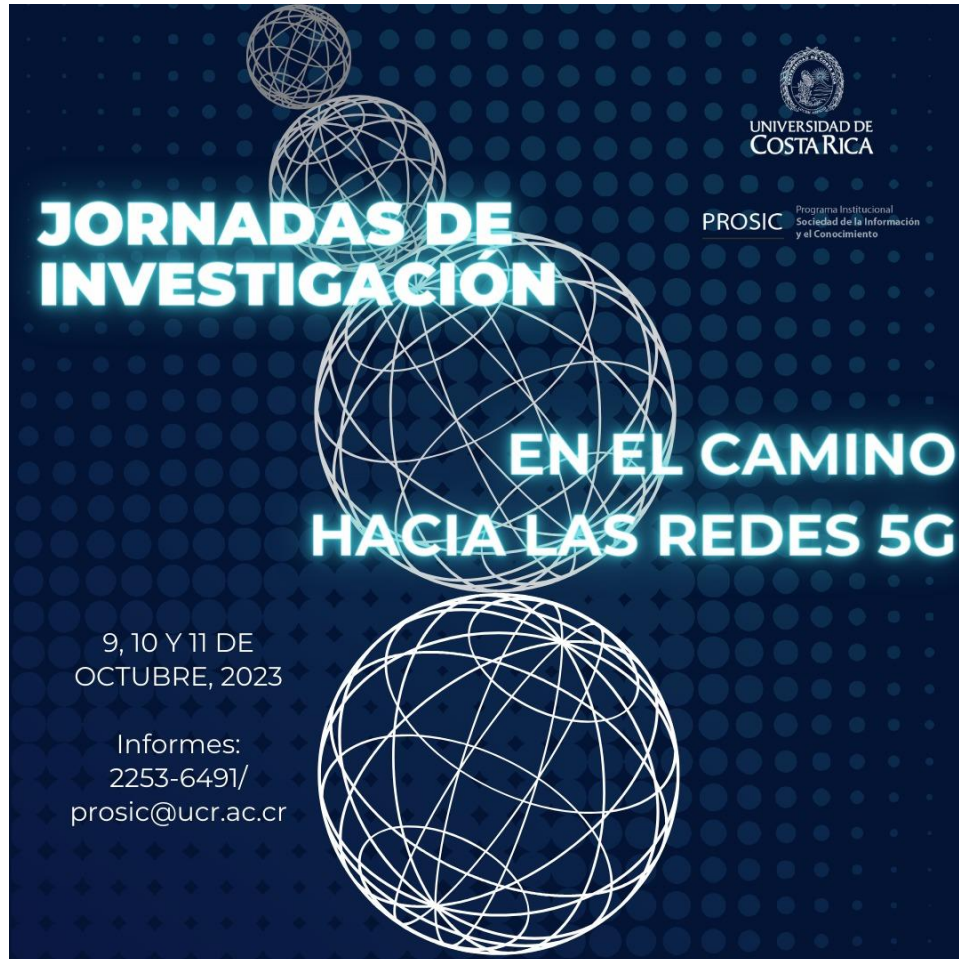




## JORNADAS DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS “En el camino hacia las Redes 5G”

9, 10 y 11 de octubre, 2023



### I. Introducción y justificación

Durante las últimas tres décadas, las redes inalámbricas han experimentado importantes cambios, que han llevado a modificar “la manera en el que se transfería información y las personas se comunicaban” (Ortiz, 2019, párr.1). Estas transformaciones han permitido que las redes móviles se conviertan en una infraestructura vital que “permite las comunicaciones, la navegación en Internet, la descarga y subida de contenidos y el uso de aplicaciones online” (Castro-Obando, 2020, p.101), entre otros procesos.

Sin embargo, desde que se comenzó a hablar sobre las potencialidades que podrían llegar a ofrecer las redes 5G en materia de navegación, aplicaciones y nuevos servicios (Adoplh et. al, 2018), este tema ha captado la atención de operadores de telecomunicaciones, gobiernos, industrias y ciudadanía; quienes ven en esta nueva tecnología la posibilidad de innovar y dar un salto tecnológico



revolucionario. Por tal motivo, la tecnología 5G es vista como una infraestructura clave para llevar a cabo las transformaciones prometidas por la Cuarta Revolución Industrial.

Estas tecnologías integran una serie de “sistemas, componentes y elementos conexos, que soportan capacidades superiores a las ofrecidas por los sistemas IMT-2000 (3G) e IMT-Avanzadas (4G)” (Adolph et. al, 2018, p.3). Tal evolución genera una mejora en el volumen de datos que pueden ser procesados e incrementa la velocidad de navegación, reduciendo los tiempos de latencia, “es decir, el tiempo que lleva enviar un mensaje desde un dispositivo a la red y obtener la respuesta” (Ortiz, 2019, párr.3).

La quinta generación IMT también destaca por su potencial para propiciar menor consumo de batería móvil, virtualizar las redes y densificar la cantidad de dispositivos conectados (Peña, 2023); ya que amplía la “cobertura espacial y el ancho de banda de toda la red inalámbrica” (Arreola-Rosales, 2019). Para cumplir con esta funcionalidad, los sistemas son equipados con tecnología full dúplex y “una serie de circuitos especializados que garantizan que los transmisores y dispositivos envíen y reciban datos en la misma frecuencia, sin interferir unos con otros” (Arreola-Rosales, 2019, párr.8).

La importancia actual de las redes 5G se debe a que varias de las “innovaciones futuras basadas en la economía del dato, solo podrán ser implementadas si se da un despliegue efectivo de la infraestructura de la tecnología 5G” (Castro-Obando, 2020, p.101). Esto es particularmente evidente para el desarrollo de aplicaciones basadas en el Internet de las Cosas (IoT), los vehículos autónomos, la creación de programas de realidad virtual y aumentada, el manejo de dispositivos a distancia “como manos robóticas manejando bisturís” (Arreola-Rosales, 2019, párr.6) y la masificación de otras tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial (IA).

Con estas redes “tendremos decenas de dispositivos conectados al mismo tiempo: los electrodomésticos de las casas, el mobiliario urbano” (Flores, 2022, párr.2), e inclusive las empresas y las industrias tendrán la capacidad de integrar al IoT en sus operaciones diarias. La posibilidad de comunicarse con mínima latencia cambiará “la forma de trabajar en las fábricas y también en ámbitos como la medicina quirúrgica, la movilidad o la gestión energética” (El País, 2021, párr.2).

De hecho, se espera que para el 2024 cerca del 40% de la población mundial (unos 1,5 billones de personas) tenga acceso a las redes 5G (Chaves, 2021); además, se estima que para el 2025 el 14% de los accesos a redes móviles en todo el mundo serán realizados mediante tecnología 5G (Statista Research Department, 2023). A pesar de estas proyecciones, datos de 5G Americas indican que hasta marzo del 2022 el despliegue de redes 5G en el mundo era bajo en comparación al de las redes 4G (De León, 2022); siendo Europa y Asia las dos regiones con la mayor cantidad de redes 5G activadas.

En el caso particular de América Latina, datos de 5G Americas indican que esta zona junto con la de Medio Oriente, se encuentran entre las más rezagadas en cuanto a sus despliegues de redes 5G. Es más, hasta el primer trimestre del 2022, eran pocos los países Latinoamericanos y Caribeños, los que habían instalado alguna red con tecnología 5G, siendo Brasil, Chile Perú y Puerto Rico, los casos donde se había desplegado mayor cantidad de este tipo de redes (De León, 2022).

Si bien esta tecnología marcará un antes y un después en la conectividad, para aprovechar los beneficios y potencialidades que la misma promete se requiere de un conjunto de condiciones preparatorias que consideren aspectos a nivel legal, fomenten el acceso a recursos escasos (por



ejemplo, a espectro radioeléctrico), promuevan inversiones en infraestructura de telecomunicaciones, introduzcan estándares de ciberseguridad y la eficiencia energética (Castro-Obando, 2020), entre otros aspectos.

Las redes 5G requieren de un despliegue de infraestructura de telecomunicaciones ordenado y ágil que sea facilitado por una normativa en la que las consideraciones técnico-legales que orienten la implantación y desarrollo de esta tecnología no se conviertan en una limitante para avanzar en su desarrollo, sobre todo si se introducen trámites sin justificación técnica o con plazos de resolución excesivos que elevan los costes de tiempo y recursos.

De igual modo, la inversión en infraestructura es un aspecto al que se le debe prestar especial atención pues la implementación de la tecnología 5G requiere de “tecnología adicional a la 4G, sobre todo más antenas, fibra óptica y la implantación de miles de micro células” (Castro-Obando, 2020). Estas últimas tienen mayor capacidad para elevar la calidad de los servicios de telecomunicaciones, sin necesidad de usar más espectro, sin embargo, para lograr mayor cobertura se deben instalar más micro células. Dicha particularidad, ha suscitado preocupaciones sobre el impacto visual de estas infraestructuras, así como por el costo que implica desplegar estas infraestructuras.

Adicionalmente, se deben tomar en cuenta los procedimientos de adjudicación de espectro y los precios para acceder a tal recurso; por lo que se debe procurar la liberalización de las bandas de espectro 5G, definir lineamientos técnicos para los procesos concursales –evitando cobrar excesivamente por el espectro 5G- y promover la armonización de bandas espectrales, entre otros aspectos.

Paralelamente, el incremento en el número de aparatos que estarán conectados a la red implica que los mismos tendrán capacidades “para compartir información y actuar eficientemente en función de esos datos” (El País, 2021, párr.4), lo que complejiza la seguridad de las infraestructuras al volver los entornos digitales más complejos. Es así como los ciberataques pueden ser dirigidos a las infraestructuras de conectividad o las máquinas, “o a la solidez y confidencialidad de los datos que se transmiten entre ellas, ampliando las posibilidades del ciberespionaje industrial” (El País, 2021, párr.6).

Esto significa que ya no solo hay que contemplar la introducción de mecanismos de ciberseguridad en teléfonos móviles y computadoras sino también en aparatos como televisores, autos, máquinas, refrigeradoras y sensores (El País, 2021) por mencionar algunos ejemplos. Esto quiere decir que se amplía la cantidad de actores que hay que tomar en cuenta a la hora de gestionar la ciberseguridad y aunque la tecnología 5G ya integra “mejores protocolos de autenticación, generalización del cifrado de datos e incremento de la privacidad para el suscriptor” (Peña, 2023, párr.15), esto no significa que no haya riesgos. De hecho, las

funciones de red se ejecutan sobre diferentes arquitecturas cloud orientadas a servicios, dependientes del software de múltiples fabricantes y trasladando la carga de computación al extremo (*edge computing*), donde se habilitan numerosos interfaces y APIs, tanto internas como externas. Esto hace que el número de potenciales puntos de contacto crezca exponencialmente (Peña, 2023, párr. 19).

La preocupación por los riesgos y nuevas vulnerabilidades que pueden aparecer en este contexto, provocaron que en el 2019 la Comisión Europea (CE) y la Agencia Europea de Ciberseguridad (ENISA)



hicieran un esfuerzo por analizar los principales riesgos de ciberseguridad que tenía la implementación de las redes 5G y a partir de ello, se publicó el EU Toolbox for 5G Security en el 2020 con medidas específicas para mitigar el riesgo en 9 áreas identificadas (Peña, 2023). En esta misma línea, algunos países europeos han decidido aprobar normativa en ciberseguridad vinculada a las redes 5G, siendo este el caso de España con la *Ley de Ciberseguridad 5G*.<sup>1</sup>

Por otro lado, además de la adaptación a nuevas arquitecturas y procesos en los que operan las redes 5G, las organizaciones deben enfrentar el reto de la escasez de talento humano formado en el área, por ejemplo, “la seguridad de los entornos cloud es uno de los mejores ejemplos donde mayor demanda existe en la actualidad y donde la experiencia es un factor determinante y escaso” (Peña, 2023, párr.23). Todo esto evidencia lo complejo que resulta la protección de los servicios y redes 5G y muestra que dicha tarea “requiere la colaboración de todo el ecosistema para conocer los riesgos e impedir que los adversarios puedan aprovechar las debilidades de la tecnología” (Peña, 2023, párr.24).

Es así como debido a los retos y necesidades que plantea la implantación de la tecnología 5G, que desde el Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento (Prosic) se ha decidido que las Jornadas Anuales de Investigación del 2023 sean denominadas “**En el camino hacia las Redes 5G**”. En este evento se pretende potenciar el diálogo entorno a la situación de las redes 5G en Costa Rica y el mundo, a partir de un enfoque multidisciplinario y multisectorial que reflexione sobre las condiciones preparatorias, los impactos, desafíos y oportunidades que traerá esta generación tecnológica.

## II. Objetivos

### General

Promover el diálogo multidisciplinario sobre el estado situación de las redes 5G en Costa Rica y el mundo, a partir de un enfoque multisectorial que reflexione sobre los requerimientos, oportunidades e impactos que esta generación tecnológica traerá, desde las perspectivas de los diferentes actores implicados en los procesos de despliegue.

### Específicos

1. Abordar la evolución de los sistemas de comunicaciones móviles internacionales (IMT) hasta la actualidad, enfatizando el concepto, características y aspectos que diferencian las redes 5G de otras generaciones previas.
2. Dar a conocer los potenciales usos y aplicaciones prácticas de la tecnología 5G, así como experiencias internacionales que evidencien el aprovechamiento de las redes 5G en diferentes sectores.
3. Contextualizar los avances en el despliegue de redes 5G a nivel internacional y en América Latina.

---

<sup>1</sup> Esta norma obliga a los operadores a que usen “elementos de red certificados para la construcción y operación de sus redes 5G” (Peña, 2023, párr.12), sustituyan o cambian cualquier elemento que sea de alto riesgo y diversifiquen la cadena de suministro “redundando los elementos de red con tecnología de al menos 2 fabricantes” (Peña, 2023, párr.12), entre otros aspectos.



4. Analizar las condiciones preparatorias a nivel técnico, legal, financiero e infraestructuras necesarias para la instalación de la tecnología 5G.
5. Presentar los riesgos y consideraciones derivadas de la aplicación de la tecnología 5G, así como los desafíos en materia de planificación y aprovechamiento de las mismas.
6. Reflexionar sobre el estado de situación y los principales avances realizados en el marco de los procesos de despliegue de las redes 5G en Costa Rica.

### III. Metodología

Estas jornadas de investigación serán desarrolladas bajo la metodología de mesas temáticas en la cual se busca la participación de personas expertas de distintos sectores, quienes compartan sus experiencias y conocimientos a partir de exposiciones cortas sobre temas específicos. Con esto, se busca fomentar la discusión e interlocución entre las personas expertas y el público participante en el evento.

Con el fin de operativizar esta metodología se integrarán un conjunto de mesas temáticas, las cuales serán acompañadas por 3 a 5 personas expertas y un moderador(a) quién se encargará de presentar a las y los ponentes, llevará el control del tiempo, trasladará las preguntas al público y sintetizará los aspectos más relevantes de cada conferencia. Cabe mencionar que para cada intervención se tiene previsto un tiempo de 15 a 20 minutos como máximo y que cada exposición deberá contar con el respectivo apoyo audiovisual. Cuando finalice cada intervención se dispondrá de un espacio de 15 minutos para que el público plantee sus preguntas a las y los expositores.

Considerando los objetivos planteados en esta jornada, se propone que las mismas integren las siguientes mesas temáticas:

- MESA 1: Antecedentes e introducción de las redes 5G
- MESA 2: Usos y aplicaciones de la tecnología 5G
- MESA 3: Condiciones preparatorias para el despliegue de las 5G
- MESA 4: Riesgos y desafíos derivados en la aplicación de la tecnología 5G
- MESA 5: Avances de las redes 5G en Costa Rica

Adicionalmente, se incluirá una conferencia inaugural y otra de cierre de la actividad, por lo que dada la amplia cantidad de exposiciones previstas se considera oportuno que el evento se lleve a cabo en una jornada de 3 días con un horario de 9:00 a.m. a 12:00 p.m. Asimismo, con el fin de asegurar el desarrollo de una Memoria escrita que sistematice las principales contribuciones que surjan en el marco de la actividad y se pueda generar un producto de conocimiento actualizado en el tema, se solicitará que las personas expositoras envíen:

- Un documento de ponencia e 10-15 páginas.



- Una biografía corta de cada participante (de 1-2 párrafos) la cual acompañará cada artículo y servirá para presentarles en las respectivas mesas.

Finalmente, cabe señalar que el evento será efectuado de forma virtual y a distancia, a través de la plataforma ZOOM. Para ello, se habilitará un formulario de inscripción (mediante Google Forms) en el que el público interesado podrá registrarse para obtener los links de acceso a la actividad. Se brindará certificado de participación a quienes asistan a los tres días del evento y así conste en los registros de asistencia.

#### IV. Aspectos logísticos

##### **Actividades y procesos por desarrollar**

- Selección y contacto de posibles ponentes
- Elaboración de cartas de invitación y guía con preguntas generadoras para que los ponentes guíen sus exposiciones
- Envío de oficios de invitación y solicitud de confirmación de asistencia por vía escrita.
- Confirmación de ponentes.
- Elaboración de afiche oficial de la actividad.
- Difusión de las jornadas por canales escritos y digitales.
- Elaboración de formulario de registro y registros de asistencia.
- Elaboración del programa de Jornadas.
- Elaboración de comunicado oficial para su publicación en redes sociales y difusión a lo interno de la UCR.

#### V. Cronograma de trabajo

<b>Actividad</b>	<b>Agosto (Mes 1)</b>	<b>Septiembre (Mes 2)</b>	<b>Octubre (Mes 3)</b>
Selección y contacto a posibles ponentes			
Elaboración de cartas de invitación y de guía con preguntas generadoras para que los ponentes se guíen en sus exposiciones			
Envío de oficios de invitación para las y los ponentes con la información. Solicitud de confirmación de asistencia por vía escrita			
Confirmación de ponentes			
Elaboración de afiche oficial de la actividad			
Difusión de las jornadas por canales escritos y digitales (base de datos personal de investigadores/as y del Prosic)			
Recepción de ponencias escritas por parte de las personas expositoras			
Elaboración de formulario de <i>google forms</i> para levantamiento de listas de asistencia			
Elaboración de listas de asistencia			
Confirmación de asistencia			
Elaboración de certificados de asistencia para las personas asistentes a las jornadas			
Elaboración de programa de jornadas			





Elaboración de comunicado oficial para publicación en redes sociales y difusión a lo interno de la UCR			
--	--	--	--

## Referencias

Adolph, M., Andreev, D., Aubineau, P., Bedi, I., Bozsóki, I., Bueti, C., & Vassiliev, N. (2018). Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos (Vol. 1ra).

Arreoala-Rosales, J. (29 de agosto de 2019). ¿Qué es la 5G y qué beneficios traerá al mundo? Foro Económico Mundial. [¿Qué es la 5G y qué beneficios traerá al mundo? | Foro Económico Mundial \(weforum.org\)](https://www.weforum.org)

Chaves, L. (20 de mayo del 2021). Redes 5G y su impacto en Costa Rica. La Republica.net. [Redes 5G y su impacto para Costa Rica \(larepublica.net\)](https://larepublica.net)

De León, O. (2022). Redes 5G en América Latina: desarrollo y potencialidades. Programa Ciudades Inclusivas, Sostenibles e inteligentes (CISI). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). [Redes 5G en América Latina: desarrollo y potencialidades \(cepal.org\)](https://cepal.org)

El País. (29 de octubre de 2021). Ciberseguridad y 5G: una tecnología más segura en un entorno más complejo. Elpais. [Ciberseguridad y 5G: una tecnología más segura en un entorno más complejo | 5G: el futuro es ahora | Tecnología | EL PAÍS \(elpais.com\)](https://elpais.com)

Flores, J. (2 de mayo de 2022). ¿Es peligroso el 5G para la salud? National Geographic España. [¿Es peligroso el 5G para la salud? \(nationalgeographic.com.es\)](https://nationalgeographic.com.es)

Ortiz, G. (31 de enero de 2019). ¿Por qué es importante la llegada de la red 5G? Forbes México. [¿Por qué es importante la llegada de la red 5G? • Red Forbes • Forbes México](https://forbes.com)

Peña, R. (13 de abril de 2023). Ciberseguridad en redes y servicios 5G. IBM. Think España. [Think España \(ibm.com\)](https://ibm.com)

Statista Research Department. (29 de junio de 2023). 5G en América Latina – Datos estadísticos. [5G en América Latina – Datos estadísticos | Statista](https://statista.com)