

5G hacia el futuro digital

Autores

Dolan, Guillermo Patricio; Fabbri, Lucía Morena
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario
E. Zeballos 1341, 2000 Rosario, Argentina
guillermopatdolan@gmail.com

Resumen

Con la llegada de la pandemia del COVID-19 en el año 2020 se incrementaron las conexiones ya sea por teletrabajo, streaming, educación online, compras online, redes sociales, entretenimiento, llevando todo esto a una sobrecarga en el mundo digital, como así también el incremento en el uso de dispositivos móviles en forma mundial. A consecuencia de esto se generaron por un lado diferentes necesidades de los usuarios, en particular la de mejorar la conectividad de los dispositivos y por el otro el aumento de delitos informáticos aprovechando la exposición de los mismos. El presente trabajo se ha realizado con el propósito de analizar la tecnología de red móvil 5G, los beneficios de la misma y las consecuencias de la (in)seguridad a la que está expuesta y analizar los posibles primeros pasos para su inclusión dentro de los mecanismos de inteligencia de amenazas de las compañías

Palabras clave: Red 5G - Seguridad - Información - Internet of Things - Edge Computing - Cloud Computing - Virtualización - SDN - NFV

1. Introducción

La evolución tecnológica que se vive diariamente, junto con las necesidades de las empresas de querer mejorar sus procesos productivos, sus ventas, como así también las de las personas de querer mejorar su estilo de vida diaria, conlleva a la necesaria actualización de tecnología de telefonía celular.

En la actualidad estamos permanentemente interactuando con dispositivos smartphone, ya sea leyendo alguna noticia, enviando y recibiendo mensajes, compartiendo contenido en redes sociales, descargando aplicaciones, modificando nuestra agenda para actividades diarias, por lo que pretendemos tener siempre buena conectividad, una alta velo-

cidad de descarga y subida de los archivos que compartimos y disponibilidad de la información en el momento en que la solicitemos. Para el logro de esto, con el correr de los años, se fue perfeccionando la telefonía celular hasta la actual red 5G, una red móvil de telefonía de quinta generación, capaz de conectar dispositivos inalámbricos, brindándoles acceso a Internet y telefonía con una latencia muy baja, comparada con las antecesoras de esta (2G, 3G, 4G) [1]. Entre las características principales de esta red se pueden citar: **interacción en tiempo real, baja latencia, seguridad, Edge Computing**, y la posibilidad de su uso en **automatización de procesos, robótica, streaming de alta definición para drones, realidad virtual, seguimiento de la salud, tráfico vial, redes inteligentes, Internet of Things**, entre otras. [2].

2. Algunas beneficios de la red 5G

2.1. Edge Computing vs. Cloud Computing

Al día de hoy estamos permanentemente en contacto con la nube y sus servicios (Cloud Computing), ya sea para realizar copias de seguridad de nuestros archivos, para ver streamings, para interactuar con redes sociales, para trabajar en equipo de manera remota, para procesar y analizar múltiples volúmenes de datos. Con esta posibilidad las empresas minimizan la inversión en infraestructura y en las tareas de configuración y gestión de recursos informáticos, permitiendo que paguen únicamente por los servicios que utilicen[3]. La nube posee características como: **Autoservicio bajo demanda**, en el cual un usuario puede provisionarse de capacidades informáticas, como servidores virtuales (procesamiento), almacenamiento y red, según sea necesario y de manera automática sin requerir interacción humana con el proveedor de cada servicio; **Amplio acceso a la red** donde los recursos o servicios necesarios se acceden y consumen por red; **Puesta en común de recursos**

esto es los recursos físicos de TI son compartidos para servir a múltiples consumidores a la vez; **Servicio medido:** los servicios en la nube se controlan midiendo los recursos TI usados individualmente, por ejemplo, cantidad usada de disco, horas de procesamiento, consumo de ancho de banda [4]. Además de proveer estos servicios la red 5G introduce una nueva característica denominada **Edge Computing**, que hace referencia a la ejecución de procesos o gestión de datos en la ubicación física de un dispositivo o de la fuente de datos. El objetivo de la misma, es acelerar los procesos y el acceso a la información para ofrecer servicios mucho más rápidos, confiables y eficientes [5]. Edge Computing está presente en 5G para afrontar las necesidades de uso anteriormente mencionadas para la nube que requieran de la **interacción en tiempo real**. Edge Computing asegura baja latencia para soportar retardos extremadamente pequeños en aplicaciones y servicios (por ejemplo Internet Tactil, Vehículos autónomos), que requieren respuestas inmediatas. Para el caso de **realidad virtual, seguimiento de la salud y robótica**, Edge Computing posee las características de alta velocidad de datos, alta disponibilidad, y procesamiento local necesarias para transmitir una gran cantidad de datos generados acerca del entorno donde la persona se encuentra, para hacer seguimientos de la máquina robot que se esté utilizando para una tarea doméstica o industrial, en las cuales el tiempo es un factor clave para el procesamiento de los datos obtenidos y su posterior análisis. [2]

Para citar un ejemplo donde comparamos Edge Computing con Cloud Computing supongamos que estamos en una ruta conduciendo, en donde debemos estar atentos al camino que transitamos, los vehículos con los que nos cruzamos, las maniobras que realizamos, dado que una acción descuidada puede llevarnos a tener un accidente. Por cuestiones imprevistas que pueden surgir nos vemos obligados a realizar alguna maniobra, o frenar de manera total, donde el tiempo es un factor crítico. En este caso la red 5G elige a la **Edge Computing** como tecnología principal para abordar el tema de la conducción autónoma, ya que se necesita que el sistema que posee el vehículo interactúe en tiempo real, atento a los sucesos que se den en el camino donde se conduzca. El tiempo que un vehículo autónomo requiere para realizar una maniobra imprevista es menor a 10 milisegundos cuestión que Edge Computing provee, si éste se conectara directamente a la nube mediante la **Cloud Computing**, el tiempo de acceso sería mayor a 80 milisegundos [2].

2.2. Internet of Things

La red 5G se relaciona con “Internet de las Cosas” (**Internet of Things**), que describe la red de objetos físicos (cosas) que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías, con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos

dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas [6]. Con esta tecnología se lograron avances que favorecen a las empresas y consumidores [7], entre ellas:

- **Conectividad:** Una gran cantidad de protocolos de red para Internet ha facilitado la conexión de sensores a la nube y a otras cosas para lograr una transferencia de datos eficiente;
- **Plataformas de informática en la nube:** El aumento en la disponibilidad de plataformas en la nube permite a las empresas y a los consumidores acceder a la infraestructura que necesitan para escalar sin tener que administrarlo todo;
- **Aprendizaje automático y analítico:** Con los avances en aprendizaje automático y analítica, junto con el acceso a cantidades grandes y variadas de datos almacenados en la nube, las empresas pueden recopilar información de forma más rápida y fácil;
- **Inteligencia artificial (IA) conversacional:** Los avances en las redes neuronales han llevado el procesamiento del lenguaje natural (NLP - Natural Language Processing) a los dispositivos IoT (como los asistentes personales digitales Alexa, Cortana y Siri) y los han hecho atractivos, asequibles y viables para uso doméstico

Muchas áreas hoy en día están usando permanentemente IoT, entre ellas la industria **Automotriz, Transporte, Logística, Comercios, Fábricas** [8], donde es necesario conectarse a la nube para obtener información, recopilar datos y hacer seguimientos ya sea de producción, seguimiento vehicular, control de stock, administración del inventario, control y ubicación de los activos, para lo que se requieren datos y respuestas en tiempo real, alertas sobre el estado de los equipos de producción en las instalaciones, control de temperaturas en el transporte de productos para mantener la cadena de frío. En estas situaciones es donde 5G tiene sus puntos fuertes: **interacción en tiempo real y baja latencia**.

3. Cómo opera la red 5G

La operatoria de las anteriores generaciones de redes (3G, 4G) se enfocaba en el hardware, implicando una infraestructura única y muy costosa de operar. Solo se contaba con hardware de un fabricante específico, y si se querían implementar cambios en las funciones que brindaban las empresas de telefonía, ya sea mejora en las llamadas, en el envío y recepción de mensajes, en la optimización del uso de datos móviles, se debía esperar grandes períodos de tiempo [9]. En la actualidad, donde la mayoría de los usuarios permanecemos largas horas conectados a Internet, producimos múltiples demandas a la red, es por ello que 5G

se enfoca en modificar el modo de operar introduciendo el concepto de Core. Core es un elemento central en la red de servicios de telefonía que usan los clientes, donde su principal función es dirigir llamadas telefónicas mediante la red telefónica pública conmutada [10] utilizando los conceptos de **virtualización**, **SDN** (Software Defined Network) y **NFV** (Network Functions Virtualization) [11]. **Virtualización** es una tecnología que permite crear múltiples entornos simulados o recursos dedicados desde un solo sistema de hardware físico. A partir de un software llamado hipervisor, que se conecta directamente al hardware, permite dividir un sistema en entornos separados, distintos y seguros, conocidos como máquinas virtuales (VM - Virtual Machines) [12]. **Conmutación**: La Conmutación se considera como la acción de establecer una vía, un camino, de extremo a extremo entre dos puntos, un emisor y un receptor, a través de nodos o equipos de transmisión [13].

A partir de las tecnologías mencionadas la red 5G configura una arquitectura basada en servicios, es decir, en funciones de red descompuestas, virtualizadas, y distribuidas, mediante el uso de contenedores, interfaces abiertas, y plataformas de orquestación para coordinar la prestación de sus servicios. Los **Contenedores** son ambientes de ejecución livianos que proveen a las aplicaciones con los archivos, variables y librerías que necesitan para operar [14]; las **Plataformas de orquestación u orquestación de contenedores** consisten en la automatización de la mayoría de las operaciones necesarias para ejecutar cargas de trabajo y servicios en contenedores [15].

3.1. SDN

SDN es una nueva tecnología con una arquitectura que permite controlar el comportamiento de la red de forma centralizada mediante aplicaciones de software que utilizan **API** (**Application Programming Interface**), permitiendo que productos y servicios se comuniquen con otros, sin tener que diseñar permanentemente una infraestructura de conectividad nueva [16]; [9].

La arquitectura SDN está formada por tres capas:

- **Capa de control**: administra las políticas y el flujo de tráfico por la red. Consta del controlador SDN, que conecta la capa de aplicaciones a la capa de infraestructura. La capa de control procesa los requisitos enviados por la capa de aplicaciones a través de la API descendente y luego las pasa a la infraestructura de red a través de la API ascendente. También comunica la información extraída de la capa de infraestructura a la capa de aplicación para optimizar la funcionalidad [17];
- **Capa de aplicación**: Consiste en las aplicaciones de negocio de los usuarios finales que utilizan servicios de

comunicación de SDN a través de las API ascendentes (northbound) de la capa de control [18].

- **Capa de infraestructura**: Está constituida por los nodos de red que realizan la conmutación. Proporciona un acceso abierto programable a través de API hacia abajo (southbound) [18].

3.2. NFV

Por otro lado **NFV** es un enfoque de red en evolución que permite la sustitución de dispositivos de hardware dedicados y costosos tales como routers, firewalls, con dispositivos de red basados en software (Servidores de Datos) que se ejecutan como máquinas virtuales en servidores estándares de la industria telefónica [11]. Su arquitectura está conformada por: **Funciones de red virtualizadas(VNF)** que son aplicaciones de software que ofrecen funciones de red, como el uso compartido de archivos, los servicios de directorio y la configuración de IP; **Infraestructura de virtualización de las funciones de red (NFVi)**: que consiste en los elementos de infraestructura (como el almacenamiento y las conexiones de redes) de una plataforma de gestión de contenedores, los cuales son necesarios para ejecutar las aplicaciones de red; **Gestión, automatización y organización de la red**: proporciona un marco para gestionar la infraestructura de NFV e implementar VNF nuevas [19]. NFV desacopla las funciones de la red de dispositivos de hardware únicos que poseían las anteriores generaciones de redes, y las traslada a uno o varios servidores virtuales, que pueden cumplir múltiples funciones en un único servidor físico [20].

4. Seguridad

En función al proyecto al que está relacionado este trabajo, nos propusimos analizar algunas de las características de seguridad que provee la red 5G y las vulnerabilidades que pueden ser atacadas por amenazas directamente relacionadas a los componentes presentes en su arquitectura y forma de operar.

En cuanto a la seguridad que brinda 5G podemos destacar la protección que brinda la tecnología de SDN. La misma, al tener una visión global de la red, y la capacidad de programación de los elementos de red, facilita la rápida identificación de amenazas a través de un ciclo de recolección de inteligencia de los recursos, estados y flujos de la red. La arquitectura SDN admite monitoreo de seguridad altamente reactivo y proactivo, análisis de tráfico y sistemas de respuesta para facilitar el análisis forense de la red, y la alteración de las políticas de seguridad [11]. En cuanto al enfoque de red NFV, para prevenir ataques externos, se utilizan soluciones de protección de seguridad como cortafuegos (firewalls), Sistema de detección de intrusiones(IDS),

y para prevenir ataques a nivel infraestructura se monitorea continuamente el consumo de recursos de cada usuario y se evitan solicitudes maliciosas de acuerdo con una lista negra de direcciones IP [11].

4.1. Vulnerabilidades

5G es una red móvil nueva que comienza a operar en el año 2019 [21], y aún continúa desarrollándose. Esto ya nos pone en alerta de una serie de riesgos que devienen de cualquier tecnología en período de desarrollo que deben ser mitigados.

Por otra parte, como se mencionó anteriormente, 5G es una **arquitectura basada en servicios** que queda expuesta a nuevos puntos de acceso cuyas vulnerabilidades pueden ser ser objeto de ataques DDoS (Distributed Denial-of-Service - Denegación de servicio distribuido) generando desafíos en la implementación y administración de controles de seguridad en un entorno altamente virtualizado. El uso de API mal codificadas o inseguras pueden exponer los servicios centrales a ataques y poner en riesgo toda la red [22].

El uso de **Edge Computing** trae aparejado ciertos riesgos, especialmente si no protegemos los dispositivos que hacen uso de esta tecnología. El cambio de paradigma que conlleva el uso de la misma, donde los datos se ubican cercanos a donde son generados y consumidos, pueden ser objeto de ataques con la finalidad de robar información sensible. [23]. A su vez debemos tener en cuenta los riesgos relacionados a la **seguridad física**, ya que, los datos que obtenemos, procesamos, compartimos, se manejan en la ubicación donde el usuario esté situado, evitando estos datos ser enviados a los centro de datos tradicionales (uso de la nube) donde la seguridad ya se encuentra implementada (esto es Seguridad de Datos, Administración de identidades y accesos, Cumplimiento Legal) [24]. Por último, las tecnologías utilizadas en Edge Computing son, en gran proporción, de código abierto, que por un lado nos da el beneficio de que su código puede ser auditado y gracias a las contribuciones de la comunidad mantenerse actualizado y robusto, las compañías que hacen uso de estas, deben tener implementadas una buena gestión de parches para aplicar los cambios que la constante evolución de las amenazas lo requieran como así también personal especializados en el análisis de la cadena de suministros al desarrollo de software con las capacidades de revisar las nuevas versiones para que de esta manera se encuentren potenciales vulnerabilidades de forma temprana y aseguren la utilización de repositorios confiables evitando vulnerabilidades asociadas a la suplantación de repositorios como ya se ha visto en el ataque del ransomware Kaseya [25]

5. Conclusión

Podemos considerar que la red 5G impactará de manera positiva tanto a nivel personal como empresarial. Su relación con otras áreas de TI como lo son Inteligencia Artificial, Machine Learning, robótica y automatización y la posibilidad de implementación de Internet Táctil, próximo paso del IoT, son beneficios que explican este impacto positivo.

En cuanto a Argentina, un estudio de las empresas Nokia Corporation y OMDIA reveló que el 5G generará para 2035 un impacto económico y social de u\$s302 mil millones, distribuido entre varios sectores: la manufactura con u\$s57 mil millones, las TIC u\$s54 mil millones y servicios con u\$s54 mil millones [26].

Argentina se encuentra en etapa de pruebas de esta red móvil, es decir está en la fase inicial o más conocida como Release 15, o también 5G NSA (5G no autónomo), dado que para una implementación total y autónoma, toda la infraestructura de red necesaria debe ser nueva, y además deben asignarse las bandas de frecuencia a las que operará el 5G [26].

La empresa Telecom cuenta con 20 antenas móviles para prestar el servicio 5G, algunas en Buenos Aires, Rosario, Mar del Plata, Pinamar, y Cariló [27].

A partir de estas consideraciones surgen una serie de interrogantes: ¿Cuánto tardará esta tecnología móvil en implementarse completamente en Argentina? ¿Fue la pandemia Covid-19 un disparador para intentar acelerar los cambios de las redes en Argentina?. Finalizada la implementación del 5G de manera autónoma, ¿Cuánto tardará la sociedad argentina en adaptarse a este nuevo cambio? Por otra parte, ¿Qué criterio se tomó para la distribución de las primeras antenas en el país? ¿Por qué no se eligió la ciudad de Córdoba, siendo esta una de las principales ciudades de la Argentina?

Estos interrogantes sumados a la validación de los tiempos de respuesta de la red una vez en funcionamiento para todas las áreas de TI mencionadas como beneficiarias de la misma requerirán de investigaciones específicas. Por otra parte, y en lo que a nuestro proyecto refiere, su modalidad para la prestación de servicios y el hecho de que aún se encuentra bajo desarrollo nos alerta de la necesidad de continuar investigando sus vulnerabilidades y las amenazas a las que puede estar expuesta.

6. Reconocimientos

El presente trabajo fue realizado en el contexto del proyecto: TOECRO0008583 - "Modelización de un Sistema de Diagnóstico de Riesgos de Seguridad de la Información para su Integración a Sistemas de Gestión de Calidad" de la Universidad Tecnológica Nacional radicado en la Facultad Regional Rosario.

Referencias

- [1] “¿Qué es el 5g?.” <https://enacom.gob.ar/-que-es-el-5g-p4903>.
- [2] N. Hassan, Yau, K. L. A., y C. Wu, “Edge computing in 5g: A review,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 127276–127289, 2019.
- [3] “Definición de cloud computing.” <https://cloud.google.com/learn/what-is-cloud-computing?hl=es#section-2>.
- [4] “Las 5 características de la nube.” <https://www.kionetworks.com/blog/nube/la-nube-y-la-tecnologia-5g>.
- [5] “Qué es edge computing.” <https://www.ilimit.com/blog/edge-computing/>.
- [6] “¿Qué es el iot?.” <https://www.oracle.com/ar/internet-of-things/what-is-iot/>.
- [7] “¿Qué tecnologías han hecho posible el iot?.” <https://www.oracle.com/ar/internet-of-things/what-is-iot/>.
- [8] “¿Qué industrias pueden beneficiarse con IoT?.” <https://www.oracle.com/ar/internet-of-things/what-is-iot/>.
- [9] “SDN VS NFV: POR QUÉ SON LOS COMPONENTES CLAVE PARA MODERNIZAR LAS REDES.” <https://telecoms.adaptit.tech/es/blog/sdn-vs-nfv/>.
- [10] “Definición y concepto de CORE.” <https://sumamovil.com.co/glosario/que-es-y-como-funciona-core>.
- [11] I. O. Rodríguez Roncancio, “Nuevos desafíos en seguridad para 5g,” 2019.
- [12] “¿Qué es la virtualización?.” <https://www.redhat.com/es/topics/virtualization>.
- [13] “Conmutación (redes de comunicación).” [https://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n_\(redes_de_comunicaci%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n_(redes_de_comunicaci%C3%B3n)).
- [14] “¿Qué son los contenedores de software y cómo aportan valor a las organizaciones?.” <https://www.itmastersmag.com/noticias-analisis/que-son-los-contenedores-de-software-y-como-aportan-valor-a-las-organizaciones/>.
- [15] “¿Qué es la orquestación de contenedores?.” https://www.stackscale.com/es/blog/contenerizacion-orquestacion-contenedor/#Que_es_la_orquestacion_de_contenedores.
- [16] “¿Qué son las api?.” <https://www.redhat.com/es/topics/api>.
- [17] “¿Cómo funciona una sdn?.” <https://www.citrix.com/es-mx/solutions/app-delivery-and-security/what-is-software-defined-networking.html>.
- [18] R. J. Tejedor, “SDN: el futuro de las redes inteligentes,” 2014.
- [19] “¿Qué es la nfv?.” <https://www.redhat.com/es/topics/virtualization/what-is-nfv>.
- [20] C. Peliza, J. L. Roca, F. Dufour, A. Serra, y G. Micieli, “Redes 5g y virtualización de funciones de red en argentina,” *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2018.
- [21] “5g. INICIOS Y PROYECCIÓN.” <https://www.techedgegroup.com/es/blog/5g-inicios-proyeccion>.
- [22] Cisco, “5g cybersecurity guidance,”
- [23] “‘Edge computing’ cuatro aspectos que cambian el modelo de amenazas.” <https://cso.computerworld.es/pubs/cso55/index.html?page=11>.
- [24] “¿Qué es la seguridad en la nube?.” <https://latam.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cloud-security>.
- [25] O. Analytica, “Kaseya ransomware attack underlines supply chain risks,” *Emerald Expert Briefings*, no. oxa-es, 2021.
- [26] “5g en argentina: cuál es la situación actual.” <https://www.ambito.com/negocios/redes-5g/5g-argentina-proyectan-que-generara-un-impacto-economico-us302-mil millones-2035-n5464920>.
- [27] “¿Llega o se aleja?: por qué el 5g va a revolucionar a las industrias y cuándo será una realidad en argentina.” <https://www.iproup.com/innovacion/28937-5g-que-es-cuando-llega-a-argentina-y-para-que-sirve#:~:text=Telecom>.