

Evidencia Internacional sobre Open RAN y posibilidades de su uso en México

Centro de Estudios y Unidad de Política Regulatoria

Agosto 2023

Contenido

Antecedentes del Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México, así como de la Mesa 4 de este Comité.....	3
I. Introducción.....	3
II. Características principales de la arquitectura Open RAN	5
A. Modularidad y flexibilidad	5
B. Desagregación de hardware y software.....	7
C. Estándares abiertos e interfaces	7
D. Interoperabilidad y compatibilidad	8
E. Soporte para redes 5G.....	8
III. Ventajas y desafíos de Open RAN.....	9
A.- Ventajas.....	9
B.- Desafíos	13
IV. Experiencia internacional y casos (iniciales) de éxito en el despliegue de Open RAN en distintos países	18
A.- Casos de éxito en América Latina.....	20
V. Acciones para impulsar Open RAN emprendidas por las autoridades regulatorias de las telecomunicaciones en diversos países, así como por los gobiernos y organizaciones internacionales.	21
VI. Recomendaciones al gobierno y al IFT para impulsar Open RAN	38
A.- Establecimiento de un marco regulatorio favorable	38
B.- Promoción de la competencia y diversidad de proveedores	39
C.- Colaboración con la industria y los organismos de estandarización internacionales....	40
D.- Gestión eficiente del espectro y asignación de frecuencias para el despliegue de Open RAN	40
VII. Conclusiones y recomendaciones preliminares.....	41
A.- Impacto potencial en la industria de las telecomunicaciones y la sociedad	42
B.- Retos y desafíos por superar para lograr la adopción exitosa de Open RAN	43
C.- Importancia de la cooperación entre gobiernos, autoridades regulatorias y la industria	
45	
D.- Rol clave de las autoridades regulatorias y los gobiernos en el impulso de Open RAN	45
Bibliografía.....	47

Antecedentes del Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México, así como de la Mesa 4 de este Comité

El 6 de octubre de 2021 el Pleno del Instituto aprobó el Acuerdo mediante el cual se establece el Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México, el cual surge a partir de la identificación de la importancia que la tecnología 5G tiene para el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones, que son fundamentales para la economía y la sociedad mexicanas. Por ello el Pleno del IFT consideró necesario establecer mecanismos para que las partes interesadas aporten elementos y coadyuven en un adecuado desarrollo y despliegue de 5G en nuestro país. En este sentido, el despliegue de 5G requiere de la detección temprana de barreras y de aspectos regulatorios diversos que promuevan su adopción oportuna, en respuesta a las demandas sociales de incrementar la cobertura de calidad de los servicios de telecomunicaciones.

Para atender las tareas que debe realizar el Comité, se establecieron seis mesas de trabajo que atienden los temas fundamentales para que la tecnología 5G se consolide en México y su aplicación sea fructífera para los mexicanos. Dentro de éstas, se creó la Mesa 4 que se enfoca en “aspectos regulatorios para 5G”. De manera particular en el Plan de Trabajo del Comité 5G se estableció que en esta Mesa 4, entre otros aspectos, se abordará la “Evaluación de Open RAN como esquema para compartición de infraestructura, identificación de posibles barreras regulatorias para su implementación y, en su caso, alternativas para removerlas”, reconociendo la importancia de una nueva arquitectura de la red de radio denominada Open RAN, la cual puede ser muy útil no sólo para el despliegue de la tecnología 5G sino también por las ventajas que puede tener para impulsar la cobertura universal de los servicios de telecomunicaciones.

Derivado de lo anterior, en las sesiones Segunda, Sexta, Octava y Novena de la Mesa 4 diversos integrantes realizaron presentaciones y aportaciones sobre diversos asociados a Open RAN, por lo que el trabajo que se presenta a continuación se enfoca en esta nueva arquitectura a partir de los elementos discutidos y desarrollados por el Instituto Federal de Telecomunicaciones mediante un proceso de investigación complementario. El propósito de este proceso es generar un Documento de Trabajo que pueda lograr el consenso de los integrantes de la Mesa 4, de conformidad con las Reglas de Operación del Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México.

I. Introducción

En los últimos años ha habido un creciente interés a nivel internacional en la arquitectura de Red de Acceso de Radio Abierta (Open RAN, por sus siglas en inglés). Open RAN es un nuevo enfoque para construir redes móviles que busca proporcionar mayor flexibilidad y elección para los operadores de red, al mismo tiempo que promueve la competencia y la innovación en la industria móvil.

El presente estudio reporta la experiencia internacional que se ha acumulado en el despliegue de la arquitectura de Open RAN en un conjunto importante de países, incluyendo algunas medidas de política pública que se han instrumentado para su impulso. Representa un documento de trabajo que se elaboró por parte del Centro de Estudios y la Unidad de Política Regulatoria del IFT para la Mesa 4 del Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México. Este trabajo fue publicado previamente, en junio de 2023, en la página de la Mesa 4 para comentarios de sus integrantes.¹

La relación entre competencia e innovación es compleja y la investigación que se ha realizado en el tema indica que, a niveles de competencia relativamente bajos, un incremento en la competencia conduce a mayor innovación; pero pasando cierto nivel de competencia la relación se invierte y mayor competencia produce menor innovación que la existente (ver Aghion, et. al. 2005). El regulador inglés Ofcom (ver Ofcom, 2022) exploró esta relación para Open RAN y encontró que los niveles de competencia son relativamente bajos y que, por ello, en lo que se refiere a Open RAN mayor competencia genera mayor innovación en la actualidad. Un resultado sin duda importante que implica que el aumento en la competencia que conlleva la arquitectura Open RAN se correlaciona positivamente con mayor innovación.

En este documento, se explora qué es Open RAN, cómo funciona, y sus posibles beneficios y desafíos, así como la posible contribución de la regulación para facilitar el despliegue de este tipo de red abierta, a partir de las aportaciones de integrantes de la Mesa 4 y de la investigación realizada por el Instituto.

Open RAN es una arquitectura de red que separa los componentes de hardware y software de la red de acceso de radio. La red de acceso de radio es la parte de la red móvil que conecta los dispositivos móviles a la red central, e incluye estaciones base, antenas y otros equipos. En una red móvil tradicional los componentes de hardware y software de la red de acceso de radio están estrechamente integrados y generalmente son proporcionados por un solo proveedor. Este modelo puede limitar la elección e innovación del operador, y también puede resultar en costos más altos.

Open RAN busca abordar estas limitaciones permitiendo a los operadores mezclar y combinar componentes de hardware y software de diferentes proveedores. Este enfoque permite a los operadores elegir los mejores componentes para sus necesidades específicas y puede promover la competencia entre proveedores, lo que induce costos más bajos e incentivos para una mayor innovación.

Uno de los componentes clave de Open RAN es la virtualización. La virtualización permite que múltiples funciones de red virtuales se ejecuten en un solo servidor físico, lo que puede conducir a una mayor eficiencia y flexibilidad en la red. Esto también puede

¹ La liga al documento es:

<http://sharepointift/uni/upr/DGCI/CT/Documentos/Forms/AllItems.aspx?id=%2Funiv%2Fupr%2FDGCI%2FCT%2FDocumentos%2FComit%C3%A9%205G%2FMesa%20IV%20Aspectos%20regulatorios%20para%205G%2FREPORTES%20MESA%204>

reducir la necesidad de infraestructura física, lo que puede generar ahorros y mejorar la escalabilidad de la red.²

Otro componente clave de Open RAN son las interfaces abiertas. Las interfaces abiertas permiten que los diferentes componentes de la red se comuniquen entre sí, independientemente del proveedor o la tecnología utilizada. Esto puede promover la interoperabilidad y reducir la dependencia del proveedor, lo que también puede llevar a una mayor innovación y menores costos.

Open RAN también busca promover el uso de software de código abierto en la red. El software de código abierto está disponible de forma gratuita y puede ser modificado por cualquier persona, lo que puede promover la colaboración entre diferentes actores de la industria móvil.

Hay varios posibles beneficios de Open RAN. Uno de los principales beneficios es una mayor flexibilidad y elección para los operadores. Con Open RAN los operadores pueden elegir los mejores componentes para sus necesidades específicas, y no están limitados a un solo proveedor o tecnología.

Open RAN también puede promover la competencia en la industria móvil. Al permitir que diferentes proveedores proporcionen componentes para la red, Open RAN podría conducir a menores precios y mayor calidad en los servicios, beneficiando tanto a los operadores como a los consumidores.

Sin embargo, hay varios desafíos potenciales para Open RAN, empezando por la complejidad de la red. Open RAN requiere un alto grado de coordinación entre diferentes componentes y esto puede ser difícil de lograr. Otro desafío es la falta de estandarización ya que Open RAN sigue siendo una arquitectura de red relativamente nueva y actualmente no existe un estándar ampliamente aceptado sobre cómo debería implementarse.

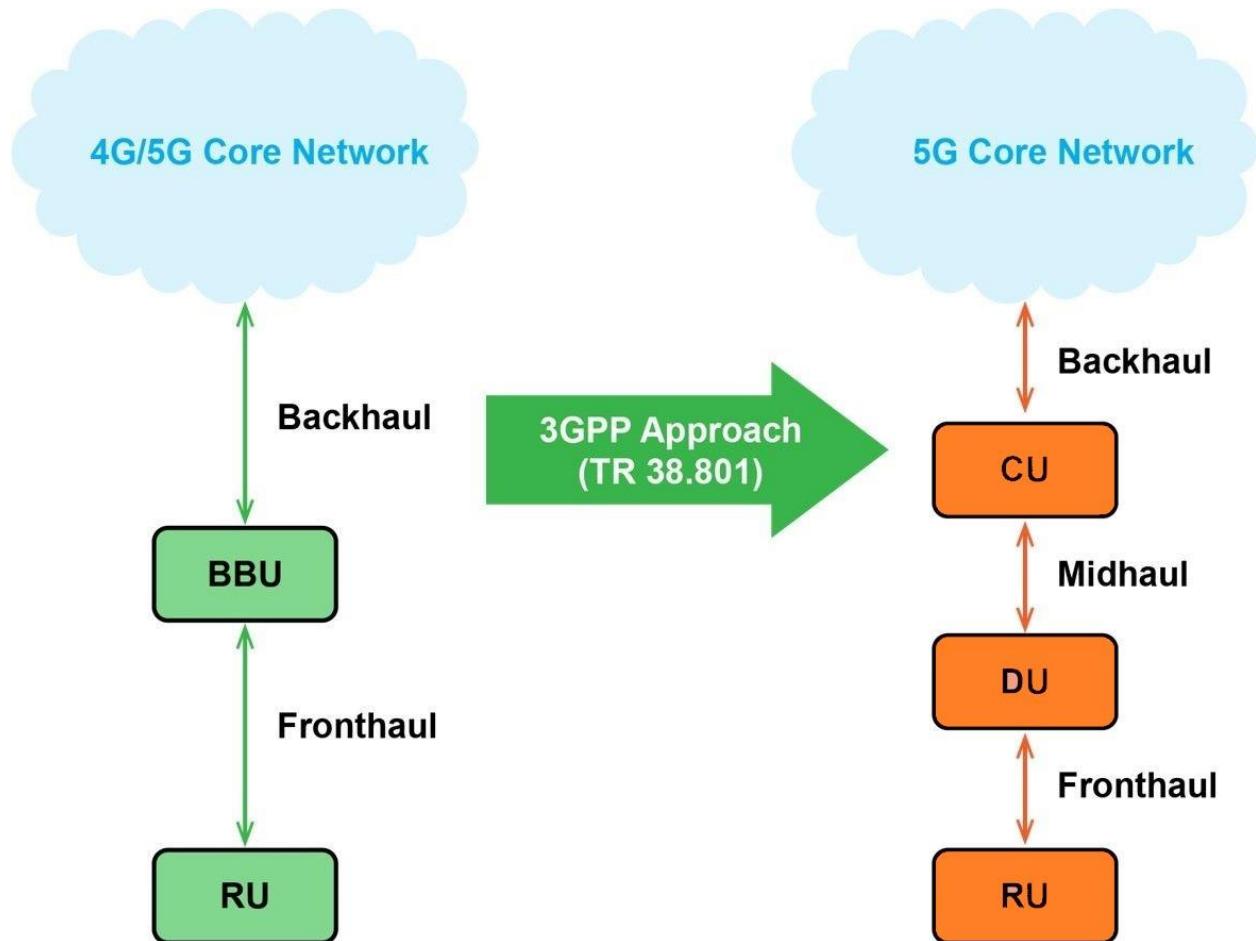
II. Características principales de la arquitectura Open RAN

■ Modularidad y flexibilidad

La modularidad de Open RAN significa que las diferentes componentes de la RAN (como la Unidad Central (o Centralizada) de Procesamiento, la Unidad Distribuida, y las unidades de radio) pueden ser proporcionadas por diferentes proveedores y aun así funcionar juntas. Esto contrasta con las arquitecturas de RAN tradicionales, que a menudo requieren que todos los componentes sean suministrados por el mismo proveedor. La modularidad puede aumentar la competencia entre proveedores, lo que a su vez puede conducir a mejorar el bienestar de los consumidores. En el diagrama que

² La virtualización utiliza el software para imitar las características del hardware y crear un sistema informático virtual.

sigue se presenta una versión sencilla de la modularidad que constituye la arquitectura Open RAN.



La arquitectura Open RAN separa las Unidades Distribuidas (*Distributed Units*) y la Centralizada (*Centralized Unit*) de una Unidad de Banda Base (*Baseband Unit*), conectándolas con interfaces abiertas. Fuente: *Parallel Wireless*.

La flexibilidad de Open RAN se refiere a su capacidad para adaptarse a diferentes necesidades y circunstancias. Por ejemplo, un operador de red puede decidir actualizar o cambiar un componente de su RAN sin tener que cambiar todos los otros componentes. También puede adaptar su red para servir mejor a diferentes tipos de tráfico de datos (como voz, video, o datos de Internet de las Cosas), o para servir mejor a diferentes áreas geográficas.

Además, Open RAN facilita la virtualización y la implementación de redes basadas en la nube, que pueden aportar aún más flexibilidad y eficiencia. Las funciones de la RAN que se ejecutan en software pueden ser desplegadas, escaladas y gestionadas de forma más flexible y eficiente que las funciones basadas en hardware dedicado.

Sin embargo, la implementación de Open RAN también presenta desafíos, incluyendo la necesidad de coordinación y estandarización entre los diferentes proveedores, así como cuestiones de seguridad y rendimiento.

■ Desagregación de hardware y software

La desagregación de hardware y software en la arquitectura Open RAN es uno de los conceptos clave de este enfoque. Esto significa que el software que ejecuta las funciones de la red (como el control de la señalización de radio, la gestión de la movilidad, y el control del flujo de datos) puede ser separado del hardware que lo ejecuta. En otras palabras, se puede instalar y ejecutar el software de la RAN en servidores de propósito general, en lugar de en hardware de red de propósito especial.

Este enfoque tiene varias ventajas:

Flexibilidad. Al separar el software del hardware, los operadores de red pueden elegir el mejor software y hardware para sus necesidades específicas, en lugar de estar atados a un solo proveedor.

Innovación y competencia. La desagregación puede permitir una mayor competencia entre los proveedores de software y hardware de red, lo que puede conducir a la innovación y a la reducción de costos.

Economías de escala. El hardware de propósito general puede ser más económico y escalable que el hardware de red de propósito especial.

Actualizaciones más rápidas y fáciles. Con el software de la RAN ejecutándose en servidores de propósito general, los operadores pueden ser capaces de actualizar y cambiar su software de RAN más rápida y fácilmente.

Además, la desagregación es un paso importante hacia la virtualización de la RAN y el uso de la nube en la red, lo que puede aportar aún más flexibilidad y eficiencia.

También hay desafíos asociados con la desagregación, incluyendo la necesidad de estandarizar las interfaces entre el software y el hardware, la gestión de la complejidad de las redes desagregadas, y la garantía de la seguridad y el rendimiento de la red.

■ Estándares abiertos e interfaces

La arquitectura Open RAN se basa en el uso de estándares abiertos e interfaces. Esto significa que las diferentes partes de la red —las unidades de radio, las unidades de banda base, y los sistemas de gestión de red— pueden comunicarse entre sí mediante interfaces estandarizadas y abiertas, en lugar de interfaces propietarias.

El uso de estándares abiertos e interfaces tiene varias ventajas:

Interoperabilidad. Con estándares abiertos, las diferentes partes de la red pueden interactuar entre sí, independientemente del proveedor. Esto permite a los operadores de red mezclar y combinar equipos de diferentes proveedores, en lugar de estar atados a un solo proveedor.

Innovación. Al abrir las interfaces, se facilita la entrada de nuevos proveedores en el mercado, lo que puede impulsar la innovación.

Flexibilidad y elección. Los estándares abiertos permiten a los operadores de red elegir los mejores componentes para sus necesidades específicas, en lugar de tener que comprar un paquete completo de un solo proveedor.

Reducción de costos. Los estándares abiertos pueden conducir a una mayor competencia entre los proveedores, lo que a su vez puede generar ahorros.

Un ejemplo de estándar abierto en Open RAN es la interfaz abierta *fronthaul*, que define cómo las unidades de radio y las unidades de banda base se comunican entre sí.

Sin embargo, también hay desafíos asociados con el uso de estándares abiertos, incluyendo la necesidad de asegurar que todos los proveedores adhieran a los mismos estándares, y la necesidad de asegurar la seguridad y el rendimiento de la red.

■ Interoperabilidad y compatibilidad

La interoperabilidad y la compatibilidad son fundamentales en la arquitectura Open RAN. Aquí se explica cómo se aplican estos conceptos a Open RAN:

Interoperabilidad. En el contexto de Open RAN la interoperabilidad se refiere a la capacidad de diferentes componentes de la red de acceso por radio (RAN) para trabajar juntos, independientemente del fabricante. Esto se logra mediante el uso de estándares abiertos e interfaces definidas para la comunicación entre diferentes componentes de la RAN, como la Unidad de Radio (RU), la Unidad Distribuida (DU) y la Unidad Central (CU). Estos componentes interoperables permiten a los operadores de red mezclar y combinar equipos de diferentes proveedores.

Compatibilidad. En el contexto de Open RAN la compatibilidad se refiere a la capacidad de la red para trabajar con diferentes tipos de tecnología y para adaptarse a nuevas tecnologías a medida que se desarrollan. Por ejemplo, una red Open RAN debería ser compatible con diferentes generaciones de tecnología móvil (como 4G, 5G y, eventualmente, 6G) y con diferentes tipos de tráfico de datos (como voz, video o datos del Internet de las Cosas). Además, a medida que se desarrollen nuevas tecnologías de red (como nuevas técnicas de codificación de señales o nuevos tipos de antenas), una red Open RAN debería ser capaz de adaptarse para utilizar estas nuevas tecnologías.

La interoperabilidad y la compatibilidad en Open RAN son posibles gracias a la desagregación de hardware y software, el uso de estándares abiertos y la virtualización. Sin embargo, también presentan desafíos, como la necesidad de garantizar la seguridad y el rendimiento de la red en un entorno más complejo y diversificado.

■ Soporte para redes 5G

La arquitectura Open RAN está diseñada para soportar todas las generaciones de tecnología móvil, incluyendo 5G. En términos específicos de 5G, Open RAN puede aportar varias ventajas significativas:

Flexibilidad y escalabilidad. 5G está diseñado para soportar una amplia gama de diferentes tipos de tráfico de datos y para proporcionar conectividad a un gran número de dispositivos. Open RAN, con su arquitectura flexible y escalable, puede ser especialmente adecuada para manejar estas demandas.

Virtualización y redes basadas en la nube. 5G hace un amplio uso de la virtualización y las redes basadas en la nube, que también son una parte importante de la arquitectura Open RAN. Esto permite una mayor flexibilidad y eficiencia en el despliegue y la gestión de la red.

Edge computing. 5G también impulsa el uso de computación en el borde (*edge computing*), que implica el procesamiento de datos cerca de donde se generan (por ejemplo, en una estación base local) en lugar de en un centro de datos centralizado. Open RAN puede facilitar la computación en el borde al permitir una mayor flexibilidad en el despliegue de las funciones de la red.

Mayor competencia. Al abrir las interfaces y estandarizar los componentes de la red, Open RAN puede permitir una mayor competencia entre los proveedores, lo que beneficia a los consumidores. La mayor competencia puede además ser importante para el despliegue de la red 5G, dado el costo potencialmente alto de desplegar y operar redes 5G.

Sin embargo, también hay desafíos asociados con el uso de Open RAN para 5G, incluyendo garantizar la seguridad y el rendimiento de la red, así como la necesidad de coordinar y estandarizar las interfaces y protocolos entre los diferentes proveedores.

III. Ventajas y desafíos de Open RAN

A.- Ventajas

1. Reducción de costos

La arquitectura Open RAN tiene el potencial de reducir costos en varias formas:

Mayor competencia entre proveedores. Tradicionalmente, las redes de telecomunicaciones han sido dominadas por un pequeño número de grandes proveedores que ofrecen soluciones completas. Al abrir y estandarizar las interfaces en la red, Open RAN permite a más empresas entrar en el mercado, lo que puede conducir a una mayor competencia y, en última instancia, a la reducción de precios.

Desagregación del hardware y el software. En las arquitecturas de red tradicionales, el hardware y el software suelen estar vinculados entre sí, lo que significa que, si se pretende actualizar o cambiar el software, a menudo también se tiene que actualizar o cambiar el hardware, y viceversa. Open RAN permite la desagregación del hardware y el software, lo que significa que puedes cambiar o actualizar uno sin tener que cambiar el otro.

Hardware de propósito general. Open RAN permite el uso de hardware de propósito general (como servidores estándar) para ejecutar el software de la red. Este hardware tiende a ser más barato que el hardware de propósito especial utilizado en las arquitecturas de red tradicionales.

Menores costos de operación y mantenimiento. Con una arquitectura de red más flexible y adaptable, los operadores pueden ser capaces de reducir sus costos operativos y de mantenimiento. Por ejemplo, podrían ser capaces de responder más rápidamente y a menor costo a las fluctuaciones en la demanda de la red. También se reducen los tiempos de espera para el reemplazo de un elemento de la red, debido a que en ocasiones los tiempos de fabricación de partes es elevado, con Open RAN podría adquirirse un equipo de diferente proveedor que el dañado y debería funcionar, lo que presenta una ventaja en la atención de fallas y mantenimiento.

Innovación y eficiencia mejoradas. Al facilitar la innovación y la eficiencia a través de la competencia, la estandarización y la apertura, Open RAN puede permitir a los operadores de red obtener más valor de sus inversiones en la red.

Por supuesto, también hay desafíos asociados con la transición a Open RAN, y puede haber costos iniciales asociados con esta transición. Sin embargo, a largo plazo, la arquitectura Open RAN tiene el potencial de ofrecer ahorros significativos para los operadores de red.

2. Mayor competencia y diversidad de proveedores

La arquitectura Open RAN tiene el potencial de fomentar una mayor diversidad de proveedores por varias razones:

Estandarización de interfaces. Tradicionalmente, las redes de telecomunicaciones han sido dominadas por un pequeño número de grandes proveedores que ofrecen soluciones de red completas y que utilizan interfaces propietarias para conectar los diferentes componentes de la red. Esto ha hecho difícil para los nuevos proveedores entrar en el mercado, ya que tendrían que desarrollar una solución de red completa para competir. Open RAN estandariza estas interfaces, lo que significa que diferentes componentes de la red pueden interactuar entre sí independientemente del proveedor. Esto abre el mercado a empresas que pueden especializarse en una sola parte de la red.

Desagregación del hardware y el software. En la arquitectura Open RAN, el hardware y el software de la red son desagregados, lo que significa que pueden ser desarrollados y vendidos por separado. Esto permite a las empresas que se especializan en hardware o software competir en el mercado, en lugar de tener que ofrecer una solución completa de hardware y software.

Uso de hardware de propósito general. Open RAN permite el uso de hardware de propósito general para ejecutar el software de la red. Esto abre el mercado a una gama más amplia de proveedores de hardware, incluyendo a los que tradicionalmente no han estado involucrados en las telecomunicaciones.

Innovación y adaptabilidad. Al abrir la red y permitir una mayor interoperabilidad, Open RAN puede fomentar la innovación y permitir a los operadores adaptarse más rápidamente a las nuevas tecnologías y tendencias. Esto puede crear oportunidades para nuevos proveedores que tienen ideas innovadoras o que pueden ofrecer soluciones adaptadas a las necesidades específicas de los operadores.

Así, al abrir y estandarizar la red, Open RAN tiene el potencial de romper las barreras de entrada al mercado de las telecomunicaciones, lo que puede conducir a una mayor competencia y diversidad de proveedores.

3. Mayor innovación y agilidad en el desarrollo de soluciones

La arquitectura Open RAN tiene el potencial de fomentar una mayor innovación y agilidad en el desarrollo de soluciones de red por varias razones:

Mayor competencia. Como se mencionó antes, Open RAN puede fomentar una mayor competencia entre los proveedores al abrir y estandarizar las interfaces de red y al desagregar el hardware y el software. Esta competencia puede estimular la innovación, ya que los proveedores buscan diferenciarse de sus competidores y ofrecer las mejores soluciones posibles.

Desagregación del hardware y el software. La desagregación del hardware y el software en Open RAN permite a los proveedores especializarse en una u otra, en lugar de tener que ofrecer una solución completa de hardware y software. Esto puede permitir una mayor innovación, ya que los proveedores pueden concentrarse en sus áreas de especialización y desarrollar soluciones más avanzadas y eficientes.

Acceso a una comunidad más amplia de desarrolladores. Al utilizar estándares abiertos e interfaces, Open RAN puede permitir a los operadores de red acceder a una comunidad más amplia de desarrolladores, incluyendo a los que trabajan en otras áreas de la tecnología de la información y las comunicaciones. Esto puede traer nuevas ideas y enfoques a la red y fomentar la innovación.

Agilidad y adaptabilidad. Al separar el hardware y el software y utilizar estándares abiertos, Open RAN puede permitir a los operadores de red adaptarse más rápidamente

a las nuevas tecnologías y tendencias. Por ejemplo, podrían ser capaces de actualizar su software de red más rápidamente, o cambiar a un nuevo proveedor de hardware sin tener que cambiar todo su sistema.

Innovación impulsada por el usuario. Con la flexibilidad que ofrece Open RAN, los operadores de red pueden tener más control sobre su infraestructura y pueden personalizar y optimizar su red para satisfacer sus necesidades específicas. Esto puede fomentar una mayor experimentación e innovación.

De esta manera, Open RAN puede ofrecer un entorno más abierto y flexible que puede fomentar la innovación y permitir a los operadores de red adaptarse más rápidamente a las cambiantes necesidades y tecnologías.

4. Mejora en la calidad y capacidad de las redes

La arquitectura Open RAN tiene el potencial de mejorar la calidad y la capacidad de las redes de telecomunicaciones de varias formas:

Innovación y competencia. Como se mencionó anteriormente, Open RAN puede fomentar una mayor competencia entre los proveedores y abrir la red a una comunidad más amplia de desarrolladores. Esta competencia y diversidad de ideas puede llevar a la creación de soluciones más avanzadas y eficientes, lo que puede mejorar la calidad y la capacidad de la red.

Personalización y optimización. Open RAN permite a los operadores de red tener un mayor control sobre su infraestructura y personalizar y optimizar su red para satisfacer sus necesidades específicas. Por ejemplo, podrían ser capaces de elegir los mejores componentes para su red, optimizar la colocación de sus nodos de red, o ajustar su software de red para maximizar la eficiencia.

Adaptabilidad. Open RAN permite a los operadores de red adaptarse más rápidamente a las nuevas tecnologías y tendencias. Esto significa que pueden mejorar la calidad y la capacidad de su red más rápidamente a medida que se desarrollan nuevas tecnologías y técnicas.

Eficiencia y escalabilidad. La desagregación del hardware y el software en Open RAN, junto con el uso de hardware de propósito general, puede permitir una mayor eficiencia y escalabilidad. Esto puede permitir a los operadores de red ampliar su capacidad de red más fácilmente a medida que aumenta la demanda, y puede permitirles hacer un uso más eficiente de sus recursos de red.

Open RAN puede ofrecer un entorno más abierto, flexible y adaptable que puede permitir a los operadores de red mejorar la calidad y la capacidad de sus redes. Sin embargo, también hay desafíos asociados con la transición a Open RAN, y es importante tener en cuenta estos desafíos al considerar la adopción de esta arquitectura.

B- Desafíos

1. Integración y gestión de la cadena de suministro

La arquitectura Open RAN introduce una nueva dinámica en la cadena de suministro de las redes de telecomunicaciones. En lugar de depender de un pequeño número de proveedores para soluciones de red completas, los operadores pueden obtener diferentes componentes de la red de diferentes proveedores. Esta desagregación del hardware y el software puede proporcionar una mayor flexibilidad, pero también presenta nuevos desafíos para la integración y gestión de la cadena de suministro:

Integración. Con Open RAN, los operadores deben asegurarse de que los diferentes componentes de la red funcionen juntos de manera efectiva. Esto puede requerir una mayor inversión en pruebas e integración, así como en la coordinación con múltiples proveedores. Los estándares abiertos y las interfaces definidas pueden facilitar esta integración.

Gestión de la cadena de suministro. Con una gama más amplia de proveedores, los operadores pueden tener que gestionar una cadena de suministro más compleja. Esto podría incluir la gestión de relaciones con múltiples proveedores, la negociación de contratos, y la coordinación de la logística y la entrega.

Seguridad de la cadena de suministro. Con más proveedores en la cadena de suministro, también pueden surgir preocupaciones adicionales de seguridad. Los operadores deben asegurarse de que todos los componentes de la red sean seguros y que los proveedores cumplan con las normas y prácticas de seguridad adecuadas.

Calidad y rendimiento. La calidad y el rendimiento de la red dependen de la calidad y el rendimiento de todos sus componentes. Los operadores deben asegurarse de que todos los componentes de la red, independientemente del proveedor, cumplan con los estándares de calidad y rendimiento necesarios.

En resumen, aunque Open RAN puede proporcionar una mayor flexibilidad y potencialmente reducir los costos, también introduce nuevos desafíos para la integración y la gestión de la cadena de suministro. Los operadores que adopten Open RAN deben estar preparados para gestionar estos desafíos.

2. Seguridad y confiabilidad

La arquitectura Open RAN tiene implicaciones significativas para la seguridad y la confiabilidad de las redes de telecomunicaciones. Aquí se muestran algunas consideraciones clave:

Seguridad: Como en cualquier sistema de redes, la seguridad es una preocupación primordial. En el caso de Open RAN, la apertura de interfaces y la desagregación del

hardware y el software pueden crear nuevas superficies de ataque para los ciberdelincuentes. Por otro lado, la estandarización y la transparencia asociadas a los sistemas de código abierto pueden permitir una detección más rápida y eficaz de las vulnerabilidades de seguridad, y la participación de una comunidad más amplia de desarrolladores y expertos en seguridad puede mejorar las respuestas a estas amenazas.

Confiabilidad: La introducción de más proveedores en la cadena de suministro puede presentar desafíos en términos de asegurar la confiabilidad y el rendimiento consistentes. Sin embargo, la competencia y la posibilidad de cambiar los componentes o los proveedores también pueden incentivar a los proveedores a mantener altos niveles de calidad y confiabilidad. Además, la desagregación del hardware y el software puede permitir actualizaciones más rápidas y menos disruptivas, lo que puede mejorar la confiabilidad a largo plazo.

Seguridad de la cadena de suministro: Con múltiples proveedores involucrados, la seguridad de la cadena de suministro puede ser un desafío. Los operadores deben asegurarse de que todos los proveedores cumplan con las normas de seguridad y que los componentes de la red se manejen de manera segura durante la fabricación y el transporte.

Gestión de la red: El diseño de red abierto puede requerir una gestión más activa y experta por parte de los operadores de red para asegurar la seguridad y la confiabilidad. Esto podría incluir la supervisión de la seguridad de la red, la gestión de las actualizaciones y parches, y la respuesta a los problemas de la red.

Mientras que la apertura y la modularidad de Open RAN pueden introducir nuevas vías para los ataques, estas mismas características también pueden ser utilizadas para reforzar la seguridad de la red:

Diversidad de proveedores. Mientras que tener múltiples proveedores puede introducir inconsistencias que podrían ser explotadas para ataques, también aumenta la resistencia de la red. Si un componente de un proveedor se ve comprometido, otros componentes de diferentes proveedores pueden no ser afectados. Además, los ataques que explotan las debilidades específicas de un proveedor no serán efectivos contra otros proveedores.

Transparencia y estándares abiertos. La apertura puede permitir a los actores maliciosos entender mejor el funcionamiento interno del sistema, pero también permite a los expertos en seguridad realizar inspecciones y auditorías más efectivas. Los estándares abiertos también fomentan el desarrollo de mejores prácticas de seguridad y permiten a la comunidad en general buscar y corregir fallos de seguridad.

Mayor flexibilidad y capacidad de actualización. Si bien la capacidad de cambiar y actualizar fácilmente los componentes de la red puede ser explotada para introducir software malicioso, también permite la rápida aplicación de parches de seguridad y actualizaciones. Esto puede ser vital para mantener la seguridad de la red a largo plazo.

Virtualización y segmentación de la red. La desagregación y virtualización de la red puede crear más superficies de ataque, pero también proporciona herramientas para la segmentación y el aislamiento de la red. Esto significa que, si un componente de la red se ve comprometido, el daño puede ser limitado y contenido.

El uso de Open RAN y la virtualización de elementos de red se basan en utilizar soluciones de “Open Source” (código abierto) para implementaciones de virtualización, así como para implementaciones basadas en RU (Unidades de Radio), DU (Unidades Distribuidas) y CU (Unidades Centralizadas), como una forma de establecer la interoperabilidad requerida dentro de una Open RAN con múltiples proveedores. Pero el uso de software basado en “Open Source” implica que al mismo tiempo se expone a las especificaciones y configuraciones del software al público en general (Mimran et. al., 2022). La oportunidad que permite la incorporación de los estándares de software se beneficia negativa o positivamente dependiendo de la capacidad del atacante o del defensor.

Si se presentan fallas de software en los diferentes componentes del sistema Open RAN, las cuales no son notificadas y mitigadas a tiempo. En particular, las funcionalidades de red que proporcionan software que tienen una función importante en la protección de “firewall”. Si se explotan vulnerabilidades como los desbordamientos de “buffer”, se pueden ejecutar comandos arbitrarios con consecuencias graves. Dado que Open RAN está incorporando en el uso de software de código abierto, por lo que es importante mantener el software actualizado y asegurarse de que lo desarrolle proveedores de confianza, de alguna forma certificados, que utilizan autoridades de certificación por parte de terceros. De igual forma, se requiere capacitación en seguridad para los operadores de modo que el software se desarrolle con estándares igualmente certificados por terceros. Además, el concepto de seguridad definida por software (SDS) se puede extender a la capa de aplicación desde la capa de red para automatizar las funciones de seguridad y detectar fallas basadas en software a través de medios de aprendizaje automático (Machine Learning) (Harer et al., 2018).

La legislación existente en la experiencia internacional demuestra preferencias de seguridad implícitas, pero no proporciona estándares, requisitos o condiciones explícitas. Estas preferencias deben ser explícitas, transparentes y auditables, para garantizar una codificación segura. Lo anterior, debido al hecho de que una gran cantidad de código Open RAN está siendo escrito por empresas en diferentes países, las auditorías de seguridad deberían ser obligatorias, poniendo el código a disposición de los investigadores de seguridad.

El software de código abierto presenta desafíos de seguridad con respecto a su naturaleza abierta, pero tiene la ventaja de poder ser verificado por múltiples partes independientes y ser probado de manera rigurosa con una amplia formas de verificación y ser individualizado a enfrentar amenazas específicas que antice el operador de la red. (Masur et. al., 2022). De lo anterior, es de recomendarse que se automatice el proceso de monitoreo de registros (logs), se defina claramente la gestión de registros en el estándar y ese adopte un enfoque SbD para automatizar el

mantenimiento de registros al mismo tiempo que se introduce la detección de registros anómalos mediante “machine learning”.

Aunque Open RAN puede introducir nuevas vulnerabilidades de seguridad, también proporciona nuevas herramientas y oportunidades para mejorar la seguridad de la red. Como con cualquier nueva tecnología, será crucial equilibrar estos riesgos y beneficios a medida que se despliega y se desarrolla esta red. Open RAN presenta nuevos desafíos en términos de seguridad y confiabilidad, pero también ofrece oportunidades para mejorar estas áreas a través de la transparencia, la competencia y la desagregación del hardware y el software. Como siempre, la implementación efectiva de Open RAN requerirá un enfoque cuidadoso y considerado de la gestión de la red y la seguridad.

3. Coexistencia con arquitecturas tradicionales

La coexistencia de la arquitectura Open RAN con las arquitecturas de red tradicionales es factible y, de hecho, probablemente sea la norma durante un período de transición. Las redes existentes, basadas en sistemas monolíticos proporcionados por un solo vendedor, no se desecharán de la noche a la mañana. En su lugar, se espera que los operadores de red introduzcan gradualmente elementos de Open RAN en sus redes existentes. Aquí hay algunas formas en que esto podría suceder:

Despliegue en áreas específicas. Los operadores podrían comenzar a desplegar Open RAN en áreas específicas de su red, como las zonas rurales, donde los costos de implementación de las arquitecturas de red tradicionales pueden ser prohibitivos, o en áreas de alta densidad, donde la flexibilidad y capacidad adicional de Open RAN puede ser más valiosa.

Integración en la red existente. Las soluciones basadas en Open RAN pueden ser diseñadas para integrarse con la red existente. Por ejemplo, el software Open RAN podría ser implementado en hardware existente, o nuevo hardware compatible con Open RAN podría ser introducido en la red y controlado por el software de red existente.

Migración gradual. Los operadores podrían optar por migrar gradualmente a Open RAN a medida que sus equipos existentes llegan al final de su vida útil, o a medida que despliegan nuevas tecnologías y capacidades de red. Este enfoque permitiría a los operadores obtener experiencia con Open RAN y resolver cualquier problema que surja antes de un despliegue más amplio.

Es importante señalar que la coexistencia de Open RAN y las arquitecturas de red tradicionales puede presentar desafíos, como la necesidad de gestionar y coordinar múltiples sistemas y proveedores, y la posibilidad de incompatibilidades entre los diferentes sistemas. Sin embargo, estos desafíos pueden ser superados con una gestión cuidadosa de la red y una planificación adecuada.

4. Madurez tecnológica

Aunque la arquitectura Open RAN ha avanzado significativamente en los últimos años, todavía está en una etapa de desarrollo en comparación con las arquitecturas de red tradicionales. A continuación, se presentan algunos puntos clave sobre la madurez de la arquitectura Open RAN:

Adopción en la industria. Aunque todavía está en una etapa temprana en comparación con las arquitecturas de red tradicionales, Open RAN ha sido adoptada por un número creciente de operadores de telecomunicaciones en todo el mundo. Muchos de los operadores más grandes han realizado pruebas de concepto o han desplegado Open RAN en partes de sus redes.

Soporte de proveedores. Aunque tradicionalmente las redes de telecomunicaciones han sido dominadas por un pequeño número de grandes proveedores, hay un número creciente de proveedores que soportan Open RAN. Esto incluye a nuevos actores que se especializan en soluciones Open RAN, así como a algunos de los proveedores tradicionales que están adaptando sus ofertas para soportar Open RAN.

Desarrollo de estándares. El desarrollo de estándares para Open RAN, liderado por el O-RAN Alliance y otros grupos, está en marcha y ha hecho progresos significativos. Sin embargo, todavía hay trabajo por hacer para definir y estandarizar todas las interfaces y funciones necesarias para una arquitectura de red totalmente abierta y desagregada.

Funcionalidad y rendimiento. Las soluciones basadas en Open RAN han demostrado ser capaces de proporcionar la funcionalidad y el rendimiento necesarios para las redes de telecomunicaciones modernas. Sin embargo, puede haber áreas donde se necesita más trabajo para igualar o superar las capacidades de las arquitecturas de red tradicionales.

Experiencia operacional. Dado que Open RAN es relativamente nuevo, los operadores de red pueden carecer de experiencia en la gestión de redes Open RAN, lo que puede plantear desafíos en términos de integración, seguridad y gestión de la cadena de suministro.

Es importante reconocer que, aunque Open RAN ha avanzado significativamente, todavía está en desarrollo y hay desafíos que deben superarse para su adopción generalizada. Sin embargo, dado el potencial de Open RAN para proporcionar una mayor flexibilidad, reducir los costos y fomentar la innovación, se espera que su adopción continúe aumentando en los próximos años.

5. Madurez en la adopción en el mercado

La adopción de la arquitectura Open RAN ha estado progresando en los últimos años, aunque todavía está en una etapa temprana en comparación con las arquitecturas de red tradicionales:

Pruebas y despliegues piloto. Operadores de telecomunicaciones en diversos países han llevado a cabo pruebas y despliegues piloto de Open RAN. Estos despliegues han permitido a los operadores experimentar con la arquitectura, probar su rendimiento y funcionalidad, y entender mejor cómo puede ser integrada en sus redes.

Despliegues comerciales. Aunque la mayoría de los operadores todavía están en las etapas de prueba de Open RAN, algunos han comenzado a desplegarla en sus redes comerciales. En muchos casos, estos despliegues iniciales se han centrado en áreas específicas, como las zonas rurales o las áreas de alta densidad, donde los beneficios de la arquitectura Open RAN pueden ser particularmente valiosos.

Soporte de proveedores. Un creciente número de proveedores de equipos de red están apoyando la arquitectura Open RAN. Esto incluye no sólo a los nuevos entrantes que se especializan en Open RAN, sino también a algunos de los proveedores de equipos de red tradicionales.

Iniciativas de la industria. Existen varias iniciativas de la industria que están impulsando la adopción de la arquitectura Open RAN. Por ejemplo, la O-RAN Alliance, que incluye a operadores y proveedores de telecomunicaciones está trabajando para desarrollar estándares y promover la adopción de Open RAN.

Aunque la adopción de esta arquitectura todavía está en una etapa temprana, hay un creciente interés y apoyo en la industria. Dado el potencial de Open RAN para proporcionar una mayor flexibilidad, reducir los costos y fomentar la innovación, se espera que su adopción continúe creciendo en los próximos años.

IV. Experiencia internacional y casos (iniciales) de éxito en el despliegue de Open RAN en distintos países

Aunque el concepto de Open RAN es relativamente nuevo, varias compañías de telecomunicaciones en Europa ya han realizado pruebas y comenzado a desplegar la arquitectura. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

Vodafone. Vodafone ha sido uno de los principales defensores de Open RAN en Europa. En 2020, la empresa anunció planes para desplegar Open RAN en el Reino Unido, así como en varios países africanos. Este despliegue se está realizando en zonas rurales y suburbanas, donde la infraestructura de telecomunicaciones existente es menos densa.

Telefónica. Telefónica, con sede en España, ha realizado pruebas de Open RAN en varios países, incluyendo Alemania, Brasil y Perú. En 2020, anunció planes para desplegar la arquitectura en sus mercados de habla hispana y Alemania a partir de 2022.

Orange. Orange, con sede en Francia, ha mostrado interés en Open RAN y ha llevado a cabo pruebas en varias ubicaciones, incluyendo España y Polonia.

Deutsche Telekom. Deutsche Telekom ha sido otra de las empresas europeas que ha mostrado interés en Open RAN. La empresa ha llevado a cabo pruebas y ha sido miembro activo de la O-RAN Alliance.

Estos son solo algunos ejemplos de los esfuerzos privados iniciales para desplegar Open RAN en Europa.

En Estados Unidos, varios operadores de telecomunicaciones también han comenzado a experimentar con la arquitectura Open RAN y han hecho anuncios sobre su despliegue. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

Dish Network: Dish Network, que está construyendo una red 5G nacional desde cero en Estados Unidos, ha adoptado una arquitectura de red basada en Open RAN. Dish está trabajando con varios proveedores, incluyendo Mavenir, Fujitsu, y Altiostar, para construir su red.³

Verizon: Verizon ha mostrado un gran interés en Open RAN y es miembro de la O-RAN Alliance. Verizon ha estado trabajando con varios proveedores, incluyendo Samsung y Nokia, para llevar a cabo pruebas y despliegues piloto de la arquitectura.

AT&T: AT&T también ha estado experimentando con Open RAN y ha llevado a cabo pruebas en su red. AT&T es un miembro de la O-RAN Alliance y ha estado trabajando con varios proveedores para probar y desplegar la arquitectura.

Rakuten Mobile Americas: Rakuten Mobile, que ha liderado la implementación de una red basada en Open RAN en Japón, ha establecido una subsidiaria en Estados Unidos, Rakuten Mobile Americas, para proporcionar servicios y soluciones de Open RAN en el mercado estadounidense.

Estos son solo algunos ejemplos de los esfuerzos iniciales para desplegar Open RAN en Estados Unidos.

En Asia, varios operadores de telecomunicaciones han estado a la vanguardia en la adopción y prueba de Open RAN. Aquí se presentan algunos ejemplos:

Rakuten Mobile (Japón): Rakuten Mobile ha sido uno de los pioneros en el uso de Open RAN. Rakuten ha construido una red móvil 4G y 5G completamente virtualizada en Japón, utilizando la arquitectura Open RAN. Esta red se ha destacado como uno de los casos de éxito más prominentes de Open RAN en el mundo.

Bharti Airtel (India): Bharti Airtel, uno de los operadores de telecomunicaciones más grandes de India, ha estado probando y desplegando Open RAN. En 2020, la compañía anunció una asociación con Altiostar, NEC, and Cisco para desplegar soluciones Open RAN en su red.

³ En el evento Mobile 360 GSMA, Antonio Correa, el vicepresidente regional de Mavenir señaló que gracias a que Dish Network adoptó un esquema de OPEN RAN es posible competir en Estados Unidos con los operadores principales debido a que haciendo uso de la Nube pueden actualizar hasta 200 sitios al día.

Reliance Jio (India): Reliance Jio, otro de los grandes operadores de India, ha mostrado interés en Open RAN y ha llevado a cabo pruebas. La compañía ha declarado que planea utilizar Open RAN para futuros despliegues de red.

SK Telecom (Corea del Sur): SK Telecom ha mostrado interés en Open RAN y es miembro de la O-RAN Alliance. La compañía ha estado experimentando con la arquitectura y llevando a cabo pruebas.

Estos son solo algunos ejemplos de la adopción temprana de Open RAN en Asia. Con el potencial de Open RAN para proporcionar una mayor flexibilidad y reducir los costos, así como su capacidad para fomentar la innovación, se espera que veamos más casos de éxito en los próximos años. Sin embargo, vale la pena señalar que, aunque estos despliegues iniciales han demostrado la viabilidad de Open RAN, la arquitectura todavía está en sus primeras etapas de desarrollo y todavía hay desafíos que deben superarse.

En África, algunos operadores de telecomunicaciones también han comenzado a experimentar con Open RAN. Dado que la infraestructura de telecomunicaciones existente en muchos países africanos es menos desarrollada que en otras partes del mundo, existe una oportunidad única para adoptar nuevas arquitecturas como Open RAN. Aquí se presentan algunos ejemplos:

MTN Group: MTN, que opera en varios países africanos, ha estado experimentando con Open RAN. En 2020, la compañía anunció planes para desplegar 5,000 sitios de Open RAN en su red africana para 2022. MTN está trabajando con varios proveedores, incluyendo Altostar, Mavenir y Parallel Wireless, en este esfuerzo.

Vodacom and Vodafone: Vodacom, en conjunto con su empresa matriz Vodafone, ha estado desplegando Open RAN en varios países africanos, incluyendo la República Democrática del Congo y Mozambique. La compañía está utilizando la arquitectura para ampliar la cobertura en áreas rurales y remotas.

Orange: Orange, que opera en varios países africanos, ha estado probando Open RAN en África. La compañía ha identificado a África como un mercado en el que Open RAN tiene un potencial significativo.

Estos son solo algunos ejemplos de la adopción temprana de Open RAN en África.

Casos de éxito en América Latina

En América Latina, varios operadores de telecomunicaciones también han estado experimentando con Open RAN. Aquí se presentan algunos ejemplos:

Telefónica: Telefónica ha estado realizando pruebas con Open RAN en varios de sus mercados, incluyendo Latinoamérica. En 2020, la empresa anunció que estaba trabajando con proveedores como Altostar, Gigatera Communications, Intel, Supermicro y Xilinx para desplegar Open RAN en sus redes en Alemania, Brasil, el Reino Unido y España.

TIM Brasil: TIM Brasil ha estado probando Open RAN en su red. En 2020, la empresa realizó pruebas de Open RAN 4G en la ciudad de Búzios, en colaboración con Nokia y Altostar.

Entel Chile: Entel Chile ha estado explorando Open RAN y es miembro de la O-RAN Alliance. Esta compañía ha mostrado interés en la arquitectura y podría avanzar con los despliegues en el futuro.

Estos son solo algunos ejemplos de la adopción temprana de Open RAN en América Latina.

En general, se puede afirmar que dado el interés y el impulso que ha generado esta arquitectura, se espera que veamos más despliegues y casos de éxito en los próximos años en varios países. Los que aquí se mencionan son una muestra del interés que ha despertado esta nueva arquitectura de red. Sin embargo, vale la pena señalar que, aunque estos despliegues iniciales han mostrado la viabilidad de Open RAN, la arquitectura está en sus primeras etapas de desarrollo y todavía hay desafíos que deben superarse.

V. Acciones para impulsar Open RAN emprendidas por las autoridades regulatorias de las telecomunicaciones en diversos países, así como por los gobiernos y organizaciones internacionales.

Actualmente, hay varias iniciativas en marcha para desarrollar estándares y regulaciones para Open RAN. Se presentan a continuación algunos de los desarrollos clave:

1. Open RAN Alliance. La Open RAN Alliance es un consorcio global de la industria que tiene como objetivo promover soluciones RAN abiertas e interoperables. Reúne a operadores de redes, proveedores de tecnología y otros actores interesados para colaborar en el desarrollo de especificaciones técnicas y mejores prácticas.
2. O-RAN Policy Coalition. O-RAN Policy Coalition es otro consorcio de la industria que se enfoca en desarrollar soluciones RAN abiertas e inteligentes. Su objetivo es proporcionar un marco común para la interoperabilidad entre los elementos de la red y permitir el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones.
3. FCC. La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en Estados Unidos ha sido un defensor de Open RAN y ha tomado varias medidas para promover su adopción. Por ejemplo, la FCC ha creado un fondo para apoyar la implementación de redes Open RAN en áreas rurales, y ha propuesto nuevas reglas para facilitar la implementación de redes Open RAN en tierras públicas.
4. UE. La Unión Europea también ha estado activa en la promoción de Open RAN. La UE ha lanzado varias iniciativas para apoyar el desarrollo e implementación de redes

Open RAN, incluida la financiación para la investigación y el desarrollo, y la creación de un nuevo grupo de trabajo para desarrollar estándares y mejores prácticas.

En efecto, las regulaciones para Open RAN aún están en desarrollo, pero hay varias iniciativas en marcha para promover la adopción de soluciones RAN abiertas e interoperables. Estas iniciativas se centran en el desarrollo de estándares técnicos, la promoción de la interoperabilidad y la provisión de financiamiento y apoyo para la implementación de redes Open RAN.

La Unión Europea (UE) ha implementado una serie de regulaciones e iniciativas para apoyar Open RAN. Entre ellas:

1. Políticas nacionales de adopción de Open RAN
2. Programas de investigación y desarrollo
3. Iniciativas de colaboración público-privada
4. Gestión y asignación de frecuencias del espectro

Una iniciativa clave de la UE es el “Grupo de Trabajo Open RAN” de la Comisión Europea, que se estableció a finales de 2020 para acelerar la implementación de Open RAN en Europa. El Grupo de Trabajo reúne a una serie de actores, incluyendo representantes de la industria, los responsables políticos y los reguladores, para identificar y abordar las barreras para la implementación de Open RAN en Europa.

Además del Grupo de Trabajo, la UE también ha implementado una serie de medidas regulatorias para apoyar el desarrollo de Open RAN. Por ejemplo, la Directiva de Equipos de Radio (RED) de la UE establece requisitos técnicos para los equipos de radio, incluyendo los utilizados en redes móviles, y contiene disposiciones que respaldan el uso de estándares e interfaces abiertos. La UE también ha proporcionado financiamiento y otro tipo de apoyo para proyectos de investigación y desarrollo centrados en Open RAN.

A nivel nacional, varios estados miembros de la UE también han impulsado sus propias iniciativas para apoyar la implementación de Open RAN. Por ejemplo, Francia ha establecido un centro de pruebas Open RAN y Alemania ha lanzado una iniciativa nacional de Open RAN.

En general, el enfoque de la UE hacia la regulación de Open RAN se centra en promover el desarrollo e implementación de redes móviles abiertas e interoperables que puedan apoyar la innovación y la competencia en la industria de las telecomunicaciones. Al fomentar el uso de estándares e interfaces abiertos, la UE espera crear un mercado más dinámico e innovador para la tecnología de redes móviles, que pueda beneficiar tanto a los consumidores como a las empresas.

En Estados Unidos, hay un interés creciente en el desarrollo y la implementación de Open RAN (Red de Acceso por Radio Abierto). Sin embargo, a diferencia de la Unión Europea

(UE), actualmente no existe un marco regulatorio integral para respaldar la implementación de Open RAN en este país.

Dicho esto, ha habido una serie de iniciativas a nivel federal y estatal para respaldar el desarrollo de Open RAN. Por ejemplo, en diciembre de 2020, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) estableció un Fondo 5G para América Rural, que incluye disposiciones para respaldar la implementación de Open RAN en áreas rurales. Además, en febrero de 2021, la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA) lanzó un programa para respaldar la investigación y el desarrollo de Open RAN.

A nivel estatal, varios estados han implementado sus propias iniciativas para respaldar la implementación de Open RAN. Por ejemplo, en enero de 2021, el estado de Nueva York anunció una inversión de \$250 millones en una asociación público-privada para establecer un Fondo de Innovación 5G, que incluye disposiciones para respaldar el desarrollo e implementación de la arquitectura Open RAN.

Sin embargo, también existen algunos desafíos para la implementación de Open RAN en Estados Unidos, incluyendo preocupaciones sobre la seguridad y la necesidad de garantizar la interoperabilidad con la infraestructura de red existente. Además, la falta de un marco regulatorio integral para respaldar la implementación de Open RAN puede frenar la adopción de la arquitectura en Estados Unidos.

En general, aunque hay un interés creciente en el desarrollo y la implementación de la arquitectura Open RAN en Estados Unidos, actualmente no existe un marco regulatorio integral para respaldar su implementación. Sin embargo, hay varias iniciativas federales y estatales destinadas a respaldar el desarrollo de Open RAN, lo que puede ayudar a acelerar su adopción en los próximos años.

Japón ha mostrado un fuerte interés en el desarrollo y la implementación de Open RAN y el gobierno ha tomado varias iniciativas para apoyar su adopción.

En mayo de 2021, el gobierno japonés anunció su intención de asignar 50 mil millones de yenes (unos 456 millones de dólares) para apoyar el desarrollo e implementación de Open RAN en el país. Los fondos se utilizarán para apoyar la investigación y el desarrollo, así como la implementación de redes Open RAN, con el objetivo de acelerar la adopción de la arquitectura de red en Japón.

Además del apoyo financiero, el gobierno japonés también ha establecido un grupo de trabajo para explorar los marcos regulatorios y políticos necesarios para respaldar la implementación de Open RAN en el país. El grupo de trabajo está compuesto por representantes del gobierno, la industria y la academia, y tiene como objetivo promover el desarrollo y la adopción de la Open RAN a través de reformas regulatorias y políticas.

En cuanto a la participación de la industria, las empresas japonesas han sido activas en el desarrollo de la arquitectura Open RAN, con empresas como NEC, Fujitsu y Rakuten Mobile liderando el camino. Rakuten Mobile, en particular, ha sido un fuerte defensor de Open RAN y ha implementado una red comercial de Open RAN en Japón.

En general, Japón ha mostrado un compromiso significativo con el desarrollo y la adopción de la arquitectura de red Open RAN, con un importante apoyo financiero e iniciativas lideradas por el gobierno para respaldar su implementación. Con la activa participación de los actores de la industria, Japón está bien posicionado para convertirse en líder en Open RAN.

En Gran Bretaña, la regulación de Open RAN (Red de Acceso por Radio Abierto) se encuentra en un estado inicial de desarrollo, pero el gobierno británico ha expresado su compromiso con la arquitectura de red y ha tomado medidas para fomentar su adopción.

En octubre de 2020, el gobierno anunció un plan de inversión de 250 millones de libras esterlinas para apoyar el desarrollo de tecnologías de telecomunicaciones innovadoras, incluyendo la arquitectura de red Open RAN. Además, en marzo de 2021, se lanzó un concurso de 30 millones de libras esterlinas para financiar proyectos piloto de Open RAN en todo el país.

En términos de regulación, Ofcom, el regulador de las comunicaciones en el Reino Unido ha establecido un grupo de trabajo dedicado a Open RAN, con el objetivo de abordar los desafíos regulatorios y técnicos que pueden surgir al implementar la arquitectura de red. El grupo de trabajo está compuesto por representantes de la industria, académicos y expertos en regulación, y ha publicado un informe que destaca la necesidad de un enfoque colaborativo y un marco regulador sólido para garantizar el éxito de Open RAN en el Reino Unido.

Además, en enero de 2021, el gobierno británico estableció el Open RAN Task Force, un grupo de trabajo compuesto por representantes de la industria, el gobierno y la academia, que tiene como objetivo fomentar el desarrollo y la adopción de Open RAN en el país. El grupo está trabajando para identificar las barreras para la adopción de la arquitectura y desarrollar soluciones para abordarlas.

En resumen, aunque la regulación de Open RAN en Gran Bretaña está en una etapa temprana de desarrollo, el gobierno y los reguladores han expresado un fuerte compromiso con la arquitectura y han tomado medidas significativas para fomentar su adopción. Con la creciente participación de la industria y la colaboración con los reguladores y el gobierno, es probable que Open RAN tenga un papel importante en el futuro de las comunicaciones móviles en el Reino Unido.

Corea del Sur ha mostrado un gran interés en Open RAN, y el gobierno y las empresas del país han tomado medidas significativas para fomentar su adopción y regulación.

El gobierno surcoreano ha establecido un plan de acción para fomentar el desarrollo y la adopción de Open RAN en el país. El plan incluye inversiones significativas en investigación y desarrollo, así como en la construcción de redes Open RAN en todo el país. Además, el gobierno ha anunciado planes para establecer un centro de pruebas de Open RAN en la ciudad de Seúl, para fomentar la investigación y el desarrollo de la arquitectura de red.

En cuanto a la regulación, el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Corea del Sur ha establecido un grupo de trabajo para desarrollar un marco regulatorio para Open RAN. El grupo de trabajo está compuesto por expertos en tecnología, reguladores y representantes de la industria, y se centra en abordar los desafíos regulatorios y técnicos que pueden surgir al implementar la arquitectura de red.

En términos de participación de la industria, las empresas surcoreanas han sido líderes en el desarrollo y la adopción de Open RAN. Empresas como Samsung y SK Telecom han invertido en investigación y desarrollo de la arquitectura de red, y han trabajado para construir redes de Open RAN en todo el país.

En resumen, Corea del Sur ha tomado medidas significativas para fomentar la adopción y la regulación de Open RAN en el país, con importantes inversiones en investigación y desarrollo, y una sólida colaboración entre el gobierno, los reguladores y la industria. Con una sólida base tecnológica y una fuerte inversión en Open RAN, Corea del Sur está bien posicionada para liderar el desarrollo y la adopción de la arquitectura de red en la región y en todo el mundo.

En Brasil, la regulación de Open RAN (Red de Acceso por Radio Abierto) se encuentra en una etapa inicial de desarrollo. Sin embargo, el gobierno y las empresas del país han mostrado un interés creciente en la arquitectura y han tomado medidas para fomentar su adopción.

En septiembre de 2020, el Ministerio de Comunicaciones de Brasil anunció su compromiso de impulsar el desarrollo de Open RAN en el país, con el objetivo de fomentar la competencia en el mercado de las telecomunicaciones y reducir los costos para los usuarios finales.

Además, en marzo de 2021, el regulador de telecomunicaciones de Brasil, Anatel, anunció un plan para fomentar el desarrollo de Open RAN en el país. El plan incluye la realización de pruebas piloto y la promoción de la interoperabilidad entre los diferentes proveedores de tecnología.

En términos de participación de la industria, las empresas de telecomunicaciones de Brasil han mostrado un interés creciente en Open RAN. En marzo de 2021, Claro Brasil anunció planes para invertir en la arquitectura de red y construir redes de Open RAN en todo el país.

De esta manera, aunque la regulación de Open RAN en Brasil se encuentra en una etapa inicial de desarrollo, el gobierno y las empresas del país han mostrado un fuerte compromiso con la arquitectura y han tomado medidas para fomentar su adopción. Con la colaboración de los reguladores y la industria, es probable que Open RAN tenga un papel importante en el futuro de las comunicaciones móviles en Brasil.

En Argentina, la regulación de Open RAN se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, pero el gobierno y las empresas del país han mostrado un interés en la arquitectura y han tomado algunas medidas para fomentar su adopción.

En marzo de 2021, el Ministerio de Desarrollo Productivo de Argentina anunció su interés en fomentar el desarrollo de Open RAN en el país, con el objetivo de mejorar la calidad de los servicios de telecomunicaciones y reducir los costos para los usuarios.

Además, el regulador de telecomunicaciones del país, ENACOM, ha expresado su apoyo a Open RAN y ha anunciado planes para promover la adopción de la arquitectura de red. ENACOM ha establecido un grupo de trabajo para desarrollar un marco regulatorio para Open RAN y ha iniciado conversaciones con empresas de telecomunicaciones para fomentar su adopción.

En términos de participación de la industria, algunas empresas de telecomunicaciones de Argentina han mostrado un interés en Open RAN. En mayo de 2021, Telecom Argentina anunció la implementación de una red piloto de Open RAN en la ciudad de Buenos Aires.

Si bien la regulación de Open RAN en Argentina se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, el gobierno y las empresas del país han mostrado un interés en la arquitectura y han tomado algunas medidas para fomentar su adopción. Con la colaboración de los reguladores y la industria, es probable que Open RAN tenga un papel importante en el futuro de las comunicaciones móviles en Argentina.

En Colombia, la regulación de Open RAN se encuentra en una etapa temprana de desarrollo. Sin embargo, el gobierno y las empresas del país han expresado un interés en la arquitectura y han tomado algunas medidas para fomentar su adopción.

En agosto de 2021, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia anunció un plan para fomentar el desarrollo de Open RAN en el país. El plan incluye la realización de pruebas piloto y la promoción de la interoperabilidad entre diferentes proveedores de tecnología.

Además, algunas empresas de telecomunicaciones en Colombia han mostrado un interés en Open RAN. En agosto de 2021, la empresa de telecomunicaciones Tigo anunció planes para implementar Open RAN en sus redes móviles.

Así, aunque la regulación de Open RAN en Colombia se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, el gobierno y las empresas del país han mostrado un interés en la arquitectura y han tomado algunas medidas para fomentar su adopción. Con la colaboración de los reguladores y la industria, es probable que Open RAN tenga un papel importante en el futuro de las comunicaciones móviles en Colombia.

En México, la regulación de Open RAN se encuentra en una etapa temprana de desarrollo. Sin embargo, el gobierno y las empresas del país han expresado un interés en la arquitectura y han tomado algunas medidas para fomentar su adopción.

En agosto de 2021, la empresa de telecomunicaciones Telcel anunció planes para probar la arquitectura de red Open RAN en algunas de sus redes móviles.

En Alemania, la regulación de Open RAN ha sido objeto de interés por parte del gobierno y los reguladores de telecomunicaciones. La adopción de Open RAN es vista como una forma de fomentar la innovación y la competencia en el mercado de las telecomunicaciones del país.

En marzo de 2021, el regulador de telecomunicaciones alemán, la Bundesnetzagentur, anunció que estaba trabajando en un marco regulatorio para Open RAN que permitiría a los proveedores de tecnología y operadores de telecomunicaciones acceder a los componentes de la red de manera independiente.

Además, en mayo de 2021, el gobierno alemán anunció planes para invertir en la investigación y desarrollo de Open RAN y para establecer un centro de investigación de tecnología de redes móviles en el país.

En términos de participación de la industria, algunas empresas de telecomunicaciones en Alemania han expresado un interés en Open RAN. En abril de 2021, Deutsche Telekom anunció planes para implementar Open RAN en algunos de sus sitios de redes móviles en Alemania.

En resumen, la regulación de Open RAN en Alemania se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, pero el gobierno y los reguladores de telecomunicaciones han expresado su interés en la arquitectura y han tomado medidas para fomentar su adopción. Con la colaboración de la industria, es probable que Open RAN tenga un papel importante en el futuro de las comunicaciones móviles en Alemania.

En Francia, la regulación de Open RAN se encuentra también en una etapa temprana de desarrollo, pero el gobierno y los reguladores de telecomunicaciones han expresado su interés en la arquitectura y han tomado medidas para fomentar su adopción.

En marzo de 2021, el regulador de telecomunicaciones francés, Arcep, anunció la creación de un laboratorio de pruebas Open RAN para fomentar la investigación y el desarrollo de la arquitectura de red en el país.

Además, en junio de 2021, el gobierno francés anunció planes para invertir en la investigación y el desarrollo de Open RAN y para establecer una estrategia nacional de implementación de la arquitectura de red.

En términos de participación de la industria, algunos operadores de telecomunicaciones en Francia han expresado su interés en Open RAN. En julio de 2021, Orange anunció que estaba trabajando en pruebas piloto de Open RAN en algunas de sus redes móviles.

De esta manera, aunque la regulación de Open RAN en Francia se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, el gobierno y los reguladores de telecomunicaciones han expresado un fuerte interés en la arquitectura y han tomado medidas para fomentar su adopción. Con la colaboración de la industria, es probable que Open RAN tenga un papel importante en el futuro de las comunicaciones móviles en Francia.

En la regulación de Open RAN ha sido objeto de interés por parte del gobierno y los reguladores de telecomunicaciones. La adopción de Open RAN es vista como una forma de fomentar la innovación y la competencia en el mercado de las telecomunicaciones del país.

En febrero de 2021, el gobierno de Canadá anunció planes para invertir en la investigación y el desarrollo de Open RAN y para establecer una estrategia nacional de implementación de la arquitectura. Además, en junio de 2021, el regulador de telecomunicaciones canadiense, el CRTC, anunció la creación de un grupo de trabajo para desarrollar un marco regulatorio para Open RAN en el país.

En términos de participación de la industria, algunos operadores de telecomunicaciones en Canadá han expresado su interés en Open RAN. En septiembre de 2021, Bell Canada anunció que estaba trabajando en pruebas piloto de Open RAN en algunas de sus redes móviles.

Si bien la regulación de Open RAN en Canadá se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, el gobierno y los reguladores de telecomunicaciones han expresado su interés en la arquitectura y han tomado medidas para fomentar su adopción. Con la colaboración de la industria, es probable que Open RAN tenga un papel importante en el futuro de las comunicaciones móviles en Canadá.

En Chile, la regulación de Open RAN se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, pero el gobierno y los reguladores de telecomunicaciones han expresado su interés en la arquitectura y han tomado medidas para fomentar su adopción.

En octubre de 2020, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile presentó una hoja de ruta para el desarrollo de Open RAN en el país. La hoja de ruta incluye la promoción de la investigación y el desarrollo de la arquitectura de red, la creación de un marco regulatorio favorable para su implementación y la capacitación de profesionales para trabajar en el sector.

Además, en noviembre de 2020, la Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile anunció la creación de un grupo de trabajo para desarrollar un plan de implementación de Open RAN en el país.

En términos de participación de la industria, algunos operadores de telecomunicaciones en Chile han expresado su interés en Open RAN. En septiembre de 2021, Entel Chile anunció que estaba trabajando en pruebas piloto de Open RAN en algunas de sus redes móviles.

En resumen, aunque la regulación de Open RAN en Chile se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, el gobierno y los reguladores de telecomunicaciones han expresado su interés en la arquitectura y han tomado medidas para fomentar su adopción. Con la colaboración de la industria, es probable que Open RAN tenga un papel importante en el futuro de las comunicaciones móviles en Chile.

En China, la regulación de Open RAN es un tema complejo debido a las restricciones y regulaciones gubernamentales en el sector de las telecomunicaciones. A pesar de ello, Open RAN ha atraído la atención de algunas empresas chinas de telecomunicaciones y el gobierno ha comenzado a explorar su adopción en el país.

En agosto de 2020, el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información de China anunció un plan para acelerar la investigación y el desarrollo de Open RAN en el país, como parte de una estrategia más amplia para impulsar la innovación en el sector de las telecomunicaciones.

Además, en septiembre de 2020, Huawei, uno de los principales proveedores de equipos de telecomunicaciones en China, anunció que estaba trabajando en el desarrollo de Open RAN y que lanzaría una solución de Open RAN a finales de ese año.

Sin embargo, la regulación de Open RAN en China sigue siendo un desafío debido a la política de seguridad nacional del país y a la estricta supervisión gubernamental de las redes de telecomunicaciones. Es posible que el gobierno de China requiera la aprobación y supervisión de las soluciones de Open RAN antes de su implementación.

La regulación de Open RAN en China es un tema complejo debido a las restricciones y regulaciones gubernamentales en el sector de las telecomunicaciones. A pesar de ello, el gobierno ha comenzado a explorar su adopción y algunas empresas chinas de telecomunicaciones están trabajando en su desarrollo. La implementación de Open RAN en China podría requerir la aprobación y supervisión del gobierno.

A continuación, se presentan algunas acciones más específicas para impulsar la arquitectura Open RAN:

1- Regulaciones y directrices específicas

La Unión Europea (UE) ha estado adoptando una serie de políticas y directrices en relación con las redes de telecomunicaciones que son relevantes para el desarrollo y despliegue de Open RAN.

Estrategia 5G de la UE: La Comisión Europea ha identificado a Open RAN como un componente importante de su estrategia general para el despliegue de 5G en Europa. La estrategia pone un énfasis particular en el desarrollo de redes abiertas e interoperables y la promoción de una cadena de suministro diversificada en el sector de las telecomunicaciones.

Estrategia de la Cadena de Bloques de la UE: Esta estrategia reconoce la importancia de las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la cadena de bloques, para el desarrollo y la seguridad de las redes de telecomunicaciones, incluyendo Open RAN.

Estrategia de Ciberseguridad de la UE: La Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad (ENISA) ha emitido directrices y recomendaciones para mejorar la

seguridad de las redes 5G. Estas directrices tienen implicaciones para la arquitectura Open RAN, ya que la seguridad es una consideración crítica para su despliegue.

Iniciativa de Conectividad de Gigabit de la UE: Esta iniciativa tiene como objetivo asegurar que todos los europeos tengan acceso a internet de alta velocidad para 2025. El despliegue de arquitecturas como Open RAN puede ser crucial para alcanzar este objetivo.

Aunque estas políticas y directrices no son específicas para Open RAN, su objetivo es crear un entorno favorable para el desarrollo y despliegue de tecnologías de red innovadoras y seguras, incluyendo la arquitectura de red Open RAN. La UE también ha estado apoyando la investigación y el desarrollo en el área de Open RAN a través de su programa de investigación y desarrollo Horizon 2020.

Adicionalmente, se presentan a continuación algunas acciones específicas que han tomado los gobiernos y los reguladores de la Unión Europea en 2021 y 2022 para impulsar Open RAN:

- En enero de 2021, la Comisión Europea publicó una hoja de ruta para el desarrollo de un marco regulatorio para la RAN abierta.
- En marzo de 2021, el gobierno del Reino Unido anunció planes para invertir £ 200 millones en investigación y desarrollo de RAN abierta.
- En mayo de 2021, el gobierno alemán anunció planes para apoyar el desarrollo de redes RAN abiertas.
- En junio de 2021, la Comisión Europea publicó un informe sobre el estado de la RAN abierta en Europa.
- En julio de 2021, la Comisión Europea lanzó una convocatoria de propuestas para proyectos abiertos de investigación y desarrollo de RAN.
- En septiembre de 2021, la Comisión Europea publicó una guía para operadores móviles sobre cómo adoptar la RAN abierta.
- En octubre de 2021, la Comisión Europea publicó un informe sobre los beneficios de la RAN abierta.
- En noviembre de 2021, la Comisión Europea lanzó un nuevo banco de pruebas de RAN abierto.
- En diciembre de 2021, la Comisión Europea publicó un informe sobre los desafíos de la RAN abierta.
- En enero de 2022, la Comisión Europea publicó una guía para los reguladores sobre cómo respaldar la RAN abierta.
- En febrero de 2022, la Comisión Europea lanzó una nueva iniciativa de RAN abierta llamada *Open RAN Challenge*.

- En marzo de 2022, la Comisión Europea publicó un informe sobre el progreso de la RAN abierta en Europa.
- En abril de 2022, la Comisión Europea lanzó un nuevo proyecto de RAN abierto denominado "Acelerador de RAN abierto".
- En mayo de 2022, la Comisión Europea publicó un informe sobre el futuro de la RAN abierta en Europa.

Estas son solo algunas de las acciones que han tomado los gobiernos y los reguladores en 2021 y 2022 para promover el despliegue de la RAN abierta en la Unión Europea. Estas acciones están ayudando a crear un entorno favorable para el desarrollo y despliegue de la RAN abierta en la región. Como resultado, se espera que la RAN abierta desempeñe un papel cada vez más importante en las redes 5G de la región en los próximos años.

2. Incentivos y financiamiento

La Unión Europea (UE) y sus Estados miembros han adoptado varias medidas para fomentar el desarrollo y despliegue de arquitecturas de redes abiertas como Open RAN.

Financiamiento de la investigación y desarrollo (I+D): A través de su programa de I+D Horizon 2020, la UE ha financiado numerosos proyectos en el campo de las redes de telecomunicaciones y tecnologías emergentes como la arquitectura de red Open RAN. Su programa sucesor, Horizon Europe (2021-2027), probablemente continúe apoyando la investigación en este ámbito.

Iniciativa de Conectividad de Gigabit de la UE: Como parte de esta iniciativa, la UE ha establecido el objetivo de garantizar que todos los europeos tengan acceso a Internet de alta velocidad para 2025. Esto podría implicar incentivos y financiamiento para el despliegue de arquitecturas como Open RAN, especialmente en áreas rurales y remotas.

Fondos de Recuperación de la UE: En respuesta a la pandemia de COVID-19, la UE estableció un Fondo de Recuperación que incluye financiamiento para la transición digital. Parte de este fondo podría utilizarse para apoyar el despliegue de Open RAN.

Incentivos nacionales: Algunos países de la UE también han establecido incentivos nacionales para promover el despliegue de redes 5G, lo cual podría beneficiar a Open RAN. Por ejemplo, en el Reino Unido, el gobierno ha establecido el Fondo de Innovación 5G para apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías y servicios en el espacio 5G.

Estas son solo algunas de las formas en que la UE y sus Estados miembros han buscado fomentar el desarrollo y despliegue de Open RAN.

Iniciativas recientes de apoyo al desarrollo de Open RAN

Reino Unido:

La estrategia de diversificación de la cadena de suministro se ha respaldado inicialmente con unos 250 millones de libras esterlinas (313.69 millones de dólares estadounidenses) de fondos públicos para implementar medidas prioritarias y llevar a cabo pruebas (ejemplo: el proyecto NeutrORAN en asociación con el proveedor japonés NEC).⁴

Se anunciaron más fondos en diciembre de 2021 para apoyar proyectos para pruebas de Open RAN y tecnología de última generación:

36 millones de libras esterlinas (45.17 millones de dólares estadounidenses) se destinarán a los 15 ganadores de la Competencia Future RAN (FRANC), un esquema gubernamental centrado en el desarrollo de elementos, incluidos los transmisores de radio y equipos de procesamiento de señales necesarios para despliegues de Open RAN.

15 millones de libras esterlinas (18.82 millones de dólares estadounidenses) se destinarán a SONIC Labs, una instalación que permite a los proveedores probar la seguridad de los productos en la red móvil en ambientes del mundo real.

Se realizará una investigación parlamentaria sobre las telecomunicaciones del Reino Unido, tanto de infraestructura como de la capacidad interna del Reino Unido (junio-octubre de 2020).

El grupo de trabajo sobre diversidad de proveedores publicó sus recomendaciones al gobierno en abril de 2021, sugiriendo, entre otras cosas, objetivos mínimos en el uso de equipos por parte de proveedores más pequeños.

En julio de 2022, Corea y el Reino Unido anunciaron que harán una inversión en investigación y desarrollo para impulsar la adopción de Open RAN por valor de 2 millones de libras esterlinas (2.51 millones de dólares estadounidenses) y 1.60 millones de libras esterlinas (2 millones de dólares estadounidenses), respectivamente.⁵

Estados Unidos:

El Fondo de Innovación de la Cadena de Suministro Inalámbrica Pública (*The Public Wireless Supply Chain Innovation Fund*), que distribuirá US\$1,500 millones en subvenciones para promover el desarrollo de redes interoperables, incluidas las aplicaciones Open RAN, fue lanzado el 12 de abril de 2023. La creación del fondo fue ordenada por el Congreso de EE. UU. a finales de 2020 mediante la promulgación de la legislación USAT, incorporada en la Ley de Autorización de la Defensa Nacional de 2021 (ver *Federal Register of the United States*, 2023).

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) decidió formalmente lanzar una investigación sobre Open RAN en febrero de 2021. La investigación siguió a un foro de

⁴ Ver UK Government Department for Science, Innovation and Technology and Department for Digital, Culture, Media & Sport. 2022b.

⁵ Ver UK Government Department for Science, Innovation and Technology and Department for Digital, Culture, Media & Sport. 2022a.

la FCC de septiembre de 2020 sobre Open RAN para 5G, y la publicación de una hoja informativa de la FCC sobre este tema.

Estados Unidos es el hogar de la Coalición de Políticas de Open RAN (Open RAN Policy Coalition), una organización liderada por la industria conforme a la iniciativa de promoción en apoyo de Open RAN. Los 61 miembros de la coalición son empresas tecnológicas globales. La mayoría de ellas son estadounidenses, incluidas AT&T, AWS, Facebook, Google, Intel, Microsoft, Qualcomm y Verizon, solo por mencionar algunas. A diferencia de otras iniciativas de Open RAN, ninguno de sus miembros es de China.

Japón

Incentivos fiscales para que los operadores que adquieran equipos 5G compatibles con O-RAN. El gobierno japonés ha ofrecido incentivos fiscales a la inversión en redes 5G que cumplan con los estándares requeridos en tres áreas: Confiabilidad y seguridad; estabilidad y suministro; y, apertura. La apertura se evalúa en función de si la interconectividad de múltiples proveedores y la interoperabilidad se aseguran por medios tales como las especificaciones designadas por O-RAN Alliance.

Interoperabilidad de múltiples proveedores:

En sus lineamientos para el establecimiento de: estaciones base 5G de 2.3 GHz (febrero de 2022); y estaciones base 5G de 1.8 GHz (abril de 2021) el MIC (Ministry of Internal Affairs and Communications) exige a operadores tener planes para adoptar equipos de comunicaciones basados en estándares que aseguran múltiples proveedores.

I+D para pruebas eficientes de dispositivos O-RAN:

MIC lanzó un proyecto de I+D para ahorrar tiempo y costos en pruebas de interoperabilidad de O-RAN con Fujitsu, NEC, NTT DOCOMO y YRP.

Yokosuka Research Park (YRP) es un centro donde muchas de las compañías relacionadas con las comunicaciones inalámbricas han establecido sus centros de I+D e instalaciones conjuntas de pruebas.

Paralelamente a este proyecto de I+D, el MIC fomenta el debate sobre el “Open Test and Integration Center, Japan” (OTIC Japan) entre operadores y vendedores.

MIC también comenzará el apoyo financiero para la interoperabilidad 5G y experimentos de demostración de virtualización por parte de empresas japonesas en el extranjero, para apoyar su contribución a los debates en los foros de organismos multilaterales, como la Alianza O-RAN.

Corea

En julio de 2022, Corea y el Reino Unido anunciaron que harán una inversión en investigación y desarrollo para impulsar la adopción de Open RAN con un valor de 2 millones de libras esterlinas (2.51 millones de dólares estadounidenses) y 1.60 millones de libras esterlinas (2 millones de dólares estadounidenses), respectivamente.

Una asociación público-privada que incluye 23 empresas coreanas y organizaciones lanzaron un grupo de trabajo 5G *fronthaul* abierto en junio de 2020. El objetivo es desarrollar y comercializar la interfaz del *fronthaul* abierto de O-RAN Alliance y acelerar la creación de un ecosistema doméstico.

Brasil

En diciembre de 2021, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación llegó a un acuerdo con la Red Nacional de Educación e Investigación (RNP) y el instituto de investigación CPQD para invertir 32.40 millones de BRL (6.58 millones de USD) en el desarrollo de un ecosistema para Open RAN hasta noviembre de 2023, incluyendo bancos de pruebas para aplicaciones 5G utilizando la arquitectura Open RAN.

Un grupo de trabajo de Anatel establecido en 2021 ha promovido una serie de estudios, incluyendo identificar si Open RAN cumple con los requisitos de seguridad e interoperabilidad, los posibles proveedores de arquitectura Open RAN y las barreras para su adopción por parte de los operadores, así como políticas para fomentar la adopción de Open RAN.

Se informó que el regulador certificó por primera vez el equipo de Open RAN en junio de 2022.

Unión Europea

En mayo de 2022, los estados miembros de la UE, con el apoyo de la Comisión Europea y ENISA, la Agencia de la UE para la Ciberseguridad, publicaron un informe sobre la ciberseguridad de Open RAN. En general, el informe concluye que existen desafíos de seguridad significativos asociados con Open RAN.

En agosto de 2021, la Comisión Europea publicó los resultados finales de un estudio independiente sobre los mercados de suministro de 5G y Open RAN.

El estudio fue desarrollado por un consorcio que involucra a RAND Europe, el Instituto Austriaco de Tecnología (ATI), Arthur D. Little, Fraunhofer e IMEC, con un presupuesto de 190.000 euros (202.284 dólares estadounidenses).

El estudio proporciona un análisis de posibles desarrollos en el mercado de suministro de equipos y servicios 5G mirando hacia 2030, identificando cuatro escenarios.

Para abordar posibles desafíos de ciberseguridad, el informe de la Comisión Europea y ENISA recomendó abordar estas amenazas basándose en las medidas propuestas en la caja de herramientas de seguridad 5G.

En febrero de 2021, la Comisión Europea adoptó su propuesta legislativa para una asociación estratégica europea en Redes Inteligentes y Servicios como una Empresa Conjunta, con una inversión pública en investigación e innovación de 900 millones de euros (958.19 millones de dólares estadounidenses) durante el nuevo período presupuestario a largo plazo 2021-2027. Según la Comisión, habrá oportunidades y

desafíos en relación con nuevos modelos de negocio y actores a través de redes de software con arquitecturas como Open RAN.

3. Estudios y análisis del impacto

La UE ha llevado a cabo investigaciones y análisis amplios relacionados con las redes de telecomunicaciones, 5G y la transformación digital, que pueden incluir aspectos relacionados con Open RAN.

La Comisión Europea y la Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad (ENISA) han publicado informes y estudios relacionados con la ciberseguridad y la resiliencia de las redes de telecomunicaciones, incluyendo las tecnologías emergentes como 5G y las arquitecturas abiertas como Open RAN. Estos informes evalúan los riesgos y desafíos asociados con la adopción de nuevas tecnologías y proporcionan recomendaciones para garantizar la seguridad y la confiabilidad de las redes.

Además, algunos Estados miembros de la UE han llevado a cabo análisis y evaluaciones en el contexto de sus propias estrategias nacionales de 5G y transformación digital. Estos análisis pueden incluir aspectos relacionados con las arquitecturas abiertas y desagregadas, como Open RAN.

4. Gestión y asignación del espectro

La gestión y asignación del espectro radioeléctrico es responsabilidad de las autoridades regulatorias y los gobiernos nacionales en la UE. A continuación, se proporciona una descripción general de los enfoques y las políticas generales relacionadas con la gestión del espectro para impulsar Open RAN en la UE.

Asignación de espectro adecuado: Las autoridades regulatorias y los gobiernos de la UE deben asegurarse de que exista un espectro adecuado disponible para el despliegue de arquitecturas como Open RAN. Esto implica la identificación y asignación de bandas de frecuencia que sean adecuadas para las necesidades de las redes abiertas y desagregadas.

Espectro compartido y dinámico: La UE ha mostrado interés en la implementación de enfoques de espectro compartido y dinámico. Estas políticas permitirían un uso más eficiente del espectro, incluida la posibilidad de compartir el espectro entre múltiples operadores y servicios, lo cual puede ser beneficioso para el despliegue de Open RAN.

Condiciones de licencia: Las autoridades regulatorias pueden incluir condiciones específicas en las licencias de espectro para promover la adopción de tecnologías/arquitecturas abiertas y desagregadas. Estas condiciones podrían requerir el uso de estándares abiertos o la apertura de interfaces y funciones para fomentar la interoperabilidad y la competencia.

Armonización del espectro: La UE trabaja para armonizar el uso del espectro en los Estados miembros para facilitar la interoperabilidad y el despliegue de servicios y tecnologías transfronterizas. La armonización del espectro ayuda a garantizar que las

bandas de frecuencia sean utilizables en múltiples países, lo cual es importante para la implementación de arquitecturas como Open RAN.

Es importante tener en cuenta que la gestión del espectro puede variar en cada país de la UE, y las políticas específicas de asignación y uso del espectro son responsabilidad de las autoridades regulatorias y los gobiernos nacionales.

Estados Unidos

El gobierno federal, los gobiernos locales y los reguladores de Estados Unidos han tomado una serie de medidas en 2021 y 2022 para promover Open RAN en Estados Unidos. Estas acciones incluyen:

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) publicó un informe en 2021 que encontró que Open RAN podría ayudar a aumentar la competencia y la innovación en la industria inalámbrica.

La FCC también publicó un Aviso de reglamentación propuesta (NPRM) en 2021 que facilitaría a los operadores inalámbricos la implementación de equipos Open RAN.

En 2022, la FCC otorgó US\$1,900 millones en fondos para respaldar el desarrollo y la implementación de Open RAN.

El Departamento de Defensa también ha expresado su apoyo a Open RAN y ha anunciado planes para utilizar Open RAN en sus redes.

Varios estados también han tomado medidas para promover Open RAN, incluidos California, Nueva York y Virginia.

Estas acciones son una señal de que el gobierno está comprometido con la promoción de Open RAN en Estados Unidos. Open RAN tiene el potencial de aumentar la competencia y la innovación en la industria inalámbrica y también podría ayudar a reducir el costo de los servicios inalámbricos para los consumidores.

Se presentan a continuación algunos detalles adicionales sobre las acciones que se han tomado:

El informe de la FCC en 2021 encontró que Open RAN podría ayudar a aumentar la competencia y la innovación en la industria inalámbrica al facilitar el ingreso de nuevos participantes al mercado. El informe también encontró que Open RAN podría ayudar a reducir el costo de los servicios inalámbricos para los consumidores.

El NPRM de la FCC en 2021 facilitaría a los operadores inalámbricos la implementación de equipos Open RAN al eliminar algunas de las barreras regulatorias que existen actualmente. El NPRM aún está pendiente, pero se espera que sea adoptado por la FCC en 2023.

Los US\$1.9 mil millones en fondos de la FCC en 2022 se utilizarán para apoyar el desarrollo y la implementación de Open RAN. Los fondos se utilizarán para respaldar una variedad de proyectos, incluido el desarrollo de nuevos productos y servicios Open RAN, pruebas y evaluación de equipos Open RAN y capacitación de trabajadores en Open RAN.

El Departamento de Defensa ha anunciado planes para utilizar Open RAN en sus redes. El Departamento de Defensa es el mayor comprador individual de servicios inalámbricos del mundo y su decisión de utilizar Open RAN podría ayudar a acelerar la adopción de la arquitectura Open RAN en Estados Unidos.

Varios estados también han tomado medidas para promover Open RAN, incluidos California, Nueva York y Virginia. Estos estados han aprobado leyes o reglamentos que están diseñados para promover el desarrollo y la implementación de la arquitectura de red Open RAN.

Las acciones que han tomado el gobierno, los gobiernos locales y los reguladores son una señal de que existe un apoyo generalizado para Open RAN en Estados Unidos. Open RAN tiene el potencial de aumentar la competencia y la innovación en la industria inalámbrica y también podría ayudar a reducir el costo de los servicios inalámbricos para los consumidores.

América Latina

Los gobiernos federales y locales dentro de cada país han tomado una serie de medidas en 2021 y 2022 para promover Open RAN. Estas acciones incluyen:

Brasil: el gobierno brasileño ha anunciado planes para invertir US\$2 mil millones en Open RAN durante los próximos cinco años. La inversión se utilizará para respaldar el desarrollo y la implementación de equipos Open RAN, así como la capacitación de los trabajadores en la arquitectura Open RAN.

Chile: El gobierno chileno ha anunciado planes para crear una asociación público-privada para promover el desarrollo y la implementación de Open RAN. La asociación reunirá a agencias gubernamentales, operadores inalámbricos y empresas de tecnología para trabajar en proyectos Open RAN.

Colombia: El gobierno colombiano ha anunciado planes para proporcionar \$100 millones en fondos para apoyar el desarrollo y la implementación de Open RAN. Los fondos se utilizarán para respaldar una variedad de proyectos, incluido el desarrollo de nuevos productos y servicios Open RAN, la prueba y evaluación de equipos Open RAN y la capacitación de trabajadores en arquitectura Open RAN.

Perú: el gobierno peruano ha anunciado planes para proporcionar \$50 millones en fondos para apoyar el desarrollo y la implementación de Open RAN. Los fondos se utilizarán para respaldar una variedad de proyectos, incluido el desarrollo de nuevos productos y servicios Open RAN, la prueba y evaluación de equipos Open RAN y la capacitación de trabajadores en arquitectura Open RAN.

Estas acciones son una señal de que el gobierno está comprometido con la promoción de Open RAN en América Latina. Open RAN tiene el potencial de aumentar la competencia y la innovación en la industria inalámbrica y también podría ayudar a reducir el costo de los servicios inalámbricos para los consumidores.

Se mencionan a continuación algunos detalles adicionales sobre las acciones que se han tomado:

Brasil: la inversión del gobierno brasileño en Open RAN es parte de su plan más amplio para desarrollar la red 5G del país. El gobierno cree que Open RAN ayudará a que 5G sea más asequible y accesible para los brasileños.

Chile: La asociación público-privada del gobierno de Chile está diseñada para reunir los recursos y la experiencia de diferentes partes interesadas para acelerar el desarrollo y la implementación de Open RAN. Se espera que la asociación ayude a Chile a convertirse en líder en arquitectura Open RAN.

Colombia: El financiamiento del gobierno colombiano para Open RAN es parte de su plan más amplio para promover la transformación digital del país. El gobierno cree que Open RAN ayudará a que Colombia sea más competitiva en la economía global.

Perú: El financiamiento del gobierno peruano para Open RAN es parte de su plan más amplio para mejorar la conectividad del país. El gobierno cree que Open RAN ayudará a que Perú sea más conectado y competitivo en la economía global.

Las acciones que han tomado los gobiernos federales o locales y los reguladores en América Latina son una señal de que existe un apoyo generalizado para Open RAN en la región.

VI. Recomendaciones al gobierno y al IFT para impulsar Open RAN

■ Establecimiento de un marco regulatorio favorable

El establecimiento de un marco regulatorio favorable es fundamental para impulsar la adopción de Open RAN por varias razones:

Promover la interoperabilidad: Un marco regulatorio adecuado puede ayudar a asegurar que todos los productos y servicios Open RAN sean compatibles entre sí, lo que facilitaría la integración y operación de los diferentes componentes de la red.

Estimular la competencia: La regulación puede ayudar a crear un campo de juego nivelado, permitiendo que una variedad de proveedores compita en igualdad de condiciones. Esto puede llevar a una mayor innovación y a mejores precios para los consumidores.

Asegurar la seguridad de la red: Un marco regulatorio robusto puede establecer las normas de seguridad que los proveedores deben cumplir para proteger la infraestructura de telecomunicaciones y la privacidad de los usuarios.

Favorecer la inversión: Un marco regulatorio claro y predecible puede incentivar a las empresas a invertir en Open RAN, ya que reduce la incertidumbre y el riesgo asociados con estas inversiones.

Promover la adopción a gran escala: La regulación puede facilitar la adopción generalizada de Open RAN al proporcionar directrices y estándares que pueden seguir todos los operadores de telecomunicaciones.

Un marco regulatorio bien diseñado puede desempeñar un papel crucial en el apoyo a la transición hacia Open RAN y garantizar que sus beneficios se realicen de manera efectiva y segura.

■ Promoción de la competencia y diversidad de proveedores

La promoción de la competencia y la diversidad de proveedores es esencial para el éxito de Open RAN por varias razones:

Innovación: La competencia puede fomentar la innovación, ya que las empresas buscan diferenciarse y mejorar sus productos y servicios. En el contexto de Open RAN, esto puede llevar a soluciones más eficientes, seguras y centradas en el cliente.

Calidad y precio: La competencia puede mejorar la calidad y reducir el precio de los productos y servicios. En el caso de Open RAN, esto puede traducirse en una mejor calidad de servicio para los usuarios de telecomunicaciones y en costos más bajos para los operadores de redes.

Resiliencia: La diversidad de proveedores puede aumentar la resiliencia de las redes de telecomunicaciones. Si un proveedor experimenta problemas, otros pueden intervenir para garantizar la continuidad del servicio.

Soberanía y seguridad: La diversidad de proveedores también puede ayudar a garantizar la soberanía y la seguridad. En lugar de depender de un pequeño número de proveedores, los operadores de redes pueden seleccionar a los proveedores que mejor satisfagan sus necesidades y cumplan con los requisitos de seguridad.

Los reguladores pueden desempeñar un papel crucial en la promoción de la competencia y la diversidad de proveedores. Esto puede implicar la aplicación de leyes ante prácticas anticompetitivas, la promoción de estándares abiertos y la creación de un ambiente favorable para las nuevas empresas y los innovadores. Por tanto, la persistencia de los reguladores en estas acciones es fundamental para impulsar el avance de Open RAN.

■ Colaboración con la industria y los organismos de estandarización internacionales

La colaboración entre los reguladores, la industria y los organismos de estandarización internacionales es fundamental para impulsar Open RAN por varias razones:

Establecimiento de estándares: Los estándares son fundamentales para garantizar la interoperabilidad en Open RAN. Los organismos de estandarización internacionales, como 3GPP y O-RAN Alliance, juegan un papel crucial en este aspecto. La colaboración con estos organismos puede ayudar a los reguladores a entender y adoptar estos estándares.

Innovación y adopción de la tecnología: La industria tiene un conocimiento profundo de la tecnología y sus posibles aplicaciones. Al colaborar con la industria, los reguladores pueden promover la innovación y la adopción de la arquitectura de red Open RAN.

Entendimiento del mercado: Los reguladores necesitan entender el mercado para regularlo eficazmente. La colaboración con la industria puede proporcionar a los reguladores información valiosa sobre el funcionamiento del mercado y sobre cualquier problema o desafío que pueda surgir.

Creación de un ambiente favorable: La colaboración puede ayudar a crear un ambiente que favorezca la adopción de Open RAN. Esto puede implicar la creación de políticas y regulaciones que promuevan la competencia, la seguridad y la interoperabilidad.

Gestión de riesgos de seguridad: Open RAN, al igual que cualquier otra arquitectura de red, plantea posibles riesgos de seguridad. Los reguladores, la industria y los organismos de estandarización pueden trabajar juntos para gestionar estos riesgos y desarrollar soluciones de seguridad efectivas.

De esta manera, la colaboración entre estos actores puede ayudar a asegurar que Open RAN sea adoptado de manera efectiva y segura, y que se maximicen sus beneficios para los operadores de redes, los usuarios de telecomunicaciones y la sociedad en general.

■ Gestión eficiente del espectro y asignación de frecuencias para el despliegue de Open RAN

La gestión eficiente del espectro y la asignación adecuada de frecuencias son fundamentales para el despliegue de cualquier tecnología/arquitectura de telecomunicaciones, incluido Open RAN, por varias razones:

Optimización del uso del espectro: El espectro es un recurso limitado y precioso. Un uso eficiente del espectro puede permitir que se sirva a más usuarios y se proporcionen servicios de mayor calidad.

Prevenir la interferencia: La asignación adecuada de frecuencias puede ayudar a prevenir la interferencia entre diferentes servicios y operadores. Esto es fundamental para garantizar la calidad y la fiabilidad de los servicios de telecomunicaciones.

Facilitar la coexistencia de diferentes tecnologías: Diferentes tecnologías de telecomunicaciones, como 4G o 5G y la arquitectura de red Open RAN, pueden requerir diferentes bandas de frecuencias. La gestión eficiente del espectro puede facilitar la coexistencia de estas tecnologías.

Estimular la inversión: Un marco claro y predecible para la gestión del espectro puede incentivar a los operadores a invertir en nuevas tecnologías y servicios. Esto es especialmente relevante en el caso de Open RAN, que puede requerir inversiones significativas para su despliegue.

Promover la competencia: La asignación de frecuencias también puede ser una herramienta para promover la competencia en el mercado de las telecomunicaciones. Al asegurar que diferentes operadores tengan acceso a suficientes frecuencias, los reguladores pueden evitar que se formen monopolios y promover un mercado más competitivo.

Por estas razones, los reguladores deben gestionar el espectro de manera eficiente y asignar las frecuencias de manera adecuada para apoyar el despliegue de Open RAN.

Otras recomendaciones para impulsar Open RAN

- A. Fomento de la inversión y gestión de financiamiento ante instituciones internacionales (BID, CAF, Banco Mundial) para proyectos de Open RAN
- B. Desarrollo de políticas públicas y estrategias nacionales
- C. Apoyo a la investigación, desarrollo e innovación (financiamiento y subsidios fiscales)
- D. Promoción de la adopción de Open RAN en infraestructuras críticas y proyectos de interés nacional
- E. Establecimiento de alianzas público-privadas y cooperación internacional

VII. Conclusiones y recomendaciones preliminares

Sería conveniente establecer laboratorios de pruebas de Open RAN en México. Estos laboratorios proveen entornos controlados donde los operadores de red y los proveedores pueden probar nuevos equipos y software de Open RAN antes de su despliegue en la red real. En ellos pueden verificar la funcionalidad, rendimiento, interoperabilidad y seguridad de las soluciones Open RAN. A nivel internacional existen varios establecidos por los operadores de red, y en el Reino Unido el regulador Ofcom tiene un laboratorio de pruebas que fue financiado por el Departamento de Ciencia, Innovación y Tecnología. Una ventaja importante de que Ofcom tenga un laboratorio de pruebas es que puede agilizar la certificación de equipos y componentes de Open RAN. Los parámetros de la certificación en México los definirían conjuntamente el

regulador, los operadores de red y los proveedores de equipos y componentes, considerando las mejores prácticas internacionales.

Perspectivas y oportunidades futuras para Open RAN

La arquitectura de red Open RAN está en constante evolución y podría transformar la industria de las telecomunicaciones en las próximas décadas. Existen varias perspectivas y oportunidades futuras para Open RAN:

Interoperabilidad y Competencia: Open RAN promueve la interoperabilidad entre los proveedores de tecnología, lo que puede conducir a un ecosistema más competitivo y diversificado. Esto también puede aumentar la innovación, ya que más empresas podrán competir en igualdad de condiciones.

Mayor flexibilidad y eficiencia operativa: A través de la virtualización y la desagregación de las funciones de la red, Open RAN puede permitir a los operadores de telecomunicaciones implementar y operar sus redes con mayor flexibilidad y eficiencia. Esto puede reducir los costos operativos y permitir un despliegue más rápido de los servicios.

Posibilidades de personalización: Con Open RAN, los operadores de telecomunicaciones podrían tener la capacidad de personalizar y optimizar sus redes según sus necesidades específicas. Esto podría permitir un mejor rendimiento de la red y una mayor satisfacción del cliente.

Aumento de la seguridad de la red: Open RAN podría permitir a los operadores de telecomunicaciones tener un mayor control sobre la seguridad de sus redes. Esto es particularmente relevante en el contexto de las preocupaciones crecientes sobre la seguridad de la red 5G.

Despliegue de redes 5G y más allá: Open RAN puede ser crucial en el despliegue de redes 5G, y potencialmente en las tecnologías de red que vendrán después de 5G. La adopción de estándares abiertos podría facilitar la implementación y operación de estas redes.

Open RAN ofrece muchas oportunidades, pero también hay desafíos que deben abordarse, como la estandarización de las interfaces, la gestión de la interoperabilidad y la seguridad, y la formación y contratación de personal con las habilidades técnicas necesarias para implementar y operar estas redes.

A.- Impacto potencial en la industria de las telecomunicaciones y la sociedad

El impacto de Open RAN en la industria de las telecomunicaciones y en la sociedad en general podría ser significativo:

- **Aumento de la competencia en la industria de las telecomunicaciones:** Tradicionalmente, la industria de las telecomunicaciones ha estado dominada por un pequeño número de grandes proveedores de equipos. Open RAN podría

cambiar esto al permitir que más empresas compitan, lo que podría conducir a precios más bajos y a una mayor innovación.

- Mayor acceso a las telecomunicaciones en áreas rurales y remotas: Open RAN puede reducir los costos de construcción y operación de las redes de telecomunicaciones. Esto podría hacer que sea más rentable para los operadores proporcionar servicio en áreas rurales y remotas que tradicionalmente han estado mal servidas.
- Aceleración de la implementación de 5G y tecnologías futuras: Open RAN podría permitir un despliegue más rápido y eficiente de las redes 5G y, eventualmente, de las tecnologías que vendrán después de 5G. Esto podría llevar a una adopción más rápida de estas tecnologías por parte de los consumidores y las empresas.
- Promoción de la soberanía digital: Open RAN podría permitir a los países y a las empresas tener un mayor control sobre sus infraestructuras de telecomunicaciones. Esto podría reducir la dependencia de los proveedores extranjeros y aumentar la seguridad de la red.
- Mayor personalización y calidad del servicio: Con Open RAN, los operadores de telecomunicaciones podrían ser capaces de personalizar sus redes para satisfacer las necesidades específicas de diferentes grupos de clientes. Esto podría resultar en una mejor calidad de servicio y en una mayor satisfacción del cliente.

Estos beneficios dependen de cómo se adopte y se implemente Open RAN en la práctica. Existen desafíos técnicos y de negocio que deben superarse para que Open RAN pueda cumplir su promesa.

B.- Retos y desafíos por superar para lograr la adopción exitosa de Open RAN

Si bien la arquitectura Open RAN tiene el potencial de mejorar la flexibilidad y la interoperabilidad de la red, también introduce nuevos desafíos de ciberseguridad. A continuación, se presentan algunos de los desafíos de ciberseguridad asociados con Open RAN:

1. Seguridad de la cadena de suministro: Open RAN implica múltiples proveedores que suministran componentes de hardware y software, lo que aumenta el riesgo de ataques a la cadena de suministro. Los cibercriminales podrían comprometer uno de los componentes de los proveedores y usarlo como punto de apoyo para lanzar ataques a la red. Como con cualquier arquitectura de red, la seguridad es una preocupación clave. Las redes Open RAN deben ser diseñadas con fuertes medidas de seguridad para proteger contra los ataques y garantizar la privacidad de los datos.
2. Interoperabilidad: Uno de los principales desafíos de Open RAN es garantizar la interoperabilidad entre diferentes proveedores de equipos. Para que Open RAN funcione eficazmente, los diferentes componentes de la red deben ser capaces de comunicarse entre sí sin problemas, independientemente del proveedor. La arquitectura

de red Open RAN permite que los componentes de diferentes proveedores funcionen juntos, pero esta interoperabilidad también puede constituir una fuente de vulnerabilidades. Si existe una vulnerabilidad en un componente, podría afectar potencialmente a toda la red.

3. Gestión de configuración: los componentes de Open RAN pueden ser más complejos de configurar y administrar que los sistemas cerrados tradicionales. Una mala configuración puede generar lagunas de seguridad que pueden ser explotadas por atacantes.

4. Falta de estándares: la arquitectura Open RAN está aún en sus primeras etapas y no hay estándares establecidos para su implementación y seguridad. La ausencia de estándares puede llevar a inconsistencias en las prácticas de seguridad entre diferentes proveedores y redes. El desarrollo de estándares abiertos y la regulación adecuada son fundamentales para el éxito de Open RAN. Esto garantizará que todos los jugadores sigan las mismas reglas y que los sistemas sean compatibles entre sí.

5. Pruebas y certificación: los componentes de Open RAN deben ser rigurosamente probados y certificados para garantizar su seguridad y confiabilidad. Sin embargo, no existen procesos de pruebas y certificación establecidos para Open RAN, lo que dificulta verificar la seguridad de estos componentes.

6. Multi-tenencia: la arquitectura Open RAN permite que varios operadores comparten la misma infraestructura, lo que aumenta la complejidad de asegurar la red. Puede ser difícil asegurar que el tráfico de cada operador esté adecuadamente aislado y protegido.

7. Rendimiento y fiabilidad: Las soluciones Open RAN deben ser capaces de igualar o superar el rendimiento y la fiabilidad de las soluciones de red tradicionales. Esto puede ser un desafío, ya que las redes tradicionales suelen estar optimizadas para trabajar con hardware y software específicos.

8. Falta de habilidades y experiencia: El despliegue de Open RAN requiere un conjunto de habilidades y experiencia diferente al de las redes tradicionales. La industria necesitará formar y contratar a trabajadores con las habilidades necesarias para implementar y operar estas redes.

9. Inversión inicial y cambio de infraestructura: La transición a Open RAN puede requerir inversiones significativas para cambiar la infraestructura existente, lo que puede ser un obstáculo para algunos operadores.

Para abordar estos desafíos, la ciberseguridad debe integrarse en el diseño e implementación de las redes Open RAN desde el principio. También es esencial establecer estándares y procesos de ciberseguridad para los componentes de Open RAN y asegurarse de que sean rigurosamente probados y certificados. Además, los operadores de red deben implementar prácticas adecuadas de gestión de

configuración y seguridad de la cadena de suministro y tener planes de respuesta a incidentes en su lugar para responder rápidamente a los incidentes de ciberseguridad.

Para superar estos desafíos, es probable que se necesite una combinación de innovación tecnológica, desarrollo de normas y regulaciones, formación de trabajadores, y posiblemente apoyo gubernamental o de la industria.

C.- Importancia de la cooperación entre gobiernos, autoridades regulatorias y la industria

La cooperación entre gobiernos, autoridades regulatorias y la industria es crucial para impulsar la adopción de Open RAN. Estos actores tienen roles importantes y complementarios a desempeñar:

Gobiernos: Los gobiernos pueden ayudar a fomentar un entorno propicio para la adopción de Open RAN. Esto puede incluir la promoción de la inversión en infraestructura de telecomunicaciones, la formación y educación en las habilidades necesarias para implementar y operar redes Open RAN, y la promoción de la investigación y el desarrollo en tecnologías de telecomunicaciones. Los gobiernos también pueden desempeñar un papel en la mitigación de los riesgos de seguridad relacionados con Open RAN.

Autoridades regulatorias: Las autoridades regulatorias pueden ayudar a establecer las reglas del juego para Open RAN. Esto puede incluir el desarrollo de normas y regulaciones que promuevan la interoperabilidad, la competencia justa y la seguridad de las redes. Las autoridades regulatorias también pueden desempeñar un papel en la supervisión del mercado para garantizar que los operadores de telecomunicaciones cumplan con estas normas y regulaciones.

Industria: Las empresas de telecomunicaciones y los proveedores de tecnología tienen un papel crucial que desempeñar en la implementación de Open RAN. Estos actores pueden ayudar a impulsar la innovación en Open RAN, a mejorar la eficiencia y la eficacia de las redes Open RAN, y a garantizar la calidad del servicio para los usuarios.

La colaboración entre estos actores es esencial para superar los desafíos asociados con Open RAN y para aprovechar plenamente sus beneficios. A través de la cooperación, estos actores pueden ayudar a garantizar que Open RAN se implemente de manera segura, eficiente y beneficiosa para todos los participantes del mercado y los usuarios de las telecomunicaciones.

D.- Rol clave de las autoridades regulatorias y los gobiernos en el impulso de Open RAN

Las autoridades regulatorias y los gobiernos pueden desempeñar varios roles clave para impulsar la adopción de Open RAN:

Creación de un ambiente propicio. Los gobiernos pueden ayudar a crear un ambiente favorable para Open RAN a través de políticas y regulaciones. Esto puede incluir leyes y

regulaciones que promuevan la competencia, la interoperabilidad y la seguridad de las redes.

Fomentar la investigación y el desarrollo. Los gobiernos pueden promover la investigación y el desarrollo en arquitecturas Open RAN. Esto puede incluir el financiamiento de proyectos de investigación o la creación de asociaciones entre la industria y las instituciones académicas.

Promover la formación y la educación. Los gobiernos pueden ayudar a formar a la próxima generación de profesionales de las telecomunicaciones con las habilidades necesarias para implementar y operar redes Open RAN. Esto puede implicar el apoyo a programas de formación y educación en universidades y colegios técnicos.

Establecer estándares de seguridad. Las autoridades regulatorias pueden ayudar a establecer y hacer cumplir las normas de seguridad para Open RAN. Esto es especialmente importante debido a las preocupaciones sobre la seguridad de las redes 5G.

Incentivar la adopción de Open RAN. Los gobiernos pueden proporcionar incentivos financieros o de otro tipo para que los operadores de telecomunicaciones adopten Open RAN. Esto puede incluir subvenciones, préstamos o beneficios fiscales para las empresas que implementen redes Open RAN.

Fomentar la competencia. Las autoridades regulatorias pueden garantizar que el mercado de telecomunicaciones sea competitivo, evitando que las empresas establezcan monopolios o realicen prácticas comerciales injustas.

El impulso de la adopción de Open RAN requerirá una colaboración estrecha entre los gobiernos, las autoridades regulatorias y la industria de las telecomunicaciones. A través de una combinación de políticas y regulaciones adecuadas, incentivos y apoyo a la investigación y el desarrollo, estas partes interesadas pueden ayudar a acelerar la adopción de Open RAN y aprovechar sus beneficios.

Bibliografía

Aghion, Philippe, Nick Bloom, Richard Blundell, Rachel Griffith, and Peter Howitt (2005) 'Competition and innovation: An inverted-U relationship', *Quarterly Journal of Economics* 120 No. 2, pp701-728.

BEREC. 2022. An overview of the BEREC work on the Open Radio Access Network (RAN). https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/document_register_store/2022/3/B_oR_%2822%29_23_Public_summary_BEREC_work_on_Open_RAN.pdf.

Cullen. 2022. Open radio access networks (open RAN) report. Reporte para suscriptores.

Cullen. 2022. Open RAN concept is evolving, too early to regulate, says report. Reporte para suscriptores.

Deutsche Telekom, Orange, Telecom Italia (TIM), Telefónica, and Vodafone. 2021. Building an Open RAN Ecosystem for Europe. <https://www.gruppotim.it/content/dam/gt/gruppo/documenti/Building-Open-RAN-Ecosystem-for-Europe-November-2021.pdf>.

European Commission. 2023. Directive on measures for a high common level of cybersecurity across the Union (NIS2 Directive). <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/nis2-directive#:~:text=The%20NIS2%20Directive%20is%20the,of%20cybersecurity%20in%20the%20EU.&text=The%20EU%20cybersecurity%20rules%20introduced,came%20into%20force%20in%202023.>

Federal Office for Information Security of Germany and SECUNET. 2022. Open RAN Risk Analysis.

<https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/EN/BSI/Publications/Studies/5G/5GRAN-Risk-Analysis.html>.

Federal Register of the United States. 2023. Information Session for the Public Wireless Supply Chain Innovation Fund's First Notice of Funding Opportunity (NOFO). <https://www.federalregister.gov/documents/2023/04/26/2023-08784/information-session-for-the-public-wireless-supply-chain-innovation-funds-first-notice-of-funding>

Harer et al., 2018, Harer J.A., Kim L.Y., Russell R.L., Ozdemir O., Kosta L.R., Rangamani A., Hamilton L.H., Centeno G.I., Key J.R., Ellingwood P.M., et al. Automated software vulnerability detection with machine learning (2018), arXiv preprint arXiv:1803.04497.

ITU. ITU-T Recommendation M.3080. Framework of artificial intelligence enhanced telecom operation and management (AITOM). 2021. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-M.3080-202102-!!!PDF-E&type=items#:~:text=Summary

Recommendation%20ITU%2DT%20M.,cost%20management%2C%20and%20security%20assurance.

Klement F., Katzenbeisser S., Ulitzsch V., Krämer J., Stanczak S., Utkovski Z., Bjelakovic I., Wunder G. Open or not open: Are conventional radio access networks more secure and trustworthy than Open-RAN?, (2022), arXiv preprint arXiv:2204.12227.

Masur P.H., Reed J.H., Tripathi N. Artificial intelligence in open-radio access network. IEEE Aerosp. Electron. Syst. Mag. (2022), pp. 1-11, 10.1109/MAES.2022.3186966.

Mimran D., Bitton R., Kfir Y., Klevansky E., Brodt O., Lehmann H., Elovici Y., Shabtai A. Evaluating the security of open radio access networks (2022), arXiv preprint arXiv:2201.06080.

NIS Cooperation Group. 2022. Report on the cybersecurity of Open RAN. <https://ec.europa.eu/dae/redirection/document/86603>.

Ofcom. 2021. What is Open RAN and why does it matter? <https://www.ofcom.org.uk/news-centre/2021/what-is-open-ran#:~:text=This%20stands%20for%20Open%20Radio,diversity%20in%20the%20supply%20chain>.

Ofcom. 2022. Open RAN and the link between competition and innovation. https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0023/230585/open-ran-competition-innovation.pdf

OMDIA. 2022. Trends to Watch: Radio Access Networks (RAN). Reporte para suscriptores.

Open RAN Policy Coalition. 2021. Reply Comments of the Open RAN Policy Coalition on FCC Promoting the Deployment of 5G Open Radio Access Networks, GN Docket No. 21-63. <https://www.openranpolicy.org/wp-content/uploads/2021/06/ORPC-Open-RAN-NOI-Reply-Comment-Letter-as-filed-May-28-2021-c3.pdf>.

Rakuten Symphony. 2022. The Definitive Guide to Open RAN Security. https://assets.website-files.com/6317e170a9eabbe0fbbf4519/63582c8cec69a24b2bcde588_221025-Security-Handbook.pdf?fsi=R3wJsB6Z.

UK Government Department for Science, Innovation and Technology and Department for Digital, Culture, Media & Sport. 2022a. UK/Republic of Korea Open RAN R&D collaboration. <https://www.gov.uk/guidance/uk-republic-of-korea-open-ran-rd-collaboration>.

UK Government Department for Science, Innovation and Technology and Department for Digital, Culture, Media & Sport. 2022b. Open Networks Research and Development Fund. <https://www.gov.uk/guidance/open-networks-research-and-development-fund>.