminaciones de ninguna índole (geográficas, sociales, de ingreso, de género, de edad, capacidades especiales, etc.)”^x. Entre esas iniciativas se destaca la conectividad.

Figura II.1
Estrategia Chile Digital



En lo que respecta a la infraestructura el documento destaca la importancia de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) que posibilita la comunicación, incluyendo redes fijas, móviles y satelitales, dispositivos de acceso, espectro radioeléctrico y data centers. Además, insta a generar las condiciones habilitantes para una conectividad efectiva y el acceso a servicios de software y de tecnologías de la información.

La estrategia digital chilena remarca que el país cuenta con determinadas comunas rurales donde la densidad de población es muy baja. Para esas situaciones recomienda la banda ancha móvil como tecnología para prestar acceso.

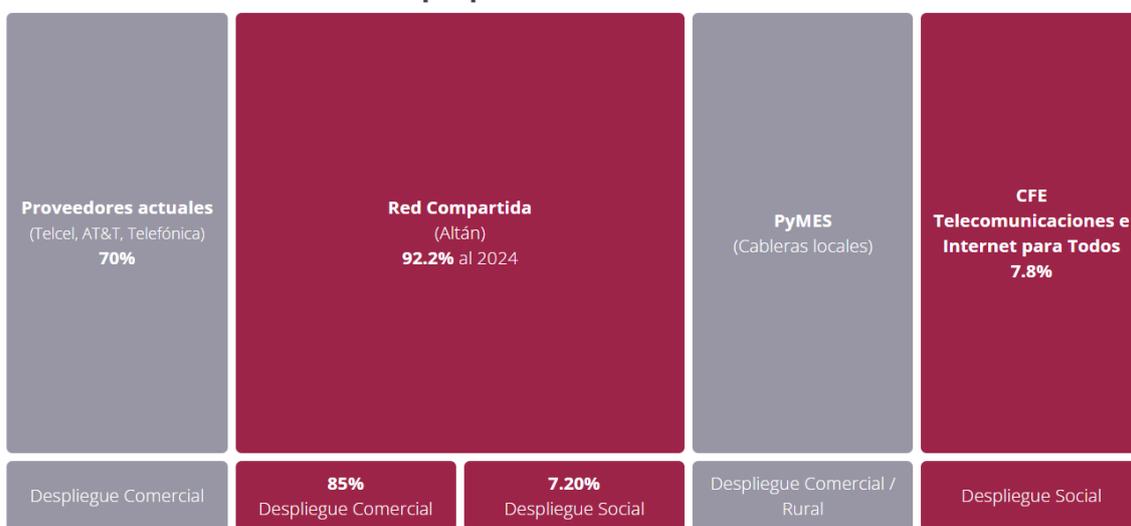
En Colombia se llevó adelante la Política de Gobierno Digital que busca la transformación digital pública, con el objetivo de fortalecer la relación con los ciudadanos a partir de una mejora de los servicios de las diferentes entidades. Además, busca mejorar la competitividad del país, promoviendo la digitalización de toda la sociedad, articulándose con los diferentes grupos de interés del sector privado.

Asimismo, para monitorear el acceso a la digitalización se desarrolló el Índice de Brecha Digital (IBD). Además, busca realizar comparaciones a nivel de departamentos en diferentes dimensiones, como motivación, acceso al material, dominio de habilidades y aprovechamiento de las tecnologías.

Así el IBD de 2021 marca que el país “tiene un puntaje del Índice de Brecha Digital igual a 0,4107, lo que equivale a una diferencia de 0,1561 con el mejor puntuado (Bogotá D.C. – 0,2546) y una diferencia de 0,3425 con el peor puntuado (Vichada – 0,7532). Respecto al peso por dimensiones, las Habilidades Digitales explican el 35,1% de la brecha digital a nivel Nacional; la dimensión de Acceso Material, el 31,7%; la dimensión de Aprovechamiento, el 29,9%; y, la dimensión de Motivación, el 3,3%”^{xi}.

México, en tanto, posee el programa “Internet para Todos” que tiene como objetivo la integración de la población a Internet y telefonía móvil en todo el territorio. A partir de estos servicios se busca mejorar la inclusión financiera y asegurar el desarrollo de programas de bienestar social en la población.

Cobertura propuesta de Internet en México



Entre las políticas dispuestas para alcanzar estos objetivos está el mayor impulso y eficiencia en el aprovechamiento de la infraestructura TIC. Para ello se buscan optimizar los recursos a partir de acuerdos de compartición de infraestructura y otros recursos tecnológicos.

En Perú las autoridades buscaron aumentar la digitalización por medio del acceso a banda ancha en la población. Ese plan contempló el despliegue de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO), se trata de una red de transporte de alta capacidad, disponibilidad y confiabilidad de fibra óptica con llegada a 180 capitales de provincia.



Con resultados disímiles la estrategia llegó a desplegar aproximadamente 13.500 kilómetros de fibra óptica, conformada por 322 nodos, que permiten la interconexión con otras redes de operadores privados o de redes regionales. De todas maneras, este esfuerzo puede presentarse como un primer paso para contar con infraestructura de transporte que posibilite el desarrollo de 5G.

Estos planes deben estar apalancados por otras estrategias que busquen aumentar la adopción de 5G en el mercado. Principalmente a partir de una mayor disponibilidad de espectro radioeléctrico para servicios de telecomunicaciones móviles, ya que para una correcta evolución de la tecnología es necesario contar con bandas bajas, medias y altas.

De la misma manera, es necesario que las autoridades de los diferentes países de la región pongan a disposición de la industria de telecomunicaciones las agendas con las futuras licitaciones de espectro que permitan planificar de manera eficiente el tendido de las redes. Cabe destacar que en mercados como Brasil, Chile o México, existieron esfuerzos de las autoridades por clarificar estos aspectos, e incluso entregando espectro para servicios 5G.

REDES PRIVADAS EN 5G P5G

Cuando estos verticales comienzan a trabajar en diferentes planes de digitalización, las opciones de servicios inalámbricos se transforman en alternativas viables y los complementos necesarios para mejorar las condiciones de acceso. En este marco comienza a surgir la idea de redes privadas de servicios móviles para empresas.

Las redes privadas con tecnología 4G LTE existieron durante muchos años y fueron aplicadas en lugares donde el Wi-Fi no era una opción adecuada o donde la red móvil pública no se ofrecía a un precio conveniente. También se desarrolló allí en situaciones donde el vertical precisaba de servicios de baja latencia de respuesta, como la minería y la distribución de energía. El despliegue de 5G renovó el interés en redes privadas durante los últimos años, debido a las mejoras que trae aparejada.

Redes Privadas LTE y 5G

5G AMERICAS

Tradicionalmente, el sector corporativo ha realizado grandes inversiones en infraestructura no 3GPP, como por ejemplo Wi-Fi u otras tecnologías de radio, Ethernet como red de transporte y otras. Sin embargo, las **mejoras realizadas en las redes 3GPP** en los releases 15 y 16, especialmente para LTE y 5G, permiten ahora la incorporación de **tecnologías celulares en redes no públicas**.

REDES PRIVADAS LTE/5G

¿QUÉ SON?

Se considera redes privadas o redes no públicas (**NPN, Non-Public Networks**) LTE/5G a las redes empresariales o privadas, es decir, que no están destinadas a brindar un servicio público de telecomunicaciones, sino a las **necesidades de comunicación de una empresa u organización** en particular.

Esto hace que las tecnologías 5G sean **muy atractivas para sectores como el industrial, minería y transporte**, entre otros.

Por otro lado, los estándares de la red celular 5G proveen un **incremento conjunto de capacidades** para comunicaciones de misión crítica, baja latencia, movilidad continua y otras ventajas.

LOS INGRESOS POR INFRAESTRUCTURA DE REDES PRIVADAS LTE/5G SOBREPASARÁ LOS US\$ 8.000 MILLONES EN 2026 SE ESPERA QUE EL MERCADO CREZCA A MÁS DEL 30% ANUAL ENTRE 2021-2026 (IDC, MARZO DE 2021)

AMÉRICA LATINA

- BRASIL**
Anatel considera destinar varias porciones de espectro para redes privadas en las bandas de 28 GHz; 4,8 GHz; 3,7 GHz; 2,3 GHz; 1,5 GHz; y 450 MHz.
- CHILE**
En 2019, Subtel realizó una consulta pública sobre permisos 5G limitados en las bandas de 3,5 GHz y 28 GHz para el desarrollo de redes privadas.

/// PRODUCCION POR 5G AMERICAS, AGOSTO DE 2022

Fuentes: Relevamiento de 5G Americas y Private Networks [white paper], 5G Americas, agosto de 2021.

Fuente: 5G Americas

Para llevar adelante estos objetivos es importante que se consideren factores como:

- Nivel de complejidad de operar una red 5G
- Acceso a los equipos de transmisión, usuarios finales, y dispositivos automatizados
- Costos finales de la implementación de estas redes. Que será variable a medida que aumenten la cantidad de empresas que ofrecen este servicio.

- Dificultades en términos de confiabilidad debido a que operan con espectro no licenciado.
- Riesgo de interferencias debido a la utilización de espectro no licenciado. Situación desfavorable para el desarrollo de industrias de misión crítica.

El análisis profundo de esos factores debe ser considerado por las empresas de los diferentes verticales al momento de desplegar redes privadas. Deben tomar en cuenta que el uso de espectro no licenciado puede generar problemas de interferencias, generando complicaciones para aquellas verticales de misión crítica que precisan comunicaciones eficientes y rápidas.

En este sentido, se debe sopesar la opción de contratar a un operador móvil que brinde servicios 5G para ese vertical. De esta manera se puede contar con personal experimentado en la oferta de banda ancha móvil, que al contar con espectro licenciado tiene la posibilidad de brindar un servicio con menos interferencias y de mayor fiabilidad, ambas características son fundamentales para los verticales.

La fidelidad en las comunicaciones es imprescindible para aquellas industrias que necesitan precisión al momento de desarrollar sus actividades. Ya sea por medio de IoT para el manejo de dispositivos remotos, o para las comunicaciones con personal en zonas de riesgo, la fidelidad se transforma en una característica fundamental.

De acuerdo con lo que se especifica en el White Paper “5G Use Cases” publicado por 5G Americas en noviembre de 2023^{xii}, una red 5G privada (P5G) es una red móvil discreta que utiliza espectro con licencia, sin licencia o compartido para proporcionar conectividad 5G dedicada con un rendimiento de primer nivel y mayor seguridad. P5G se centra en dispositivos elegidos explícitamente por los usuarios, eliminando preocupaciones sobre impactos de los usuarios públicos que podrían afectar la cantidad de dispositivos conectados, la velocidad de los datos y medidas cruciales de rendimiento de la red.

La ola de transformación digital, impulsada por tecnologías como IoT y AI, exige más de lo que ofrecen las redes tradicionales. 5G, con sus funciones avanzadas, surge como la opción ideal para redes privadas. A medida que las industrias evolucionan, la importancia del 5G, especialmente en las redes privadas, se vuelve aún más pronunciada.

IMPULSORES, BENEFICIOS Y DESAFÍOS DE LA ADOPCIÓN DE P5G

Las redes P5G están preparadas para transformar las industrias al impulsar la productividad, integrar dispositivos IoT y permitir decisiones basadas en datos en tiempo real. A pesar de los costos iniciales, las ventajas a largo plazo, como una mejor eficiencia operativa y ahorro de costos, hacen que P5G sea atractivo.

El cambiante panorama regulatorio, incluida la disponibilidad de espectro compartido como la banda CBRS, acelera aún más la adopción de P5G.

La integración de 5G en el sector industrial impulsa la transformación digital, impactando notablemente en la revolución de la Industria 4.0 en la manufactura. P5G, que cuenta con una latencia ultrabaja y un gran ancho de banda de datos, está revolucionando los métodos de fabricación. Atrás quedaron los días en los que se restringían los dispositivos con cables Ethernet, lo que marcaba el comienzo de una mayor movilidad en los espacios de fabricación. Además, la gestión de datos localizados del sistema 5G prioriza la seguridad de los datos, una cuestión primordial para numerosos sectores. Para obtener estos beneficios, las entidades industriales y manufactureras deben implementar una combinación de hardware, software y herramientas de conectividad que generen sinergia. Esto exige coordinación entre los equipos responsables de las soluciones de Tecnología de la Información (TI) y aquellos que supervisan las Tecnologías Operativas (OT) que refuerzan casos de uso específicos. Sin embargo, el camino de la adopción no es sencillo. Comprender las complejidades e interdependencias de las nuevas tecnologías puede resultar desalentador.

Para la Industria 4.0, el marco tecnológico es extenso y abarca desde el dispositivo hasta la nube, y el entorno de proveedores está evolucionando, provocando superposiciones entre los tradicionales OT, TI, fabricantes de equipos originales (OEM), nube y proveedores de servicios de comunicación. Si a esto le sumamos los obstáculos que supone integrar sistemas, metodologías y cultura organizacional antiguos, la tarea puede parecer formidable.

Organizaciones como 3GPP han colaborado para desarrollar especificaciones que mejoren la confiabilidad de las redes LTE y 5G, particularmente para comunicaciones críticas como la seguridad pública. La última versión 3GPP. 16 se basa en el 3GPP Rel-15 fundamental y ha sido fundamental para permitir aplicaciones 5G avanzadas como segmentación de redes y servicios empresariales. Desafortunadamente, la introducción de nuevas especificaciones, en particular 3GPP Rel. 16, enfrentó importantes desafíos globales debido a la pandemia de COVID-19 y la desaceleración económica, provocó retrasos en la estandarización y retrasó los cronogramas de disponibilidad, pruebas e implementación de funciones relacionadas con P5G.

En cuanto a los dispositivos, el panorama de los dispositivos 5G aún está madurando. Conjuntos de chips industriales, basados en 3GPP Rel. 16, se espera para 2024. Una vez que estas características industriales 5G estén disponibles, requerirán validación en conjunto con los OEM industriales para subrayar la superioridad de 5G en entornos industriales. En consecuencia, se prevé un aumento en la adopción de redes privadas 5G después de 2024.

A medida que superemos estos desafíos, 5G probablemente será la mejor opción para las redes privadas. Sin embargo, su uso variará según la industria.

La industria manufacturera y el transporte están liderando la adopción de 5G, mientras que los sectores públicos y de salud se están poniendo al día. Las redes P5G tienen varios impulsores que están impulsando su adopción en diversas industrias. A continuación, se muestran algunos factores clave para las redes P5G:

La demanda de transformación digital continúa acelerándose. La importancia primordial de la seguridad impulsa la adopción de redes P5G. Estas redes refuerzan la seguridad a través de protección de datos avanzada, medidas de aislamiento y privacidad, segmentación de red, control de infraestructura, soporte para aplicaciones de misión crítica, capacidades sólidas de vigilancia y monitoreo, características de resiliencia y redundancia, capacidades mejoradas de respuesta a emergencias, cumplimiento de requisitos regulatorios, y establecimiento de confiabilidad y control. Estos factores posicionan a las redes privadas como una opción atractiva para industrias y organizaciones que priorizan la protección de datos confidenciales, operaciones críticas y seguridad.

El espectro y el panorama regulatorio están en constante evolución y se vuelven cada vez más favorables para los despliegues de redes privadas. Se prefiere el espectro de uso exclusivo armonizado internacionalmente, y es importante que este valioso recurso no quede inactivo o sin uso. El auge del P5G, junto con la utilización de la banda CBRS, subraya la opción del espectro compartido, eliminando la necesidad de licencias exclusivas. Muchos países están designando recursos de espectro dedicados a redes privadas.

Algunos países han asignado espectro específicamente para uso industrial y empresarial localizado. Mientras que la asignación directa de espectro a industrias o la reserva de espectro para redes privadas podría tal vez impulsar la adopción de redes privadas, pero también podría llevar a una subutilización del espectro si éste no se utiliza. Para abordar este desafío, los formuladores de políticas globales deberían considerar seriamente políticas de espectro que garanticen que los receptores del espectro asignado lo utilicen plena y adecuadamente.

Superioridad y flexibilidad del rendimiento de P5G frente a alternativas en cuanto a rendimiento y flexibilidad mejorados. Es versátil y admite el espectro de ondas milimétricas y sub-6 GHz, lo que permite una variedad de escenarios de cobertura y capacidad. Sin embargo, vale la pena señalar que, si bien P5G es una solución formidable, no es la única opción para la conectividad inalámbrica de alto rendimiento. Hay alternativas, cada uno con su propio conjunto de desafíos y limitaciones.

- Wi-Fi 6 se basa en espectro sin licencia para proporcionar servicios de red de área local inalámbrica (WLAN) a dispositivos dentro de un alcance limitado. Ofrece velocidad y capacidad mejoradas para aplicaciones WLAN. Sin embargo, ofrece una cobertura menor (en comparación con 5G) y carece de soporte de movilidad perfecta.
- Las redes móviles públicas 5G son configuradas y administradas por operadores de redes móviles que utilizan espectro con licencia para brindar servicios celulares a consumidores y empresas. Pero, debido a que la red se comparte con el público, existe un mayor riesgo de seguridad. Durante las horas pico, todos los usuarios pueden enfrentar ralentizaciones. Por el contrario, las redes 5G privadas se crean para una entidad o caso de uso específico. Proporcionan mayor seguridad y personalización, lo que garantiza que los usuarios tengan mayor seguridad y control.
- Las redes privadas 4G brindan conectividad inalámbrica segura y confiable, como 5G. Se basan en tecnología madura y son compatibles con una amplia gama de dispositivos. Sin embargo, carecen de algunas características 5G, como la capacidad arquitectónica de utilizar un espectro más amplio y flexibilidad, como la arquitectura y la red basada en servicios. El 3GPP ha definido exclusivamente SNPN (Red privada independiente) y PNI-NPN (Red privada integrada de red pública) para 5G. Por el contrario, las mejoras para las redes privadas 4G se establecieron utilizando estándares externos, como MultiFire para espectro sin licencia. A medida que madura el ecosistema de dispositivos industriales 5G, 4G es una tecnología de transición.

Profundizando en lo que hace que P5G sea tan único, una de las características destacadas de P5G es la división de red, que permite a los operadores crear múltiples redes virtuales en una plataforma 5G compartida, cada una adaptada a aplicaciones específicas. Es una forma para que los operadores aprovechen al máximo sus activos de macro-redes existentes, entregando redes especializadas que satisfagan necesidades únicas.

El auge de la tecnología eSIM en dispositivos 5G, ahora compatible con plataformas importantes como Android e iOS, ha dado un impulso significativo a la adopción de P5G. eSIM simplifica el aprovisionamiento, ya que con las eSIM, los dispositivos se pueden configurar de forma remota con las credenciales del suscriptor, lo que elimina la necesidad de manipulación física y acelera la integración en varios sectores verticales. El grupo de trabajo de eSIM de la GSMA está perfeccionando las especificaciones de eSIM. Si bien las SIM duales son adecuadas para dispositivos que requieren dos accesos a la red, las eSIM son más eficientes y rentables gracias a su capacidad de almacenar múltiples perfiles.

La exposición de la red es otra característica clave, con API RESTful que abren de forma segura las capacidades de la red, fomentando una mayor programabilidad. Junto a esto está el poder del análisis de datos de red. Al analizar los datos de la red, las aplicaciones y los dispositivos, los operadores pueden obtener información valiosa que impulsa la optimización y la mejora del rendimiento.

La automatización y la orquestación desempeñan papeles fundamentales en la rápida configuración de las redes P5G. Al aprovechar la virtualización, el hardware adaptable y los marcos de TI integrales, los operadores pueden automatizar la expansión y configuración de las redes 5G. Esto conduce a un mejor uso de los recursos, una reducción de las tareas manuales y una confiabilidad general mejorada de la red.

La seguridad sigue siendo primordial en el panorama P5G. Con funciones de seguridad avanzadas integradas en los dispositivos 5G, las redes P5G están bien equipadas para contrarrestar las amenazas y defender la privacidad de los datos. Los detalles de esta seguridad se detallan en 3GPP TS 33.501. Incluso antes físicamente aislados, los entornos de fabricación tradicionales ahora pueden disfrutar de un aislamiento lógico en la configuración 5G, lo que garantiza que estén protegidos de amenazas externas. Los dispositivos que operan dentro de redes P5G brindan una conexión segura, fortalecida por métodos como la separación de redes o el despliegue de redes privadas 5G dedicadas adaptadas a casos de uso específicos.

En esencia, a medida que las industrias atraviesan esta fase transformadora, 5G está a punto de convertirse en la infraestructura preferida para las redes privadas. Diferentes sectores se encuentran en distintas etapas de este ciclo de adopción, con la manufactura y el transporte a la vanguardia y dominios como la atención médica y los servicios públicos integrándose gradualmente. La narrativa de 5G y P5G continúa evolucionando, prometiendo una confluencia de innovación, desafíos y crecimiento incomparable en el ámbito técnico.

INDUSTRIAS CLAVE TRANSFORMADAS POR EL P5G

Se espera que la introducción de la tecnología P5G impulse la innovación en sectores industriales clave:

En el **sector manufacturero**, el crecimiento del P5G está ganando impulso rápidamente. P5G mejora la producción con monitoreo en tiempo real, automatización y Realidad Aumentada (AR)/VR. Estas redes permiten a las industrias manufactureras crear entornos de comunicación altamente personalizados, confiables y eficientes. Aprovechando la potencia del 5G, las redes privadas están revolucionando los procesos de producción. A medida que los fabricantes buscan optimizar las operaciones, reducir el tiempo de inactividad y adoptar los principios de la Industria 4.0, la expansión de las redes privadas 5G en el sector manufacturero promete impulsar la innovación y desbloquear nuevos niveles de productividad. Por ejemplo, la planta de BMW en

Leipzig ha implementado una red privada 5G dedicada dentro de las instalaciones para mejorar sus procesos de producción y aumentar la eficiencia a través de una comunicación fluida entre la maquinaria.

La **industria de la radiodifusión** aprovecha P5G para la transmisión de vídeo de alta calidad durante eventos. P5G ofrece movilidad optimizada y mitiga los fallos de vídeo, especialmente cuando el operador de la cámara cambia de ubicación. Varias emisoras de televisión y empresas de medios ya están utilizando o considerando la adopción de 5G privado para respaldar la cobertura de eventos en vivo. La reciente Coronación de Reyes en el Reino Unido es un buen ejemplo de este caso de uso.

La **industria de la aviación** despliega redes personalizadas para banda ancha y comunicaciones a bordo. Por ejemplo, Gogo en EE. UU. ha implementado 150 sitios, lo que constituye una de las redes privadas 5G Open vRAN más grandes del mundo, que brinda conectividad a jets privados.

Los **puertos y el transporte** adoptan 5G para mayor seguridad, confiabilidad y movilidad. Por ejemplo, la gran red privada 5G del aeropuerto de Frankfurt.

El modelo de host neutral reduce la complejidad de la implementación de 5G, como se ve con la conexión de infraestructura pública del Ayuntamiento de Sunderland y el apoyo a las empresas locales.

NECESIDADES PARA SERVICIOS DE BANDA ANCHA MÓVIL EN MERCADOS VERTICALES

La puesta a punto de las empresas en los desafíos que demandan la digitalización de sus procesos productivos requiere de un arduo trabajo que involucra a gran parte de su personal. No sólo se trata de un trabajo en la estructura del equipamiento, sino también conceptualmente se debe trabajar en todos los involucrados en la compañía para potenciar estos resultados.

Es fundamental que los trabajadores que están en la línea de producción, los administrativos, el personal de recursos humanos, marketing, mantenimiento y, por supuesto, los cargos gerenciales y directivos tengan en su planificación estén convencidos de la importancia de la transformación digital. El proceso de incorporación de las TIC debe ser a partir de una absoluta colaboración de los diferentes sectores de la empresa para, de esa manera, alcanzar de forma más rápida los objetivos previstos.

De todas maneras, las inversiones en lo que refiere a software e infraestructura son obviamente fundamentales en este aspecto. El desarrollo de acceso a banda ancha dentro de la organización es un paso indispensable a llevar adelante, en este sentido se deben considerar las opciones más adecuadas de acuerdo a las condiciones de cada empresa, incluso también la importancia de tecnologías complementarias para poder cubrir aquellas organizaciones que cuentan con establecimientos más extensos.

Las redes móviles privadas que ofrecen acceso por medio de 4G LTE estuvieron presentes en muchos de los mercados, fundamentalmente en aquellos mercados donde Wi-Fi no era una opción adecuada. El despliegue de 5G generó un interés renovado en el desarrollo de redes de telefonía celular para el sector privado. De todas maneras, en ambos casos esta situación siempre queda sujeta a las necesidades de cada empresa, que debe sopesar las condiciones y esfuerzos necesarios para mantener las redes privadas en relación a contar con servicios de redes comerciales públicas con esta tecnología. Esta última opción le permitiría contar con las ventajas de 5G sin tener que lidiar con la operación de la red.

Si bien 5G en América Latina y el Caribe está en una etapa de desarrollo, lo que lleva a los proveedores de red centrarse aún en los operadores tradicionales. Es importante que antes de definirse por el uso de una red privada, se consideren las ventajas que también poseen las redes públicas de telecomunicaciones, particularmente en lo que refiere a la eficiencia en la transmisión de datos. En

particular para aquellos sectores que precisan de comunicaciones críticas, ya sea para el uso de dispositivos remotos o para la seguridad del personal.

Estas empresas deben considerar el desarrollo de una serie de factores fundamentales para llevar adelante su propia red 5G. Entre esos factores que deben ser considerados sobresalen: el espectro radioeléctrico, el área de cobertura, seguridad, disponibilidad de dispositivos, administración de datos y facilidad de uso.

Espectro radioeléctrico

Al momento de desarrollar una red inalámbrica surge como tema principal el espectro de radioeléctrico sobre el cual se debe montar la red. Los puntos más importantes a considerar están relacionados con la cobertura y el rendimiento que pueda tener cada banda, en relación con el costo del despliegue. Así como también se debe considerar la fidelidad del espectro e importancia que tiene en la mayoría de los verticales contar con comunicaciones fiables.

Las opciones de bandas de espectro suelen ser:

- Sin licencia: es aquel impulsado por Wi-Fi, de acceso gratuito funciona en interiores y al aire libre, es la opción más adoptada por las empresas. Sin embargo, al tratarse de espectro no licenciado, posee mayor sensibilidad a contar con interferencias.
- Compartido: categoría novedosa que implementaron los reguladores en la que existe un titular de espectro que tiene prioridad sobre su uso.
- Licenciado: es administrado por operadores móviles, cuenta con un conjunto de bandas espectrales que pueden ofrecer alto rendimiento y amplia cobertura.
- La combinación de cualquiera de las opciones anteriores puede transformarse en una alternativa de casos de uso complejo para una empresa. De esta manera, se puede utilizar espectro no licenciado para el inicio de operaciones, y a medida que aumenta el uso crece la cantidad de espectro para funciones más complejas, volviéndose la opción licenciada como la más viable.
- La mayoría de las aplicaciones de uso de banda ancha móvil pueden beneficiarse con 5G. Aunque se debe considerar el costo y propiedad del espectro como puntos más importantes, y sopesarlos con la importancia de contar con una red fiable y robusta.

Cobertura

Cuando se considera una red privada, es muy importante tomar en cuenta el área geográfica, ya que se trata de un dato crítico para la inversión. Entre esas características se deben remarcar:

- Empresas que cuenta con una estructura edilicia lo suficientemente cercana para tener conexiones fijas por cable o inalámbricas. Donde un red privada puede parecer una solución, aunque por eficiencia en seguridad es preferible un servicio administrado por un operador.
- Empresa con sedes remotas que precisan una misma red privada. Cada uno de estos sitios puede tener necesidades de conectividad interior o exterior.
- Empresas con sucursales que tengan necesidad de conectividad limitadas pero que formen parte de una misma red privada empresarial.
- Estas combinaciones son posibles con locaciones en diferentes municipios, provincias o países. Las redes móviles privadas deben considerar la conexión de esas sedes por medio de fibra o redes de área amplia (WLAN) basadas en el proveedor.

Para aplicar estos casos de uso se deben considerar también los problemas normativos locales, como puede ser la disponibilidad del espectro o las trabas burocráticas para el despliegue de infraestructura. Es muy importante poder contar con espectro uniforme en todas las locaciones de la empresa, para de esa manera estandarizar la arquitectura de red.

Seguridad

La dimensión que adquiera la red privada de una empresa es directamente proporcional a las necesidades de seguridad. Es importante que las tecnologías inalámbricas emergentes estén alineadas con los requisitos de seguridad indispensables para un funcionamiento óptimo.

El despliegue de una red inalámbrica nueva, como LTE o 5G, para entornos industriales debe contar con Modelo Purdue y estándares de seguridad industrial como el ISA-99 (ahora también conocido como IEC-62443). Los que permiten una estrategia de seguridad de defensa en profundidad como Industrial DMZ (IDMZ) entre redes de TI y OT. Las redes operadas por empresas de servicios móviles pueden ofrecer mejores condiciones de seguridad en este sentido, ya que es un trabajo que forma parte de su cotidianeidad

Disponibilidad y confiabilidad

En general las industrias funcionan de manera continua en su producción, es decir las 24 horas del día los 365 días del año, este modelo suele verse muy perjudicado ante una interrupción, con perjuicios en toda la cadena productiva y

financiera. Así cualquier sistema inalámbrico conectado en un entorno industrial debe contar con una alta disponibilidad en su arquitectura para poder monitorear su confiabilidad. Tecnologías como 5G ya cuentan con diseños para llevar adelante esta tarea.

Soberanía de datos

La protección de datos empresariales debe ser prioridad en todas las redes. Es necesario que el tráfico de los datos no se extienda más allá de los límites de la empresa, o que de acuerdo a sus necesidades quede restringido a un dominio de operación dado.

Los estándares 3GPP LTE más recientes, e incluso 5G, cuentan con la función de puerta de enlace de núcleo de paquetes divididos funcionalmente en elementos de control y plano de usuarios. La función de plano de usuario (UFP) tiene como tarea reenviar el tráfico de paquetes del usuario y normalmente se coloca en la parte superior de la red.

Facilidad de uso

Es importante que los sistemas LTE y 5G privados se fusionen, o al menos se alineen, con los sistemas de gestión, seguridad y políticas que poseen las empresas. Así como también puedan dialogar sin inconvenientes con las redes públicas. Es deseable que se realice un trabajo progresivo para facilitar el uso en el día a día.

Se debe considerar que el desarrollo de un nuevo sistema de comunicación inalámbrico basado en 3GPP se puede transformar en un desafío, no sólo desde el punto de vista de su implementación y conocimiento, sino también desde la perspectiva de los costos. Aunque la evolución de la tecnología permite que se vayan incorporando soluciones completas para las empresas, que varían en costo y capacidad de operación, capaces de adaptarse a estas necesidades.

ACCESO FIJO INALÁMBRICO CON 5G

Una de las primeras aplicaciones que se llevaron adelante en América Latina y el Caribe en el desarrollo de los servicios 5G fue el acceso fijo inalámbrico (o FWA por sus siglas en inglés). Este tipo de desarrollo tuvo un desempeño similar en tecnologías de banda ancha móvil que fueron puestas en marcha anteriormente en la región.

Cuando se revisan los antecedentes del desarrollo del servicio FWA, se observa que están presentes en el mercado desde la masificación del acceso a Internet. Por sus características permitieron llevar la oferta de servicios por fuera de las redes cableadas xDSL. Así “se buscaron métodos alternativos de acceso inalámbrico, incluido Wi-Fi punto a punto (ampliación del alcance), acceso satelital y el desarrollo de tecnologías alternativas como WiMAX (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas) basada en los estándares IEEE 802.16”¹

Con el desarrollo de estándares de LTE que ofrecían mejores rendimientos de velocidad de acceso y robustez de datos, la tecnología empezó a tomar relevancia. En ese sentido, LTE-TDD se transformó en una tecnología que posibilitó el desarrollo de FWA. En la región, muchas de las ofertas iniciales de LTE estuvieron centradas en esta modalidad para poder extender la oferta de servicios de banda ancha en zonas rurales.

Con el desarrollo de 5G, las mejoras en la velocidad de transmisión y capacidad de datos permiten mejorar la oferta de FWA para entornos rurales. En conjunto con las redes LTE instaladas, ambas tecnologías pueden atender de forma eficiente con FWA las desatendidas por la oferta cableada, en particular en las zonas rurales y alejadas de los grandes centros urbanos.

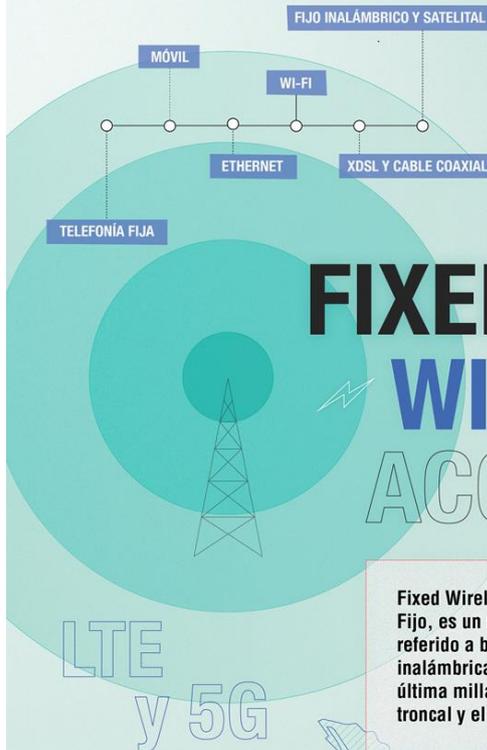
Así las cosas, FWA permite mantener a hogares, empresas e instituciones conectadas de manera confiable y con altas velocidades. La tecnología aparece como una alternativa confiable en aquellas zonas donde los servicios de fibra no tienen cobertura, o donde desplegarla no se económicamente viable.

De esta forma, FWA puede ser una solución eficiente para satisfacer la demanda insatisfecha de banda ancha, aprovechando las tecnologías móviles instaladas y potenciadas por 5G. Particularmente porque “los operadores pueden maximizar el impulso establecido detrás de las tecnologías 3GPP implementando FWA junto con MBB en las bandas de espectro existentes y futuras, gracias a las opciones para garantizar un intercambio eficiente del espectro entre los dos servicios”.

¹ En “Fixed Wireless Access whit 5G Networks”. 5G Americas. Noviembre 2021.



En la medida en que las capacidades inalámbricas mejoran, muchas aplicaciones que anteriormente usaban conexiones cableadas fueron migrando a conexiones inalámbricas.



El equipo de usuario generalmente puede consistir o bien de un dispositivo de interiores, un equipo de interiores montado en una ventana, un equipo de exterior montado en muros, o un equipo de exterior montado en techos.

- Diseñada para cobertura en áreas específicas sin movilidad.
- Se conecta usualmente a antenas fijas.
- La calidad de señal es estable y la carga de red más predecible, con lo que las velocidades de banda ancha varían menos.



En áreas rurales, las tecnologías inalámbricas se pueden desplegar a una fracción del costo de las redes cableadas, extendiendo la banda ancha a más personas.

Fixed Wireless Access (FWA) o Acceso Inalámbrico Fijo, es un modelo de arquitectura de red generalmente referido a banda ancha en el que se utiliza tecnología inalámbrica en lugar de cables para la conexión de última milla, es decir, entre el backhaul o acceso troncal y el equipo de usuario.

BANDA ANCHA RURAL

LTE y 5G tendrán un rol cada vez más importante en la banda ancha rural, en la medida en que más bandas de espectro entren en servicio.

En muchos escenarios rurales, las bandas bajas con mayor cobertura tendrán un rol protagonista.

Los operadores celulares, que cuentan con licencias de espectro impulsadas por la demanda de capacidad de áreas urbanas, pueden tener activos de espectro ligeramente usados en áreas menos densamente pobladas, que podrían emplearse para el servicio fijo inalámbrico.

Otras bandas de espectro radioeléctrico no empleadas actualmente en telefonía móvil, pero que están siendo estudiadas por la industria y gobiernos en todo el mundo, podrían también tener un papel importante para desarrollar la banda ancha en zonas rurales.

/// ELABORADO POR 5G AMERICAS, DICIEMBRE DE 2021.

Fuentes: Global 5G: Rise of a Transformational Technology - 5G Americas y Rysavy Research (septiembre de 2020); Ericsson Mobility Report (noviembre de 2020).

OPERADORES

2 de cada 3 en el mundo ofrecen FWA, según datos de Ericsson.

47%

En América Latina, se estima que el 47% de los operadores ofrecen FWA.

2020

2026

Se esperan más de 180 millones de conexiones FWA en todo el mundo para 2026 (Ericsson), que darán acceso a un estimado de 650 millones de personas.

Para que los servicios de FWA sobre 5G puedan alcanzar un mayor desarrollo es necesario que las autoridades de los países de la región pongan a disponibilidad de la industria de telecomunicaciones mayores porciones de espectro radioeléctrico. Este tipo de servicios requiere de bandas que permitan una buena cobertura asociada a amplitud de banda, lo que posibilite atender

zonas rurales manteniendo la posibilidad de brindar grandes velocidades de acceso.

En ese sentido, el desarrollo FWA de 5G permite a los operadores móviles desplegar una oferta de servicios de banda ancha residencial en aquellas zonas rurales o urbanas donde es difícil acceder con redes cableadas. Tecnologías como 5G NR permiten llegar al consumidor rural de forma más rápida y con un servicio competitivo.

Entre los beneficios que puede ofrecer FWA con 5G a las zonas rurales y urbanas sobresalen:

- Elevar la velocidad de acceso. La tecnología puede ofrecer una mayor velocidad de servicios a los hogares, mejorando la experiencia de los usuarios.
- Homogenización: por medio de 5G se puede llevar una oferta de servicio consistente a estas geografías.
- Reducción de la brecha digital: La tecnología permite llegar a zonas que carecen de cualquier opción de acceso. Los usuarios pueden beneficiarse de una mayor velocidad con varias opciones de operadores.

Por otra parte, FWA es una oportunidad para el segmento de las PYME, lo que representa una oportunidad para los mercados emergentes donde este segmento desempeña un papel fundamental en el panorama económico. A medida que las empresas se vuelven cada vez más digitales, la demanda de conectividad de banda ancha de alta velocidad va en aumento. Esto es esencial para una variedad de operaciones, desde oficinas principales y sucursales hasta la creciente dependencia del comercio electrónico, los pagos electrónicos, los servicios en la nube y las aplicaciones de planificación de recursos empresariales.

Además, el aumento de dispositivos conectados, incluidos los de IoT, utilizados en diversas aplicaciones como seguridad, control de procesos y gestión de inventario, subraya esta necesidad. Muchas PYME, incluidas aquellas que operan como pequeñas oficinas y oficinas domésticas, están situadas en áreas con conectividad limitada o nula. Estas áreas pueden variar desde zonas suburbanas hasta las afueras de la ciudad, incluidas zonas industriales ligeras y parques empresariales que pueden carecer de cableado interno adecuado. En algunos mercados incluso hay empresas que dependen de acceso punto a punto por microondas obsoleto, lo que puede resultar costoso e ineficiente. Es de destacar que las pymes generalmente poseen un mayor poder adquisitivo en comparación con los consumidores individuales. Ofrecer servicios FWA tanto a consumidores como a pymes en la misma zona puede generar sinergias operativas. Las PYMES suelen tener diferentes patrones de uso, y la mayor parte de su actividad se produce durante el día, lo que da como resultado una distribución más equilibrada del tráfico de red. Esto puede optimizar la

capacidad de la red en horas punta, garantizando un servicio eficiente tanto para los segmentos de consumidores como empresariales.

Se debe considerar que FWA está experimentando un crecimiento significativo a nivel mundial debido a su papel cada vez más destacado en el suministro de banda ancha para hogares y empresas. Esta tendencia es particularmente pronunciada en áreas donde falta infraestructura de banda ancha fija, lo que convierte a FWA en una solución atractiva para el acceso a Internet de alta velocidad.

Así las cosas, estas condiciones posibilitan modificar el consumo de aplicaciones en las zonas rurales y urbanas hasta el momento desatendidas por altas velocidades de acceso a Internet. Por medio de 5G se pueden desarrollar aplicaciones de video y otras relacionadas a Internet de las Cosas que permiten mejorar la calidad de vida y la productividad de cada uno de los hogares.

El espectro radioeléctrico es el principal elemento a tener en cuenta por los operadores al momento de desplegar una estrategia 5G FWA. La tecnología ofrece la posibilidad de desarrollarse en bandas altas, medias y bajas de acuerdo a las necesidades de los operadores. Incluso es posible que se combinen estas bandas de espectro para ofrecer servicios de forma más eficiente.

En este último sentido, es de vital importancia que las autoridades de los países de América Latina y el Caribe pongan a disposición de los operadores móviles mayores cantidad de espectro radioeléctrico para de esa manera estimular el desarrollo de redes 5G. Es importante también que se ponga a disposición de la industria las agendas con futuras licitaciones que permitan una planificación eficiente de las redes.

Otro de los elementos importantes para poder ofrecer acceso inalámbrico de última milla sobre 5G son las antenas y sitios celulares. Este activo es de vital importancia para que las redes cumplan la función de ofrecer servicios de alta calidad. Para ello es necesario que las autoridades de los países trabajen en reducir las trabas burocráticas que pesan sobre el tendido de redes. La buena ubicación de los sitios permite un diferencial con las redes de fibra, y es la capacidad de reducir los costos de instalación de los servicios en los hogares.

Por sus condiciones técnicas, 5G puede planificarse de forma que se prioricen las zonas con mayor demanda de acceso, posibilitando que se desarrollen también las ofertas FWA. Incluso, pudiendo desplegar modelos de negocios que aprovechen una oferta combinada fijo-móvil.

Por su parte, en lo que refiere específicamente a la aplicación de 5G para FWA, el White Paper publicado por 5G Americas "5G Use Cases"^{xiii} especifica que la demanda de conectividad de banda ancha de alta velocidad continúa creciendo exponencialmente, impulsada por la dependencia de las tecnologías digitales y

la proliferación de aplicaciones con uso intensivo de datos. FWA ha surgido como una solución prometedora para abordar las necesidades de conectividad de áreas urbanas y rurales, ofreciendo oportunidades atractivas para servicios residenciales y comerciales basados en 5G. Esta sección proporciona una descripción general actualizada de los desarrollos desde nuestro último documento técnico en 2021, enfatizando el impacto estratégico de 5G FWA y su potencial para dar forma al futuro de la conectividad de banda ancha.

IMPULSORES CLAVE PARA LA ADOPCIÓN DE FWA

La introducción de FWA, en particular FWA con tecnología 5G, ha provocado cambios significativos en el mercado de banda ancha.

- En primer lugar, FWA amplía el panorama competitivo, ya que los operadores de redes móviles ahora pueden ofrecer servicios de Internet de alta velocidad tradicionalmente dominados por los proveedores de línea fija. Esta mayor competencia está impulsando la innovación y las mejoras en la prestación de servicios.
- En segundo lugar, FWA está alterando la economía de la provisión de banda ancha, particularmente en áreas donde el despliegue de infraestructura de línea fija tradicional es desafiante o tiene un costo prohibitivo. FWA ofrece una alternativa más rentable, ya que reduce la necesidad de infraestructura costosa, como cableado y obras civiles relacionadas.

FWA ha experimentado un repunte significativo en los últimos años, impulsado por la introducción de 5G y los avances en tecnologías relacionadas. Sin embargo, el creciente interés en FWA no se debe sólo a factores técnicos sino también a la economía cada vez más favorable de las implementaciones de FWA. Una serie de mejoras están impulsando factores económicos favorables para FWA.

- Rápida implementación y escalabilidad: FWA se puede implementar rápidamente en comparación con las redes de banda ancha tradicionales. Tiempos de implementación más rápidos significan una generación de ingresos más rápida, lo que mejora el retorno de la inversión para los operadores. Además, las redes FWA son altamente escalables, lo que permite a los operadores comenzar con algo pequeño y hacer crecer sus redes según la demanda. Esto reduce la inversión inicial y el riesgo, contribuyendo a unas perspectivas económicas más favorables.
- Disponibilidad de espectro de banda media: el espectro de banda media (2 GHz a 6 GHz) ofrece un equilibrio entre cobertura y capacidad, lo que lo hace muy adecuado para brindar servicios de banda ancha de alta velocidad a muchos usuarios. En EE. UU., tanto la banda 41 de T-Mobile

- como la banda C de Verizon se consideran fundamentales para el mercado FWA porque pueden ofrecer la capacidad necesaria.
- Subvenciones federales: la disparidad entre quienes tienen y quienes no tienen acceso confiable a Internet se ha convertido en un problema importante. En respuesta, el gobierno federal ha dedicado considerables recursos a promover el crecimiento de la banda ancha, principalmente mediante subvenciones. La tecnología FWA se ha convertido en una opción popular en estos esfuerzos, ya que proporciona un medio asequible y escalable para reducir la brecha digital.
 - Reducción de los costos de equipos en las instalaciones del cliente (CPE): la llegada de 5G y el aumento de la demanda de FWA han llevado a un aumento en el desarrollo de CPE. Actualmente hay disponible en el mercado una gama más amplia de modelos de CPE, que van desde dispositivos de alta gama que admiten funciones avanzadas de 5G hasta modelos más rentables diseñados para ser asequibles. El Grupo Dell'Oro espera que los CPE 5G en todo el mundo bajen de 350 dólares (2020) a alrededor de 100 dólares para finales de 2023.

FWA USANDO MMWAVE

Varios documentos técnicos y estudios han explorado los beneficios y desafíos de la tecnología de ondas milimétricas (mmWave), sentando una base sólida para comprender su potencial y sus desventajas. Sobre la base de estos conocimientos, la utilización de mmWave para FWA presenta ventajas específicas que vale la pena destacar.

El auge del 5G, junto con la pandemia de COVID-19, ha estimulado el crecimiento de servicios con un gran uso de datos, como videollamadas, streaming y juegos móviles. A medida que estos servicios ganan terreno y los consumidores buscan experiencias de realidad extendida (XR) más atractivas que desafíen los límites actuales de la red, los operadores deben mejorar el rendimiento de las redes fijas y móviles. Al mismo tiempo, deberían explorar oportunidades de convergencia de redes para mejorar la calidad del servicio y reducir los gastos operativos.

El espectro de ondas milimétricas (mmWave), con su potencial para implementaciones FWA con latencia reducida y velocidades más altas, alcanzando niveles de gigabits, es cada vez más reconocido a medida que 5G se vuelve más frecuente. A pesar de desafíos como pérdidas de propagación, requisitos de línea de visión, alto consumo de energía y disponibilidad de dispositivos/CPE, la tecnología mmWave ofrece la promesa de velocidades ultrarrápidas y redes expansivas.

Las proyecciones de GSMA indican que para los hogares urbanos densos, de 150 MHz a 700 MHz de ancho de banda de espectro mmWave serán esenciales para satisfacer las demandas de 5G FWA, suponiendo una tasa de penetración

de FWA del 30 %. En regiones con menos cobertura de fibra hasta el hogar, que incluyen zonas suburbanas y rurales, el requisito de espectro mmWave para 5G FWA podría ser mayor. Específicamente, las áreas suburbanas podrían necesitar entre 700 MHz y 1200 MHz, mientras que las ciudades rurales podrían requerir un rango de 50 MHz a 850 MHz, basado en una penetración de FWA del 60%, según información de GSMA Intelligence.

Las características de propagación del espectro de ondas milimétricas resultan en alcances de celda más cortos en comparación con frecuencias más bajas, típicamente hasta 600 m - 1 km. Sin embargo, con condiciones óptimas de línea de visión, utilizando sitios de radio elevados y CPEs exteriores montados en el techo, el alcance de las células mmWave puede extenderse a varios kilómetros. Lograr esto requiere radios y CPEs de alta potencia, junto con innovación de software como la extensión del alcance mmWave, para gestionar el mayor tiempo de propagación en distancias más largas. Las pruebas de campo en varios continentes han mostrado resultados prometedores en distancias extendidas, lo que subraya el potencial del espectro 5G mmWave.

El período de guarda en el formato TDD, que es el intervalo entre el enlace descendente y el enlace ascendente, representa el tiempo de ida y vuelta de la transmisión y el tiempo de conmutación del equipo. Se puede lograr un rango de células ampliado aumentando esta brecha, aunque a costa de tasas máximas de enlace descendente ligeramente reducidas. Al integrar estas estrategias, mmWave FWA puede atender a hogares a varios kilómetros de distancia en condiciones de señal favorables. En particular, Samsung logró una transmisión de largo alcance de 10 km a través de 5G mmWave en Australia con NBN Co, lo que marcó la conexión FWA 5G mmWave de 28 GHz más larga de la compañía.

Sin embargo, mantener una línea de visión óptima se vuelve un desafío a medida que aumenta la distancia entre un hogar y el sitio de radio. La solución óptima combina mmWave para hogares con buenas condiciones y banda media para aquellos en entornos menos ideales.

Con el alivio de capacidad que proporciona mmWave, la banda media puede atender a hogares más distantes en lugares difíciles. Este enfoque no sólo extiende los servicios inalámbricos de fibra a las zonas rurales, sino que también aumenta el número de hogares atendidos por sitio de radio y respalda un mayor consumo de datos. Aprovechar esta estrategia permite aprovechar plenamente el potencial empresarial y tecnológico de mmWave FWA, presentando una oportunidad lucrativa para la utilización del espectro mmWave.

En particular, Samsung y Qualcomm lograron un nuevo récord de velocidad 5G, agregando espectro de onda milimétrica y banda C para alcanzar 8 Gbps en un solo dispositivo. Los repetidores inteligentes amplían de forma rentable la cobertura de mmWave amplificando y dirigiendo la señal de mmWave. Su fácil

instalación en varias estructuras acelera la implementación de la red mmWave y elimina la necesidad de modificaciones complicadas de la infraestructura. Además, abordar los desafíos en entornos urbanos e interiores densos requiere la integración de tecnologías como la arquitectura de acceso y backhaul integrados (IAB) y las tecnologías de superficie inteligente reconfigurable (RIS).

Reducir el consumo de energía es crucial para el éxito de las aplicaciones mmWave en teléfonos inteligentes. Técnicas como la tecnología de recepción discontinua y la optimización de la topología de la red ayudan a lograrlo. Además, el mercado de dispositivos mmWave se ha expandido enormemente y ofrece multitud de opciones. La industria pronostica un crecimiento considerable en los envíos de dispositivos FWA CPE, impulsado por la demanda de conectividad de alta velocidad, lo que contribuye a la expansión de la red mmWave y un ecosistema robusto mmWave.

CASOS DE USO DE BANDA ANCHA MÓVIL EN MERCADOS VERTICALES

El pasado reciente de la economía de América Latina y el Caribe fue en un entorno hostil y de alta complejidad para el desarrollo. Desde inicios de la década con la pandemia de Covid-19 sumado a la guerra en Ucrania la región se vio sumida en un mal desempeño económico producto de fuertes presiones inflacionarias, bajo dinamismo en la creación del empleo y caída de inversiones.

El entorno global hostil impactó de forma directa en los principales indicadores de la economía de la región, que se tradujo en crecientes demandas sociales. Obligando a mayores desafíos en las políticas de la macroeconomía, que “debe conciliar políticas que impulsen la reactivación económica con políticas dirigidas a controlar la inflación y dar sostenibilidad a las finanzas públicas”^{xiv}.

En este contexto aumenta la incertidumbre sobre la forma en que crecerán los países, sobre todo por la volatilidad de los mercados financieros internacionales y la inflación global. A estas condiciones se suma una apreciación del dólar y una caída de la demanda externa.

Se debe considerar que el alza de precios en las materias primas se transforma en un beneficio para muchos países de la región, que en general son exportadores de bienes primarios (hidrocarburos, alimentos, minería). Esta situación se presenta como una oportunidad en América Latina y el Caribe para potenciar el crecimiento y encontrar dentro de la crisis global la oportunidad para desarrollar sus economías.

Es importante en ese sentido que se consideren inversiones en la digitalización de los procesos productivos, de modo tal que se potencien los resultados de cada uno de los sectores. Se debe considerar que los conflictos a nivel global mencionados (pandemia y la guerra Ucrania-Rusia) desaceleraron la digitalización a nivel global, principalmente en lo que hace a la cadena de suministros necesarios para masificar servicios como Internet de las Cosas (IoT).

A partir de esta situación, muchos dispositivos necesarios para digitalizar diferentes sectores productivos no alcanzaron la escala suficiente para que sean asequibles, dificultando que exista un uso masivo de ellos en distintos verticales. Asimismo, muchas empresas prefirieron una estrategia más conservadora al momento de invertir en la digitalización de sus facetas productivas.

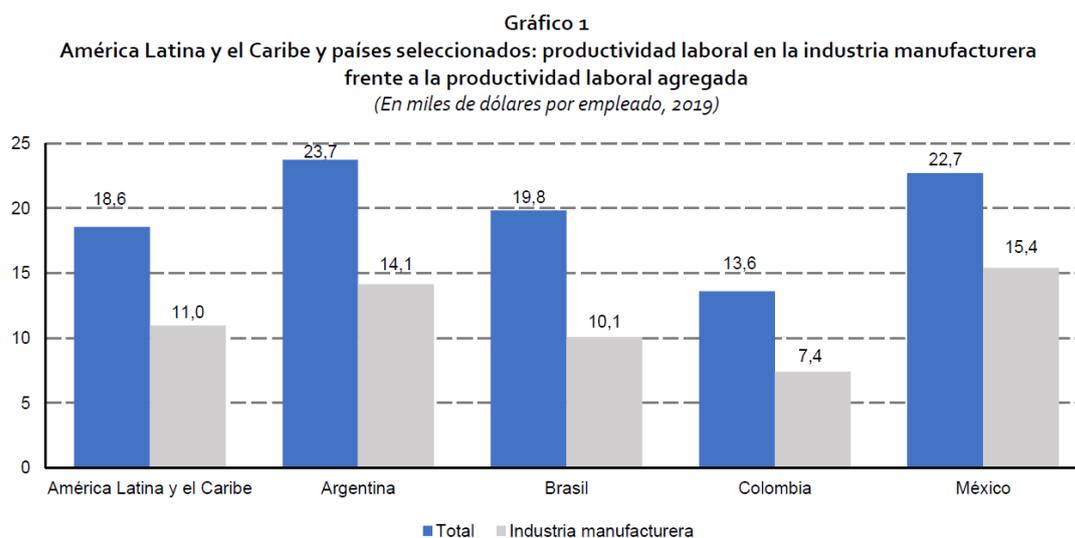
De todas maneras, en América Latina y el Caribe existieron diferentes experiencias de la utilización de servicios de banda ancha móvil para mejorar las condiciones de producción de los diferentes mercados verticales:

INDUSTRIA

América Latina y el Caribe se encuentran en constante trabajo por mejorar su productividad y generar mayor empleo para promover su desarrollo inclusivo, así como con el desafío de acelerar su crecimiento económico. Para poder cumplir estos desafíos es necesario que se genere un crecimiento asociado a la tecnología y el conocimiento.

En términos generales la región no supo aprovechar las grandes transformaciones de los sistemas productivos asociados a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y a la revolución 4.0. Esta falencia es una de las principales causas por las que América Latina y el Caribe está entre los países emergentes menos productivos del globo.

De todas maneras, la industria manufacturera se mantiene como uno de los principales empleadores de la región. De acuerdo con CEPAL “y concentra el 12,8% del empleo en América Latina y el Caribe y el 12,6% del producto interno bruto (PIB)”^{xv}. Aunque cuando se mide la productividad del sector, como se puede observar en el próximo gráfico, la industria manufacturera está muy por debajo de la productividad total del país



Fuente: CEPAL^{xvi}

Por otra parte, pese que a América latina ha tenido un crecimiento en lo que refiere a la penetración de servicios de banda ancha fija y móvil, este no tuvo un correlato en la digitalización de las industrias manufacturera. Este sector aún tiene mucho terreno por recorrer para poder llevar adelante un mayor aprovechamiento de las TIC. Si bien existen digitalización en los procesos administrativos, de control de stock y de suministros, esto no es tan evidente en lo que respecta a la cadena de producción.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), que es referida por CEPAL^{xvii} "ninguna de las economías de la región se inscribe dentro de la categoría de países "punteros", mientras que tan solo tres países entran en la lista de economías "de segundo nivel" (Brasil, México y Argentina). La mayoría de los países de la región se consideran "de industrialización tardía" o "rezagados"

El mismo estudio de CEPAL destaca que "la región todavía utiliza de forma marginal las tecnologías digitales avanzadas. En el Brasil, un tercio de las empresas usan tecnologías de tercera o cuarta generación; en la Argentina, lo hacen en torno al 20% de las empresas. Solo el 3,7% de las empresas brasileñas y el 2,9% de las argentinas han adoptado las tecnologías digitales más avanzadas"^{xviii}. En otras palabras, la gran mayoría de las empresas de la región no evolucionaron hacia los servicios de datos móviles de alta velocidad.

De todas maneras, tal como sucede en diferentes sectores de la economía y la sociedad América Latina y el Caribe presenta grandes diferencias, ya que una limitada cantidad de empresas si avanzaron en la digitalización. En general fueron las grandes corporaciones las que realizaron algún tipo de avance en este sentido, en tanto que las Pymes y empresas dedicadas a actividades más tradicionales se muestran más rezagadas.

En rasgos generales la industria alimenticia, la farmacéutica, textiles, automotores y aquellas productoras de insumos TIC son las que presentan más condiciones de digitalización. De todas maneras, en cada país en particular cuenta con dinámicas internas propias e idiosincrasia propia de cada industria que termina derivando en una mayor o menos adopción de nuevas tecnologías.

Es importante considerar que existe relación entre la matriz productiva de cada país y los incentivos que presenta la digitalización para aumentar su productividad. Es decir que aquellas industrias más tradicionales de cada uno de los países tienen un nivel de adopción de las TIC más lento, y en aquellas donde su participación en la economía es menor suelen hacer uso de la digitalización para alcanzar niveles de productividad que le permitan ser competitivos a nivel global. Aunque no se trate siempre de una relación directa en todos los mercados.

Existen también estímulos externos a las dinámicas propias de cada mercado, debido a la competencia entre a nivel global, que obligan a muchos sectores a acelerar la digitalización de sus procesos. Así como también los procesos de digitalización de las empresas multinacionales que traccionan a las compañías locales a avanzar en su digitalización.

Dentro de las grandes empresas, con procesos productivos complejos existen también diferentes niveles de digitalización. La puesta en marcha de este tipo de estrategias generalmente lleva a un trabajo en toda la estructura de la empresa, pero cada una de ellas elige avanzar de diferente forma de acuerdo a su grado de flexibilidad y adaptación.

Las condiciones generales creadas por las autoridades de cada uno de los países, como la disponibilidad de espectro radioeléctrico para que los operadores móviles puedan desarrollar redes de nuevas generaciones de banda ancha móvil, así como la reducción de las cargas impositivas sobre los dispositivos de acceso y el incentivo al desarrollo de software específico para cada industria es fundamental para avanzar en este sentido.

En ese sentido, varios países de la región pusieron en marcha estrategias para promover la transformación inteligente de la industria manufacturera y el desarrollo digital de los países. Estos esfuerzos muchas veces fueron desarrollados desde el sector público, pero también existieron estrategias que incluyeron gran participación del sector privado.

MINERÍA

La industria minera tuvo durante el principio de la década del 2010 el mejor lustro de los últimos 30 años. Ciclo que estuvo apoyado fundamentalmente en el alto precio del Cobre, situación que terminó alrededor de 2014 con una caída significativa en los precios internacionales. Sin embargo, durante los últimos años reverdeció la industria a partir de la explosión del Litio en el sur del continente y un aumento en el precio de los metales.

Evolución de la digitalización en la minería

	PRE 1930s	1930-1980	1980-2005	2005-PRESENTE
MANO DE OBRA	Mano de obra intensiva para minería.	Uso de equipos – Mecanización de procesos mineros. Interacción humana con la máquina en general.	Automatización de procesos mineros simples y minimalistas.	La automatización tiene un papel más importante, con más autonomía y potencia para las minas conectadas.
CONECTIVIDAD	Informes manuales con datos recopilados a través de procesos manuales.	Datos capturados en formato semi electrónico; computadoras en la etapa posterior.	Introducción de 2G. Datos capturados y comunicaciones a través de Internet.	Desarrollo rápido con 3G y 4G; comunicación de datos más rápida y de alto ancho de banda.
CAPTURA DE DATOS		Datos mineros capturados a través de sistemas legado.		Los datos de la mina se monitorean continuamente a través del aprendizaje automático, IoT. Análisis de Big Data, comunicación máquina a máquina.

Fuente: Camiper^{xix}

Históricamente la minería fue una actividad manual que se llevaba adelante por medio de mano de obra tradicional y, en algunos casos, hereditaria. Para finales del siglo XX comenzaron a automatizarse y digitalizarse los procesos de las operaciones mineras.

La inclusión de tecnología posibilitó de forma progresiva que la actividad se vuelva más segura para los trabajadores, aunque para eso requirió de mayor calificación de los mismos. En gran parte la digitalización permitió que estos trabajos puedan llevarse adelante de forma segura manteniendo, e incluso mejorando, la productividad del sector. Así muchos empleados de la minería cambiaron drásticamente su actividad cotidiana gracias a la aplicación de la tecnología, de la misma forma las empresas modificaron sus modelos de negocios.

En este sentido, el manejo remoto de maquinarias fue el avance tecnológico más importante, lo que permitió la reubicación de los mineros en zonas más seguras, lejos de los riesgos de la mina. Por otra parte, la incorporación de software de información permitió a las empresas agilizar sus decisiones y mejorar la productividad a partir de contar con información en tiempo real.

El uso de sistemas como big data es cada vez más útil al momento de la toma de decisiones que permitan mejorar la productividad del sector. Estos datos son fundamentales para prever inconvenientes y de esa manera evitarlos para afrontar las mejores condiciones de trabajo. Estos datos se pueden recolectar por medio de sensores, que utilizando diferentes servicios de banda ancha móvil pueden enviarlos en tiempo real.

La recolección y análisis de información en tiempo real por parte de las maquinarias y diferentes sensores pueden ser beneficiosos en muchos sentidos. Desde el punto de vista productivo pueden identificar zonas en las que es mejor trabajar, también en que momento la maquinaria necesita

reparaciones o presenta alguna falla. Estas herramientas también posibilitan analizar el suelo sobre el que se trabaja, evitando derrumbes o movimientos que puedan dañar la maquinaria.

Los sensores también son importantes al momento de analizar patrones geológicos que posibiliten a las empresas seleccionar cual es el método de extracción más eficiente de acuerdo a los minerales que se buscan conseguir. De esta manera se generan beneficios que van más allá de la productividad del sector minero, mejorando el cuidado de recursos renovables y no renovables.

En ese sentido s destaca el agua que en muchos de los países donde la minera cuenta con gran producción es un bien escaso. También se optimiza el uso del suelo y la energía que se necesita para realizar las exploraciones. De esta manera, la tecnología no sólo es funcional a la productividad del sector, sino también posibilita que se mejoren los resultados en sustentabilidad y cuidado del medio ambiente.

Internet de las cosas (IoT) permite también mejorar la productividad, el desarrollo operacional, entender los procesos de producción y ayuda a la toma de decisiones en tiempo real. Para que los diferentes sensores puedan informar sus mediciones por medio de IoT es necesario que exista una red de comunicación que posibilite transmitir grandes volúmenes de información de manera eficiente y en tiempo real. Los servicios de banda ancha móvil, LTE y 5G, por sus características se adaptan a este tipo de necesidades.

En este sentido, la automatización de diferentes maquinarias es una realidad que domina el mercado minero desde el 2010. Este proceso permite mejorar la producción del sector, así como también reducir los riesgos humanos en la actividad, tanto al momento de producción, como de accidentes fatales.

Además, permite mejorar ineficiencias asociadas a errores humanos que suelen ser determinantes en términos de variaciones de toneladas movidas, tiempo de inactividad no planificado, desgaste de maquinaria, uso de combustibles entre otras. También posibilitan alcanzar tiempos de producción cercanos a 24/7 ya que los operadores pueden trabajar en mejores condiciones alejados de las zonas de riesgo o insalubres.

Estos beneficios se logran a partir de la creación de centros remotos de operaciones, que permiten tener a la fuerza laboral en zonas alejadas de las extracciones. De esta manera las tareas se realizan en salas de control centralizadas, que están conectadas con los dispositivos automatizados, y pueden ubicarse en casi cualquier parte del mundo siempre que accedan a una buena conexión a banda ancha.

Por medio de estas herramientas se logran operar maquinas automatizadas y se puede monitorear la mina por medio de video u otras herramientas digitales que posibilitan al personal mantener actividades en tiempo real. Estos centros de operación posibilitan también la colaboración entre los trabajadores,

permitiendo la ayuda y el auxilio en situaciones de crisis, sin poner en riesgo su integridad.

Para que todas estas tecnologías puedan trabajar de forma colaborativa para mejorar las condiciones productivas del sector es fundamental que exista una integración e interoperabilidad entre ellas. A partir de allí es posible que se recolecten datos, se los analicen y se generen informes de manera rápida y sin errores, así como también que los diferentes equipos respondan manejados remotamente en la mina sigan las directrices necesarias.

Contar con una integración tecnológica adecuada posibilita maximizar la productividad por medio de la planificación de las operaciones. Ya que pueden aprovechar los recursos, garantizar la producción y las finanzas.

En síntesis, la digitalización es un paso evolutivo dentro del sector minero, que potencia la productividad, mejora la seguridad y modifica positivamente los modelos de negocios del sector. Si bien resta mucho camino para seguir progresando está claro que es una dirección en la que avanza todo el sector.

AGRONEGOCIOS

Al igual que otros sectores, la agricultura enfrenta el desafío de impulsar la productividad, mejorar los productos y el empleo. Estos problemas se explican por contar con una estructura poco diversificada, poca intervención de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y gran heterogeneidad en el desarrollo productivo. Asimismo, existe un alto nivel de informalidad en las condiciones de empleo y las relaciones entre diferentes eslabones de la cadena de valor.

Ante las condiciones estructurales descritas que vuelven dificultosa la adopción tecnológica en el sector, son los Estados que buscan impulsar las TIC en el sector. En general, los países de América Latina y el Caribe, suelen contar con planes de conectividad que alcanzan a gran parte de la sociedad y suelen contar con apartados para la ruralidad, donde se incluyen las estrategias para los agricultores.

El motivo de que las estrategias de cierre de brecha digital tengan entre sus objetivos a la agricultura es que muchas veces las intenciones de los Estados de aumentar el desarrollo de la tecnología en el sector y se vieron limitadas por la falta de acceso a banda ancha móvil y otras tecnologías en las zonas rurales.

La necesidad de avanzar en este tipo de innovaciones es para todo el sector agricultor, desde el primario, pasando por la agroindustria, la distribución y comercialización. Esta transformación debe alcanzar a los productores en sus máquinas y equipos, también a los intermediarios, a los comerciantes y la industria procesadora.

En este contexto el sector puede encontrar en las TIC un aumento significativo en la producción. De esta manera su aplicación en recopilación, almacenamiento, gestión, transferencia y análisis de grandes volúmenes de datos impactará de forma positiva en el sector.

Desde la implementación de servicios satelitales para detectar cuales son las necesidades de cada suelo de forma remota para planificar los cultivos a futuro. Así como la aplicación de IoT para identificar por medio de diferentes dispositivos distintos de riego y fumigación, que logran identificar y dosificar productos para mejorar las plantaciones. El uso de la inteligencia artificial es también necesario para identificar patrones de suelo y cambios ambientales para reducir el impacto en los cultivos.

Para poder llevar adelante estos avances es necesario que se trabaje en diferentes puntos como el acceso a banda ancha, la posibilidad de financiamiento para adquirir dispositivos, la capacitación de los trabajadores del sector en habilidades digitales, entre otros factores. Asimismo, es una buena influencia el desarrollo de un marco legal que estimule la inversión en telecomunicaciones y el desarrollo digital de la economía general.

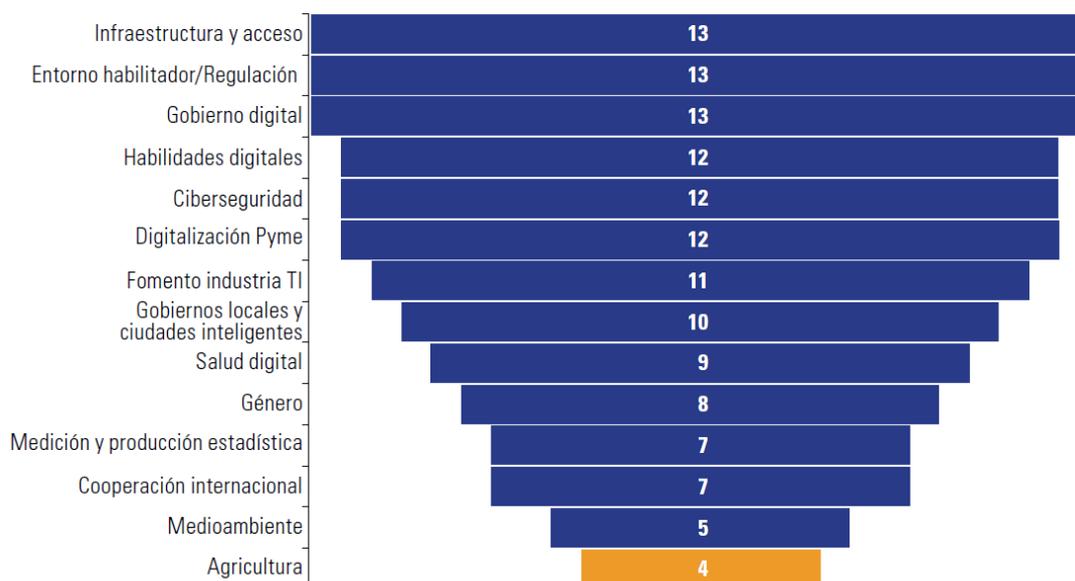
Es también necesario que existan una estrategia digital a nivel Estado y voluntad política que permita llevarla adelante. Así como el desarrollo de un trabajo conjunto del sector público y privado que permita desarrollarlo de forma eficiente.

De acuerdo con CEPA^{xxL}, en gran medida las agendas digitales de América Latina y El Caribe carecen de mayor espacio para la agricultura. Así lo demuestra el gráfico siguiente:

Gráfico 1.2

América Latina y el Caribe (13 países): medidas de política según el tema presente en las agendas digitales

(En número de países)



En otras palabras, gran parte de las iniciativas que buscan aumentar el desarrollo de las TIC en la agricultura en América Latina no forman parte de las agendas digitales. Sin embargo, es importante una articulación con el resto de la economía, como se planifica en las agendas digitales, para poder potenciar el desarrollo del sector.

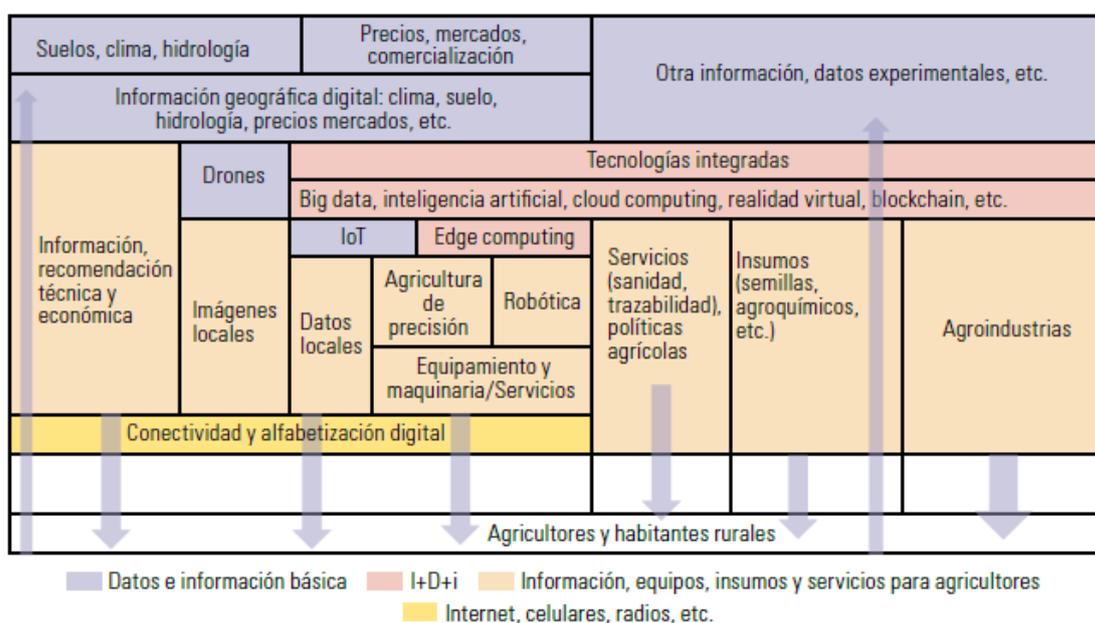
Así CEPAL destaca que las estrategias de digitalización del sector agrícola sólo están presentes en las agendas de mercados como Brasil, Colombia y El Salvador. Mientras que existen algunas iniciativas aisladas en otros países como Argentina, Guatemala, Honduras, México y Uruguay. En ese sentido, países como Argentina, Chile y Uruguay cuentan con procesos de digitalización a nivel de empresas agroindustriales.

De todas maneras, en el mercado global las TIC van ganando mayor espacio dentro del sector agropecuario. Diferentes herramientas como las plataformas de software, la banda ancha móvil, los sensores, el internet de las cosas, los drones, el big data y la inteligencia artificial, tienen su espacio y ganan cada vez más terreno dentro del desarrollo del sector.

En América Latina se van generando día a día nuevas experiencias que posibilitan que estas tecnologías aumenten dentro de la investigación y desarrollo, la planificación, producción y distribución de productos que provienen del campo. Estas tecnologías se vuelven útiles en los diferentes momentos productivos del sector, incluso también al momento de la producción alimentaria.

El diagrama de CEPAL^{xxi} expuesto a continuación muestra el aporte de la tecnología a los diferentes escalafones del sector.

Diagrama II.1
Resumen de la participación de las tecnologías digitales en la agricultura



Los servicios satelitales y drones son importantes para el estudio del suelo y la planificación productiva. También es de ayuda para conocer la información de suelos y climas. En tanto los robots e IoT son importantes para la siembra, cosecha y, en algunos casos, producción de alimentos. En estos momentos de la producción también se cuenta con robots, que se comunican por medio de IoT, y que en muchos casos usan IA para mejorar la productividad. Estos dispositivos y sistemas se utilizan tanto en agricultura (para riego, fumigación, etc), como para producción de leche, por medio de ordeñadores.

La conectividad es también una herramienta necesaria para poder integrar varios de estos dispositivos, lo que permite potenciar la productividad del sector, al tiempo que posibilita acceder a información que puede ser trascendental en el proceso de comercialización. En procesos productivos más complejos como la agroindustria también se utilizan las TIC. Tanto en el procesamiento, como en la agregación de valor.

Para que la aplicación de las TIC en la agricultura pueda llevarse delante de manera eficiente es necesario que exista un apoyo desde la política pública generando las condiciones necesarias en el mercado. Es importante que las autoridades trabajen en facilitar no sólo el acceso a dispositivos y maquinarias que permitan desarrollar estos trabajos, sino también en el acceso a banda ancha en las zonas rurales.

Cobra vital importancia que se desplieguen políticas que faciliten el desarrollo, fundamentalmente, de banda ancha móvil para que el sector pueda sacar provecho productivo de la tecnología. A partir del despliegue de 5G se podrá acceder a un mayor volumen de datos, lo que posibilitará potenciar el desarrollo del sector.

Para ello es necesario que las autoridades pongan a disposición de la industria de telecomunicaciones mayores porciones de espectro radioeléctrico. Así como la generación de una agenda que posibilite a la industria planificar el despliegue de 5G.

En otras palabras, el esfuerzo de la industria del sector agropecuario debe tener un correlato en el sector público al momento de potenciar la digitalización. Así como también el apoyo de los operadores de telecomunicaciones para de esta manera avanzar hacia una mayor productividad del agro y el sector alimenticio.

RETAIL

Las empresas comercializadoras tuvieron una explosión durante la pandemia de Covid-19, las políticas de restricción de circulación que se llevaron adelante en muchos países obligaron a dar el salto a diferentes corporaciones, empresas y PyME hacia la tecnología. Así se aceleró la carrera por estar presentes en la web, las redes sociales y desarrollar tiendas on line.

Así las cosas, el incremento en el uso de Internet y banda ancha, tanto por parte de las empresas, como por la población, se vio reflejado un aumento de la comercialización de bienes y servicios. Las empresas asocian a la digitalización con la posibilidad de diversificar los mercados, incluso de exportar sus productos al exterior, como también con costos más bajos.

En particular, las PyME ven en la digitalización la oportunidad de aumentar su tasa de productividad a partir de generar tiendas on line que posibiliten el desarrollo de exportaciones a nuevos mercados. La posibilidad de extender su territorialidad por medio de Internet, captando compradores por fuera de su país de residencia es una idea común de las empresas de comercialización. Particularmente entre aquellas que carecen de la financiación para poder desarrollarse por fuera de su país de origen.

El comercio electrónico, sumado al auge de las redes sociales y la oportunidad de las empresas de desarrollar allí sus tiendas on line, fueron un potenciador para que las empresas pequeñas puedan exportar. Estas herramientas permiten potenciar el alcance en nuevos mercados, expandiendo no sólo a nivel internacional, sino también dentro de los propios países alcanzando nuevas zonas inexploradas.

Para que se pueda llevar adelante la adopción y el uso del comercio electrónico de forma eficiente no basta con el acceso a Internet en la empresa y la población. Es necesario que se trabaje en la capacitación de las empresas, desde los cargos directivos hasta los empleados, y en un entorno de país que propicie las condiciones para su desarrollo.

Que se pueda generar un entorno para que también las PyMEs puedan desarrollar un servicio de venta en línea es también un desafío en muchos países de la región. Para que de esa manera puedan alcanzar mayores escalas y mercados, que les posibiliten crecer y fortalecer a su vez las economías de los países.

Pese a que la pandemia del Covid-19 posibilitó que muchas empresas tengan un crecimiento en la digitalización de su producción, aún restan muchos desafíos para poder potenciar al sector en este camino, de acuerdo con CEPAL^{xxii} los principales son:

- Mayor financiación: el acceso al crédito de tasas bajas es un desafío en muchos de los países de América Latina y el Caribe. La financiación se vuelve una herramienta fundamental para desarrollar una plataforma on line y mejorar las condiciones de logística sobre todo en las PyMEs.
- Logística: particularmente cuando se trata de ventas al exterior, sortear las trabas aduaneras suele ser un desafío para las empresas que buscan en la venta on line el crecimiento en países vecinos.
- Pagos: los pagos y cobros transfronterizos están entre los principales desafíos. La inclusión de tarjetas de créditos y medios similares a

PayPal son de los más utilizados por los vendedores, que sin embargo deben incluir en sus costos las comisiones de estos medios de pago.

- Regulación: existe una serie de regulaciones sobre el entorno digital que deben considerarse como las leyes de responsabilidad de intermediarios de Internet, las normas de privacidad y transferencia de datos, las normas de derechos de autor relacionadas con el contenido en línea, las regulaciones de los servicios de Internet y los impuestos sobre las transacciones digitales. Estas normas son necesarias para generar un entorno de comercialización más seguro y confiable para consumidores y vendedores.

En este escenario, las empresas que busquen comercializar sus productos de forma electrónica en la región deben poder sobreponerse a estos desafíos. Lograr esta meta les posibilitaría mejorar su productividad, rentabilidad y su desempeño en el mercado. Para ello es importante el trabajo conjunto con el sector público por medio de la implementación de políticas que les posibilite acompañar esta expansión.

El trabajo conjunto público y privado no sólo debe generar una serie de condiciones para mejorar las oportunidades de las empresas en la venta de servicios transnacionales. Sino también mejorar las condiciones de conectividad a nivel local para potenciar el mercado interno, así como también aumentar la inclusión financiera, ya que gran parte del comercio on line precisa de pagos con tarjeta de débito, crédito o transferencias bancarias.

La reducción de la brecha digital en la sociedad se torna así una labor necesaria para las autoridades de los países. Lograr que una mayor porción de la población tenga acceso a banda ancha es un apoyo significativo a esta industria, en particular por medio de banda ancha móvil ya que la gran cantidad de smartphones en los diferentes mercados de América Latina posibilitan que existan un gran potencial de clientes.

En este escenario es importante que se generen políticas para estimular la adopción de este servicio, como una mayor disponibilidad de espectro radioeléctrico para la industria de telecomunicaciones. Así como la reducción de las trabas burocráticas que existen en el tendido de nuevas redes de banda ancha móvil.

Estas políticas que estimulan el acceso en la población son tan importantes como aquellas que se pueden desarrollar en torno al financiamiento comercial, la logística y los pagos. Estas últimas encabezan la lista de desafíos al comercio electrónico en la mayoría de las empresas de la región.

Para alcanzar esos objetivos es importante que las autoridades realicen transformaciones digitales agresivas en industrias tradicionales por medio de agendas que contemplen cambios en sectores tales como el financiero, telecomunicaciones y logística, así como la transformación digital en agencias

gubernamentales en general. También se debe analizar la posibilidad de concretar acuerdos entre autoridades regionales para generar un mercado regional de comercio electrónico.

Estas iniciativas también pueden servir para incentivar nuevas tecnologías como el blockchain, las soluciones de FinTech y las prácticas bancarias abiertas para que estas empresas puedan crecer a nivel internacional. Así como también las tecnologías de encriptación y los sistemas de pagos basados en biometría que pueden funcionar como un respaldo de seguridad para el sector.

En resumen, la pandemia de Covid-19 aceleró rápidamente el desarrollo de la digitalización en el sector retail. Sin embargo, aún resta mucho trabajo de parte de las autoridades para crear las condiciones necesarias para que esta industria pueda aprovechar de forma plena la revolución digital.

SALUD

Los sistemas de salud son centrales para el desarrollo de los países, contar con la posibilidad de brindar a la población un servicio de calidad es fundamental para potenciar otros sectores. Sin embargo, aún existen problemas estructurales en los sistemas sanitarios de varios países de la región.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se presentan como una oportunidad para mejorar las condiciones de la Salud en varios mercados de la región. Así la digitalización se presenta como una opción para mejorar las condiciones, la organización y las formas de trabajar e interactuar; por ello debe ser prioridad para incorporar a las instituciones de salud, sus trabajadores, pacientes y a todo el ecosistema a la era digital.

Para que estas inversiones puedan ayudar al sector a mejorar las condiciones de prestación es necesario que exista una visión integral de las autoridades para aplicar la tecnología. Para ello es necesario que exista una visión y participación de todas las partes involucradas con el compromiso político y económico a largo plazo.

Así las cosas, las TIC pueden ser el motor que lleve a la región a lograr una meta que busca hace mucho tiempo: la cobertura universal de salud. Con una buena planificación que aproveche los beneficios de la transformación digital permitirían alcanzar esta meta sin grandes incrementos en el gasto público.

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo^{xxiii}, la transformación digital presenta determinados beneficios puntuales para el sector de Salud:

- La utilización de los sistemas de información para poder tomar mejores decisiones a partir de brindar a los profesionales recordatorios o alertas sobre interacciones de medicamentos, alergias y contraindicaciones del paciente. Acceso a imágenes, indicadores y protocolos actualizados de

cuales son los mejores procedimientos. El almacenamiento de datos de los pacientes en la nube, para que cualquier profesional pueda tener acceso ante emergencias.

- La posibilidad del paciente de contar con su información. Las historias clínicas personales les permiten tener transparencia y acceso oportuno a su información médica. El acceso de pacientes en áreas remotas por medio de tele medicina. El uso de mHealth, los *dispositivos wearables* que posibilitan el monitoreo de los pacientes en tiempo real y alertan a los servicios médicos y de urgencias.
- Para las instituciones el trabajo debe estar centrado en la integración entre sistemas (heredados y nuevos), lenguajes de programación, protocolos de comunicación y modelos de datos distintos o interfaces, para la coordinación de la atención dentro del sector público y entre los sectores público y privado. Estos avances les permitirán segmentar las poblaciones en función de los riesgos, crear planes de atención para subpoblaciones específicas y proporcionar la inteligencia empresarial para gestionar equipos y organizaciones. Además, el desarrollo de las Historias Clínicas Electrónicas servirá para mejorar las capacidades de vigilancia y presentación de informes de salud pública.

Para poder efectivizar estos beneficios el BID^{xxiv} proponer una dinámica para alcanzar la transformación digital que se asemeja a construir una casa. La estrategia planifica diferentes acciones para una construcción sólida donde se integran diferentes aspectos: gobernanza y gestión, personas y cultura, política y práctica de salud informadas, infraestructura, infoestructura y aplicaciones y servicios digitales del sector.

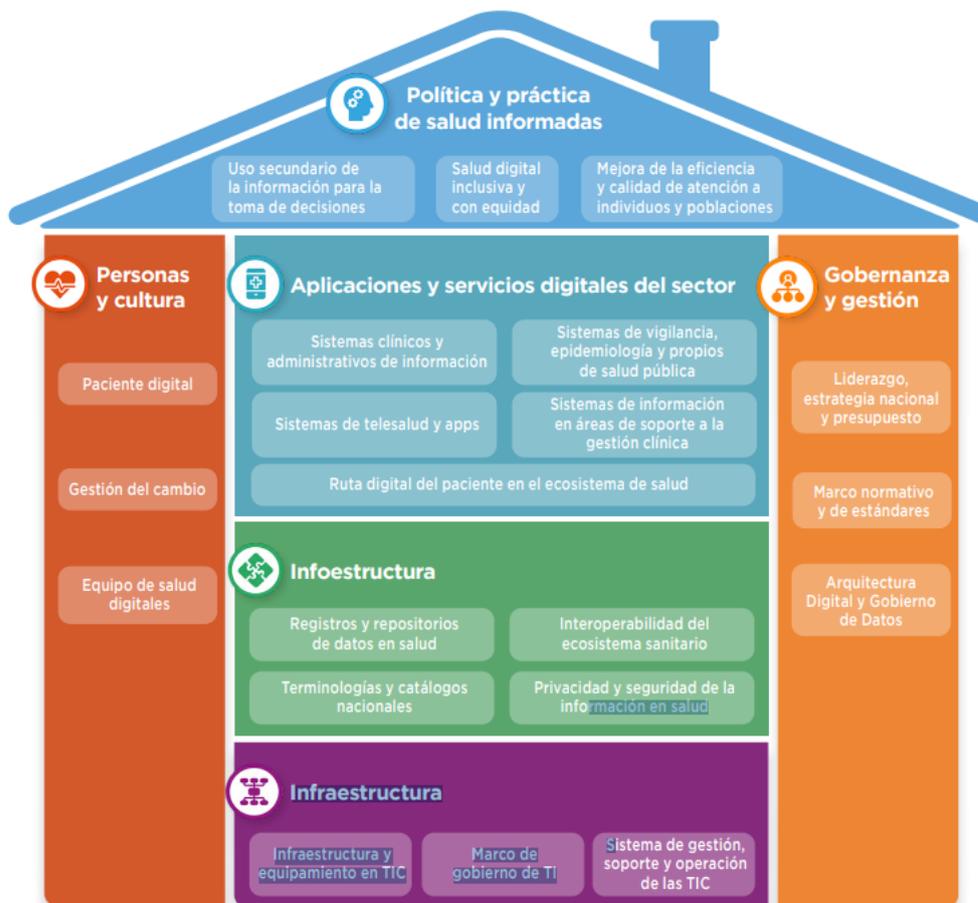


Gráfico 5. Adaptación del BID del modelo de arquitectura de la salud digital.

También se destaca que son necesarios diferentes principios básicos para la digitalización del sector salud: la conectividad universal, la inclusión y transversalización de los derechos humanos, la cooperación en inteligencia artificial, la seguridad de la información, la interoperabilidad y sostenibilidad de los sistemas, entre otros. Es decir que las autoridades de los países deben generar las condiciones necesarias para que el sector pueda avanzar en la digitalización.

En este sentido es importante que se desplieguen políticas para que aumente la conectividad en cada uno de los países. Las estrategias que busquen aumentar el despliegue de fibra óptica, de servicios de banda ancha fija y móvil, son necesarios para alcanzar estos objetivos. Es importantes que se reduzcan las trabas burocráticas para que los operadores puedan desplegar nuevas tecnologías de conectividad.

El desarrollo de la pandemia de Covid-19 fue un potenciador de la adopción digital en el sector salud, como lo fue en casi toda la sociedad, principalmente a partir de incipientes estrategias de tele medicina. Este avance que tuvo como inicio la pandemia se mantuvo, y se espera continúe, a lo largo del tiempo en la

región, posibilitando que instituciones de salud tanto del sector público, como privado, consigan aumentar su digitalización.

E-GOBIERNO

El desarrollo del gobierno digital tuvo grandes avances durante los últimos años en América Latina y el Caribe. Impulsado en gran parte por la pandemia de Covid-19, las administraciones de los diferentes estamentos de los Estados de la región trabajaron para aumentar la digitalización de sus organismos. Principalmente en lo que refiere a la relación directa con la población.

El e-Gobierno, gobierno electrónico o gobierno digital, es la optimización de diferentes políticas de interés público por medio de la aplicación de tecnologías de la información y la comunicación. Es decir, la organización de diferentes instituciones del Estado para aprovechar las tecnologías digitales para mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos.

A partir de la implementación de las TICs los gobiernos nacionales, provinciales y municipales pueden adquirir mayor agilidad, competencia y eficacia en el desarrollo de sus funciones. Asimismo, logran tener mayor transparencia con los ciudadanos, mejorando de esa manera su relación.

De acuerdo con las recomendaciones de la OCDE, “el uso de las tecnologías digitales como parte integral de las estrategias de modernización de los gobiernos con el fin de crear valor público”^{xxv}. Para llevarlo adelante recomienda que exista un trabajo conjunto entre actores estatales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones de ciudadanos y personas encargadas de la producción de datos para generar beneficios por medio de la interacción con las autoridades de gobierno.

CEPAL^{xxvi} destaca que un gobierno es digital cuando hace uso de las tecnologías digitales para pensar y diseñar los procesos públicos, simplifica los procedimientos y crea nuevos canales de participación ciudadana. Además, utiliza los datos como activo estratégico para tomar decisiones. Es abierto por defecto, porque pone a disposición de los ciudadanos los datos, que tiene que estar centrados en ellos mismos para tomar decisiones acordes a sus necesidades.

Dimensiones del índice de gobierno digital



Para que estas políticas tengan relevancia es necesario que los países cuenten con un organismo responsable de coordinar la implementación de las TIC en el sector público. Debe existir también la voluntad política, y el respaldo necesario, para que se pueda llevar delante de forma eficiente en los diferentes departamentos del Estado.

Estos organismos también deben llevar adelante la tarea de elaborar políticas, impulsar la adopción digital en diferentes dependencias estatales. Así como buscar la forma de lograr la interoperabilidad entre departamentos diferentes.

Es importante además que la digitalización del Gobierno se transforme en una política de Estado. Es decir que logre trascender los gobiernos y los diferentes partidos políticos que estén a cargo de las administraciones. También tiene relevancia la generación de un marco normativo coherente que pueda sostenerse en el tiempo.

Un punto fundamental es la infraestructura y conectividad de los diferentes departamentos de gobierno. Las políticas que busquen aumentar la cobertura de diferentes servicios de banda ancha son necesarias en este sentido. Es importante que las autoridades desarrollen políticas que estimulen las nuevas redes de banda ancha por parte de la industria.

Contar con políticas que puedan estimular el desarrollo del sector de las telecomunicaciones es también una estrategia positiva para potenciar el

gobierno electrónico. El trabajo conjunto con el sector privado permite al ámbito público mejorar los resultados a largo plazo

EDUCACIÓN

La digitalización del sector Educación cuenta con diferentes aristas que van desde el desarrollo de planes de conectividad, acceso a banda ancha y entrega de dispositivos a estudiantes hasta procesos administrativos simples. Muchas de estas estrategias tuvieron cierta aceleración durante la pandemia de Covid-19.

Varios países de América Latina y el Caribe llevaron adelante algún tipo de implementación relacionada a la digitalización del sector público, aunque también existían iniciativas del sector privado y académico. Sin embargo, no todos los países desplegaron una estrategia que aglutine a toda la educación para de esa manera aprovechar de forma más eficiente cada una de las iniciativas.

Contar con un plan educativo pensado en la digitalización de la sociedad y la economía es fundamental para sentar las bases productivas del país. Poder impartir conocimientos básicos sobre la digitalización, así como familiarizar a los niños con las TIC, es central para mejorar la competitividad de cada uno de los países.

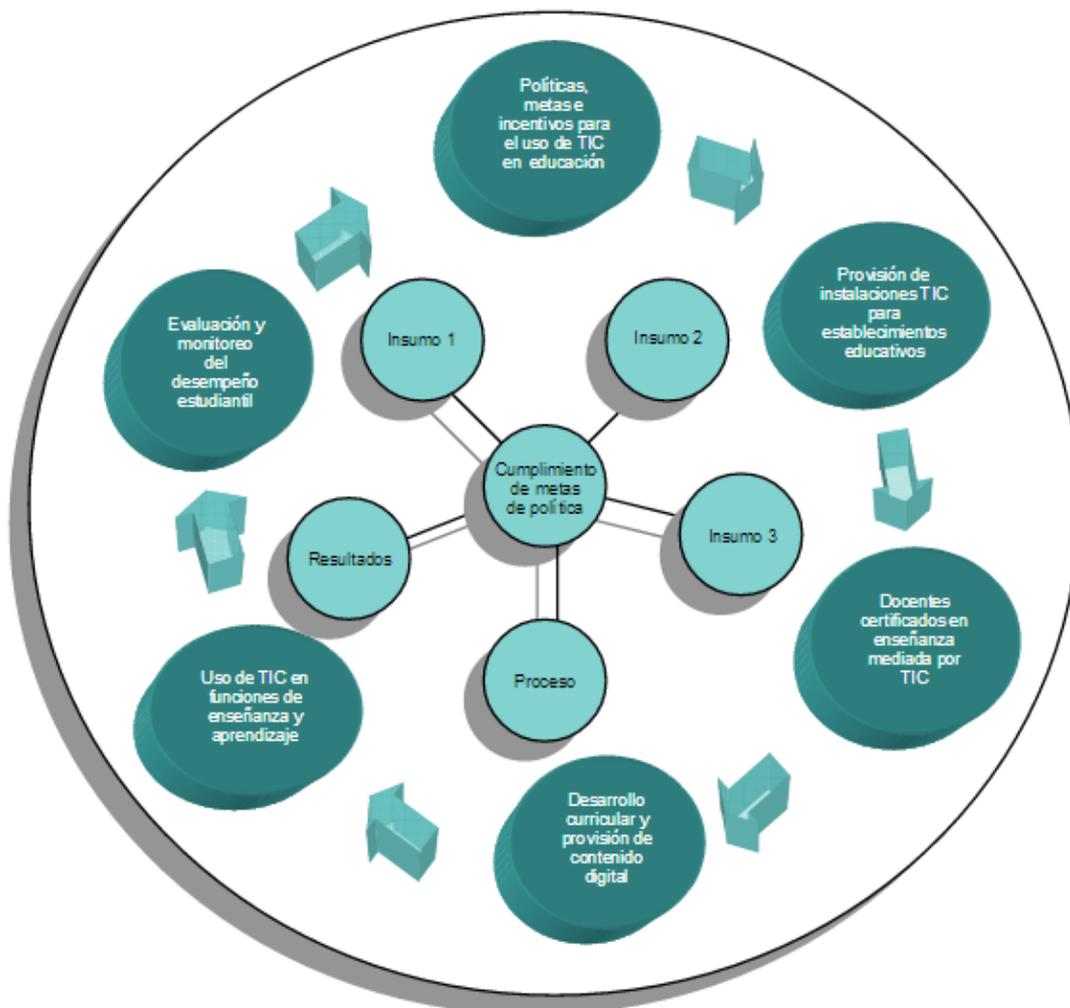
La inclusión de un proyecto educacional que incluya herramientas de digitalización es fundamental para preparar a los países a las necesidades del entorno económico global. Asimismo, las TIC pueden ser el motor para que los sistemas educativos emparejen las condiciones de aprendizaje de diferentes segmentos de la sociedad, consiguiendo mayor universalidad en el acceso a la educación.

La digitalización de la educación posibilitó, aún con falencias, mantener el proceso educativo durante la pandemia del Covid-19 en aquellos países que recurrieron a medidas de circulación restrictivas. Con los procesos de apertura, varios países mantuvieron las herramientas digitales para fortalecer los procesos de aprendizaje tradicional, así como también para agilizar la comunicación entre la institución y las familias.

Como contrapartida el aumento del acceso a TIC por parte de la población genera también una demanda en el sector educativo. Este pedido obliga a las instituciones a actualizarse a las nuevas tendencias digitales, buscando de esta manera la superación del enciclopedismo y el academicismo, con el objetivo de generar una educación que se adecue a los nuevos enfoques y metodologías.

Así las cosas, cobra importancia que los Estados desarrollen políticas educativas que incorporen las TIC en los ámbitos pedagógicos, por medio de una articulación conjunta y coherente. Un desafío no sólo para las autoridades, sino también para el cuerpo docente y directivos.

Marco Conceptual y Operacional para la Integración de TIC en Educación



Fuente: UNESCO^{xxvii}

Para llevar adelante este tipo de iniciativas es necesario principalmente la decisión política por parte de las autoridades para potenciarlas. Además de una mirada de 360 grados que posibilite no sólo el trabajo en la entrega de dispositivos y la formación del cuerpo docente, sino también en el despliegue de infraestructura que posibilite a las escuelas el acceso a Internet de banda ancha.

La posibilidad de dotar a los institutos educativos de acceso a banda ancha abre la oportunidad de potenciar la digitalización. También es posible modernizar las currículas, incluyendo mayor interacción la tecnología. Para alcanzar estos objetivos, es importante que se trabaje para aumentar el acceso a banda ancha en el mercado, a partir de políticas que desarrollen las autoridades.

El estímulo al sector de telecomunicaciones para que despliegue redes de banda ancha en todo el mercado está entre las políticas que deben llevar adelante las autoridades. La reducción de las trabas burocráticas para el tendido de redes de telecomunicaciones es una de las medidas a llevar adelante.

OPORTUNIDADES DE 5G EN MERCADOS VERTICALES

De la misma manera que las TIC en su conjunto se presentan como una gran oportunidad para potenciar la digitalización de los mercados verticales, los servicios de banda ancha móvil, y en particular los servicios 5G brinda una gran variedad de opciones para diferentes segmentos de la economía.

La posibilidad de aprovechar la última generación de servicios de banda ancha móvil para potenciar los diferentes sectores de la economía se vuelve una herramienta poderosa para los países. En particular en una región que presenta grandes desafíos desde el punto de vista económico para los próximos años.

Es esperable que, la salida de la pandemia y la guerra entre Ucrania y Rusia, desencadenen en un aumento de lo *commodities* lo que se transforma en una oportunidad de crecimiento para la mayoría de los países de la región. Para potenciarla es necesario que se realicen las inversiones pertinentes para que 5G pueda facilitar la digitalización productiva.

Es decir, es necesario que los Estados pongan a disposición de la industria de telecomunicaciones mayores porciones del espectro radioeléctrico, generando la oportunidad de desarrollar 5G y otras tecnologías asociadas que mejoren las condiciones productivas. En este sentido se destacar tecnologías como Internet de las Cosas (IoT) y Big Data para poder potenciar las condiciones de productividad de diferentes sectores claves.

5G brinda la posibilidad de que una mayor cantidad de dispositivos puedan estar conectados e intercomunicándose en tiempo real. Permitiendo que una mayor cantidad de sectores de la economía puedan aumentar su digitalización, mejorando las condiciones de producción.

Por otra parte, existe la posibilidad que determinadas empresas opten por desarrollar redes privadas de 5G. Estas permiten que las compañías puedan tener más control sobre su conectividad y cumplir con requisitos cambiantes en relación con la latencia, la cobertura, el Edge o la seguridad.

Con las anteriores generaciones de tecnologías, como LTE, ya existieron experiencias de redes privadas. Sectores como el agrícola, el manufacturero y el minero llevaron adelante este tipo de redes con buenos resultados para su producción. En este sentido, el upgrade se vuelve un proceso casi natural para las compañías.

Entre las redes privadas LTE que se desplegaron durante los últimos años en América Latina se pueden remarcar: Neoenergía, en Brasil, que desplegó una red LTE privada que conecta medidores eléctricos inteligentes al centro de

operaciones de la empresa; en Perú, Telefónica desplegó una red LTE privada en la mina de cobre Las Bambas en la región Apurímac; y la empresa de tractores estadounidense John Deere desplegó una red privada para agricultores de Brasil.

A este tipo de redes LTE, 5G viene a mejorar diferentes puntos clave como la latencia, la confiabilidad y la densidad de transporte de datos. A partir de estas mejoras varias empresas de la región comenzaron a trabajar con una tecnología que les permite mejorar las condiciones de conectividad dentro de las empresas, potenciando la transmisión de datos entre dispositivos conectados, brindando la posibilidad de acceder en tiempo real a la información.

De la misma manera, estas redes privadas 5G cuentan con la posibilidad de combinarse con tecnologías como Mobile Edge Computing (MEC por sus siglas en inglés) para permitir que las empresas asignen mejores sus recursos de red, en función de los requisitos de cada caso de uso, y personalicen los servicios localmente, en donde sean consumidos.

En este contexto, América Latina y el Caribe cuenta con la oportunidad de utilizar los servicios 5G para mejorar las condiciones de producción de diferentes mercados verticales:

INDUSTRIA

El sector industrial de América Latina trabaja constantemente en mejorar su productividad, lograr mayor empleo y de más calidad, con el objetivo de generar un desarrollo inclusivo, acelerar su crecimiento económico y con un compromiso sustentable con el medio ambiente. Además de la inclusión de diferentes tecnologías es importante la incorporación 5G para potenciar la productividad dentro de un esquema digital.

5G se presenta como una oportunidad para que el sector industrial de América Latina y el Caribe pueda recuperar el tiempo perdido en el pasado en la carrera por mejorar la productividad gracias a las TIC. Una de las principales falencias de la región estuvo asociada a la poca capacidad del sector para aprovechar la revolución 4.0, lo que retrasó competitividad productiva.

Así la región se enfrenta al reto de promover el desarrollo de 5G para poder aumentar la digitalización de sus procesos productivos. Para ello es necesario que se incorpore una perspectiva que busque en la banda ancha móvil la oportunidad de conectar las instalaciones en su totalidad, incluso cuando se encuentran en zonas remotas.

El desarrollo de una estrategia de digitalización que contempla 5G genera un mayor potencial para las empresas a partir de la posibilidad de generar un entorno común con proveedores y clientes, sobresaliendo del ámbito fabril.

Los beneficios de un ecosistema de conectividad que incluya a multinacionales, grandes empresas locales y PyMes están relacionados con el progreso tecnológico dentro de la cadena de valor.

Cobra importancia entonces la generación de políticas que permitan el desarrollo de fábricas inteligentes en diferentes niveles de empresas, con planes que garanticen la conectividad entre ellas para una producción eficaz. En este marco, se deben homologar protocolos entre los diferentes actores para que todas las empresas puedan invertir de acuerdo a las condiciones necesarias.

Es también necesario que, dentro de una misma fábrica, y su entorno de empresas menores que participan en el desarrollo de sus productos, exista una armonización. Principalmente considerando las zonas rurales y alejadas, donde es más compleja la posibilidad de que exista la misma conectividad que en las grandes ciudades.

Por este motivo se debe trabajar en aumentar el acceso a banda ancha móvil en las empresas manufactureras, aumentando la inversión y fomentando el desarrollo de infraestructura, para de esa manera garantiza un acceso a internet de todo su proceso de producción. Contar a lo largo de la cadena productiva con un acceso adecuado y asequible a Internet de alta velocidad precisa de un esfuerzo de inversión adicional, sobre todo en las zonas alejadas de los centros urbanos.

En estos sentido, es importante que las autoridades locales faciliten a los operadores de telecomunicaciones el tendido de redes de banda ancha móvil. Tanto con un mayor acceso al espectro radioeléctrico como con la reducción a las trabas burocráticas que existen al momento de desplegar nuevas redes. Es también importante que existan facilidades para desplegar esta infraestructura en los parques industriales, de forma tal que una mayor cantidad de empresas puedan acceder a estas redes.

Cabe remarca que servicios móviles como 5G, no sólo contribuyen a mejorar la conectividad de la industria, particularmente en zonas geográficas donde las no llegan las redes fijas; sino que también permiten la automatización de diferentes procesos con la posibilidad de conexión IoT. A partir de 5G es posible conseguir mayor capacidad de transmisión de datos, así como conexión de alta velocidad y baja latencia, con la posibilidad de que miles de dispositivos se conecten en el mismo lugar.

Además, 5G posibilita una comunicación ultraconfiable de baja latencia y comunicación masiva entre dispositivos inteligentes. Lo que beneficia a las empresas grandes y sus proveedores, principalmente aquellas industrias que utilizan maquinarias, automatización y manufactureras. La industria de los alimentos, la automotriz y las de ensamblado de dispositivos electrónicos en general tienen una gran oportunidad en este sentido.

MINERÍA

La industria minera de América Latina tiene en los últimos años una recuperación producto del crecimiento del Litio en el sur del continente, sumado a un aumento del precio de los metales. Este crecimiento está asociado a una creciente tecnificación de todos los procesos del sector, desde la extracción hasta los procesos administrativos de la actividad.

Las empresas mineras trabajan para implementar de forma acelerada diferentes herramientas y aplicaciones como telemetría, sensores inalámbricos y operatividad remotas. Estas posibilitan mayores rendimientos y productividad, pero también seguridad entre sus trabajadores.

Principalmente, en el campo de trabajo la tecnología permitió que cada día exista menor riesgo para los trabajadores, que debieron adquirir más calificación. Así gran parte de la actividad se desarrolla por medio de maquinarias dirigidas de manera remota, resguardando así los riesgos de accidente.

Gran parte de los trabajos de la minería se desarrollan en un centro de mando desde el que se manipulan diferentes maquinarias específicas de forma remota. Lo que precisa de una red de conectividad que garantice un gran volumen y velocidad de procesamiento de datos. En este punto los servicios 5G cobran importancia, ya que permiten la conectividad entre los trabajadores y la maquinaria, contando con una alta capacidad de transmisión de datos y una baja latencia. Ambas características son fundamentales para el desarrollo de la minería.

La baja latencia de 5G abre la oportunidad de contar con un abanico de opciones para que diferentes sensores puedan intercomunicarse en tiempo real y ofrecer mayores volúmenes de datos para tomar decisiones en tiempo real. Es decir que, además del control de la maquinaria, los dispositivos y sensores inteligentes permitirán a los operadores contar con mayor nivel de información para llevar adelante su trabajo de manera segura y eficiente.

Así las cosas, 5G es el socio ideal para que la industria minera pueda desarrollarse de forma más segura y eficiente. Tanto por medio de la automatización y el trabajo de maquinaria remoto, la industria mejorará su productividad y los índices de accidentes.

Además, 5G facilita mayor cobertura, fiabilidad y robustez, todas características fundamentales para el trabajo con maquinarias manejadas a distancia que se desarrollan en terrenos hostiles y realizan trabajos críticos. La tecnología posibilita el intercambio de datos entre múltiples dispositivos de forma simultánea, ya que posee una alta capacidad de transmisión entre más dispositivos.

Es decir, 5G es capaz de gestionar el intercambio de datos entre múltiples dispositivos simultáneamente, soportando un tráfico masivo de datos sin que la red se sature. De esta manera, además de los sensores que se usan para monitorear el suelo, poder saber donde realizar las excavaciones y prevenir derrumbes, la tecnología proporciona la oportunidad de que los operarios puedan manipular la maquinaria sin inconvenientes.

Así las cosas, 5G proporciona a la minería puntos claves como mayor capacidad, velocidad y flexibilidad de datos, capacidad para recabar información de dispositivos de forma simultánea, poder controlar maquinaria de forma remota con baja latencia. Estos beneficios lo transforman en un aliado estratégico en la digitalización de la industria.

Si bien las redes privadas son una alternativa eficiente, y en algunos casos de empresas mineras de gran tamaño pueden desarrollarse, el desarrollo de redes de telecomunicaciones por parte de los operadores establecidos en el mercado es también una opción. Por ese motivo es necesario que las autoridades pongan a disponibilidad de la industria de banda ancha móvil mayores porciones de espectro radioeléctrico. Así como también la reducción de las barreras burocráticas que existen para el tendido de nuevas redes de móviles.

AGRONEGOCIOS

El sector agropecuario tiene como desafío impulsar su productividad, así como mejorar sus productos. Adicionalmente se trata de un sector que históricamente tuvo deficiencias en su empleo, generalmente poco calificado y con escasas herramientas en el uso de la tecnología. Otro pendiente importante está relacionado en mayor formalidad entre los diferentes eslabones de la cadena de valor.

De todas maneras, existen en la región diferentes experiencias donde las tecnologías, principalmente de banda ancha móvil, tuvieron sus primeros pasos en este sector. Los servicios móviles lograron introducirse desde en el pequeño productor hasta la empresa multinacional del sector, por medio de diferentes aplicaciones.

Entre los primeros como un facilitador de información que provee la facilidad de estar al tanto de los precios de sus productos en el mercado. Permitiendo así que se tomen mejores decisiones en torno a la cosecha y se genere mayor rentabilidad en la venta de los productos. Muchos productores acceden a este tipo de información desde sus dispositivos móviles.

Otro punto importante es la aparición de diferentes startups que aprovechan el desarrollo de la banda ancha móvil para brindar servicios específicos a la agricultura familiar o pequeños productores agropecuarios. Generalmente brindan la oportunidad de acceder a información relacionada a cambios climáticos, aprovechamiento del suelo e innovaciones en torno a la producción

(siembra, cuidados y cosechas). En muchos casos también se brindan ayudas on line y capacitación a mayor innovación tecnológica.

Con las medianas y grandes empresas, de acuerdo al grado de inversión, ya se alcanzan tecnologías más sofisticadas relacionadas con datos en la nube, imágenes satelitales y dispositivos automatizados de control de riego y maleza. Los primeros posibilitan administrar la información de mejor manera, para la toma de decisiones a gran escala de las empresas. En tanto, por medio de IoT, la utilización de sensores y dispositivos conectados se pueden llevar adelante diferentes tareas relacionadas a la actividad de forma automática como el riego, el control de plagas y maleza.

A partir de la incorporación de 5G se potenciarán estas últimas aplicaciones, debido a su mayor capacidad para transmisión y velocidad de datos. La tecnología habilita a que una mayor cantidad de sensores conectados con IoT puedan enviar su información a la nube y por medio de big data se analicen cuales son los pasos más indicados a seguir. Asimismo, gracias a contar con una menor latencia, 5G permite que se puedan operar equipos de manera remota, tanto para cosechas, como para fumigación, entre otras actividades.

La tecnología también permite la automatización de otras labores como el ordeño y la cosecha de producciones extensivas. En estas últimas cobra importancia la agricultura de precisión, que incluye la inversión en maquinarias con dispositivos digitales específicos que posibilitan el control del suelo, la siembra y el cuidado de los cultivos.

Sin embargo, para poder llevar adelante estas iniciativas es necesario que exista una buena cobertura en las zonas rurales. Así como un trabajo a conciencia en la alfabetización digital del sector. Ambos elementos son habilitantes para que la tecnología pueda causar verdaderas transformaciones productivas.

En este sentido es importante que las autoridades gubernamentales cuenten con un plan de desarrollo de 5G en el mercado. Primero con mayores porciones de espectro radioeléctrico para los servicios de banda ancha móvil, pero también con políticas que reduzcan las trabas burocráticas que aún existen en muchos países de la región para desplegar redes de telecomunicaciones.

Por otra parte, es necesario que las autoridades trabajen en la reducción de las cargas impositivas que pesan sobre los dispositivos inteligentes que utilizan banda ancha móvil para ofrecer automatización en la producción. Así como para facilitar el crédito a los sectores productivos para que puedan acceder a estos dispositivos.

RETAIL

Además de potenciar los canales de venta en línea, la pandemia de Covid-19, permitió el crecimiento de toda la digitalización en el sector del comercio minorista. A las ya mencionadas presencias en la web, las redes sociales y desarrollar tiendas *on line*, en la región cobraron fuerza las billeteras digitales.

El aumento del acceso, y por lo tanto el uso, de la banda ancha permitió que tanto las empresas, como la población, pudieran aumentar su actividad en la compra y venta de productos y servicios. Situación que se vio favorecida por la gran cantidad de accesos móviles y la generación de diferentes aplicaciones móviles, que terminaron por llevar cada comercio a la palma de la mano de los ciudadanos.

Así, no sólo se potenció el comercio para cadenas de venta minorista y PyMe, sino también para emprendedores que lograron desarrollar tiendas *on line*, ofertas y marketing por medio de redes sociales, y pudieron así desarrollar su negocio. Todas estas herramientas terminaron por facilitar al pequeño comerciante la exposición de sus productos, en tanto que redujo el nivel de inversión inicial de los emprendedores aumentando así sus posibilidades de ingresar al mercado.

Estas iniciativas no sólo permitieron ganar espacios dentro de cada uno de los países, sino que, en ocasiones, sirvieron para que puedan aumentar el desarrollo de nuevos mercados a nivel internacional. Por medio del alcance de la banda ancha se abrieron las barreras geográficas de las vidrieras, que posibilitaron llevar las ofertas y productos por fuera de sus países.

De todas formas, este crecimiento encontró en la logística de venta y cobros un primer escollo. En lo que supone la entrega de los productos, muchos de los comerciantes recurrieron a envíos tradicionales por medio de correos, en tanto que otros se asociaron a aplicaciones de alcance global que subsanaban ese problema.

El caso de los cobros también tuvo un empuje de parte de las aplicaciones móviles y páginas de venta, que facilitaron el envío de dinero. Solucionando de esa manera una barrera existente en el mercado y permitiendo el acceso de una mayor porción de la población al servicio.

Entre esas aplicaciones sobresalen aquellas de los pagos electrónicos y las billeteras virtuales, que potenciaron el crecimiento de las ventas en línea. Dentro de cada uno de los mercados las aplicaciones de billeteras y pagos móviles permitieron una incipiente bancarización de una gran parte de la población, que ya no dependió de las transacciones en efectivo para vender sus productos. La posibilidad de contar con el dinero en el móvil, o recibirlo en el mismo dispositivo, potenció el sector minorista de forma exponencial.

Incluso algunas de estas aplicaciones incursionaron en ofertas crediticias de bajo nivel, permitiendo que poblaciones que hasta el momento no contaban con

estos servicios accedan. Los dispositivos móviles se transformaron en una herramienta de acceso al crédito por medio de diferentes aplicaciones de billetera móvil, potenciando así el crecimiento del comercio minorista.

El desarrollo de la banda ancha móvil, y en particular 5G, representa así una oportunidad para aumentar los mercados tanto a nivel nacional, como en el comercio transfronterizo. Pero también es una posibilidad para que una mayor porción de la población comience sus emprendimientos a nivel digital, potenciando su alcance geográfico y aumentando la cantidad de potenciales clientes de manera exponencial.

Para ello es importante que las autoridades busquen aumentar la cantidad de espectro radioeléctrico para el desarrollo de servicios de banda ancha móvil, generando agendas que posibiliten a los operadores planificar de manera eficiente el tendido de redes. Así como también es necesario que se reduzcan las trabas burocráticas que pesan sobre el tendido de infraestructura de telecomunicaciones.

Es también recomendable que se atiendan las demandas del sector retail, particularmente atendiendo las oportunidades de digitalización de los sectores de aduana y correos. Así como facilitando el desarrollo de servicios de logística que mejoren las condiciones de entrega de productos, y los estímulos a la inclusión financiera, aumentando la cantidad de personas que pueden acceder al comercio transnacional.

SALUD

La salud es uno de los pilares para mejorar las condiciones de vida de las personas, poder tener un alcance universal de calidad es una de las metas que persiguen los países de América Latina y el Caribe. Las tecnologías de banda ancha móvil pueden ser una herramienta fundamental para mejorar el acceso, facilitar la atención y educar sobre estilos de vida más saludables en la población.

Los servicios móviles posibilitarían mejorar las condiciones, organización e interacción entre el sistema de salud y los ciudadanos. La incorporación de sus aplicaciones y funcionalidades es una herramienta poderosa para las instituciones de salud, sus trabajadores, pacientes y a todo el ecosistema a la era digital.

Que cada ciudadano cuente con un smartphone pone a disposición de las autoridades de salud la oportunidad de enviar información preventiva y campañas de diferentes acciones. Además, les brinda la oportunidad de contar con aplicaciones para sacar turnos con diferentes profesionales y estar en contacto con los centros de salud.

Por otra parte, existen diferentes dispositivos *wearables* que sirven para monitorear las condiciones de salud. Desde afecciones cardíacas, hasta control de oxígeno en sangre, estos dispositivos se pueden comunicar por medio de banda ancha móvil e informar a los centros de salud ante cualquier condición anómala, ayudando a prevenir situaciones críticas.

Por sus características 5G permite que una mayor cantidad de datos se transmitan de manera simultánea desde una mayor cantidad de dispositivos, posibilitando un monitoreo más eficaz. La tecnología permite así que un flujo de datos más amplio sea transmitido a los centros de salud desde diferentes dispositivos *wearables*.

Por otra parte, durante la pandemia del Covid 19, muchos usuarios utilizaron las videollamadas para realizar consultas a distancia. Esta modalidad se extendió en algunos mercados para casos de seguimiento. En las mismas circunstancias se llevan adelante la prescripción de medicamentos crónicos, para agilizar el trabajo de los médicos y facilitar las condiciones de los pacientes. Todas prácticas donde las comunicaciones por medio de banda ancha móvil cobran importancia.

Desde el punto de vista de las instituciones, incluso las públicas, la banda ancha móvil se presenta como una herramienta de conectividad para poder llevar adelante diferentes iniciativas, en particular los centros alejados de los grandes centros urbanos. Entre ellas, la implementación de la historia clínica electrónica, que posibilita a diferentes centros de salud compartir la información de cada uno de los pacientes, agilizando de esa manera los procesos de diagnóstico y atención.

La banda ancha móvil también permite que exista conectividad en centros de atención rural, para que puedan compartir información con profesionales de zonas urbanas. En muchas zonas de la región los centros de diagnósticos por imagen están casi exclusivamente en las grandes ciudades, con lo que los habitantes tienen que trasladarse hasta allí para realizarse los estudios y llevarlos luego a sus poblados de origen, sin embargo, con la aplicación de banda ancha móvil pueden enviar de forma digital esos estudios para que sean analizados por los profesionales locales.

Para poder llevar adelante estas iniciativas es necesario que el sector tenga una visión integral sobre la importancia de aplicar la banda ancha móvil al sector. Para ello es necesario una visión que contemple a las diferentes partes involucradas, además de contar con el compromiso político a largo plazo.

Es decir que, desde los generadores de aplicaciones hasta los fabricantes de dispositivos para diagnósticos por imágenes, pasando por las autoridades del sector público y privado, deben tener una visión consensuada de cual es el horizonte del sistema de salud. Así como el rol que jugará la banda ancha móvil por medio de 5G para potenciar sus necesidades.

Por otra parte, debe existir un compromiso desde las autoridades del país para estimular la inversión en redes 5G. Políticas como una mayor disponibilidad de espectro radioeléctrico, así como la generación de agendas con futuras licitaciones de espectro son necesarias para estimular a la industria a la inversión en esta tecnología. Con la misma finalidad, es importante que se reduzcan las trabas burocráticas que existen sobre el tendido de redes de telecomunicaciones.

E-GOBIERNO

Los desarrollos de gobierno digital tuvieron un crecimiento en los últimos años, a partir de que muchas de las organizaciones de América Latina y el Caribe trabajaron en aumentar la digitalización de sus organismos. En su mayoría se trató de herramientas destinadas a mejorar la relación con los ciudadanos.

El desarrollo de servicios de banda ancha móvil, principalmente 5G, desencadenará en mejores condiciones para el despliegue de ciudades inteligentes. La tecnología posibilitará la conexión de diferentes dispositivos inalámbricos que podrán recaudar información clave de diferentes factores como tránsito, recolección de residuos, iluminación, etc.

Por medio de 5G, esta información recaudada por los dispositivos pueden ser enviados en tiempo real para que, por medio de *Big Data* y *Data Analytics*, las autoridades tomen decisiones que mejoren la calidad de vida de los habitantes. Permitiendo optimizar condiciones como consumo de energía, velocidad de circulación del tránsito, entre otros aspectos.

Asimismo, se pueden generar aplicaciones especiales para que los habitantes puedan acceder a información crítica en sus teléfonos móviles. La compartición de información que puede ser importante, como horario de recolección de residuos, zonas donde el tránsito es más fluido, o la concurrencia a los espacios públicos puede se transforma en una herramienta valiosa.

La banda ancha móvil también permite que muchos de los datos relevantes que las autoridades quieran compartir con los ciudadanos pueda estar en la palma de sus manos. De esa manera, se mejora la transparencia y la relación el en día a día con el ciudadano.

Por otra parte, tecnología como 5G brinda la oportunidad de conectar a municipios alejados de los centros urbanos con una velocidad de acceso y robustez de transmisión de datos para soportar diferentes aplicaciones que lo acerquen a una Smart City.

Es importante que exista un trabajo de educación digital para que la población pueda aprovechar estos beneficios que brindarán las Smart Citys. En ese sentido, la banda ancha móvil puede colaborar ya que tanto las redes sociales,

como aplicaciones específicas pueden servir para explicarle a los ciudadanos de cuales temas pueden sacar mayor provecho.

Asimismo, es necesario un consenso de todos los sectores de la población para que este tipo de iniciativas se pueda llevar adelante. Especialmente un trabajo con los actores privados que puedan desarrollar mayores aplicaciones, así como con el sector académico que ayude en desarrollos para que el sector público despliegue estrategias de mayor transparencia.

Asimismo, las autoridades de los organismos de gobierno deben desarrollar estrategias para potenciar el desarrollo de la banda ancha móvil en el mercado. La tecnología 5G requerirá para que estos servicios de datos inalámbricos tengan un buen desempeño porciones de espectros de bandas bajas, medias y altas. Contar con una agenda con las futuras licitaciones de espectro es una alternativa positiva en ese sentido.

EDUCACIÓN

La educación vivió un fuerte proceso de digitalización en América Latina y el Caribe durante los últimos años. Producto en gran parte de las medidas de circulación restrictivas que tomaron los países para afrontar la pandemia de Covid-19. En este entorno los servicios de banda ancha móvil se transformaron en la ventana de acceso de las escuelas a los hogares.

Las experiencias en la región marcan que ante la urgencia muchas familias recurrieron a los teléfonos móviles para poder acceder a las clases a distancia, así como para recibir y entregar los diferentes trabajos que los docentes envían a los alumnos. Las aplicaciones de video llamadas fueron clave para llevar adelante las clases y los alumnos utilizaron en su mayoría smartphones.

Así los servicios de banda ancha móvil se transformaron en un aliado del desarrollo de la educación a distancia en la pandemia. Fundamentalmente en aquellas poblaciones de menores recursos, que recurrieron a los dispositivos móviles como un alternativa para mantener la conectividad con la escuela.

Este proceso abrió la puerta a que muchas escuelas de la región mantengan los avances que habían conseguidos en términos de digitalización para la relación con sus alumnos. Asimismo, muchos Ministerios de Educación pudieron consolidar ideas iniciales asociadas a la administración, la generación de contenido y la planificación que incluya la digitalización.

En este contexto los servicios de banda ancha móvil, sobre todo con el desarrollo de 5G, permiten a las autoridades llevar adelante iniciativas de conectividad para las escuelas alejadas de los grandes centros urbanos. Pero también posibilitan que se desarrollen iniciativas de conectividad con los alumnos por fuera del ámbito escolar.

Asimismo el desarrollo de los servicios de banda ancha móvil brindan la posibilidad de que los estudiantes puedan acceder a contenidos didácticos desde un dispositivo móvil posibilita a los alumnos. Manteniendo de esa manera diferentes estímulos para avanzar dentro del crecimiento pedagógico.

Para que estas iniciativas puedan llevarse adelante es necesario que las autoridades de cada uno de los países puedan desarrollar iniciativas tendientes a aumentar el acceso a banda ancha en el mercado. Fundamentalmente a partir de mayores porciones de espectro para los servicios móviles.

CONCLUSIONES

Las administraciones de los diferentes países de América Latina y el Caribe trabajan a diario para aumentar la digitalización de los diferentes sectores que conforman la economía, así como también realizan modificaciones en sus estructuras para mejorar las condiciones digitales de sus organismos.

A lo largo de este reporte se fue detallando como la tecnología, y en particular 5G, fue ayudando a alcanzar estas metas. Entre los puntos más importante que se detallaron se destacan:

- América Latina está trabajando en la inclusión digital de sus sociedades y en aumentar la digitalización en los procesos productivos y sectores de gobierno con el objetivo de estar en línea con el resto del Mundo. En estos sentido, los servicios 5G presentan una oportunidad para que la región pueda avanzar de manera más rápida y eficiente.
- Si bien muchos países de América Latina y el Caribe trabajan en planes de digitalización y desarrollo de 5G, es necesarios que estas estrategias nacionales tengan una visión productivista de los beneficios que esta tecnología tiene para diferentes mercados verticales.
- El despliegue de 5G renovó el interés en redes privadas, debido a las mejoras que trae aparejada. Estas se presentan como una oportunidad para que diferentes sectores puedan desarrollarlas para aprovechar sus beneficios y mejorar la digitalización de sus procesos productivos. Aunque su instalación, operación y administración presentan un desafío en sí mismas, en empresas de gran tamaño puede ser determinante para implementar automatización y digitalización.
- En el sector manufacturero 5G contribuirá en varias aristas, como mejorar la conectividad interna, así como también acelerará la automatización de los procesos productivos a partir de su capacidad de mayor velocidad en transmisión de datos y menor latencia. Combinada con IoT y Big Data la tecnología posibilitará mejorar la rentabilidad.
- Para la Minería, 5G otorgará mejores condiciones de seguridad para los empleados y más rentabilidad por medio de una mayor capacidad, velocidad y flexibilidad de datos, lo que otorgará mayor información de dispositivos de forma simultánea para la toma de decisiones sobre donde realizar exploraciones. También la baja latencia posibilitará controlar maquinaria de forma remota.

- En agronegocios los beneficios de 5G abarcan casi todo el sector, desde la producción hasta la comercialización. La inclusión de la tecnología permite contar con dispositivos remotos que controlen riegos, malezas, estado del suelo, fumigación, ordeño, control de animales, pero también que ayuden a la siembra y cosecha. Para la agricultura de precisión, es un beneficio en el uso de maquinarias con dispositivos digitales específicos que posibilitan el control del suelo, la siembra y el cuidado de los cultivos. A los pequeños productores también les mejora la información sobre precios de los productos en los mercados.
- El sector Retail tuvo su explosión de digitalización en gran parte con LTE, que permitió el desarrollo de tiendas digitales y el ingreso al sector de muchos emprendedores que contaban con un dispositivo móvil como mayor infraestructura. Con el desarrollo de 5G, el sector podrá mejorar los tiempos y la cantidad de información recibida en lo que hace a logística y distribución de los productos. Así como para seguimiento y control de los mismos.
- Dentro de Salud, los servicios 5G se permitirán aumentar la cantidad de dispositivos *wearables* y de control de enfermedades, para el monitoreo de hospitales y clínicas. La capacidad de la tecnología de recibir grandes volúmenes de datos potenciará estas prácticas, ayudando a la prevención y al control de afecciones crónicas. Además puede ser de gran utilidad para la transmisión de estudios de alta complejidad a distancia, permitiendo interconsultas con especialistas en diferentes ciudades.
- Las oportunidades de mejorar las Smart City es de las mejores ofertas que presenta 5G al Gobierno Electrónico. En particular en lo que refiere a la recolección de datos de diferentes dispositivos conectados que permitirán acceder a grandes volúmenes de información en tiempo real, posibilitando que se tomen decisiones más rápidamente en temas como tránsito, iluminación, seguridad, recolección de residuos, etc.
- Los servicios móviles permitieron una transición más rápida en la Educación a distancia en la región. La posibilidad que otorga 5G de contar con mayores velocidades posibilitará que aquellas instituciones rurales puedan acceder a mayores velocidades de banda ancha.
- Es necesario que las autoridades de los diferentes países de América latina y el Caribe pongan a disposición de la industria de telecomunicaciones mayores porciones de espectro radioeléctrico. 5G requerirá de bandas bajas, medias y altas para poder ofrecer su mayor potencial al sector productivo. Es importante que exista una agenda que

posibilite a los operadores planificar de forma eficiente el tendido de sus redes.

- Deben reducirse las trabas burocráticas en lo que respecta al tendido de redes de telecomunicaciones. Es importante que se tomen medidas como la generación de una norma que aglutine las demandas de los diferentes niveles del Estado, para facilitar a los operadores el despliegue de nueva red. En esa línea es importante que se cree el concepto de ventanilla única de trámites.
- El desarrollo de 5G se transforma en una oportunidad para que América Latina y el Caribe mejoren la digitalización de diferentes sectores productivos. Potenciándose desde la automatización, la recolección de información para la toma de decisiones y la conectividad de sectores rurales entre otras mejoras.

RECONOCIMIENTOS

5G Americas es una organización sin fines de lucro compuesta por proveedores de servicios y fabricantes líderes de la industria de las telecomunicaciones. La misión de la organización es promover y abogar por el avance y las capacidades plenas de la tecnología móvil LTE y su evolución más allá de las 5G a lo largo de las redes, servicios, aplicaciones y dispositivos conectados de manera inalámbrica en el ecosistema de las Américas. 5G Americas está abocada a desarrollar una comunidad inalámbrica conectada al tiempo que lidera el desarrollo de la 5G en toda América.

5G Americas tiene su sede en Bellevue, Washington. Los miembros de la Junta Directiva de 5G Americas incluyen a Airspan Networks Inc., Antel, AT&T, Ciena, Cisco, Crown Castle, Ericsson, Liberty Latin America, Mavenir, Nokia, Qualcomm Incorporated, Samsung, Rogers Communications, T-Mobile US, Inc., Telefónica y VMware. 5G Americas quisiera reconocer el liderazgo de proyecto significativo y los importantes aportes de las compañías miembro de la Junta Directiva de 5G Americas que participaron en el desarrollo de este estudio.

CLÁUSULA DE EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

El contenido de este documento refleja la investigación, el análisis y las conclusiones de 5G Americas y pueden no representar las opiniones y/o puntos de vista individual de cada una de las empresas miembro de 5G Americas en particular.

5G Americas proporciona a usted este documento, así como la información contenida en él, para propósitos solamente informativos, para que sea usado bajo su propio riesgo. 5G Americas no asume responsabilidad alguna por los errores u omisiones de este documento. El presente documento está sujeto a revisión o eliminación en cualquier momento y sin previo aviso.

5G Americas no brinda representación o garantías (expresas o implícitas) del presente documento. Por medio de este aviso, 5G Americas no se hace responsable por cualquier cambio o modificación en el presente documento que genere un daño directo, indirecto, punitivo, especial, incidental, consecuente, o ejemplar que surja de o en conexión con el uso de este documento y la información contenida en este documento.

© Copyright 2025 5G Americas

-
- ⁱ En “En el mundo ya existen más de 700 millones de conexiones 5G”. En Brecha Cero. En <https://brechacero.com/en-el-mundo-ya-existen-mas-de-700-millones-de-conexiones-5g/>
- ⁱⁱ En “5G Use Cases”. Por 5G Americas en <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2023/11/5G-Use-Cases.pdf>
- ⁱⁱⁱ En “The Evolution of Open RAN”. Por 5G Americas en <https://www.5gamericas.org/the-evolution-of-open-ran/>
- ^{iv} En “The Evolution of Open RAN”. Por 5G Americas en <https://www.5gamericas.org/the-evolution-of-open-ran/>
- ^v En “Commercializing 5G Network Slicing” Por 5G Americas en <https://www.5gamericas.org/commercializing-5g-network-slicing/>
- ^{vi} En “Distributed Compute & Communications in 5G” Por 5G Americas en <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2022/11/Distributed-Compute-and-Communications-in-5G-InDesign.pdf>
- ^{vii} En “Mid-Band Spectrum Update”. Por 5G Americas <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2023/03/Mid-Band-Spectrum-Update-2023-Id.pdf>
- ^{viii} En “Pan Conectar”. En Telecomunicaciones y Conectividad”. Secretaría TIC de Argentina. En <https://www.argentina.gob.ar/jefatura/innovacion-publica/telecomunicaciones-y-conectividad/conectar>
- ^{ix} En “Estratégia Brasileira para Transformacao Digital”. Por Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, En <https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/comunicados-mcti/estrategia-digital-brasileira/estrategiadigital.pdf>
- ^x En “Estrategia de Transformación digital Chile Digital 2035”. En CEPAL. En https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/estrategia_de_transformacion_digital_chile_2035_.pdf
- ^{xi} En “Índice de Brecha Digital Regional 2021”. En MinTIC. En <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-238353.html>
- ^{xii} En “5G Use Cases”, por 5G Americas <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2023/11/5G-Use-Cases.pdf>
- ^{xiii} En “5G Use Cases”, por 5G Americas <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2023/11/5G-Use-Cases.pdf>
- ^{xiv} En “Estudio Económico de América Latina y el Caribe. Dinámica y desafíos de la inversión para impulsar una recuperación sostenible e inclusiva” Por CEPAL https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48077/S2200607_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- ^{xv} En “Hecho en América Latina. Fabricación inteligente y una nueva esperanza de industrialización en la región”. Por Nicolás Grosman, Hernán Braude, Sebastián Rovira, Alejandro Patiño. En CEPAL <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47567-hecho-america-latina-fabricacion-inteligente-nueva-esperanza-industrializacion>
- ^{xvi} En “Hecho en América Latina. Fabricación inteligente y una nueva esperanza de industrialización en la región”. Por Nicolás Grosman, Hernán Braude, Sebastián Rovira, Alejandro Patiño. En CEPAL <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47567-hecho-america-latina-fabricacion-inteligente-nueva-esperanza-industrializacion>
- ^{xvii} En “Hecho en América Latina. Fabricación inteligente y una nueva esperanza de industrialización en la región”. Por Nicolás Grosman, Hernán Braude, Sebastián Rovira, Alejandro Patiño. En CEPAL <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47567-hecho-america-latina-fabricacion-inteligente-nueva-esperanza-industrializacion>
- ^{xviii} En “Hecho en América Latina. Fabricación inteligente y una nueva esperanza de industrialización en la región”. Por Nicolás Grosman, Hernán Braude, Sebastián Rovira, Alejandro Patiño. En CEPAL <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47567-hecho-america-latina-fabricacion-inteligente-nueva-esperanza-industrializacion>
- ^{xix} En “Impacto de la digitalización en minería”. Por Camiper <https://camiper.com/investigacion-por-camiper-escuela/impacto-de-la-digitalizacion-en-mineria>
- ^{xx} En “Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/65). O. Sotomayor, E. Ramírez y H.

Martínez (coords.), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2021

^{xxi} En “Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/65). O. Sotomayor, E. Ramírez y H. Martínez (coords.), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2021

^{xxii} “El comercio digital en América Latina: ¿qué desafíos enfrentan las empresas y cómo superarlos?”. Por K. Suominen, serie Comercio Internacional, N° 145 (LC/TS.2019/76), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019

^{xxiii} En “La gran oportunidad de la salud digital en América Latina y el Caribe”. Por Bagolle, Alexandre; Casco, Mario; Nelson, Jennifer; Orefice, Pablo; Raygada, Georgina; Tejerina, Luis. En Banco Interamericano de Desarrollo. En <https://publications.iadb.org/es/la-gran-oportunidad-de-la-salud-digital-en-america-latina-y-el-caribe>

^{xxiv} En “La gran oportunidad de la salud digital en América Latina y el Caribe”. Por Bagolle, Alexandre; Casco, Mario; Nelson, Jennifer; Orefice, Pablo; Raygada, Georgina; Tejerina, Luis. En Banco Interamericano de Desarrollo. En <https://publications.iadb.org/es/la-gran-oportunidad-de-la-salud-digital-en-america-latina-y-el-caribe>

^{xxv} En OCDE “Recommendation of the Council on Digital Government Strategies”. Public Governance and Territorial Development Directorate. En <https://www.oecd.org/gov/digital-government/Recommendation-digital-government-strategies.pdf>

^{xxvi} “Gobernanza digital e interoperabilidad gubernamental: una guía para su implementación”. Por A. Naser (coord.), Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/80), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

^{xxvii} En “Activando el Aprendizaje Móvil: Temas Globales”. Por Mark West. En UNESCO <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002164/216451s.pdf>