WHITE PAPER #2 | AGOSTO 2020

Wi-Fi 6E: La evolución del Wi-Fi estimula a renovar el modo de pensar la conectividad y manejar el espectro

Sponsored by:
CISCO

El Wi-Fi evoluciona y estimula oportunidades

Wi-Fi (Wireless Fidelity) se ha convertido en una tecnología omnipresente, proporcionando conexiones para millones de dispositivos; y es hoy la primera opción de muchos usuarios para acceder al mundo del internet, reemplazando gradualmente el acceso por cable. Las soluciones que se basan en el uso libre o en modo no licitado del espectro de frecuencia, han estado avanzando de manera significativa en sus modelos de aplicación recientemente, incluso en la novedosa modalidad dinámica y compartida de asignación, como es el caso de *Citizen Broadband Radio Service (CBRS)* que hoy se está desarrollando en los Estados Unidos en la banda de 3.5 GHz.

Para adaptarse a la demanda de nuevas aplicaciones de servicio y reducir la brecha con el ancho de banda de la red cableada, cada generación de estándares 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) constantemente ha ido evolucionando en temas de velocidad, latencia, seguridad, etc. Para determinar la generación a la que pertenece cada dispositivo Wi-Fi, la Wi-Fi Alliance (la red mundial de compañías que ofrece Wi-Fi) ha

designado a los estándares IEEE una identificación particular: Wi-Fi 4 (802.11n), Wi-Fi 5 (802.11ac), y Wi-Fi 6 (802.11ax).

El Wi-Fi 6, la generación más reciente lanzada comercialmente en septiembre de 2019, mejora considerablemente el rendimiento inalámbrico en múltiples facetas, proporcionando una experiencia nueva y mejorada al usuario final en comparación con versiones anteriores. Para lograr esto, Wi-Fi 6 cuenta con características completamente nuevas como OFDMA, MU-MIMO, TWT, color BSS y nuevos esquemas de modulación (ver detalle a continuación), los cuales trabajan de manera conjunta para permitir una conectividad más activa, sin cuellos de botella ni degradación del rendimiento. Esto le permite entregar, de manera eficiente, mayor capacidad a más dispositivos, reduciendo la congestión y brindando una mayor calidad en despliegues de alta densidad. En la actualidad, ya existen *routers*, dispositivos y terminales móviles con Wi-Fi 6, de diferentes marcas y modelos de los grandes fabricantes del mercado mundial.

Al ofrecer todas las características mencionadas anteriormente, Wi-Fi 6 es considerado clave para permitir que se desarrollen nuevas soluciones y aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada (AR) y la Realidad Virtual (RV). También trae consigo una experiencia más fluida para las ofertas de servicios que requieran transmisión de alta definición (HD) como 4K/8K. Además del aumento exponencial de las aplicaciones y dispositivos del Internet de las cosas (IoT) y 5G, lo que hace que Wi-Fi 6 sea un complemento ideal para el desarrollo de estas y otras tecnologías.

FIGURA 1

Algunas funcionalidades facilitadas con Wi-Fi 6

La disponibilidad de dispositivos con Wi-Fi 6 se irá consolidando cada vez más con la creciente demanda de las aplicaciones mencionadas, tanto en el sector privado como en el público, tales como aeropuertos, transporte público, comercios, ciudades inteligentes, minoristas/mayoristas, campos deportivos, atención médica, entre otros. Proveedores como Cisco estiman que más de la mitad de todo el tráfico mundial comienza o termina en Wi-Fi. Del tráfico móvil de 4G, por ejemplo, un 59% se hace *offload* a Wi-Fi y se espera que llegue al 71% con

5G. Se calcula que los puntos de acceso de Wi-Fi públicos llegarán a 628 millones para el 2023, frente a los 169 millones que se registraban en el 2018, lo que representa un crecimiento del 27%. Cisco estima que los puntos de acceso con Wi-Fi 6 representarán el 11% del total en el 2023[1].

FIGURA 2 **Valor económico global de Wi-Fi**

Fuente: Estudio TAS 2018 comisionado por la Wi-Fi Alliance

El uso del Wi-Fi está globalmente extendido, tanto es así que según un estudio realizado por el *Wi-Fi Alliance* en 2018[2], se estima que el Wi-Fi proporcionaba un valor económico global de $1.96 billones de dólares en ese año. Para el año 2023, se espera que su contribución llegue a unos $3.47 billones de dólares. Trabajos como estos, son los que han llevado a los propulsores del Wi-Fi a solicitar la habilitación de más espectro no licenciado para seguir estimulando este ecosistema y sus beneficios.

El Wi-Fi y 5G van a jugar roles complementarios para satisfacer las distintas demandas y especificidades de conectividad. Tal como podemos ver en la Figura 3, las distintas modalidades de optimización por las que ambas tecnologías han sido diseñadas, tanto en lo que es puertas adentro (privilegiando la capacidad y la densidad) o en exteriores (privilegiando la cobertura y la movilidad) van a permitir un sinnúmero de aplicaciones y usos. El uso de espectro licenciado y manejado por operadores va a necesitar de la acción subsidiaria y complementaria de el espectro no licenciado y manejado por cada emprendimiento u hogar.

FIGURAA 3 **Optimización y complementariedad de 5G y Wi-Fi 6**

Fuente: SmC+ adaptado de CISCO

Principales características del Wi-Fi 6

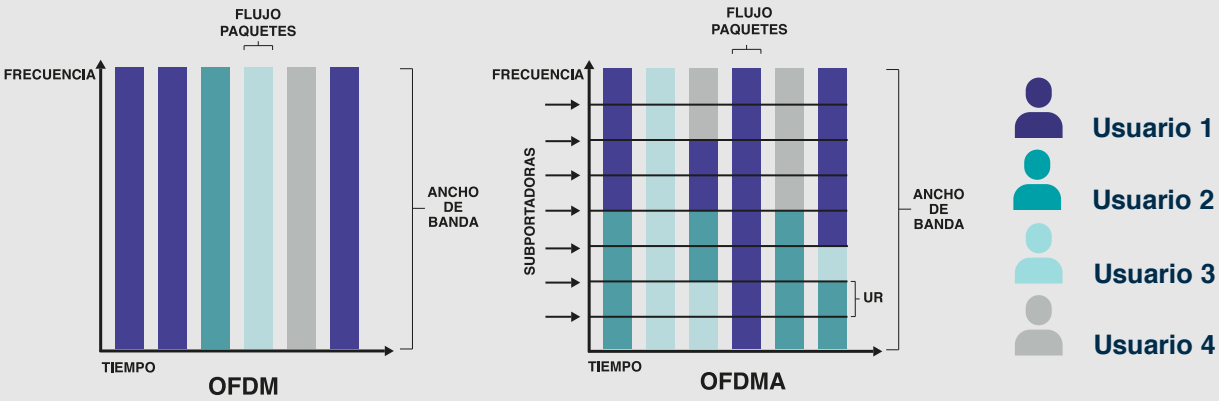
La sexta generación de Wi-Fi es la más versátil y rápida hasta el momento. Está desarrollada para una mayor capacidad y ofrece velocidades de hasta seis veces más rápidas que el estándar previo (802.11ac). Estas bondades se dan principalmente gracias a las siguientes características:

A. Acceso Múltiple por División de Frecuencias Ortogonales (OFDMA):
Esta tecnología divide los canales existentes del estándar 802.11 (20, 40, 80 y 160 MHz) en subcanales más pequeños con un número predefinido de subportadoras. Los subcanales más pequeños son llamados Unidades de Recursos (UR) con un tamaño mínimo de 26 subportadoras. Basado en la necesidad de tráfico de múltiples usuarios, el Punto de Acceso (PA) decide cómo elegir el canal, asignando siempre todos las URs disponibles en el enlace *uplink* y *downlink.* En el caso de que solamente un usuario demande un canal, puede asignar el canal completo a un usuario a la vez (tal como lo hace el estándar 802.11ac actualmente) o puede particionarlo para servir a múltiples usuarios simultáneamente, consiguiendo menor latencia y mayor eficiencia de la red.

B. MU-MIMO (Multi-User – Multiple Input Multiple Output): Es una tecnología que permite aumentar la capacidad del canal al dar servicio simultáneamente a múltiples dispositivos, utilizando los mismos fragmentos de frecuencia. Es decir, el PA calcula una matriz de canales para cada usuario y transmitirá simultáneamente a diferentes usuarios; cada transmisión contiene paquetes específicos para su usuario específico.

C. Tecnología de modulación 1024-QAM (Modulación de Ampliación de Cuadratura): El Wi-Fi 6 tiene un esquema de modulación más alto, pasando de 256-QAM a 1024-QAM, lo que se traduce en un mejor rendimiento y una capacidad mayor de 25% mayor con 10 bits por símbolo.

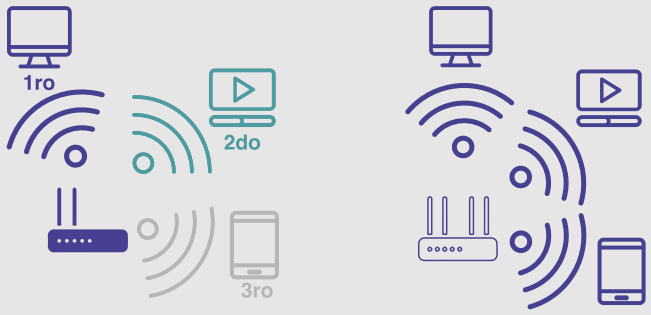
FIGURA 4 Modo de trabajo de OFDM Vs OFDMA



Las generaciones anteriores de Wi-Fi utilizan todo el canal para transmitir datos, y cada dispositivo espera su turno para poder transmitir.

Utilizando OFDMA en Wi-Fi 6 se programa el tráfico, asegurando que cada dispositivo tenga suficiente tiempo de conexión y ancho de banda.

FIGURA 4 **SU-MIMO y MU-MIMO**



Single-User MIMO en generaciones anteriores. Wi-Fi a un dispositivo a la vez

MU-MIMO en Wi-Fi 6. Wi-Fi a múltiples dispositivos a la vez, a la misma velocidad

D. Reutilización espacial con código de colores:
Para mejorar el rendimiento a nivel del sistema y el uso eficiente de los recursos del espectro en escenarios de implementación densa, el estándar 802.11ax implementa una técnica de reutilización espacial. Las estaciones inalámbricas pueden identificar señales de Conjuntos de Servicios Básicos (BSS) superpuestos y tomar decisiones sobre contención de medios y gestión de interferencias basadas en esta información. Lo que hace el código de colores es reducir gradualmente las interferencias asignando colores para una mejor identificación. Se identifican con código de colores cada estación inalámbrica para que la interferencia de otros dispositivos no se incluya en la conexión. Cuando el punto de acceso detecta una conexión, comprueba el código de color y decide.

E. Ahorro de energía con "Target Wake Time (TWT)":
Un PA puede negociar con los dispositivos inalámbricos participantes el uso de la función TWT para definir un tiempo específico o un conjunto de horas y para que estaciones individuales accedan al medio. Los dispositivos y el PA intercambian información que incluye una duración de actividad esperada. De esta forma, el PA controla el nivel de contención y superposición entre los dispositivos que necesitan acceso al medio. Los dispositivos con estándar 802.11ax pueden usar TWT para reducir el estado de suspensión hasta que llegue su TWT. El impacto de esta funcionalidad se refleja, por ejemplo, en el ahorro de la energía en los dispositivos móviles.

En resumen, las ventajas de Wi-Fi 6 son:

- **Mejor rendimiento en ambientes con alta demanda:** Mejora el rendimiento promedio por usuario en entornos densos o congestionados;
- **Mayor velocidad:** Entrega una tasa de datos pico más alta para un solo dispositivo;
- **Incrementa la eficiencia de la red:** Aprovecha al máximo los recursos de las tecnologías con las que trabaja para tener una latencia baja; y
- **Mejora la eficiencia de la batería de los dispositivos:** Permite configurar horarios para que los dispositivos no estén todo el rato conectados a la red y solo lo hagan cuando sea necesario

La importancia de habilitar la banda 6 GHz para uso no licenciado

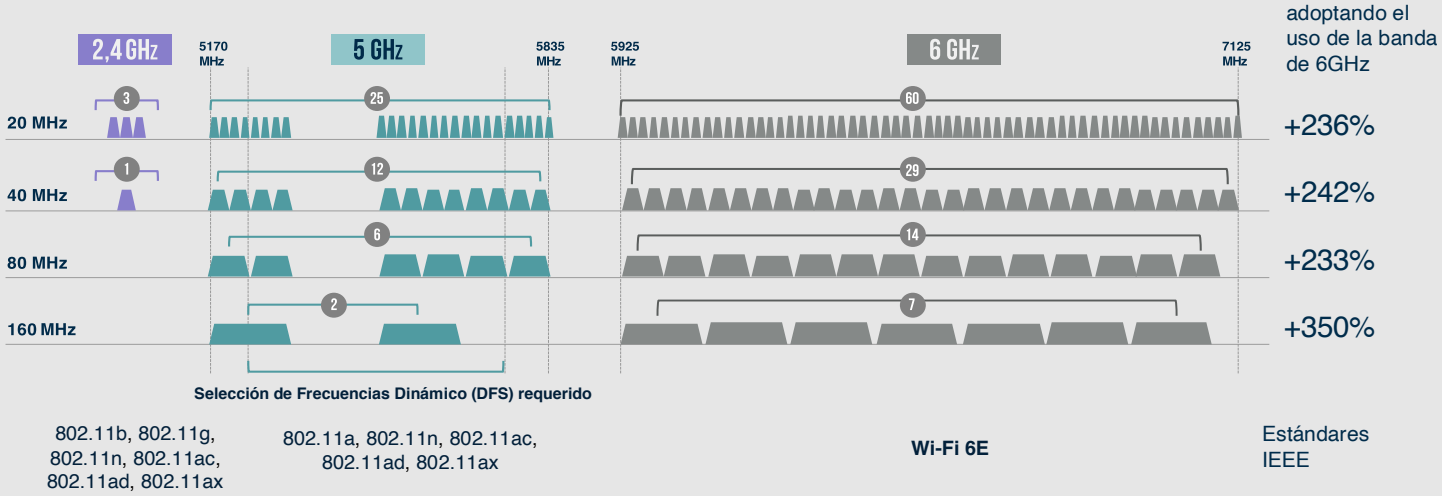
El constante crecimiento del uso de Wi-Fi hace que el espectro de uso no licenciado disponible en las bandas existentes de operación de 2.4 GHz y 5.8 GHz empiece a ser insuficiente. La asignación de espectro no licenciado no ha aumentado al ritmo de todo el crecimiento que ha tenido el Wi-Fi, ocasionando que la industria que basa sus aplicaciones en estas tecnologías demande a las autoridades regulatorias considerar la expansión de los canales para el uso libre en dispositivos de corto alcance sobre la banda de 6 GHz (5925 – 7125 GHz) que está asignada para uso móvil, pero que permite una utilización compartida y complementaria con los servicios establecidos.

Es importante mencionar que, dentro de la banda de 5 GHz, existen canales llamados DFS (Selección Dinámica de Frecuencia) que no pueden ser utilizados por el Wi-Fi, debido a que son destinados al uso de radares de comunicación. Los enrutadores de Wi-Fi que utilizan estos canales están programados para apagarse cuando detectan señales de radar, o para probablemente cambiar a otro canal.

Esto hace imposible que un enrutador utilice frecuencias si está localizado cerca de un aeropuerto u otras instalaciones de seguridad del gobierno, puesto que la mayoría de estos equipos no dan opciones de seleccionar los canales DFS. Una gran ventaja de la banda de 6 GHz es que no tienen canales DFS, por lo que aprovecha su banda al máximo.

Según un estudio de Telecom Advisory Services (TAS) publicado en abril de 2020[3], el valor económico resultante de hacer posible que los dispositivos sin licencia trabajen en la banda de 6 GHz agregando velocidades más significativas para la industria, alcanzaría un valor total de US$ 83.06 mil millones de dólares de contribución al PIB (Producto Interno Bruto) de los

FIGURA 4 **Canales y bandas del Wi-Fi**



EE.UU. entre los años 2020-2025. Aquí se destaca que US$ 67.78 mil millones de dólares provienen del llamado “excedente del productor” y US$ 2,92 billones de dólares en “el excedente del consumidor” a lo largo de esos 5 años, debido a la mayor eficiencia de los dispositivos y el ahorro en soluciones actuales y proyectadas. La contribución al PIB de una mayor velocidad de internet gracias a la banda de 6 GHz en ese país, fue estimada en US$ 13,25 mil millones. Estos valores están por encima de los beneficios derivados por otras bandas, y se debe principalmente a la capacidad de contener canales más anchos que van a permitir un tráfico mayor y menor latencia.

A pesar de la creciente dependencia y uso del Wi-Fi, el espectro de uso libre sobre el cual funcionan estos dispositivos, el espectro asignado sigue siendo como era hace 12-15 años.

En la mayor parte del continente americano hay dos categorías básicas de titulares en esta banda: enlace ascendente satelital y microondas, con algunos microondas fijos y algunos móviles. El enlace terrestre está poco afectado por el uso terrestre y, en cualquier caso, ya está gestionando emisiones de microondas terrestres mucho más intensas. Por otra parte, los usos fijos de microondas son típicamente elevados en estructuras de antenas grandes, son altamente direccionales y están diseñados para ser altamente robustos. La gran mayoría de los dispositivos de uso no licenciado en este rango serían de baja potencia y de uso en interiores, con lo cual el uso compartido puede coordinarse efectivamente. La importancia de los enlaces fijos existentes puede garantizarse efectivamente a través de la coordinación de uso de las frecuencias y dispositivos. Habilitar el uso compartido va a permitir maximizar el uso del espectro.

Estas consideraciones sirvieron de soporte para que el 23 de abril de 2020, la **Comisión Federal de Comunicaciones de EEUU (FCC)**, adoptara nuevas reglas para la banda de 6GHz, liberando 1200 MHz (5.925-7.125 GHz) para uso de espectro no licenciado. La FCC espera que este espectro se utilice para conectar dispositivos de Internet de las cosas (IoT) y para expandir el acceso de banda ancha en áreas rurales y desatendidas de los Estados Unidos.
Ya en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 (CMR-19) de la UIT se había iniciado una disputa por el uso de 100 MHz en la parte alta de la banda de 6 GHz (7025-7125 MHz) en la Región 1, para que su utilización sea en modo flexible y no

FIGURA 5

Evolución de las decisiones regulatorias en la banda 6GHz

23 abril 2020
La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) anunció la liberación de 1200 MHz para uso de espectro no licenciado en la banda de 6GHz.

6 mayo 2020
La Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) de Brasil abrió la posibilidad del uso de la banda de 5925–7125 MHz para Wi-Fi y va a definir niveles de potencia para homologar los dispositivos para septiembre de este año.

26 junio 2020
Corea del Sur lanzó una consulta pública para la modificación de reglamentos y propuesta para el Wi-Fi en la banda de 6 GHz. La consulta concluye el 24 de agosto de 2020.

24 de julio 2020
El Reino Unido aprobó la atribución de 500 MHz a banda baja de 5925-6425 MHz) para la operación de Wi-Fi y otras redes de área local luego de que en enero comenzó una consulta pública sobre el tema.

ponerla en estudio para las tecnologías de espectro licenciado IMT (Telecomunicaciones Móviles Internacionales), algo que retrasaría el uso del nuevo equipamiento de Wi-Fi que está próximo a estar disponible a fines de 2020. Esta posición era respaldada por China, varios países africanos, proveedores tradicionales como Huawei y Ericsson y asociaciones como la GSMA en representación de los operadores. La decisión final podría estar pendiente hasta la próxima Conferencia en el 2023.

Más allá de estas pugnas, otros reguladores han comenzado a actuar para habilitar la ampliación del uso del Wi-Fi. El 6 de mayo de 2020, la **Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil (ANATEL)**, aprobó la revisión del *"Reglamento sobre Equipos de Radiocomunicaciones de Radiación Restringida"* para incluir la posibilidad de utilizar 1200 MHz de espectro no licenciado en la banda 6 GHz (5.925-7.125 GHz), para equipos de Wi-Fi 6. Dentro de los 90 días siguientes, la ANATEL redactará las reglas para implementar la decisión sobre los límites de potencia aplicables y sobre cómo proteger a los actuales titulares de espectro de posibles interferencias perjudiciales. ANATEL también decidió extender los límites de potencia aplicables a los dispositivos de corto alcance que operan en la banda de 5.150-5-350 GHz, incluidos los enrutadores Wi-Fi. Las reglas revisadas sobre dispositivos de corto alcance entrarán en vigor en septiembre de 2020.

También, el Reino Unido recientemente en julio de 2020 aprobó el uso de 500 MHz para servicios no licenciados en el segmento bajo de 6 GHz (5925-6425 MHz) para uso en interiores (hasta 250 mW) y de muy baja potencia en exteriores (25 mW), con algunas condiciones para evitar interferencias con los servicios fijos y satelitales existentes en la banda. De este modo se transformó en el segundo país en habilitar esta banda para responder a las necesidades de consumo futuro.

En el resto de Europa todavía no han tomado una postura sobre nuevos usos de la banda de 6 GHz, sin embargo, se estima que liberarán solamente 500 MHz de los 1200 MHz (en consonancia con el Reino Unido) para el uso de espectro no licenciado.

Finalmente, en el continente asiático también empiezan a verse novedades: el 26 de junio de 2020, Corea del Sur fue el primer país en lanzar una consulta pública sobre una enmienda a los estándares técnicos, lo que significa que abrirían la posibilidad para una propuesta de nueva regulación. La consulta pública del documento que describe las nuevas reglas y propuestas para el Wi-Fi 6 en la banda de 6GHz, está vigente hasta el 24 de agosto de 2020.

Desde SmC+ vemos una tendencia creciente al uso compartido del espectro, elemento que resulta clave para maximizar el valor de lo que es un recurso natural escaso. La división en capas de servicios y usos va a ser una solución cada vez más frecuente en tanto ya lo permiten las nuevas tecnologías dinámicas de radio y software, proporcionando un sinfín de nuevos casos de uso para los consumidores y las empresas en áreas como educación, salud, comercio e industria.

Wi-Fi 6 + 6 GHz = Wi-Fi 6E

El Wi-Fi 6E es la extensión del Wi-Fi 6 para la banda de 6 GHz, en el cual se les agregan 1200 MHz más de espectro disponible en canales de 20, 40, 80 y 160 MHz a los dispositivos operando en el nuevo estándar, habilitando que opere hasta los 7.125 MHz.

La extensión de Wi-Fi 6 puede utilizar hasta 14 canales adicionales de 80 MHz o 7 canales adicionales de 160 MHz en esta nueva banda, en función de la gestión de la conexión de la estación inalámbrica. Los dispositivos Wi-Fi 6E aprovechan estos canales más amplios y una capacidad adicional, para ofrecer un mayor rendimiento de la red y admitir más usuarios de Wi-Fi simultáneamente, incluso en entornos con alta densidad y congestionados. Los problemas comunes que se tenían en ambientes donde llegaban señales de otros puntos de acceso inalámbricos cercanos y causaban interferencia y congestión por la utilización del mismo canal, se reducen considerablemente.

Otro atributo importante es que Wi-Fi 6E puede desarrollar mayores velocidades (un incremento teórico del 30%, es decir, hasta aproximadamente 10.4 Gbps) gracias a que dispone de un mayor número de canales en las bandas adecuadas para transmitir grandes cantidades de datos. Sin embargo, al trabajar en frecuencias altas, la penetración y alcance serán menores, lo que hace necesario estar más cerca del punto de acceso para experimentar esas virtudes. Por último, ésta nueva solución tiene una latencia de 3 milisegundos; comparada con la generación previa, la latencia en entornos con alta densidad se reduce más de 8 veces.

FIGURA 6 **Atributos del Wi-Fi 6E**

Actores que impulsan el desarrollo del Wi-Fi 6

La última versión Wi-Fi 6E traerá mayores avances tecnológicos que introducirán nuevos casos de uso y acelerarán la conectividad con redes de nueva generación. Hay varios actores clave que están desarrollando soluciones para el uso del espectro no licenciado y que propician la habilitación de la banda de 6 GHz para Wi-Fi, entre algunos de ellos podemos citar a:

Cisco

Está trabajando en la tecnología OpenRoaming, para que las señales Wi-Fi 6 puedan conectarse a las redes de acceso radio (RAN) e integrarse de forma sencilla al núcleo 5G, gracias a que la arquitectura 5G separa el núcleo de la red y las redes de acceso. Cisco cree plenamente que *OpenRoaming* tendrá el mayor impacto en la transformación de la experiencia de Wi-Fi. Con un acceso perfecto y la incorporación a redes Wi-Fi, los usuarios tienen acceso a Wi-Fi seguro, confiable y de alta velocidad a través de miles de millones de PAs a nivel mundial. Adicionalmente con la creación del RF ASIC, un circuito integrado que ejecuta tareas de alta demanda tales como la inteligencia espectral (también conocido con Clean Air) entre otras, permite ejecutar este tipo de tareas de manera más eficiente y sin afectación al procesamiento principal del PA.

Facebook

Ha reconocido constantemente que el Wi-Fi es una tecnología clave y rentable para conectar el mundo a gran escala. Motivo por el cual ha invertido activamente en una serie de productos que usan esta tecnología de manera innovadora y ha participado en esfuerzos de impulso que condujeron a la mayor asignación de Wi-Fi de banda media de la historia, 1200MHz (Wi-Fi 6E). Facebook ofrece soluciones de ecosistemas de Wi-Fi y a su vez está invirtiendo en nuevas categorías de dispositivos Wi-Fi de Realidad Aumentada/Realidad Virtual (AR/VR) con Oculus y Portal. También se está asociando activamente en iniciativas globales de código abierto lideradas por la comunidad, como la de "Wi-Fi abierto" del Telecom Infra Project (TIP).

Intel

Está desarrollando la tecnología de Wi-Fi chipset de próxima generación para puntos de acceso y PCs optimizadas para 6 GHz, con el objetivo de aprovechar aún más las capacidades de Wi-Fi 6 como los canales de 160 MHz y la administración de acceso a la red en la nueva banda de espectro. Por otro lado, Intel se encuentra en pruebas de la nueva tecnología Wi-Fi, en preparación para el lanzamiento de la certificación WFA en enero de 2021, de la extensión 6E, y ayudando a los fabricantes de equipo original (OEM) de PCs, enrutadores y *gateways* con soluciones que ofrecerán experiencias inmejorables en dispositivos Wi-Fi 6E cuando estén disponibles.

Qualcomm

Recientemente lanzó al mercado productos de Wi-Fi 6E que incluyen dos nuevas plataformas móviles y cuatro nuevos conjuntos de chipsets, entre los cuales se encuentra el primer chipset del mundo con capacidad de alcanzar velocidades de conectividad máximas de 10 Gbps utilizando su propia modulación 4K QAM desarrollada por ellos mismos. Este tipo de modulación permite impulsar un rendimiento en un 20% por encima del estándar Wi-Fi 6E de 1024-QAM. La función 4K QAM ofrece un aumento en el rendimiento para juegos mejorados y transmisión ultra HD. La configuración para la unidad tribanda

de alta gama que tiene Qualcomm (Qualcomm Networking Pro 1610) es de 4 (2.4GHz) + 8 (5GHz) + 4 (6GHz) conexiones (en total, 16 conexiones), mientras que los otros tres modelos más asequibles proporcionan 6, 8 y 12 conexiones. Todos los chipsets de nueva generación tienen una capacidad para administrar y mantener la conectividad de hasta 2000 usuarios simultáneamente, brindando estabilidad de red y un rendimiento constante.

Conclusión

Queda claro que la oportunidad es enorme para América Latina. La banda de 6 GHz ya ésta habilitada en EE.UU. para el uso sin licencia, por lo que los fabricantes estiman que haya equipamiento disponible utilizando esta banda hacia finales del 2020. Esto es una señal muy fuerte para toda la Región 2 de la UIT (Américas).

El Reporte Anual de Internet de CISCO (2018-2023) ya estimaba que para 2023 haya 470 millones de usuarios de internet con más de 2.100 millones de dispositivos conectados en América Latina, de los cuales el 51% van a estar conectados vía cable o Wi-Fi con velocidades promedio de 59.3 Mbps, representando un crecimiento de 3.8 veces de 2018 (15.7 Mbps).

Los puntos de acceso de Wi-Fi de la región van a crecer cinco veces entre 2018 y 2023 de 11,4 millones a 22,9 millones respectivamente, en tanto va a ser útil para brindar soluciones de conectividad no sólo urbanas sino también suburbanas, y ser de ayuda efectiva para el cierre de la brecha digital[1].

Notas y Recursos

[1] Cisco, Reporte Anual de Internet (2018-2023), actualizado al 9 de marzo de 2020.

[2] Wi-Fi Alliance, The Economic Value of Wi-Fi: A Global View (2018 and 2023), study was commissioned by Wi-Fi Alliance® and completed by Telecom Advisory Services LLC (TAS), disponible en https://www.wi-fi.org/value-of-wi-fi

[3] Wi-Fi Forward, Assessing the Economic Value of Unlicensed Spectrum Use in 5.9 and 6 GHz bands, 2020, disponible en http://Wi-Fiforward.org

Dorai, Greg, The Future is Now! Presenting the Cisco Catalyst 9100 Wi-Fi 6 Access Points, article of May 2019

Cisco, OpenRoaming: Seamless, Secure Public Wi-Fi Onboarding At-a-Glance, article of January 27, 2020.

Cisco, ¿Qué es Wi-Fi 6? Artículo web.

Autor

Mauricio Fernández Rodríguez

Ingeniero de Telecomunicaciones, con una MBA y una Especialidad en Estrategia y Transformación Digital del European Business School - EUDE, con más de 10 años de experiencia en regulación y políticas públicas en el área TELCO, trabajando como Project Manager en procesos regulatorios en Nuevatel, asesorando al sector público en el desarrollo de normativas y como Corresponsal en Cullen International.

Contacto:
mauricio@smcplusconsulting.com

SMC+
DIGITAL PUBLIC AFFAIRS

Es una firma de estrategias de tecnología y asuntos públicos digitales enfocada en América Latina. Hoy esta sirviendo a empresas y organizaciones internacionales líderes a entender y actuar en el complejo contexto regional en temas como tecnologías 4.0, innovación, plataformas, infraestructura digital, educación virtual, ciberseguridad, medio ambiente y políticas institucionales para la transformación digital.

Más información: www.smcplusconsulting.com

Contacto: info@smcplusconsulting.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE MATERIAL SIN CITA O AUTORIZACIÓN.