



## PROSIC

---

Programa Institucional  
**Sociedad de la Información  
y el Conocimiento**

# 2020



PROGRAMA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

2020

Adrián Pinto Tomás  
Coordinador PROSIC, A.I.

Valeria Castro Obando  
Coordinadora del Informe e Investigadora

Alejandro Amador Zamora  
Investigador

José Adalid Medrano Melara  
Investigador

Keilin Molina Fallas  
Investigador

Allan Orozco Solano  
Investigador

Wilson González Gaitán  
Lucía Fernández Castro  
Asistentes de Investigación

Universidad de Costa Rica. Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento. Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento: Informe 2020/Programa Institucional Sociedad de la Información y el Conocimiento, Universidad de Costa Rica.- San José, C.R.: Prosic, Universidad de Costa Rica, 2020.

470 pp.

ISBN 978-9968-510-22-6.

1. Marco institucional y políticas públicas TIC. 2. Marco Regulatorio del sector de las telecomunicaciones. 3. Acceso y uso de las TIC en el estado. 4. Acceso y uso de las TIC en los hogares costarricenses. 5. Acceso y uso de las TIC en el sector productivo. 6. Retos regulatorios en la protección de datos personales. 7. Internet de las Cosas e Inteligencia Artificial. 8. Hospitales y ciudades inteligentes. Universidad de Costa Rica. Prosic.

## PROSIC

Octubre 2020

Teléfono: 2253-6491

Fax: 2234-5285

[prosic@ucr.ac.cr](mailto:prosic@ucr.ac.cr)

San José, Costa Rica

Diagramación e ilustración

Keilor Angulo Blanco

## CONTENIDO

Presentación .....	7
Introducción .....	9
Capítulo 1: Marco institucional y políticas públicas TIC en Costa Rica .....	13
1.1 Política pública TIC .....	14
1.2. Gobierno abierto .....	38
1.3. Gobierno digital .....	51
1.4 Otras consideraciones de política pública .....	67
1.5 Legislación TIC y proyectos de ley en corriente legislativa 2019 .....	71
Consideraciones finales .....	89
Referencias .....	92
Capítulo 2: Marco regulatorio del sector de las telecomunicaciones .....	99
2.1 Sentando las bases para la regulación de las redes 5g .....	101
2.2 Experiencia de la red móvil en Costa Rica .....	116
2.3 Avances en infraestructura de telecomunicaciones .....	124
2.4 Estado actual de la transición digital .....	135
2.5 Normativa de telecomunicaciones .....	140
2.6 Fonatel .....	155
2.7. Proyectos de ley en telecomunicaciones .....	168
Consideraciones finales .....	173
Referencias .....	175
Capítulo 3: Acceso y uso de las TIC en el estado .....	181
3.1. Tendencias del e-Gobierno .....	182
6.3 Índices e indicadores nacionales de las TIC en el Estado .....	198
6.4 Factores municipales que correlacionan con el ITSP y el IEPD .....	212
Consideraciones finales .....	218
Referencias .....	221
Capítulo 4: Acceso y uso de las TIC en los hogares costarricenses .....	223
4.1. ¿Qué es la brecha digital? .....	224
4.2 TIC, COVID19 y hogares latinoamericanos .....	230
4.3 Costa Rica en los índices internacionales .....	238
4.4 TIC en los hogares costarricenses .....	242
4.5. Análisis de los resultados de la ENAHO y Brecha Digital en Hogares Costarricenses .....	251
Consideraciones finales .....	270
Referencias .....	273
Capítulo 5: Acceso y uso de las TIC en el sector productivo .....	279
5.1 Crecimiento, competitividad y TIC .....	280
5.4 Sector TIC en Costa Rica y economía digital .....	297
Consideraciones finales .....	312
Referencias .....	314

Capítulo 6: Retos regulatorios en la protección de datos personales en Costa Rica .....	319
6.1 Economía mundial y los datos personales.....	320
6.2 ¿Qué es un dato personal? .....	322
6.3 La privacidad en medios electrónicos .....	324
6.5. La autodeterminación informativa en Costa Rica .....	335
6.6 La protección de los datos personales en el estado costarricense.....	346
6.7 La violación de datos personales en Costa Rica.....	355
6.8 La vigilancia estatal omnipresente .....	357
Consideraciones finales .....	361
Referencias .....	363
Capítulo 7: Tecnologías del futuro: Internet de las Cosas e Inteligencia Artificial .....	367
7.1 Conceptualización del internet de las cosas .....	368
7.2 Historia del iot .....	370
7.3. Relación entre internet de las cosas y la inteligencia artificial.....	374
7.4. Iot y AI en la energía .....	376
7.5. Iot y AI en la medicina .....	379
7.6. Iot y AI en la seguridad pública.....	382
7.7. Iot y AI en la agricultura .....	384
7.8 Iot en América Latina .....	386
7.9. Iot y AI en Costa Rica .....	387
7.10. Desafíos del iot .....	394
Consideraciones finales .....	396
Referencias .....	398
Capítulo 8: Hospitales y Ciudades Inteligentes: Perspectiva desde las TIC en Costa Rica ..	405
8.1 Ciudades y comunidades inteligentes .....	406
8.2 Informática de la salud: IoT y salud digital.....	410
8.3 Sistemas de información clínica e inteligencia artificial .....	411
8.4 Secuenciación de nueva generación, variantes genómicas clínicas e inteligencia artificial.....	418
8.5 Telemedicina y salud .....	425
8.6 Bioingeniería y redes de sensores corporales .....	426
8.7 Biopsia líquida, nanotecnología y sensores inteligentes en salud .....	430
8.8 Vigilancia y control epidemiológico con patrones de inteligencia artificial.....	433
8.9 Tipos de robots, drones y ambientes clínicos .....	435
8.10 Realidad aumentada y virtual en la clínica.....	446
8.11 Sistemas bioinformáticos y medicina de precisión aplicado en el área del cáncer.....	449
8.12 Redes de secuenciación genómica e inteligencia artificial para sars-cov-2 en Costa Rica .....	451
Consideraciones finales .....	452
Referencias .....	456
Anexos.....	459

# Presentación

# P

Desde su creación, el Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento (Prosic) ha tenido la misión de fomentar el avance científico y tecnológico, buscando ser un espacio multidisciplinario que promueva el estudio, el análisis y la reflexión de las dinámicas de la revolución digital en la población costarricense, abordando los avances tecnológicos desde un enfoque humanista.

Conocer y entender el impacto que tiene la tecnología es la piedra angular que lleva a la elaboración y publicación anual del Informe Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento. Este documento constituye un producto de conocimiento en el que se condensan investigaciones en áreas distintas que examinan el estado, uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en diferentes sectores. Junto con esto, el informe aglutina estudios sobre la evolución de la regulación, la institucionalidad y las políticas públicas que rigen las telecomunicaciones y las TIC en Costa Rica, así como muchas otras temáticas que por su trascendencia a nivel sectorial han sido analizadas en las distintas ediciones de este informe.

Lo anterior ha hecho que, con el paso de los años, este documento se haya convertido en una referencia nacional para las

distintas instancias vinculadas a las TIC y las Telecomunicaciones; entre las que pueden mencionarse diversas instituciones públicas, el sector académico, las empresas privadas, la ciudadanía, las organizaciones no gubernamentales (ONG) y la sociedad civil en general.

Es así como la presente publicación concentra, al igual que en las ediciones anteriores, el esfuerzo de un cuerpo investigador multidisciplinario conformado por profesionales de distintos campos del conocimiento. Derecho, economía, ciencias políticas, sociología, administración pública y biotecnología, representan algunas de las miradas desde las cuales se han producido los capítulos de este año; lo cual evidencia el amplio espectro de afectación que tiene la transformación tecnológica de nuestra sociedad, donde las TIC han llegado a impactar hasta las más superfluas de las actividades humanas.

El Informe 2020 de Prosic aborda una variedad de temas relevantes a nivel país. Una sección del informe corresponde al trabajo que ha realizado el programa a lo largo de su trayectoria: análisis sobre marco institucional TIC, marco regulatorio del sector telecomunicaciones y el uso, acceso y apropiación de las TIC en hogares, empresas y gobierno, los cuales son trabajos realizados anualmente por nuestros investigadores, dada la importancia de los mismos y la rápida evolución de estos temas en nuestra sociedad. Otras temáticas abordadas por este informe incluyen la Inteligencia Artificial y los retos regulatorios en la protección de datos personales en Costa Rica. Al igual que en años anteriores, el sector salud también es evaluado en este informe, haciendo en esta oportunidad un énfasis en la salud en las ciudades inteligentes, capítulo que tiene una importante sinergia con investigaciones realizadas en Prosic en torno al tema de territorios inteligentes.

Sobre la base de estas investigaciones debe resaltarse la importancia que posee hoy la reflexión en relación al papel que poseen las TIC y las Telecomunicaciones en nuestras sociedades. En una situación de crisis como la que nos encontramos actualmente debido a la pandemia desencadenada por el virus del Covid-19, las tecnologías han demostrado, una vez más, su utilidad como un catalizador económico, social, informativo, educativo -e inclusive lúdico- que ha permitido continuar con relativa "normalidad" la operación de empresas e instituciones estatales, evitando mayor exposición y contagio entre la población.

Ante la nueva realidad en la que el distanciamiento social y el acatamiento de diversos tipos de medidas sanitarias resultan indispen-

sables para mitigar los efectos socioeconómicos causados por el virus, se está observando una creciente aceleración en los procesos de digitalización de las empresas del sector privado. Esta necesidad de cambio generada por la pandemia no ha sido ajena a otros sectores y es por ello que en este contexto, ha sido vista como el único camino para responder a la crisis mientras esta perdure.

Esta oportuna y apresurada apropiación tecnológica ha modificado la forma como nos comportamos, operamos y nos relacionamos a lo interno de nuestras sociedades; pero también ha servido para visibilizar que durante la post crisis, las tecnologías deberán ser consideradas como un elemento clave para fomentar la recuperación. En ese sentido, distintas entidades internacionales han señalado la relevancia que tendrán las TIC no sólo en el contexto de las medidas sanitarias de aislamiento impuestas por muchos países alrededor del orbe, sino también en su efecto esperado en la recuperación económica que vendrá posterior a la crisis. Así, organismos como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) señalan que la penetración de Internet en los hogares será clave en mitigar los impactos económicos causados por la COVID-19.

Esto implica resaltar el valor agregado que pueden generar las tecnologías al potenciar la modernización, la eficiencia y la productividad de empresas, las organizaciones e instituciones; pero también conlleva reconocer los aportes que estas pueden tener como un factor transversal que debe ser tomado en cuenta para la planificación del manejo, respuesta y recuperación ante situaciones de emergencias.

**Dr. Adrián A. Pinto Tomás**

Vicerrector de Investigación de la Universidad de Costa Rica y

Coordinador Ad Interim del Prosic



# Introducción



Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han demostrado que constituyen un elemento esencial que contribuye al funcionamiento de las economías, hecho que ha sido particularmente notorio en la coyuntura de la crisis sanitaria generada por el virus del COVID-19. En este contexto, nuestras sociedades han experimentado una transformación sin precedentes en los espacios educativos, laborales y de relacionamiento social; transitando hacia modelos de teletrabajo, educación en línea y la aplicación de diverso tipo de aplicaciones digitales a través de los cuales la sociedad se ha apalancado para reinventarse en el proceso de creación de una “nueva normalidad”. La eclosión tecnológica estimulada como medida preventiva para impedir una mayor expansión del virus, ha venido acompañada de un incremento en la demanda del tráfico que soportan las redes de telecomunicaciones y en los servicios de banda ancha (Cepal, 2020).

Esta situación además de poner a prueba la resiliencia de las infraestructuras digitales y de telecomunicaciones, ha resaltado una vez más, las notables diferencias en términos de acceso, uso y apropiación de las TIC que experimentan las personas, los Estados, las empresas y las organizaciones. Estas diferencias configuran brechas que desde distintas aristas conforman barreras que impiden el aprovechamiento efectivo de las TIC y limitan su potencial transformador en nuestras sociedades. Por ejemplo, aún hoy un tercio de la población latinoamericana no cuenta con acceso a Internet y sólo el 23% de los hogares de la región que están ubicados en zonas rurales están

conectados al Internet versus el 67% de hogares que residen en áreas urbanas (Cepal, 2020).

Asimismo, la imposibilidad de disponer de servicios de telecomunicaciones de calidad, aparece como una limitación central que puede condicionar el “derecho a la salud, la educación y el trabajo, al tiempo que puede aumentar las desigualdades económicas” (CEPAL, 2020, p.2). Al conjugar estos aspectos con la ausencia de habilidades digitales se dibuja un escenario en el que las desigualdades existentes refuerzan la exclusión social, potenciando la vulneración de los sectores más desfavorecidos. Las caras de esta exclusión son

múltiples y se evidencian en aspectos que van desde la falta de conocimientos TIC y la poca preparación de empresas e instituciones para digitalizarse, hasta la capacidad de hacer un manejo adecuado de las herramientas tecnológicas, los contenidos e información con que se transita el mundo digital.

Esto obliga a que el desarrollo de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (SIC) deba ser visto como un proceso que supone responder a múltiples desafíos que pasan por la creación de políticas públicas, institucionalidad, regulación y acuerdos sociales que contribuyan al cierre de la brecha digital; pero al mismo tiempo demanda fortalecer la transformación digital en distintos sectores, al tiempo que se mejoren las prácticas en materia de ciberseguridad y protección de los datos personales. En todo ello, es fundamental trabajar por una inclusión digital que además de atender a las limitaciones económicas que fomentan estas brechas, se oriente hacia la atención de aspectos transversales que afecten el acceso, uso y apropiación de las tecnologías. Es así como en línea con estos retos, el Informe “Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento 2020”, a través de sus 8 capítulos, pretende contribuir a la producción de datos e información que resulten útiles a los distintos actores involucrados con las TIC y las telecomunicaciones, así como al entendimiento de los retos y transformaciones que en la sociedad costarricense se gestan a partir de la adopción de las TIC.

## 1. MARCO INSTITUCIONAL Y POLÍTICAS PÚBLICAS TIC

Este primer capítulo aborda los cambios relevantes en materia de política pública, identificando algunas de las iniciativas que se encuentran en proceso de formulación y los avances alcanzados en los principales instrumentos de política pública que rigen el sector de ciencia, tecnología, telecomunicaciones, cibersegu-

ridad y gobierno abierto. Complementariamente, se presentan las puntuaciones obtenidas por el país en mediciones internacionales de gobierno abierto y se indaga en el proceso de formulación del plan de acción en gobierno abierto vigente para el período 2019-2021.

Seguidamente, el capítulo se refiere los progresos en el uso de la firma digital y el sistema de compras públicas (Sicop) e incluye un análisis de los procesos de transformación digital a partir de la implementación de los lineamientos contenidos en la Estrategia de Transformación Digital. Junto con esto, se ahonda en los proyectos de ley en corriente legislativa y en la normativa TIC que recientemente ha sido promovida.

## 2. MARCO REGULATORIO DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES

El capítulo parte de un análisis de las redes 5G, definiendo el concepto e identificando sus características, potencialidades y su relación con el desarrollo de las ciudades inteligentes. Aunado a esto, se examinan las experiencias en la implantación de redes 5G otros países y se ahonda en los avances realizados en Costa Rica hasta el momento. Adicionalmente, se presentan buenas prácticas que a nivel internacional se han recomendado para impulsar el desarrollo de las redes 5G desde la regulación y las políticas públicas.

En segunda instancia, se exponen los resultados del informe más reciente de OpenSignal y estos se complementan con un análisis del II Plan de Acción de la Política Pública en Materia de Infraestructura de Telecomunicaciones; así como con los hallazgos arrojados por un estudio llevado a cabo por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micitt) en el 2019 en el que se determinó la precisión técnica de los reglamentos municipales para la construcción de infraestructura de telecomunicaciones. Otros de los temas abordados

incluyen el estado de situación con respecto a la conclusión del proceso del encendido digital, la normativa en el área de las telecomunicaciones, los avances de los programas de Fonatel durante el 2018 y 2019 y los proyectos de ley en corriente legislativa más recientes.

### 3. ACCESO Y USO DE LAS TIC EN EL ESTADO

Parte de una revisión en las tendencias actuales de e-Gobierno a nivel internacional para después presentar los resultados del país en diversos instrumentos de medición que evalúan aspectos de la digitalización en el sector público. Algunos de los índices considerados son el Índice de Preparación de Red, el Índice Global de Innovación, el Índice Global de Ciberseguridad y el Índice de e-Gobierno 2020 de la Organización de Naciones Unidas (ONU).

Después se presentan las puntuaciones obtenidas en el Índice de Transparencia del Sector Público Costarricense (ITSP) y el Índice de Experiencia Pública Digital (IEPD) por las distintas instituciones públicas del país; además se profundiza en los resultados del II Censo de Tecnologías de Información y Comunicación en Gobiernos Locales, realizado en el marco del proyecto Trazando una Ruta Hacia la e-Municipalidad desarrollado en Prosic. Con respecto a este último, se introduce una novedad al combinar las calificaciones de dicho censo con las obtenidas por las municipalidades en el IEPD y el ITSP, con el objetivo de hacer un análisis de correlaciones de variables que inciden en la digitalización de estas instancias.

### 4. ACCESO Y USO DE LAS TIC EN LOS HOGARES COSTARRICENSES

Este capítulo inicia definiendo el concepto de brecha digital e identificando las distintas variables socioeconómicas que generan una afectación sobre la misma. A partir de esto, se abordan las brechas digitales existentes

en América Latina, se puntualizan algunos de los impactos que el Covid-19 ha producido en los hogares y se precisan aspectos que deben ser considerados a la hora de evaluar el estado de las TIC en los hogares. Seguidamente, se contextualiza al país mediante los resultados de índices internacionales como el Índice de Impulsores de Asequibilidad.

Otra de las aportaciones relevantes de este capítulo es el análisis de las TIC en los hogares costarricenses con base a las estadísticas del sector telecomunicaciones de la Superintendencia de Telecomunicaciones (Sutel) y las encuestas sobre acceso y uso TIC del Micitt, para seguir con el análisis de los datos de la Encuesta Nacional de Hogares de INEC, sobre la cual se realiza el análisis cuantitativo de la brecha digital en los hogares costarricense.

### 5. ACCESO Y USO DE LAS TIC EN EL SECTOR PRODUCTIVO

Este capítulo realiza una contextualización histórica de la revolución digital, en la que se evidencian los aprendizajes del sector productivo en las revoluciones pasadas, así como las posibles implicaciones futuras que este proceso tendrá en las dinámicas productivas de las empresas. Junto con ello, se exponen algunas de las principales tendencias mundiales de las TIC para el sector productivo para después pasar a una valoración de las TIC en las empresas costarricenses. Para ello, se evalúan los resultados del Índice de Competitividad Global del Foro Económico Mundial y la Encuesta Nacional de Microempresas de los Hogares del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Inec). Complementariamente, se efectúa un análisis del sector TIC en Costa Rica a partir de datos del Banco Central de Costa Rica, la Sutel y la Promotora de Comercio Exterior (Procomer) en los que se evalúan los ingresos, el empleo, la inversión y las exportaciones de los sectores TIC y de Telecomunicaciones de Costa Rica.

## 6. RETOS REGULATORIOS EN LA PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES EN COSTA RICA

El capítulo plantea que los múltiples avances científicos y tecnológicos han llevado hacia una elevada generación de datos e información que en el contexto de transformación digital, demanda de la protección de los datos de carácter personal. Con base a esto, se realiza un recorrido histórico por el origen y el desarrollo de la regulación internacional en materia de protección de datos personales. De la mano de esto, se precisan conceptos clave para la adecuada comprensión de este ámbito regulatorio, se expone la ruta que ha seguido la protección de los datos personales en el Estado costarricense y sus diversas estrategias en lo que respecta a la violación de datos personales a nivel nacional y cómo la regulación estatal responde ante este tipo de delitos.

## 7. TECNOLOGÍA DEL FUTURO: INTERNET DE LAS COSAS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Este capítulo ofrece un acercamiento histórico sobre el desarrollo del Internet de las Cosas (IoT), así como una conceptualización del término en la que se plantea su relación con la Inteligencia Artificial (IA) en tanto tecnologías, que conjuntamente producen un impacto en la automatización de distintas áreas de la vida en sociedad. Posteriormente, se presentan algunas de las aplicaciones que se han desarrollado en torno a la IoT en América Latina para después precisar aspectos vinculados a las políticas públicas que el

país dispone para impulsar el uso del IoT en la sociedad costarricense. Esto es contrastado con recomendaciones internacionales que se han emitido para crear estrategias y políticas públicas para el desarrollo del IoT.

Paralelamente, se explora la oferta formativa en IoT en Costa Rica y se exponen algunas de las experiencias que desde el ámbito empresarial y académico han creado soluciones tecnológicas basadas en el IoT. Se finaliza con una reflexión en torno a los desafíos que implica la adopción de tecnología de IoT y los riesgos que esto supone en materia de seguridad.

## 8. HOSPITALES Y CIUDADES INTELIGENTES: PERSPECTIVA DESDE LAS TIC EN COSTA RICA

El capítulo muestra el estado de arte y el futuro de la revolución 4.0 en el campo de la medicina y la salud costarricense a partir de la potencial transformación que esto supone la implementación de las plataformas ciberfísicas, la e-Salud, la bioingeniería, la medicina de precisión ciencias ómicas, las cadenas de procesos (Blockchain), el Internet de las cosas (IoT) y el Internet de las cosas robóticas (IoRT). Esta visión es mostrada través de algunos ensayos, ejemplos y desarrollos establecidos específicamente para el presente estudio mediante los cuales se intenta demostrar que la revolución de las TIC y Salud electrónica (e-Salud) ofrece una oportunidad para modernizar y mejorar la gestión sanitaria pública en torno a modelos de comunidades y ciudades inteligentes en los que se podrá optimizar la atención y prestación de servicios a la ciudadanía.

### Valeria Castro Obando

Investigadora del Prosic y coordinadora de las Jornadas de Investigación y Análisis del Prosic desde el 2019.

Politóloga graduada de la Universidad de Costa Rica y Diplomada en Políticas Públicas para el Desarrollo Democrático en América Latina por la Fundación Konrad Adenauer Stiftung y la Asociación Civil de Estudios Populares de Argentina.

valeria.castro@ucr.ac.cr