

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

SEDE SAN CARLOS

FACULTAD INGENIERÍA DE SOFTWARE

LICENCIATURA EN INGENIERIA DEL SOFTWARE

**APROVECHAMIENTO DE TECNOLOGÍAS BASADAS EN INTERNET DE LAS
COSAS Y SU RELACIÓN CON EL AGOTAMIENTO DE PROTOCOLOS IPV4 EN
LA ZONA DE SAN CARLOS HASTA EL AÑO 2019**

FREDDY GERARDO ROCHA BOZA

2019

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar y principalmente, a Dios, por darme fuerza para mantenerme en el proceso de concretar uno de los logros más anhelados en mi carrera.

A mis padres, María Eugenia Boza Artavia y Miguel Ángel Rocha Hurtado, por su amor, trabajo, sacrificio y enseñanzas a lo largo de los años. Gracias a ellos he alcanzado mis metas desde muy pequeño hasta convertirme en lo que hoy soy y siempre me han brindado su apoyo incondicional en las buenas y en las malas.

A mi esposa Karla Segura Salas, por estar siempre presente, acompañándome, apoyándome y motivándome, sobre todo en los momentos de flaqueza que surgieron en esta etapa de nuestras vidas.

A mis hijos, Gabriel Rocha Segura, Abigail Rocha Segura y Marco Rocha Segura, que han sido mi fortaleza, durante las duras pruebas de mi vida y son mi motivación para seguir preparándome y darles el mejor ejemplo de vida.

En general, a todas aquellas personas que de una u otra manera me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito. Sobre todo, a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron conmigo sus conocimientos, como mis profesores y otros profesionales que, en algún momento, me dieron consejo y seguimiento.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a Dios por todas sus bendiciones, a mis Padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez, a mi esposa Karla Segura Salas y a mis tres hijos Gabriel, Abigail y Marco, por su apoyo y paciencia en este proyecto de investigación.

Mi profundo agradecimiento a todos los profesionales de Pali Ciudad Quesada, Panadería Tía Panchita, Zumba con Shir, Café Edga, Coocique R.L y todas las demás empresas que participaron, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo en sus instalaciones y lugares de trabajo.

De la misma manera, mi agradecimiento a la Universidad Técnica Nacional, a la carrera de Ingeniería del software, a mis profesores, quienes con sus enseñanzas me hicieron crecer día a día como profesional. Gracias a cada uno por su paciencia, su interés, su don de enseñanza, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Contar con su dirección fue un eje clave que permitió el desarrollo de mi trabajo.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Capítulo I. Introducción..... | 13 |
| 1.1 Introducción | 13 |
| 1.2 Delimitación del problema..... | 15 |
| 1.2.1 Pregunta investigativa..... | 16 |
| 1.3 Justificación..... | 16 |
| 1.4 Objetivos | 19 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 19 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 19 |
| Capítulo II. Marco teórico | 20 |
| 2.1 Marco teórico | 20 |
| 2.2 Marco referencial | 28 |
| 2.2.1 Antecedentes internacionales de internet de las cosas | 31 |
| 2.2.2 Antecedentes internacionales de migración de IPV4 a IPV6 | 32 |
| 2.2.3 Antecedentes internacionales analítica de datos (Big Data) | 34 |
| 2.2.4 Antecedentes nacionales de IoT | 35 |
| 2.3 Marco conceptual | 37 |
| Capítulo III. Marco metodológico | 41 |
| 3.1 Tipo de investigación | 41 |
| 3.1.1 Descriptivo..... | 41 |
| 3.1.2 Exploratorio | 42 |
| 3.2 Tipo de enfoque..... | 43 |
| 3.2.1 Enfoque mixto..... | 43 |
| 3.2.2 Diseño de la investigación | 45 |

| | | |
|---|--|----|
| 3.3 | Sujetos..... | 45 |
| 3.4 | Fuentes | 51 |
| 3.4.1 | Fuentes primarias..... | 51 |
| 3.4.2 | Fuentes secundarias | 52 |
| 3.4.3 | Fuentes terciarias | 52 |
| 3.5 | Indicadores | 52 |
| 3.6 | Población de estudio | 54 |
| 3.7 | Muestra documental..... | 55 |
| 3.7.1 | Tipo de muestra | 55 |
| 3.7.2 | Criterios de muestra..... | 57 |
| 3.8 | Descripción de instrumentos..... | 57 |
| 3.8.1 | Técnicas de recolección de datos..... | 57 |
| 3.8.2 | Encuestas | 58 |
| 3.8.3 | Entrevistas..... | 62 |
| 3.8.4 | Cuestionarios | 64 |
| 3.9 | Procedimiento de análisis de datos | 65 |
| 3.9.1 | Instrumentos de recolección de datos | 65 |
| 3.9.2 | Técnicas de procesamiento de datos..... | 65 |
| Capítulo IV. Análisis de resultados | | 66 |
| 4.1 | Análisis de resultados..... | 66 |
| 4.2 | Estructura de análisis..... | 66 |
| 4.2.1 | Objetivo 1 | 68 |
| 4.2.2 | Objetivo 2 | 79 |
| 4.2.3 | Objetivo 3 | 81 |
| 4.2.4 | Objetivo 4 | 85 |

| | |
|--|-----|
| Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones | 89 |
| 5.1 Conclusiones | 89 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 95 |
| Capítulo VI. Referencias bibliográficas..... | 97 |
| 6.1 Referencias..... | 97 |
| Capítulo VII ANEXOS | 102 |
| Carta de autorización del tutor..... | 118 |
| Carta de autorización del lector interno..... | 119 |
| Carta de autorización del lector externo | 120 |
| Carta de revisión filóloga..... | 121 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Lista de Acrónimos</i> | x |
| Tabla 2 <i>Listado de empresas invitadas a aportar información utilizando los instrumentos de recolección de datos</i> | 61 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1. Sensores IoT</i> | 21 |
| <i>Figura 2. Conectividad IoT</i> | 22 |
| <i>Figura 3 Empresas que liderar proyectos 5G</i> | 27 |
| <i>Figura 4. Estimado de dispositivos instalados por sector</i> | 30 |
| <i>Figura 5. Crecimiento de dispositivos IoT por año</i> | 30 |
| <i>Figura 6 Entornos digitales</i> | 46 |
| <i>Figura 7 Oficinas inteligentes</i> | 47 |
| <i>Figura 8 Crecimiento de dispositivos</i> | 48 |
| <i>Figura 9 Proyectos IoT</i> | 49 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 10 Actividad de las empresas</i> | 66 |
| <i>Figura 11 Rango de edad de encuestados</i> | 67 |
| <i>Figura 12 Rango de edad de los clientes de las empresas</i> | 67 |
| <i>Figura 13 Uso de Dispositivos IoT</i> | 69 |
| <i>Figura 14 Nivel de conocimiento de IoT por sector</i> | 70 |
| <i>Figura 15 Conocimiento en transformación digital</i> | 71 |
| <i>Figura 16 Conocimiento de herramientas multicanal</i> | 72 |
| <i>Figura 17 Conocimiento metodologías para preparar infraestructura para IoT</i> | 72 |
| <i>Figura 18 Puede aprovechar las tecnologías basadas en IoT</i> | 73 |
| <i>Figura 19 Cuenta con los recursos para determinar el riesgo de seguridad apropiado</i> | 74 |
| <i>Figura 20 Comprende los requisitos de confiabilidad y la tolerancia a fallas y ancho de banda para las aplicaciones basadas en IoT</i> | 74 |
| <i>Figura 21 Conoce si el personal de soporte está preparado en temas de IoT</i> | 75 |
| <i>Figura 22 Conoce si el personal de soporte está preparado en temas de redes IPv6</i> | 75 |
| <i>Figura 23 Conoce proveedores de IoT en San Carlos</i> | 76 |
| <i>Figura 24 Propuestas de proveedores recibidas</i> | 76 |
| <i>Figura 25 Conoce si su proveedor de servicios de redes y comunicaciones está preparado para afrontar un cambio de protocolo</i> | 77 |
| <i>Figura 26 Conoce si se puede mejorar o aportar un valor agregado a la gestión del negocio</i> | 78 |
| <i>Figura 27 Conoce sus clientes y sus tendencias</i> | 78 |
| <i>Figura 28 Principales razones por las que se elegirían servicios en nube para implementar IoT vs Opensource</i> | 80 |
| <i>Figura 29 Conoce ofertas de servicios o proyectos basados en IoT</i> | 86 |
| <i>Figura 30 Cree que tiene herramientas correctas para potencializar el negocio</i> | 86 |
| <i>Figura 31 Conoce mecanismos para aumentar clientes con herramientas automáticas</i> | 87 |

Lista de anexos

| | |
|---|-----|
| Anexo A. Encuesta de valoración Internet de las cosas | 102 |
| Anexo B. Cuestionario de implementación de proyecto IoT | 104 |
| Anexo C. Cuestionario de implementación proyecto IoT | 106 |
| Anexo D. Cuadro comparativo de protocolos IPV4 - IPV6 | 107 |

Lista de acrónimos

Tabla 1

Lista de Acrónimos

| Acrónimo | Significado |
|----------|--|
| IoT | Internet de las cosas (<i>Internet of things</i>) |
| IPv4 | Internet Protocol version 4 |
| IPv6 | Internet Protocol version 6 |
| NAT | Traducción de direcciones de Red (<i>Network Address Translation</i>) |
| IPSec | Protocolo de Seguridad de Internet (<i>Internet Protocol security</i>) |
| NDP | Protocolo de descubrimiento de vecinos <i>Neighbor Discovery Protocol</i> |
| SEND | Protocolo de Extensión de Seguridad de NDP <i>Secure Neighbor Discovery</i> |
| VPN | Red Virtual Privada (<i>Virtual Private Network</i>) |
| BIG DATA | Grandes Volúmenes de Datos |
| KDD | Descubrimiento del conocimiento en las bases de datos (<i>Knowledge Discovery in Databases</i>). |
| Fintech | Empresa con fortaleza en la tecnología aplicada a ofrecer productos financieros a través de internet |

Resumen

El desarrollo tecnológico ejerce una gran influencia en todos los campos de la dinámica social lo que conlleva a la necesidad de invertir en avances que potencien las actividades humanas. Aunque parezca contradictorio, el planteamiento es invertir para ahorrar. En este marco, el uso de plataformas permite disminuir los gastos en infraestructura, principalmente las que se relacionan con los servicios en la nube.

La internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) surge por los constantes avances tecnológicos que se integran al mercado, con el crecimiento de los diferentes tipos de dispositivos conectados a internet. La IoT se puede definir como una red global donde la comunicación es la meta principal, basada en una interconexión con la mayoría de los objetos o dispositivos culturales, sin importar tamaño, distancia, o estructura. Sin duda se trata de un aspecto vital y relevante que impacta a las organizaciones. La definición del concepto hace referencia a la información recabada por las vinculaciones entre las personas y los objetos para que tengan la facilidad de lograr una conexión rápida y eficiente a internet en cualquier momento o lugar; a través de la integración de sensores en la totalidad de los objetos que las rodean, un término más apropiado, corresponde a un marco conceptual que busca integrar la conectividad de los dispositivos, personas y entornos, todo conectado a todo. La conexión a internet se da a través de redes fijas o inalámbricas, las cuales deben servir para realizar interconexiones con la mayoría de los objetos. En el campo empresarial, el uso de las tecnologías basadas en IoT con la integración de Big Data supone una maximización de la capacidad de producción, de la trazabilidad de productos y clientes, mejoras de comunicación y herramientas que permitan el aprovechamiento del procesamiento y captura de datos para hacer que sus procesos sean más eficientes o para obtener ventajas competitivas, lo que, en

síntesis, representa una oportunidad para la organización, aplicable a optimización de estrategias de mercado.

Este trabajo consiste en un análisis para determinar el impacto que tienen los proyectos basados en IoT en la zona de San Carlos. Básicamente, se determinó la capacidad de los principales proveedores de la zona norte, que ya están preparados para afrontar un cambio de protocolo a IPV6 y afrontar los retos tecnológicos, así como conocer qué tareas están realizando empresas como Coocique R.L, en temas relacionados con transformación digital y nuevos proyectos de IoT, sin dejar de lado las actividades económicas de los empresarios de la zona norte y conocer si estos proyectos son de beneficio para ellos, si tendrán que realizar grandes inversiones para aplicar proyectos y determinar el interés en el tema.

Capítulo I. Introducción

1.1 Introducción

El apremiante aumento de dispositivos interconectados entre sí para responder a las exigencias de la dinámica social conduce a la concepción de las ciudades inteligentes, donde se promueven un crecimiento económico y la demanda de un uso racional y eficiente de los recursos. La situación conlleva a los desarrollos en Big Data e inteligencia artificial que generaran un nuevo orden económico en la producción y consumo de productos y servicios. Así las cosas, las empresas se ven en la necesidad de desarrollar estrategias y soluciones tecnológicas innovadoras para lograr la trazabilidad y control en sus procesos y en la calidad de estos.

El uso de las tecnologías de internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) tiene un amplio ámbito de acción en los entornos financieros, debido a que su implementación podría sugerir una agilización para gestionar con mayor eficacia la colocación de productos y servicios. De esta forma, tales tecnologías podrían catalogarse de revolucionarias e innovadoras en la forma de captación de recursos y colocación de productos y servicios, a través de su uso en los mercados donde una ventaja competitiva eficiente puede marcar una diferencia en la imagen o la posición de la empresa y en sus estados financieros.

Este trabajo de investigación analiza diversos elementos, en términos de rendimiento y usabilidad, vinculados a IoT y su relación con Internet Protocol version 6 (IPV6) influyentes en el contexto empresarial de la zona de San Carlos, en función del impacto social y económico en la población correspondiente a empresas PYMES, financieras y de servicios y su aplicación actual.

Deriva de una investigación mixta, en la cual se ha recolectado información a través de métodos como encuestas, cuestionarios y entrevistas para mejorar la visibilidad actual de las tecnologías en el mercado, orientadas al uso de IoT y su expansión e implementación en ambientes financieros en las empresas en las cuales este uso puede tener múltiples aplicaciones en los entornos productivos.

Sin embargo, también se presentan dificultades para lograr que su implementación sea exitosa, ya que no solamente se deben valorar aspectos tecnológicos, costos de hardware y software sino también responsabilidades legales y, además, considerar la seguridad de la información, como es el caso de los puntos críticos, aspecto muy presente en los análisis de riesgos de las empresas. Este es justamente un claro reto que debe afrontar tanto los proveedores de servicios como Coopelesca R.L, como principales proveedores de comunicaciones en la zona de San Carlos, como también los clientes cuyas actividades dependen directa o indirectamente de estos servicios los cuales, no necesariamente pueden verse afectados por un cambio tecnológico que, en principio, podría ser responsabilidad directa del proveedor de servicios; esto desde el punto de vista de la infraestructura de red, ya que, generalmente, los clientes podrían estar consumiendo un servicio Network Address Translation (NAT) y ser invisibles a los protocolos de interconexión usados por el proveedor.

Una vez analizada la información, se espera emitir recomendaciones para que el comercio y organizaciones en general puedan valorar acciones pertinentes para iniciar un proceso de adaptación de tecnología, basada en IoT. Así mismo, que los proveedores de internet estén en capacidad de brindar el servicio IPV6 y puedan reducir la brecha tecnológica.

1.2 Delimitación del problema

La IoT constituye una tecnología que está impactando el mundo, en respuesta a una creciente demanda por una mejor calidad de vida. Tanto personas como empresas hacen uso de estas tecnologías para aplicar mejoras y cambiar la forma en que realizan muchas de sus tareas, dado que posibilita una mayor eficiencia en la gestión de recursos, generando escenarios inteligentes que permitan una mejor optimización de los recursos para el logro de una mayor eficiencia.

El crecimiento exponencial de internet ha traído como consecuencia un agotamiento del protocolo de direcciones Internet Protocol version 4 (IPV4), lo que ya es una realidad en muchos países del mundo, como en los asiáticos. En respuesta ha surgido el protocolo IPV6, como una solución a largo plazo, pero ha experimentado un lento proceso de adopción en lugares como América Latina, donde aún no se ha visto la necesidad de adoptar este protocolo.

Esta investigación pretende dar respuesta a cuáles son los factores técnicos, económicos y sociales que están influyendo para que las organizaciones del sector empresarial y PYMES no apliquen las tecnologías mencionadas. A partir de esta realidad surgen hipótesis que señalan aspectos como falta de conocimiento, costos de implementación, limitaciones de proveedores de internet, entre otros que se someterán a estudio.

Esta investigación está propuesta para la zona de San Carlos, por medio de agrupaciones, donde se puedan analizar, de forma equitativa, las variables que afectan a los segmentos definidos como objetos de estudio, desde una perspectiva y escenarios más acordes con las realidades de cada uno de estos grupos.

Las poblaciones se agruparon de la siguiente manera:

Empresas PYMES que tienen servicio de página web, pero no tienen transaccionalidad en dicha página (comidas rápidas, talleres, tiendas), entiéndase establecimientos del sector comercio.

Empresa del sector financiero y servicios que, además de página web tienen sitios con mucha transaccionalidad e importante inversión en Data Center, entiéndase entidades como Coocique R.L.

1.2.1 Pregunta investigativa

Mediante este trabajo se pretende contestar la siguiente pregunta y desarrollar los siguientes objetivos de investigación:

¿Cuáles son los factores o razones que impiden la implementación de las tecnologías de IoT e IPv6 en el contexto de empresas PYMES y empresas financieras, respecto a las tecnologías emergentes en la actualidad, en la zona de San Carlos?

1.3 Justificación

Como punto de partida, ante los avances en las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), las empresas y organizaciones tienen la necesidad de fortalecer su estrategia para mantenerse competitivas y rentables en un mercado cada vez más globalizado, cambiante y demandante.

En este marco, se considera como parte importante el auge de las empresas Fintech, que llegaron para quedarse y surgen bajo la premisa de apoyar las operaciones de las empresas y organizaciones. Tanto grandes corporaciones como PYMES deben tener en el radar estas tecnologías financieras emergentes que cada vez ganan más adeptos, sobre todo población que cuenta con gran habilidad en el manejo de las herramientas digitales y tecnológicas, cuya

comunicación es completamente digital y por medio de un dispositivo con capacidad de acceso a internet, que elimina la necesidad de desplazarse a una sucursal física para utilizar servicios, pues es innecesario e ineficiente.

Esta realidad pone en el foco de atención los planes estratégicos de las empresas y su imperativa necesidad de invertir en tecnología que les permita aprovechar las ventajas competitivas, teniendo muy en cuenta que la población que suele acudir físicamente a una sucursal disminuye conforme avanza el tiempo. Además, en general, la población se ha vuelto más crítica y demandante en todos los rangos de edad.

Una de las aplicaciones de mayor crecimiento y desarrollo en el sector de las TIC han sido las tecnologías basadas en IoT que, por sus características, permiten recabar datos e información para convertirla en conocimiento para el modelo de negocio de las empresas u organización, como parte del proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos, Knowledge Discovery on Databases (KDD).

Al mismo tiempo, la creciente demanda de tecnologías que mejoran la calidad de vida de las personas y los procesos en las organizaciones aumenta día a día y, ante este creciente mercado, las organizaciones deben tomar nota y participar de este auge de información, porque no solo se sugiere un crecimiento de infraestructura, sino que, además, trae consigo crecimiento en más y diferentes áreas de otras tecnologías existentes y emergentes en el ámbito del IoT. Tal es el caso del Big Data y la analítica de datos, dado que se sugiere un aumento de información proveniente de los sensores de los dispositivos, lo que conlleva la necesidad de analizar y procesar dicha información para poderle sacar provecho. Además, también se consideran áreas como la ciberseguridad, electrónica y otros campos como el administrativo y de mercadeo.

Las instituciones educativas deben participar y responder a los desafíos de la sociedad de formar a profesionales preparados para afrontar los retos tecnológicos que trae consigo el IoT.

Hay que destacar que el auge de estas tecnologías sugiere una serie de áreas en las cuales se puede aumentar la productividad y generar nuevos negocios y servicios, derivando en crecimiento económico, uso racional y eficiente de los recursos, desarrollo de Big Data e inteligencia artificial. Lo expuesto justifica la importancia del desarrollo de este trabajo que podrá revelar las oportunidades de mejora en el campo metodológico y teórico permitiendo a la universidad tomar acciones oportunas en sus planes de estudio y alineadas con su plan estratégico, garantizando que podrá responder a la demanda de la sociedad, con graduados conocedores de estas tecnologías.

Como una proyección, se espera que este trabajo sea considerado para el proyecto de investigación para obtener el grado de licenciatura de la UTN. Adicionalmente, se espera que aporte información relevante para que sea considerada por los participantes, entiéndase empresas contempladas en el estudio, de manera que puedan utilizar la información para generar discusión, opinión y, por supuesto, un cambio a nivel organizacional en pro de la mejora continua de sus operaciones.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar los elementos, en términos de rendimiento y su uso correspondiente al IoT y su relación con IPV6, influyentes en el contexto empresarial de la zona de San Carlos, identificando los desafíos de las empresas PYMES, financieras y de servicios.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las bases tecnológicas de la infraestructura de IoT e IPV6, como tecnología emergente en San Carlos.
- Caracterizar la estructura de un ecosistema IoT referente a la infraestructura de hardware y software en el contexto de las empresas.
- Evidenciar las características de usabilidad, de las tecnologías IoT mediante la comparación de los protocolos basados en IPV4 e IPV6.
- Identificar potenciales desafíos de migración por enfrentar, referentes a IoT y el protocolo IPV6, en el contexto empresarial correspondiente a la zona de estudio.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Marco teórico

Internet de las cosas no es un concepto nuevo, alrededor del año 2000 Kevin Ashton, quien es cofundador de Auto-ID Center en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), estaba preparando el terreno para lo que se convertiría en la IoT. Ashton fue uno de los pioneros que concibieron esta idea mientras buscaba la manera de que Procter & Gamble, empresa para la cual trabajaba, podría mejorar los negocios mediante la vinculación de la información RFID (identificación por radiofrecuencia) a Internet, con un concepto simple pero potente, si todos los objetos de la vida cotidiana estuvieran equipados con identificadores y conectividad inalámbrica, estos podrían comunicarse entre sí y ser gestionados por diferentes dispositivos, el objetivo es arrojar información en tiempo real que permita tomar decisiones. Por ejemplo, si se llenó un bote de basura en determinada calle, la idea es que alguien del servicio de aseo lo sepa en tiempo real para solucionarlo (Ashto, 2017)

Esta visión requería importantes mejoras tecnológicas y había muchas preguntas que no tenían respuestas como, por ejemplo, ¿Cómo se podría conectar todo en el planeta?, ¿qué tipo de comunicaciones inalámbricas podrían incorporarse a los dispositivos? ¿qué tendría que desarrollarse en la infraestructura de internet existente para apoyar cambios de miles de millones de nuevos dispositivos?, ¿qué debe desarrollarse para hacer que el costo de las soluciones sea eficaz?

Estas interrogantes van encontrando su respuesta con las tecnologías emergentes, dentro de las cuales destacan el protocolo IPV6, y el auge que ha experimentado la potencialidad del Big Data.

La revolución de internet ha llevado a la interconexión entre las personas por medio de aplicaciones en dispositivos inteligentes, correo electrónico, redes sociales, etc. El mundo está viviendo en la era de la interconexión con las cosas u objetos, para crear y promover un ambiente totalmente informado y confortable que propicia una mejor toma de decisiones y calidad de vida a través de la información generada por miles de sensores de los dispositivos creados para tareas específicas como, por ejemplo, y no limitado a electrónica, químicos, temperatura, etc.

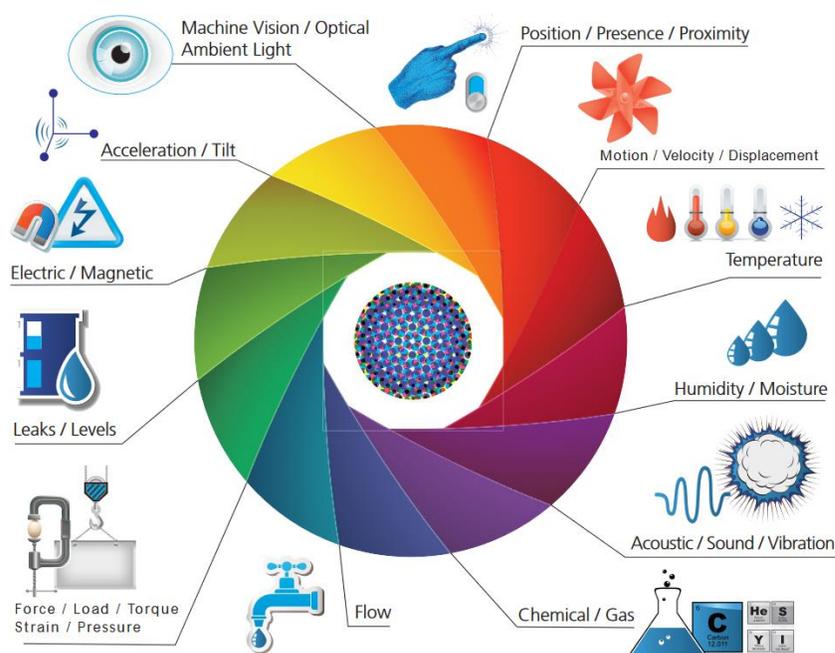


Figura 1. Sensores IoT

Fuente: (Harbor Research)

Por otra parte, gran cantidad de estudios han demostrado que el protocolo de direccionamiento IPV4 implementado en la gran mayoría de dispositivos que acceden a internet está empezando a llegar a su límite e, inclusive, en gran parte del mundo como en Europa y Asia, ya está agotado.

En respuesta a ese agotamiento, el protocolo IPV6 es la nueva versión de protocolo de internet diseñada para solucionar la limitación; dado el exponencial crecimiento del uso de internet a nivel mundial, debido, en gran parte, a la adopción de dispositivos móviles.

El estudio de esta nueva tecnología y la migración correspondiente se ha convertido en una imperiosa tarea para los responsables de la administración en infraestructuras y soluciones tecnológicas. La evolución de la tecnología y el hecho de que cada día existas miles de nuevos dispositivos con especificaciones para IoT, hacen imprescindible abordar el tema de la conectividad.

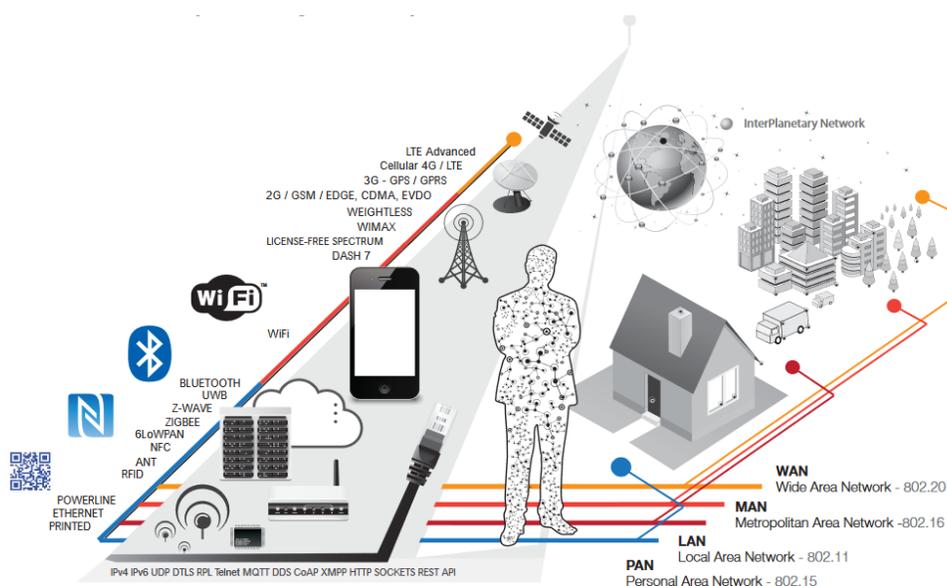


Figura 2. Conectividad IoT

Fuente: (Harbor Research)

Actualmente, mientras se realiza la transición, expertos recomiendan que técnicamente se administren ambos protocolos de forma paralela. Un enfoque muy sencillo de implementar que requiere que los hosts y los routers soporten ambas versiones de protocolo IP y, por lo tanto, servicios y aplicaciones en IPv4 y en IPv6. De allí que los proveedores de dispositivos y

proveedores de servicios de internet deben tomar en cuenta esta situación para afrontar el cambio. No obstante, utilizar doble protocolo es un mecanismo fundamental para introducir IPv6 en las arquitecturas IPv4 actuales y se prevé que siga siendo muy utilizado, sin embargo, tiene una desventaja, que obliga a cada máquina a retener una dirección IPv4, que cada vez es más escasa. Así, a medida que se difunde IPv6, la técnica de doble pila tendrá que ser aplicada allí donde específicamente ayuda al proceso de transición, por ejemplo, en routers y servidores.

El inicio de la IoT se remonta a 1969 cuando se llevó a cabo la primera conexión informática denominada “Advanced Research Projects Agency Network” (ARPANET), que, en un principio, fue para apoyar a la red de computadoras creada por encargo del departamento de defensa de los Estados Unidos de América, con el fin de utilizarla como medio de comunicación entre las diferentes instituciones académicas y estatales. Partiendo de lo anterior, se generó el primer nodo que fue creado en la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) y fue la espina dorsal de internet hasta 1990, tras finalizar la transición al protocolo TCP/IP, iniciada en 1983, y sirvió para comunicar las universidades de Stanford y la UCLA (Álvarez, 2015)

Así pues, IoT se debe entender como la interconexión de los objetos del mundo físico a través de internet y equipados con sensores y tecnología de comunicación orientada a sectores como la industria, la salud y la energía, con la capacidad para facilitar el desarrollo de nuevas aplicaciones y la mejorar aplicaciones ya existentes.

Según (Rojas, 2014), a nivel mundial se está generando una transformación donde “things” hablan con otros “things” y estas conversaciones están creando nuevos modelos de negocio, productos y compañías. Hace alrededor de 20 años, internet se usaba principalmente como

herramienta para buscar información. En los últimos años, a nivel mundial se practica una nueva forma de uso, donde todo se ha convertido en social, transaccional y móvil.

El número de cosas conectados a internet sobrepasó en 2008 el número de habitantes del planeta. Se estima que habrá 25.000 millones de dispositivos conectados en 2020, representando un volumen de negocio de las cosas conectadas a internet de 1.7 billones de dólares. Es probable que para el 2020, cada persona tenga un promedio de 5.1 dispositivos conectados, para ese mismo año, 47% de los dispositivos tendrán la inteligencia necesaria para solicitar soporte para sí mismos. (LATAM, 2016)

Para el 2025, IoT podría generar más de 11 billones de dólares al año en valor económico a través de mejoras en eficiencia energética, tránsito público, administración de operaciones, administración inteligente de relación con clientes y más. (LATAM, 2016)

Según estudios de OBS Business School se denota un crecimiento de IoT y se encuentran conclusiones de interés para este trabajo (OBS Business School, s.f.) de las cuales se rescatan algunas como:

- En el 2020, más de 25 mil millones de dispositivos estarán conectados a internet.
- El 73% de las organizaciones mundiales están invirtiendo o tienen planificado invertir en Big Data, durante los próximos dos años.
- Las soluciones tecnológicas Big Data aportarán 206.000 millones de euros a la economía de Europa en el año 2020, un incremento en el PIB de la Eurozona de un 1,9%.
- En un minuto, en internet se generan 4.1 millones de búsquedas en Google, se escriben 347,000 twitts, se comparten 3.3 millones de actualizaciones en Facebook, se suben 38,000 fotos a Instagram, se visualizan 10 millones de anuncios, se suben más de 100 horas de

vídeo a Youtube, se escuchan 32,000 horas de música en streaming, se envían 34.7 millones de mensajes instantáneos por internet o se descargan 194,000 apps.

- El porcentaje de compañías que no tenía previsto incorporar proyectos de Big Data a sus planes estratégicos se ha reducido respecto el año anterior, pasando del 31% al 24%.
- Las áreas donde el Big Data ha demostrado ser un gran aliado de las empresas son en la mejora de la experiencia de cliente y en la mejora de la eficiencia de los procesos de negocio.
- El 95% de las empresas apostarán por el IoT en un plazo máximo de tres años.
- Las inversiones en materia de IoT ha crecido más del 60% desde el 2012, y un 40% en el último año, lo que facilita que el número de empresas de nueva creación dentro del ámbito del IoT haya crecido más de un 70% desde 2012.
- Por sectores, el que más crecerá en los próximos tres años en la inversión en tecnologías IoT es el de los carburantes, con un crecimiento del 91%, seguido del sector servicios (89% de crecimiento), transporte y Manufacturing (86%).
- Por regiones, el 21% de las empresas asiáticas ya implantan soluciones de IoT, seguida de las empresas europeas con un 16%.
- El 51% de las empresas de Asia tienen pensado implantar este tipo de soluciones en el próximo año, frente al 30% de las empresas latinoamericanas.

Todo esto está contribuyendo con la convergencia de múltiples factores como el abaratamiento de sensores, mejoras en comunicaciones y el surgimiento de plataformas IoT.

Es importante destacar que, si bien IoT ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años, existe una organización dedicada a asegurar que internet siga siendo abierta, transparente para todos. Esta organización se llama Internet Society y es una organización global unida por una

causa común y regida por una variada junta de fideicomisarios que fue fundada en 1992 por Internet Engineering Task Force (IETF) cuya principal razón de ser es proporcionar una estructura organizativa para internet.

Con la llegada de 5G a Costa Rica, según información brindada por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

El Instituto tiene entre sus planes a mediano plazo la implementación de la red 5G. De cumplirse con lo prometido, Costa Rica entraría entre los primeros países a nivel mundial en adaptar sus plataformas a esta red, lo que lo pondría en una situación bastante competitiva a nivel mundial. Se estima que el tiempo promedio que necesitarán los países para brindar este servicio es de 5 años, es decir, 2023. (Garro, 2020)

No obstante, parece un panorama incierto en términos de tiempo, pero se debe recalcar que lo que sí es un hecho es que Costa Rica ya está preparando la llegada de esta tecnología, pero también tiene grandes retos que superar.

La red 5G es la quinta generación de las tecnologías y estándares en comunicación y la evolución de las tecnologías 4G/LTE. Este nuevo protocolo permite una mayor velocidad de conexión y una latencia significativamente menor, sin embargo, para que esto sea una realidad a nivel nacional se deben realizar cambios en infraestructura que superen los cuellos de botella electromagnéticos que experimenta la probación, principalmente urbana.

Algunos ejemplos del uso de esta tecnología pueden ser aplicados a la medicina ya que un médico podría realizar una cirugía, desde el país donde vive, a un paciente situado en otro punto del mundo, ya que 5G ofrece conectividad ininterrumpida y fluida, entre muchos otros ejemplos siempre relacionados con el creciente y demandante desarrollo de IoT.

La red 5G es una realidad que llegó para transformar y mejorar las conexiones inalámbricas en todo el mundo. Sin embargo, contar con este tipo de tecnología en todo el territorio nacional podría tomar unos 10 años.

De acuerdo con el ICE, actualmente la red 4G tiene cobertura en 6.500 localidades de las siete provincias. Las empresas de telecomunicaciones tendrán que ajustarse a la nueva red de telefonía móvil. La red 5G promete traer mayor conectividad y velocidad, así como nuevos servicios. (Calderón, 2020)

Aunque el camino es largo, actualmente el Grupo ICE está realizando pruebas de concepto en APM Terminals para realizar la transición a 5G, para mejorar la eficiencia de las operaciones del puerto de Moín

Según la republica.net, Costa Rica liderara el desarrollo de tecnología 5G a nivel de Latinoamérica (Castro, 2019)

| CAMINO AL FUTURO | | | |
|--|---------------|------------|------------|
| Claro y kólbi anunciaron el inicio de pruebas técnicas de 5G en Costa Rica este año. | | | |
| Operador | América Móvil | ICE | Telefónica |
| Marca | Claro | kólbi | Movistar |
| Origen | México | Costa Rica | España |
| % Mercado* | 21 | 52 | 26 |
| Red 4,5 | Sí | Sí | Sí |
| Pruebas 5g | Sí | Sí | NS/NR |

*Datos más recientes de Sutel a diciembre de 2017

Figura 3 Empresas que liderar proyectos 5G

Fuente: (Castro, 2019)

Según (Canales, 2019), en su artículo publicados en la republica.net indica algunas de las principales características de 5G son:

- Una tasa de datos de hasta 10 Gbps; de 10 a 100 veces mejor que las redes 4G y 4.5G
- Latencia (tiempo de transmisión) menor a 10 milisegundos
- Un ancho de banda 1000 veces superior al permitido por 4G
- Capacidad de gestionar miles de dispositivos (IoT) en forma simultánea
- Reducción en el consumo de energía de los dispositivos
- Una duración de la batería de hasta 10 diez años en los dispositivos IoT

La implementación de 5G en el puerto de Moín se aplicará a la atención del robo de contenedores y coordinación precisa con la policía de tránsito para planes de contingencia en casos fortuitos. Algunas de las empresas involucradas en este proyecto son APM Terminals, Racsa y Nokia.

2.2 Marco referencial

Para 1990, la demanda de las direcciones IP empezó a aumentar considerablemente hasta generar un agotamiento de direcciones de este protocolo. En consecuencia, los ingenieros del grupo de trabajo de ingeniería de internet (IETF), el organismo que supervisa el desarrollo de estándares de internet empezara a trabajar en una respuesta y para 1998 el IETF había finalizado y publicado el diseño de IPv6.

Cada día se requiere mayor disponibilidad de direccionamiento IP para los nuevos dispositivos que los consumidores adquieren y estos, a su vez, requieren una dirección para poder conectarse con otros dispositivos. IPV4 no puede brindar el servicio que requiere la creciente

tecnología, por lo que surge entonces en respuesta a esta necesidad, la que consiste en redes basadas en IPV6 para dar soporte a tecnologías orientadas no solo a IoT si no también al Big Data. En conjunto, y como resultado inevitable de su interacción, se dan cambios en los modelos de negocio, donde se puede ver claramente una marcada diferencia en los campos donde se aplican y donde no se aplican estas tecnologías, ya que brindan la posibilidad de realizar mejores análisis estratégicos.

Existen estudios realizados por prestigiosas empresas, como por ejemplo Bussiness Insider Incipy, dedicadas al campo de la inteligencia de negocios e IoT, en Europa. Incipy, en uno de sus informes, indica cómo ha aumentado el uso de IoT en los modelos de negocios y la transformación digital de las empresas. Como un aporte importante del informe se pueden rescatar estadísticas a tomar en consideración: En el último año, unos 4,000 millones de dispositivos se han conectado a internet según un estudio realizado por la compañía Cisco. Por otro lado, Intel ha predicho que la cifra podría llegar a alcanzar los 200,000 millones en menos de cinco años y que, para el 2020, habrá aproximadamente 26 objetos inteligentes conectados por humano (íncipy S.A, 2015).

El mundo se mueve hacia una nueva era en la que todo estará conectado en el ecosistema de internet, para el 2020 se prevé que haya más de 35 millones de dispositivos conectados y, de estos, 25 millones serán objetos o cosas conectadas (íncipy S.A, 2015)

Por ejemplo, en España el uso de IoT tiene un crecimiento en varios sectores de la industria y enfrentan retos como la seguridad y privacidad, el retorno de la inversión y los ecosistemas de los proveedores.

Casos de Uso de IoT en Sector Industria en España

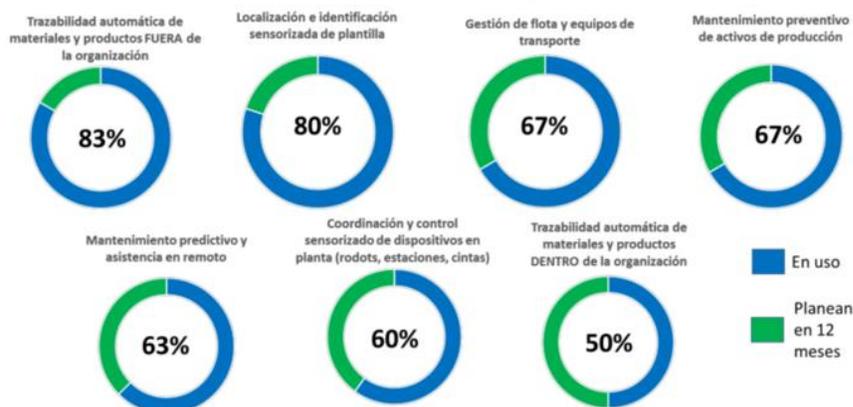


Figura 4. Estimado de dispositivos instalados por sector

Fuente: (Now, 2018)

En la gráfica se puede apreciar la proyección de los gobiernos por cubrir en poco tiempo la totalidad de sectores que utilizan IoT en sus operaciones.

Así mismo el desarrollo de diferentes tipos de dispositivos con capacidades de conexión IoT va en aumento exponencial a partir de 2015.

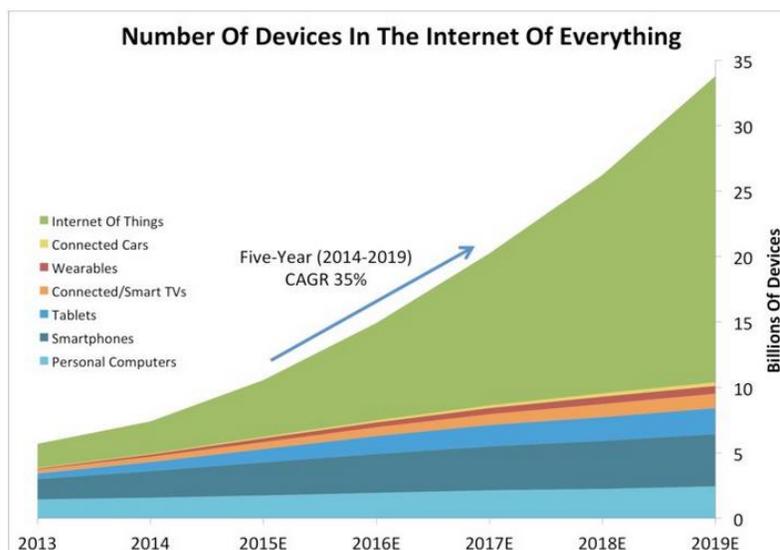


Figura 5. Crecimiento de dispositivos IoT por año

Fuente: (OBS Business School, s.f.)

El crecimiento es evidente; sin embargo, es necesario reconocer que el crecimiento de otros dispositivos tradicionales mantiene una constata o un crecimiento muy leve en comparación con los dispositivos IoT, los cuales, en poco tiempo, crecieron de manera exponencial.

2.2.1 Antecedentes internacionales de internet de las cosas

En *Hybrid Wireless Protocols for the Internet Of Things* (González, Van Den Bossche, & Val, 2016) desarrolla una investigación cuyo objetivo es mostrar que los sistemas integrados pueden tener un máximo de eficiencia energética y la capacidad de exportar algunos datos de sensores. Estas tecnologías tienen sus especificidades e intentan convertirse en el estándar de referencia y se explica cómo los investigadores y los industriales necesitan crear nuevas redes híbridas y multi-tecnologías para desarrollar sistemas complejos que puedan adaptarse a las limitaciones de un entorno. De forma similar, esta investigación pretende describir cómo se pueden crear escenarios inteligentes para obtener resultados similares y aplicables a entornos de negocios.

Por otra parte, el estudio *Parallelization in software systems used in wireless sensor networks and Internet of Things: Case study: Middleware systems* (Aman, Yelamarthi, Abdelgawad, & Alnaeli, 2016) trata sobre el middleware, que es el componente que crea un puente entre los nodos de sensores heterogéneos y las aplicaciones de software. Un aspecto, entre muchos otros que determinan la eficiencia, el rendimiento y la funcionalidad del middleware, es la posibilidad de paralelización. La paralelizabilidad se refiere a qué tan preparado está el software para utilizar la arquitectura multinúcleo; este es uno de los puntos a tratar en la presente investigación, cuando se aborde el tema de hardware, principalmente de los datacenter de las organizaciones.

En el paper *Smart home system design based on Internet of Things* (Liu & Ge, 2017), se describe el desarrollo de IoT y la tecnología informática integrada a el sistema hogareño

inteligente, mencionando que se ha convertido en un punto de investigación de sistemas integrados, lo cual se relaciona con esta investigación, pues abarca uno de sus segmentos.

` También Future Edge Cloud and Edge Computing for Internet of Things Applications (Pan & McElhannon, 2017), abarca el tema del futuro y la relación de IoT y el tema de nube. Claramente este es un tópico que se debe tomar en cuenta, pues es un hecho que requiere arquitectura en nube para procesamiento y almacenamiento de gran cantidad de información que implicaría el desarrollo de un proyecto basados en IoT.

En todas las publicaciones expuestas se encuentra similitud con esta investigación en el punto de que se trata de exponer una visión a nivel general de qué es IoT y su aprovechamiento. Actualmente, a nivel mundial, se están realizando esfuerzos importantes en la línea de la investigación referente al tema de IoT, y compartir el conocimiento en este campo, como se cita en Comparison of edge computing implementations: Fog computing, cloudlet and mobile edge computing (Dolui & Datta, 2017)

2.2.2 Antecedentes internacionales de migración de IPV4 a IPV6

En el libro *Future of IPv6 in 3GPP Networks*, (Jouni Korhonen, 2013) los autores Jouni Korhonen, Teemu Savolainen , Jonne Soininen, exponen acerca de la implementación de IPv6 en redes 3GPP, señalan cómo el protocolo de internet versión 6 se define actualmente en los estándares de la industria para banda ancha móvil celular, por qué y cómo se tomó esta ruta en la tecnología y cuál es la realidad actual de la implementación; además, su opinión acerca de cómo se pueden mejorar algunos posibles avances relacionados con IPv6 en las redes 3GPP durante los próximos años. Su contenido está claramente relacionado con esta investigación pues ya propone

avance en una tecnología o, en este caso, un protocolo que apenas se está empezando a implementar en Costa Rica.

Por otra parte, en el documento *Performance Comparison of Category 5e vs. Category 6 Cabling Systems for both IPv4 and IPv6 in Gigabit Ethernet* (Soorty, Kolahi, Chand, & Qu, 2010), sus autores Soorty, Burjiz K., Kolahi, Samad S., Chand, Navneet y Qu, Zhang, hacen referencia a la comparación de cableado para cada tipo de protocolo, aspecto que tiene similitudes con lo que aquí se persigue, debido al hecho de que se investigará la factibilidad técnica que tendría lugar en el momento de valorar un cambio de tecnología en un centro de datos como el de Coopelesca como proveedor de servicios de internet y telecomunicaciones y Coocique R.L como un ente de consumo de estos servicios.

No obstante, uno de los documentos cuya información muestra mayor relación es *Empirical Performance of IPv6 vs. IPv4 under a Dual-Stack Environment* (Y.-N. Ley, 2008). En él, se exponen datos de conferencia realizada en China, en la cual se pueden caracterizar, desde la perspectiva del usuario final, las diferencias en el rendimiento real de la red cuando se cambia de IPv4 a IPv6. Además, también los autores Yan Nei Law, Michael M. C. Lai y Wee Lum Tan, mencionan cómo los proveedores de servicios móviles, en todo el mundo, están bajo una creciente presión para migrar del estándar IPv4 al emergente IPv6. A medida que aumentan los despliegues de redes IPv6 a escala global, también ha habido un interés creciente en medir su rendimiento, todo relacionado directamente y que, básicamente, es el efecto que se quiere mostrar en esta investigación sobre todo en lo concerniente a la posición de proveedores de internet como el ICE y Coopelesca y su reacción ante este escenario

2.2.3 Antecedentes internacionales analítica de datos (Big Data)

La analítica de datos, con la gran cantidad de datos que se generan, producto de los sensores de los dispositivos, convierte al Big Data en una oportunidad de negocio que las organizaciones deben considerar. Esto se menciona en la publicación *Upgraded living think-IoT and Big Data* (Rajakumari, Azhagumeena, Devi, & Ananthi, 2017)

Las nuevas tecnologías basadas en IoT en la empresa contribuirán con la transformación de su modelo de negocio, mucho más allá del sistema productivo en sí mismo. Para poder adaptarse a esos cambios de paradigma y aumentar la cantidad de valor aportado al consumidor de sus productos, será menester que estas compañías avancen en el ámbito de la inteligencia de negocios, lo que significará tener que lidiar con nuevos conceptos provenientes del ámbito de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, como BIGDATA e IoT. (Meré, 2014)

En el artículo “BIGDATA e IoT: CLAVES DEL MODELO DE NEGOCIO PARA LA EMPRESA INDUSTRIAL DEL SIGLO XXI” se señala que:

En ese sentido algunas compañías han ido aún más allá, creando nuevos servicios basándose en la información masiva proveniente de los usuarios de otros servicios. Un ejemplo claro es el propio Google, quien utiliza la geo posición y redes wifi-próximas reportadas por los teléfonos android para modelizar la velocidad de avance medio en las diferentes calles de una ciudad, de modo que puede mejorar los servicios de navegación urbana a través de la sugerencia de ruta que considera no solo los sentidos de las calles sino esas velocidades ajustadas en tiempo real, lo que supone un aporte de valor muy notable respecto a los navegadores convencionales. En todos los casos se observa el común denominador de

aprovechar la información dispersa y no estructurada del usuario para producir mejoras en la calidad del servicio prestado e incluso nuevos servicios (Ordieres-Meré).

2.2.4 Antecedentes nacionales de IoT

Aunque en la zona de San Carlos no existe una empresa dedicada a ofrecer servicios en tecnologías basadas en IoT, si existen a nivel nacional.

Smart Technologies surge como una empresa especialista en la integración de sistemas de seguridad inteligentes con video vigilancia, control y notificaciones de aplicaciones, control automático y de aplicaciones de aire acondicionado para soluciones avanzadas de control de energía, sistemas de audio y video, televisión al aire libre y soluciones de audio, su página comercial es <http://www.smartechcr.com/>

LANTERN Technologies, cuya información de contacto está a través de su página <https://www.lantern.tech>, es una empresa de desarrollo de software y hardware especializada en la provisión de servicios y productos para empresas, a través de tecnologías de punta tales como computación cognitiva, IoT y aprendizaje automático, brindando soluciones de monitoreo, control, automatización o análisis.

Es importante acotar que los esfuerzos de capital nacional en el ámbito de servicios de IoT han formado alianzas que han generado iniciativas de colaboración como MECSOFT Consorcio Internet de las cosas. Este consorcio tiene socios como LANTER technologies, Global Code Technologies, InterServicios s.a.s., TecnoInso, Control Soft, entre otras empresas en Costa Rica dedicadas a ofrecer servicios en IoT. Estas empresas aportan capital y talento para el desarrollo de los proyectos del consorcio. Su página web es <http://www.mecsoftcr.com>

Adicionalmente, en el ámbito nacional se puede mencionar que IoT es un tema que está tomando fuerza, como se muestra en artículos de *El Financiero* y entrevistas con expertos del área. Por ejemplo, según (Pérez, 2014) de *El Financiero*, las aplicaciones de la IoT cubren desde la manufactura de productos hasta las ciudades inteligentes, pasando por las viviendas, los centros comerciales y las tiendas, los centros de salud, entre otros.

También, Alonso Ramírez, de origen Sancarleño y en 2015 presidente, de la Junta Directiva del Colegio de Profesionales en Informática y Computación, CPIC, señala que:

IoT creará más oportunidades laborales, personal más capacitado y especializado, así como ambientes de trabajo virtuales y colaborativos, bajo modalidades de productividad y generación de negocios soportados en el análisis de datos y en el entendimiento de comportamientos y tendencias, según sea la actividad que se desempeñe (Ramírez, 2015).

Según estudios de la firma Deloitte y del centro de estudios de telecomunicaciones de América Latina (cet.la), publicados en el periódico digital *El Financiero*, se coloca a Costa Rica con una excelente calificación, 3.9 de 1 a 10, en el tema de IoT, superado solamente por Chile. La media en la región centroamericana es de 3.60 y, a nivel global, el país es el 33 de 52 incluidos en el índice de IoT y el primero de América Central. También se rescata del estudio que las economías mejor preparadas son Estados Unidos (con calificación de 6,83), Suiza (6,44) y Suecia (6,44). Chile es el número 29. (EL FINANCIERO, 2018)

2.3 Marco conceptual

A continuación, se procede con la definición de conceptos considerados importantes para el conocimiento del lector.

IoT (*Internet of things*)

En referencia a IoT, (Llaneza González, 2018) señala que tenemos definiciones para todos los gustos, desde las que ponen el acento en la comunicación hasta las que se centran en sus elementos o sus funcionalidades. Del primer tipo es la definición de IoT de la UIT “que la considera como «una infraestructura de red global dinámica con capacidades de autoconfiguración basadas en protocolos de comunicación estándar e interoperables, donde las cosas físicas y virtuales tienen identidades, atributos físicos y personalidades virtuales, y usan interfaces inteligentes de manera integrada en la red de información”. La consultora Gartner opta por una definición a partir de sus funcionalidades y define la IoT como «la red de objetos físicos con tecnología embebida que les permite comunicar, sentir o interactuar con su estado interno o con su entorno exterior.

Big Data:

En un contexto teórico, se refiere un conjunto de datos cuyo tamaño (volumen), complejidad (variabilidad) y velocidad de crecimiento (velocidad) dificultan su captura, gestión, procesamiento o análisis mediante tecnologías y herramientas convencionales, tales como bases de datos relacionales y estadísticas convencionales o paquetes de visualización, dentro del tiempo necesario para que sean útiles. (PowerData, s.f.); sin embargo, en el contexto de negocio, al cual

se refiere esta investigación, una definición más apropiada sería la aportada por (García Alsina, 2017)

Cuando acumulamos grandes volúmenes de datos, se nos plantea la necesidad de ver qué podemos hacer con ellos. Esto nos remite a la necesidad de gestionarlos con una finalidad organizativa, a disponer de tecnología y metodologías específicas. La misma gestión de datos nos lleva a generar información que sea relevante en el contexto de la organización, es decir, a generar conocimiento para la acción, y que sea aplicable por ejemplo a la toma de decisiones, al diseño de acciones para la organización o a la elaboración de planes estratégicos. (pág. 9)

Protocolo IPv6:

Es exactamente lo mismo que su predecesor IPv4, pero dentro del protocolo IPv6. Está compuesta por 8 segmentos de 2 bytes cada uno, que suman un total de 128 bits, el equivalente a unos 3.4×10^{38} hosts direccionables. La ventaja con respecto a la dirección IPv4 es en cuanto a su capacidad de direccionamiento, IPv4 soporta 4.294.967.296 (232) direcciones de red, este es un número pequeño cuando se necesita otorgar a cada computadora, teléfonos, PDA, autos, etc.. (Pérez Valdés, s.f.)

Traducción de Direcciones de red (NAT, Network Address Translation)

Consiste en usar una dirección IPv4 para que una red completa pueda acceder a internet. Pero esta solución impide la utilización de varias aplicaciones, ya que sus protocolos no son capaces de atravesar los dispositivos NAT, por ejemplo, P2P, voz sobre IP (VoIP), juegos multiusuarios, entre otros.

Empresas Fintech

Antes de su definición conceptual se debe mencionar que:

La industria financiera está viviendo un profundo cambio. La entrada de internet y la tecnología en nuestras vidas ha suscitado, y continúa provocándolo, un cambio de paradigma en multitud de industrias. Y en los últimos años, la industria financiera, está siendo arrastrada hacia este cambio de paradigma. Bajo la denominación de FinTech, nuevos productos creados por startups, o nuevos enfoques con la tecnología como factor clave de los actores existentes. (OroyFinanzas.com, 2015)

Así pues, en contexto, la denominación FinTech, es el acrónimo de las dos palabras inglesas Financial Technology, es decir, Tecnología Financiera, y se ha convertido en el término omnipresente para referirse a cualquier tecnología aplicada a los servicios financieros. Podría definirse, por tanto, como la innovación tecnológica en los servicios financieros siguiendo el patrón de lo que se ha hecho desde el sector de la tecnología con las industrias de los medios de comunicación, turismo y telecomunicaciones. (OroyFinanzas.com, 2015)

En resumen, una empresa Fintech ofrece productos y servicios financieros a sus clientes mediante el uso y la gestión de nuevas tecnologías digitales de información y comunicación.

Generación digital

Corresponde a las personas nacidas entre 1982-1999 y que hoy tienen entre los 17 y 34 años. Estas personas crecen viviendo el cambio tecnológico con la llegada de la computadora personal, internet y el acelerado avance de la telefonía celular y, por eso, su curva de aprendizaje es acelerada y muestran pocas barreras hacia el uso de la tecnología. Esta generación pospone por

más tiempo las ideas/decisiones de matrimonio, vivienda propia y tener hijos, además son las personas que por más tiempo viven en la casa de sus papás con el fin de disfrutar más su vida y tener experiencias. Viven el hoy y el ahora, son más hedonistas, les interesa un trabajo estable y están más dispuestos a endeudarse para obtener lo que desean. Digital describe su principal medio de comunicación: redes sociales e internet. Son los nacidos en la era digital. (UNIMER, s.f.)

Generación virtual

Personas nacidas a partir del año 2000 y que hoy tienen 16 años o menos. Es un grupo que aún está en formación, están construyendo opinión y empezando a acumular experiencias de vida. Son nativos tecnológicos: los dispositivos electrónicos y los videojuegos son parte de su ADN. Pero, además son los que más practican actividad física frecuente y se muestran muy tolerantes a temas relacionados con la diversidad de género; tienen una comunicación abierta con sus padres sobre cualquier tema incluyendo la sexualidad. Es una generación que valora la estabilidad en el trabajo en combinación con la flexibilidad de horario que demandan en este ámbito. Virtual tiene una connotación de que viven en una realidad en transformación. (UNIMER, s.f.)

Las generaciones descritas disponen de algún grado de manejo y convivencia con los dispositivos con capacidades de conexión a internet y con las nuevas tecnologías IoT. Por lo tanto, son el foco de atención de las estrategias de negocios para las empresas. Ante esto, la importancia de las definiciones de los grupos de generación digital y virtual.

Capítulo III. Marco metodológico

Según (Balestrini, 2006) el marco metodológico es:

El conjunto de procedimientos lógicos, tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados. (p.125).

Así pues, en este apartado se definen hitos importantes de la investigación como el tipo de investigación, el enfoque, el alcance, el sujeto de estudio y fuentes de información, la población objeto y el tipo de población, la recopilación de documentos, los tipos de instrumentos por utilizar, el tamaño de las muestras, los criterios de exclusión e inclusión y la cobertura geográfica. Todo lo que conlleva a la recolección, ordenamiento y análisis de la información que permitirá la interpretación de los resultados orientados a contestar al problema del trabajo.

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Descriptivo

Según la metodología de (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003), hay estudios exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos.

Este es un estudio descriptivo de enfoque cuantitativo pues se recolectarán datos o componentes sobre diferentes aspectos del personal de la empresa por estudiar y se realizará un análisis y medición de estos datos.

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2003), en referencia a la investigación descriptiva, señala que esta “busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice” (p. 119).

Los estudios descriptivos miden, de manera más bien independiente, los conceptos o variables a los que se refieren y se centran en medir con la mayor precisión posible (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003).

Este estudio también tiene un enfoque cuantitativo, ya que es necesario para poder analizar los resultados de las encuestas que se aplicarán al personal de las empresas participantes en el ejercicio.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas, confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003), p. 5).

3.1.2 Exploratorio

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003) “La investigación exploratoria, se efectúa normalmente cuando el objetivo a examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes”

En referencia al mismo tema, (Selltiz) dice que los métodos exploratorios están:

Dirigidos a la formulación más precisa de un problema de investigación, dado que se carece de información suficiente y de conocimiento previos del objeto de estudio, resulta lógico

que la formulación inicial del problema sea imprecisa. En este caso la exploración permitirá obtener nuevo datos y elementos que pueden conducir a formular con mayor precisión las preguntas de investigación.

En la misma línea, (Arias, 2006) aporta que “La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos”

Este tipo de análisis aplica precisamente al enfoque de la investigación exploratoria, considerando que, en este caso, apunta al avalúo de un área que ha sido poco estudiada en el ámbito de San Carlos. De tal forma que se genera conocimientos para el tema de este estudio, constituyendo un conjunto de fundamentos que brindarán datos para las investigaciones posteriores.

3.2 Tipo de enfoque

3.2.1 Enfoque mixto

El enfoque que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación es mixto, en vista de que consiste en la integración de los métodos cuantitativo y cualitativo, a partir de los elementos que la integran.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista, el enfoque cualitativo ofrece la posibilidad de profundizar en los significados de los datos. Además, “utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de

interpretación” (Hernández et al., 2010, p. 7). Este enfoque se trata de un proceso lineal, secuencial y probatorio que, según Hernández et al. (2010), se “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p. 4).

Así pues, por la naturaleza de este trabajo y según lo expuesto por (Hernández et al., 2010, p. 544), aplica un enfoque mixto pues este no pretende remplazar los anteriores, sino utilizar las fortalezas de ambos e incluye “un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta” (Hernández y Mendoza citados por Hernández et al., 2010, p. 546).

Utilizando el enfoque cuantitativo, se presente desarrollar el estudio del análisis de datos numéricos obtenidos de los modelos de pruebas, a través de la estadística, para dar solución a preguntas de investigación o para refutar o verificar una hipótesis que se puedan generar en torno al rendimiento y la usabilidad del protocolo IPV6 versus IPV4

Por otra parte, a través del enfoque cualitativo, la investigación aborda el estudio de métodos de recolección de datos de tipo descriptivo y de entrevistas para descubrir, de manera discursiva, categorías conceptuales de la investigación, en el contexto empresarial y de los hogares.

Del enfoque mixto, se tomarán las técnicas de encuestas y cuestionarios para determinar los factores técnicos, económicos y sociales que están influyendo para que las organizaciones del sector empresarial y PYMES de la zona de San Carlos no apliquen las tecnologías basadas en IoT

3.2.2 Diseño de la investigación

El objetivo del estudio es dar respuesta a cuáles son los factores técnicos, económicos y sociales que están influyendo para que las organizaciones del sector empresarial y PYMES no apliquen las tecnologías basadas en IoT. Se recurre a un diseño no experimental de tipo transversal, teniendo en consideración que el tema tratado tiene un sustento teórico suficiente para proceder con una investigación de tipo descriptivo que permite conocer en detalle cuáles son los factores que impiden o limitan al sector empresarial y PYMES de San Carlos utilizar las tecnologías basadas en IoT

De acuerdo con (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003) la investigación no experimental “es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en el contexto natural para después analizarlos” (p. 270). También (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003) indican que con un diseño de investigación transversal se “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p. 289)

3.3 Sujetos

Crecimiento de entornos digitales: Para efectos de este trabajo y el contenido temático, se definirán los entornos digitales como un conjunto de canales a través de los cuales se puede interactuar con los diferentes dispositivos con capacidad de generación de datos, a través de sensores o conectividad a internet, y que provean un mecanismo de extracción de la información,

como teléfonos inteligentes, routers y otros dispositivos con propiedades de trabajar bajo esquemas de IoT.

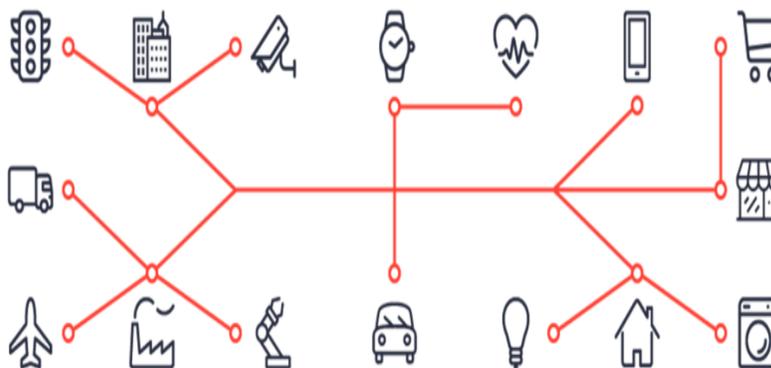


Figura 6 Entornos digitales

Fuente: (Scully, s.f.)

Crecimiento de ciudades inteligentes

Con respecto a la variable de ciudades inteligentes se aplica a este contexto en función del aprovechamiento de las tecnologías IoT aplicadas en edificios, oficinas y áreas de trabajo ya que sus aplicaciones no solo se limitan a manejo de equipo industrial y dispositivos móviles o vehículos, sino que para fines de administración de edificios, donde se puede aplicar en la administración de la iluminación, seguridad, cámaras, sensores de movimiento, temperatura o aire acondicionado, salas de reuniones y muchos otros.



Figura 7 Oficinas inteligentes

Fuente: (Coolspaces, s.f.)

Crecimiento de dispositivos interconectados

El aumento de los dispositivos interconectados es constante. OBS Business School presenta un estudio donde indica que para 2020 más de 30 mil millones de dispositivos estarán conectados a internet. Los datos procedentes de estos dispositivos supondrán, en el corto plazo, el mayor flujo de información que aglutina internet, y por tanto, el mayor proveedor para los sistemas de Big Data. El informe de OBS muestra que el 95% de las empresas apostará por el IoT en un plazo máximo de tres años. Las inversiones en materia de IoT ha crecido más del 60% desde el 2012 y un 40% en el último año, lo que facilita que el número de empresas de nueva creación dentro del ámbito del IoT haya crecido más de un 70% desde 2012. (OBS Business School, s.f.)

Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025 (in billions)

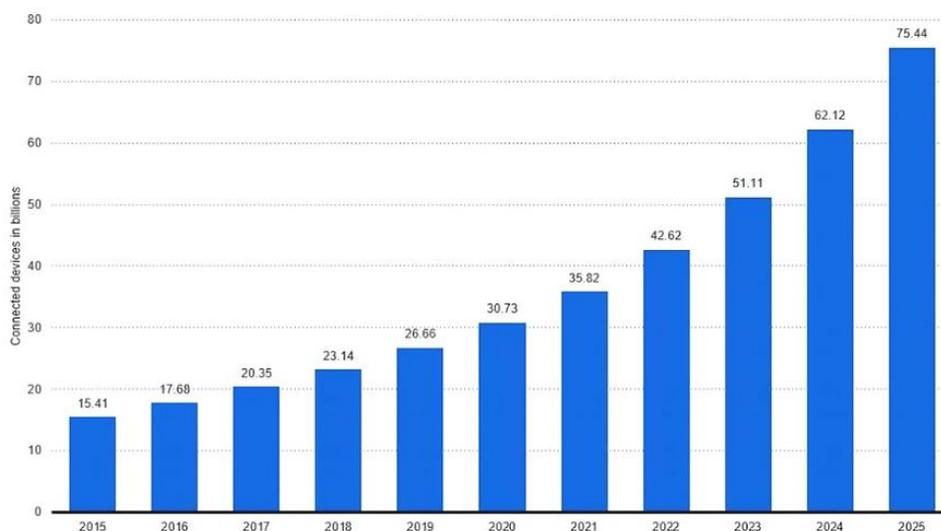


Figura 8 Crecimiento de dispositivos

Fuente: (statista, 2015)

Economía de la zona de San Carlos

Esta variable se cataloga como dependiente, al considerar que las tecnologías IoT pueden alterar o influir en esquemas financieros de las empresas que adopten estas tecnologías, tanto en la aplicación como en la implementación.

Tomando como referencia las últimas estadísticas, realizadas en 2018 por la empresa IoT Analytics, en las que se muestra un incremento en inversión en tecnologías, se puede decir que, contrario a esta tendencia, a nivel de San Carlos no se esté aprovechando o está teniendo una tímida aplicación.

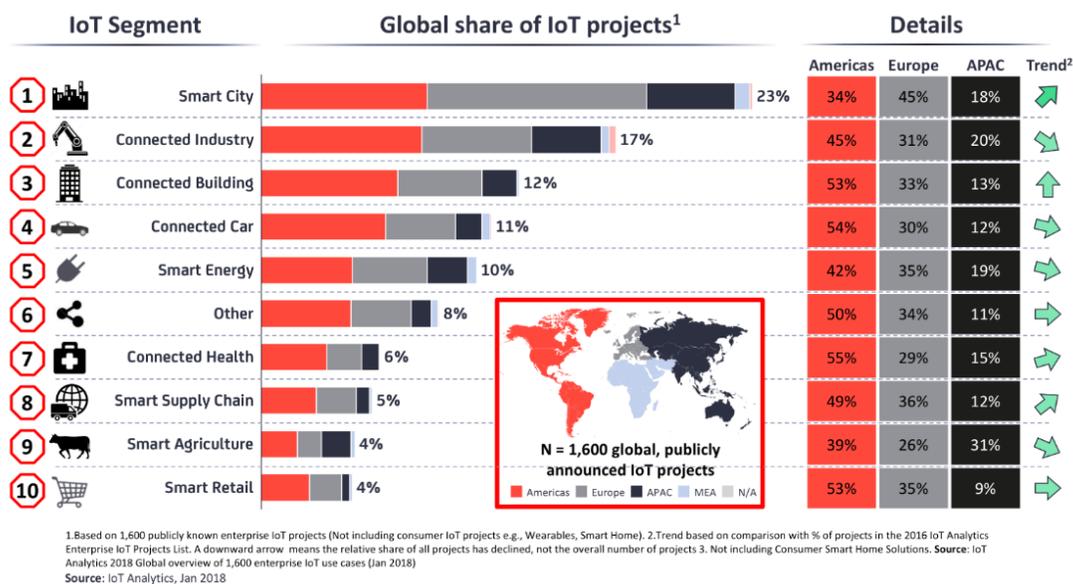


Figura 9 Proyectos IoT

Fuente: (iot-analytics.com, s.f.)

Tecnología IoT

Ya se han expuesto en este documento varios conceptos que describen las características de esta tecnología. Aun así, no está demás mencionar que es una de las más prometedoras del siglo XXI por ofrecer la conectividad de miles de dispositivos con propiedades de conectividad a internet. Por esta razón se considera una variable independiente para este trabajo.

Protocolos de red IPV4

Es el protocolo que en la actualidad es empleado por los elementos que se van a analizar a nivel de San Carlos. Los proyectos de migración no se han desarrollado y están en etapas iniciales, lo que podría estar motivado en el hecho de que las empresas están más enfocadas en la producción y la generación de rendimientos que en la investigación y la incursión en nuevas tecnologías.

Protocolos de red IPV6

Es una de las variables a considerar para aprovechar las ventajas de un proyecto de migración de protocolos. En una entrevista que le realizara *El Financiero*, Ravi Lingam Gerente General de Cisco Centroamérica, aclara varios puntos referentes a en qué va a consistir el cambio de protocolo, cuánto tardará, qué implicará para las empresas y cómo prepararse.

El agotamiento de direcciones IPv4 públicas (visibles en internet) está motivando a la transición y coexistencia con IPv6. Aún la mayor parte del contenido en internet está en IPv4, sin embargo, poco a poco se está viendo que nuevos contenidos y portales populares, como Facebook, YouTube, Google tienen portales en IPv6. Los proveedores de servicio y las empresas están mirando el soporte de IPv6 y cómo integrar las capacidades existentes. Si una red no tiene salida a internet, la urgencia es menor ya que, probablemente, utilizan direccionamiento privado en IPv4. (Lingam, 2010)

Interés en IoT

El interés en el tema no debe quedar al margen de esta investigación puesto que podría ser un factor que pueda estar afectando el desarrollo de proyectos en la zona de San Carlos.

Para el desarrollo de este trabajo, se les aplicarán a las empresas consideradas los instrumentos de encuestas abiertas y encuestas cerradas respectivamente, o sea de diferentes fuentes y de diferentes medios y también hay que considerar la documentación que se puede encontrar referente al tema de IoT.

Todo lo anterior en un eje Y que contiene las categorías e indicadores o constructos que fueron generados de la pregunta de investigación, identificando todo lo que se requiere preguntar, a quién

se le va a preguntar y por qué medio y técnica se va a preguntar. Se procederá entonces a construir los instrumentos con los resultados verticales y la validez estará aportada desde el análisis horizontal que genera los instrumentos de triangulación como resultado del trabajo de campo, mediante la revisión de la información aportada por los actores, según cada una de las preguntas.

3.4 Fuentes

3.4.1 Fuentes primarias

Para (Bounocore, 1980) las fuentes primarias de información serían “las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, monografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano...” (p.229). Incluye la producción documental electrónica de calidad.

Las fuentes primarias de quienes se obtendrán los datos para esta investigación serán las entrevistas que se realizarán al personal administrativo y/o participantes de las empresas por estudiar y también se incluyen los cuestionarios. Estos documentos se encuentran en los Anexos A y B.

Otra fuente primaria importante es el libro *Metodología de la investigación* ya que aporta material importante para la infraestructura del documento, principalmente para apoyar definiciones y conceptos relacionados con temas de investigación

3.4.2 Fuentes secundarias

Este tipo de fuentes son las que ya han procesado información de una fuente primaria. El proceso de esta información se pudo dar por una interpretación, un análisis, así como la extracción y reorganización de la información de la fuente primaria. (Maranto Rivera, 2015)

En el caso de la presente investigación, sus fuentes secundarias consisten en bibliografía y artículos especializados referentes al tema de IoT, adjunto en el capítulo VI de referencias bibliográficas de este trabajo.

3.4.3 Fuentes terciarias

Este tipo de fuentes son las que recopilan información de fuentes primarias o secundarias. Son utilizadas para buscar datos o para obtener una idea general sobre algún tema; algunas son: bibliografías, almacenes, directorios donde se encuentran referencias de otros documentos, que contienen nombres, títulos de revistas y otras publicaciones. (Maranto Rivera, 2015)

En este caso, también son fuentes de este grupo los documentos de estudios realizados por terceros, como los empleados en el marco teórico de este trabajo en los apartados de antecedentes.

3.5 Indicadores

De acuerdo con las normas ISO 11620 (1998) un indicador es “una expresión numérica, simbólica o verbal usada para caracterizar actividades (eventos, objetos o personas) tanto en términos cuantitativos como cualitativos para evaluar el valor de las actividades caracterizadas y el método asociado”.

Para efectos de este trabajo, un indicador se va a definir como una característica específica, observable y medible que será utilizada para mostrar los cambios y progresos obtenidos para el logro de un resultado del análisis de los objetivos específicos.

Los indicadores de medición son:

- Volumen de datos que generan los dispositivos
- Rendimiento de la red (ancho de banda).
- Sensibilidad a la latencia.
- Viabilidad de implementación en proyectos
- Grado de dispersión o concentración de dispositivos/aplicaciones.
- Tipo de movilidad de los dispositivos (Móviles o dispositivos estacionales)
- Disponibilidad de sensores en el mercado.
- Disponibilidad de proveedores de dispositivos IoT.
- Número de clientes consultados para entender las necesidades.
- Número de pruebas de concepto, pilotos o prototipos realizados.
- Esfuerzo, número de recursos humanos y equipos dedicados a la implantación.
- Número de trabajadores capacitados en la nueva plataforma de IoT.
- Tiempo invertido por los directores, administradores o dueños de negocio en actividades de transformación e implementación de proyectos de IoT.
- Número de nuevos productos o servicios lanzados al mercado producto del ejercicio de implementación IoT.
- Porcentaje de ventas mensuales que generan que provienen de nuevos productos generados del ejercicio.
- Porcentaje de éxito (Número de proyectos exitosos frente a los fallidos).

- ☑ Número de personas involucradas en los proyectos de IoT (esfuerzo humano).
- ☑ Tiempo promedio de conceptualización o definición de los nuevos proyectos de IoT.
- ☑ Porcentaje de proyectos aprobados para implantación.
- ☑ Duración media en la ejecución del proyecto desde la aprobación hasta la puesta en producción. Tiempo necesario para el desarrollo de prototipos.

3.6 Población de estudio

La población se define como “un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones” (Levin & Rubin, 2004) p.28

Según (Tamayo y Tamayo, 1997) “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p.114)

Las poblaciones se detallan seguidamente:

Empresas PYMES que tienen servicio de página web, pero no tiene transaccionalidad en dicha página, por ejemplo: comidas rápidas, talleres, tiendas, entiéndase establecimientos del sector comercio de la zona de San Carlos

Empresa del sector financiero y servicios, que además de página web tienen sitios con mucha transaccionalidad e importante inversión en DataCenter, entiéndase entidad como Coocique R.L.

3.7 Muestra documental

3.7.1 Tipo de muestra

Según (Tamayo y Tamayo, 1997) , una muestra “es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico” (p.38), así mismo (Pineda, Alvarado, & Canales, 1994) señalan que una muestra se define como “un subconjunto de la población en la que se llevara a cabo la investigación con el fin posterior de generalizar los hallazgos del todo”

3.7.1.1 No probabilístico

Se utilizara un método de muestreo no probabilístico en el que, según (Pineda, Alvarado, & Canales, 1994), “se toman los casos o unidades que estén disponibles en el momento dado”, puesto que se solicitará a los gerentes de los comercios y a los encargados de departamentos que laboren en COOCIQUE R.L y que decidan participar en el caso de estudio.

Se consideran, como en universo o población de la investigación, la zona de San Carlos y los sectores de las empresas Coocique R.L y Coopelesca, seleccionadas por ser empresas con amplia trayectoria en el mercado, fuertemente posicionadas en San Carlos y con una estabilidad laboral muy buena. Además de que fueron las que respondieron positivamente a la solicitud de elaboración del trabajo, así como las empresas situadas en áreas económicamente activas que, para efectos de este trabajo, serán Ciudad Quesada, Santa Rosa y La Fortuna de San Carlos.

En cada área se seleccionarán de dos a cinco empresas PYMES de cada región, cuyo criterio de selección será una presencia de tres años en el mercado y contar con un mínimo de 10 empleados. Estas variables son importantes porque reflejan la madurez económica, conocimiento del negocio de la zona y experiencia en el mercado, que les permiten visualizar oportunidades de negocio y de mejora para la toma de decisiones.

Se delimita el alcance de los sectores más importantes para la economía de la región según criterios de estudio del INEC.

3.7.1.2 Muestreo por cuotas

En este estudio, como las empresas entrevistadas están dedicadas a diferentes ámbitos de desarrollo y mercado, se presenta una característica que puede ser el filtro para la formación de subgrupos, con el propósito de obtener mayor detalle, ya que hay casos en los que dos subgrupos puede que no tengan ningún elemento en común y esto exhibe rasgos extremadamente interconectados. En tales casos, este método de muestreo puede ser extremadamente beneficioso.

Considerando lo expuesto, las muestras se dividen en grupos por edad de los encargados y administradores entrevistados, considerando que esto es un rubro importante ya que existen segmentos de personas que tienen mayor preferencia por tema de nuevas tecnologías de IoT

También se considera una muestra por número de clientes promedio mensuales ya que varios de los agentes de estudios tienen diferentes magnitudes de recurrencia de clientes.

3.7.1.3 Muestreo intensional o de conveniencia

El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio utilizada para crear muestras de acuerdo con la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas de formar parte de la muestra, en un intervalo de tiempo dado o cualquier otra especificación práctica de un elemento particular. (questionpro.com, s.f.)

Así entonces, las pruebas no serán aleatorias, ya que se tratará de seleccionar empresas por su ubicación geográfica en San Carlos, su cantidad de empleados, años de estar en el mercado,

actividad económica; con el fin de reunir todas las variables que puedan influir en negocios de diferentes tamaños y actividades económicas, para buscar patrones similares en el estudio final o si, por el contrario, algunos sectores tienen más tendencia por las IoT que otras, lo que permitiría hacer inferencia en el resto de la población de estudio.

3.7.2 Criterios de muestra

Los criterios de muestras son:

Los administradores de PYMES, ya que son quienes formulan las estrategias de sus empresas y pueden impulsar en sus planes estratégicos el uso de las IoT.

Los coordinadores de las áreas de tecnología de Coocique R.L y Coopelesca R.L.

Las empresas PYMES o Startups de San Carlos, ya que pueden hacer uso de las tecnologías basadas en IoT para propiciar su crecimiento.

Las empresas financieras de la zona de San Carlos, de igual forma que en una PYME, pueden verse beneficiadas del uso de estas tecnologías, además de extender sus resultados a otras empresas y personas externas a ellas, influyendo así en los efectos económicos de la zona de San Carlos.

3.8 Descripción de instrumentos

3.8.1 Técnicas de recolección de datos

(Falcón & Herrera, Marzo 2005) indican que la técnica de recolección de datos es “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información (...) la aplicación de una técnica conduce a la obtención de información la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos” (p.12)

Recolectar los datos implica tres actividades estrechamente vinculadas entre sí: seleccionar un instrumento de recolección de los datos, aplicar ese instrumento y preparar observaciones, registros y mediciones obtenidas (Hernández, Fernández y Baptista, 2003)

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizarán los instrumentos de recolección de datos que se exponen a continuación

3.8.2 Encuestas

Según (García Ferrando, 1993) una encuesta es:

Una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características.

3.8.2.1 Procedimiento para su realización

3.8.2.1.1 Determinar el objetivo de la encuesta

Crear un instrumento de recolección de información para poder determinar cuáles son los factores técnicos, económicos y sociales que están influyendo para que las organizaciones del sector empresarial y PYMES no apliquen las tecnologías basadas en IoT.

Emplear estos instrumentos para recolectar datos para el análisis de los indicadores requeridos en cada uno de los objetivos específicos de este trabajo.

3.8.2.1.2 Población

Estarán dirigidas a las empresas PYMES, ya que se trata de un grupo que podría tener menos información sobre IOT y es idóneo para aplicar la encuesta directa para obtener información y de una manera más guiada, mediante preguntas cerradas, tanto dicotómicas como categóricas que consideren los aspectos básicos de sus entornos, así mismo a los directores de áreas de Coocique R.L.

3.8.2.1.3 Identificación de la información por recolectar

La información para recolectar estará conformada las intenciones en inversiones de los entrevistados, el gasto promedio que realizan al invertir en productos similares, la frecuencia y la necesidad de aprovechamiento de las nuevas tecnologías.

3.8.2.1.4 Diseño del cuestionario

- ¿El formulario tendrá las siguientes preguntas que obedecen a los objetivos de este trabajo?
- ¿Cuánto conocimiento tiene sobre tecnologías IoT
- ¿Está familiarizado con los protocolos de red de IPV4 e IPV6
- ¿Cree que su infraestructura de red está preparada para soportar la conectividad para dispositivos IoT
- ¿Cree que su empresa o departamento puede aprovechar las tecnologías basadas en IoT?
- ¿Cuenta su empresa con los recursos para determinar el riesgo de seguridad apropiado?
- ¿Comprende los requisitos de confiabilidad y la tolerancia a fallas y ancho de banda para las aplicaciones basadas en IoT?
- ¿Cuenta con personal de soporte preparado en temas de IoT?
- ¿Cuenta con personal de soporte preparado en temas de redes IPV4 e IPV6?
- ¿Tiene contactos con proveedores expertos en IoT que puedan brindarle soluciones para su empresa o departamento?

- ¿Ha recibido propuestas de servicios de algún proveedor experto en tecnologías IoT?
- ¿Cree usted que cuenta con el apoyo de la alta gerencia para desarrollar proyectos de IoT en su empresa o departamento?
- ¿Tiene conocimiento de si su proveedor de servicios de redes y comunicaciones está preparado para afrontar un cambio de protocolo de red de IPV4 a IPV6 o si ya lo realizó?
- ¿Cree usted que aplicar tecnologías basadas en IoT puede mejorar o aportar valor a su gestión o negocio?
- ¿Conoce cuáles son sus clientes?
- ¿Cree que los mecanismos de captación de clientes que tiene actualmente son los correctos para mantener o potencializar su gestión de negocios?
- ¿Tienen su negocio mecanismos que le permitan mantener o aumentar sus clientes a través de las herramientas automáticas?

El formulario que contiene el detalle de la evaluación de estas preguntas es el Anexo A.

3.8.2.1.5 Cálculo de la muestra

El cálculo para la muestra se detalla a través de la fórmula:

$$n = (100 / (\sum po * p)) / (\sum pt * p)$$

n=porcentaje de conocimiento y aceptación de tecnologías IoT

po=puntuación obtenida de la encuesta

pt=puntuación total de la encuesta

p=población o muestra encuestada

sumatoria resultada de escala de importancia

3.8.2.1.6 Recolección de la información

Para la recolección de la información se establece un calendario de reuniones con las propietarias de las PYMES y/o coordinadores de área

Tabla 2 *Listado de empresas invitadas a aportar información utilizando los instrumentos de recolección de datos*

| Empresa | Empresa |
|---------------------------------------|----------------------------|
| Centro Ejecutivo Miraflores | Salazar Chacón y Asociados |
| Consultoría de la Zona Norte YEKA S.A | Suculentas Roxi |
| Banco Nacional | Constructora scktrom |
| Academia SHIR | Pali Ciudad Quesada |
| CryptApp | Coocique R.L |
| DotCreek | Zapatería Isa |
| Electrónica Aguas Zarcas | Auto decoración 2M |
| PQ Ingeniería | ICE |
| RC Ingeniería | Kaimer Softeam |
| Repuestos Montano | NCQ Solutions |

3.8.3 Entrevistas

La entrevista es una de las fuentes valiosas para obtener información según (Münch, 2017) “es el arte de escuchar y captar información”.

3.8.3.1 Procedimiento para su realización

Este mecanismo de recolección de información se utilizará para obtener datos de los directores ejecutivos de las empresas que serán el objeto de estudio del trabajo, de manera que se pueden obtener unos datos más técnicos sobre hechos y opiniones y se podrá conocer información que posiblemente no se obtengan con una encuesta directa, ya que el personal de la empresa estaría en la posición de relatar la situación real de la institución desde diferentes perspectivas. Así mismo, los mecanismos serán aplicados de manera personal para tener una relación más estrecha con las empresas y estas puedan percibir un alto grado de interés, siempre y cuando sea posible. Como segundo mecanismo de comunicación se utilizará, en primera instancia, el teléfono y, en segunda, el correo electrónico.

Plan y preparación

- Cada entrevista se hará en el lugar de trabajo de cada entrevistado, según cita previa.
- Las personas presentes son los administradores de los establecimientos, coordinadores de área y el personal que cada uno de los entrevistado considere pertinente para el tema.
- Para la planificación de las preguntas, según (Kuntz, 2015), al menos se deben de hacer 10 preguntas básicas acerca de IoT
 1. ¿Cuáles son los productos y características que se deben implementar con IoT?
 2. ¿Dónde se implementará IoT?

3. ¿Se utilizará un sistema de código abierto o no?
4. ¿Se desarrollarán capacidades internamente para implementar o se consultara a un tercero?
5. ¿Qué se hará con la información recopilada?
6. ¿Quién es el propietario de los datos?
7. ¿Con quién se compartirá la información?
8. ¿Cambia el modelo de negocios?
9. ¿Cómo monetizara la información disponible?
10. ¿Se conectará a otros productos y a otras compañías?

Comienzo y explicación

- Introducción: Presentación del entrevistador y propósito de la visita.
- Reglas de la entrevista: Se explica la mecánica de la entrevista para obtener el visto bueno del entrevistado y posterior inicia la entrevista.

Desarrollo

- Relato libre: Se comienza la entrevista ubicando en contexto al entrevistado acerca del tema tratado y el objetivo de estudio.
- Preguntas abiertas: Mediante preguntas abiertas, se trata de obtener información que puede tener el entrevistado acerca del tema tratado, de manera que se pueda obtener más información que podría escapar a las restricciones de un documento escrito.
- Preguntas específicas: También se realizarán preguntas específicas para obtener información en resumen que pueda ser medible.

Conclusión

- Se le debe agradecer al entrevistado por su colaboración con el proceso, antes de la despedida.

Evaluación final

- Se realizará un resumen sobre la entrevista y los resultados, para identificar las acciones siguientes, destacar las lecciones aprendidas y utilizar la información para hacer revisiones que mejoren el proceso.

3.8.4 Cuestionarios

Un cuestionario según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003) “consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir” (p.161)

En el Anexo B se adjunta el cuestionario: *Implementación de proyecto IoT*, que será utilizado para este trabajo.

3.8.4.1 Procedimientos para su realización

Los cuestionarios serán utilizados para reforzar los resultados obtenidos de las entrevistas y las encuestas para llegar a más objetos de estudio y procesar una mayor cantidad de la información, según alcance del cuestionario.

Se digitalizarán las preguntas indicadas en el anexo y mediante usos de las herramientas de Google forms se enviará el URL, haciendo uso de los chats, para llegar a la mayor cantidad de propietarios de negocios de la zona de San Carlos para que colaboren con el objetivo.

3.9 Procedimiento de análisis de datos

3.9.1 Instrumentos de recolección de datos

Según (Sabino, 1992), un instrumento de recolección de datos es “cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor de la investigación resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por tanto, a las variables o conceptos utilizados”, p. (88)

3.9.2 Técnicas de procesamiento de datos

La técnica que se utilizará en el procesamiento de datos será la estadística descriptiva, la cual “ofrece modos de presentar y evaluar las características principales de los datos a través de tablas, gráficos y medidas resúmenes” (Orellana, 2001)

Bajo el enfoque cuantitativo se desarrollará un modelo de pruebas capaz de monitorear y generar datos referidos a características en cuando a rendimiento de los protocolos IPV6 e IPV4.

Los datos obtenidos de este modelo serán usados para generar informes comparativos que demuestren la ventajas o desventajas que puedan tener un protocolo sobre otro, y que demuestren si existe diferencia entre ellos.

Desde el enfoque cualitativo, una vez obtenidos los datos de las encuestas y las entrevistas, se realizarán informes para determinar factibilidad financiera, operacional y oportunidades de negocio con la implementación de IoT.

Capítulo IV. Análisis de resultados

4.1 Análisis de resultados

Mediante el análisis de datos se interpretó la información recabada, la cual está ligada con los requerimientos de la información identificados con los objetivos de la investigación.

Una vez que la información ha sido procesada, se realiza el análisis adecuado a los requerimientos del estudio.

Posteriormente, se presentan los resultados gráficos y estadísticos obtenidos de cada una de las preguntas del cuestionario y de las entrevistas, de acuerdo con el análisis elaborado, esto permite responder los objetivos de esta investigación.

4.2 Estructura de análisis

La muestra contempla la aplicación de los instrumentos a personas que se desempeñan en las actividades económicas de 23 empresas de la zona de San Carlos.

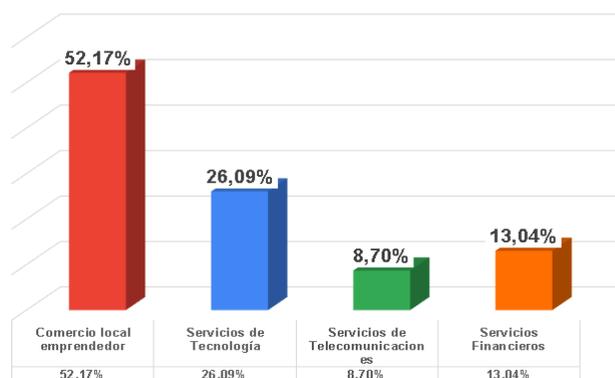


Figura 10 Actividad de las empresas

Fuente: (Elaboración propia)

Se consultó a 23 empresas de la zona de San Carlos, cuyas actividades económicas son el comercio local o emprendedores, servicios de telecomunicaciones, servicios de tecnología,

servicios financieros. El factor generacional fue consultado en términos de la edad de los encuestados y el resultado se expone a continuación.

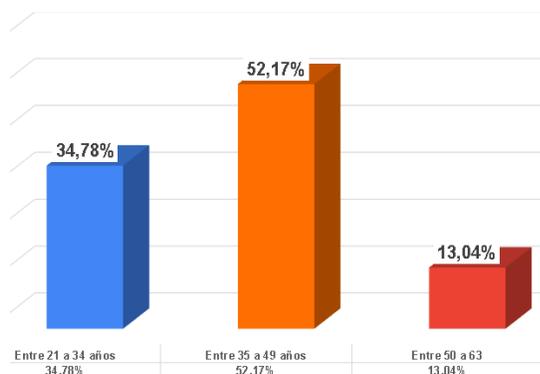


Figura 11 Rango de edad de encuestados

Fuente: (Elaboración propia)

En el gráfico se expone los rangos de edades de los encuestados que respondieron las preguntas del instrumento asignado, donde es importante recalcar que, en estos sectores, la participación del segmento de personas mayores a 50 años y menor a 20 años es muy bajo o no existente. Así mismo, es importante también considerar los rangos de edad de los destinatarios de los servicios.

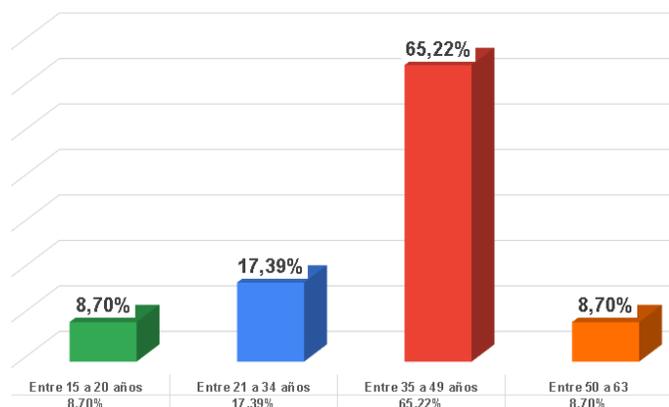


Figura 12 Rango de edad de los clientes de las empresas

Fuente: (Elaboración propia)

Como sucedió en el primer caso, se demuestra que el público meta de los servicios de estas empresas, ubicado en los rangos inferiores a 20 años y superiores a 50 años, también tiene poca participación

A continuación, los resultados producto de la aplicación de los instrumentos a los objetivos específicos de esta investigación

4.2.1 Objetivo 1

Caracterizar las bases tecnológicas de la infraestructura de IoT e IPV6, como tecnología emergente en San Carlos.

Aplica en este objetivo la información recolectada en Coocique R.L y Coopelesca R.L

4.2.1.1 Herramienta de medición usada

Entrevistas, encuestas y cuestionarios: anexos A, B de este trabajo.

4.2.1.2 Desarrollo de la experiencia

Los datos recolectados de las entrevistas y los cuestionarios para el primer objetivo específico permiten conocer si el participante está familiarizado con los protocolos de red de IPV4 e IPV6 y si el personal con el que se cuenta está preparado en temas de arquitectura de redes IPV4 e IPV6 o posee conocimiento acerca de si la infraestructura del proveedor de servicios de redes y comunicaciones está preparado para afrontar un cambio de protocolo de red de IPV4 a IPV6 o si ya lo realizó y si no lo ha realizado o tomado las previsiones del caso; qué efecto puede tener en el negocio y, también, si esto no le impide utilizar tecnologías IoT para optimizar sus recursos.

En temas de infraestructura, el instrumento de recolección de datos utilizado con el proveedor de servicios de comunicaciones en San Carlos, Coopelesca, indica que ya tiene poco más de un año de estar realizando pruebas de implementación de proyectos IPV6 en la zona de San Carlos (Cedral de Ciudad Quesada), también fue consultado el ICE quien indica que también se tuvieron IPV6 durante más de un año en las zonas de Ciudad Quesada, Florencia, Aguas Zarcas y Puerto Viejo, sin embargo debido a un problema en los equipos principales en este momento no están ejecutando este protocolo.

Por otra parte, a través de los resultados de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos a los empresarios, lo primero que se busca conocer si estas empresas hacen uso de dispositivos o arquitecturas que pueden utilizar tecnologías basadas en IoT a lo cual respondieron de la siguiente manera:

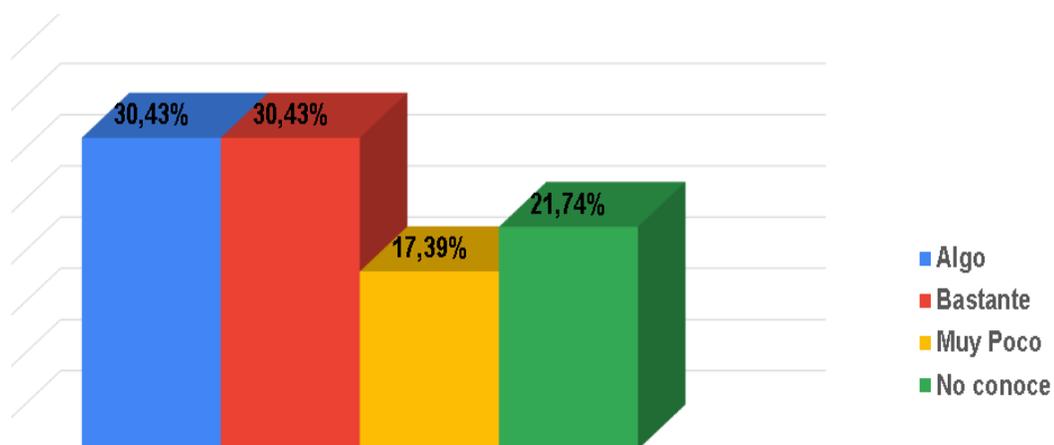


Figura 13 Uso de Dispositivos IoT

Fuente: (Elaboración propia)

La información expuesta en el gráfico anterior demuestra un alto porcentaje de personas que no hacen uso o conocen muy poco acerca de tecnologías IoT, además, se preguntó sobre

transformación digital ya que es un concepto que está tomando mucha importancia en las empresas y que puede ser reforzado con el uso de IoT. Sin embargo, es normal suponer que las empresas dedicadas al software tienen un nivel de conocimiento mayor y por lo tanto pueden aprovechar y hacer uso de los beneficios de IoT, como se denota en la siguiente imagen:

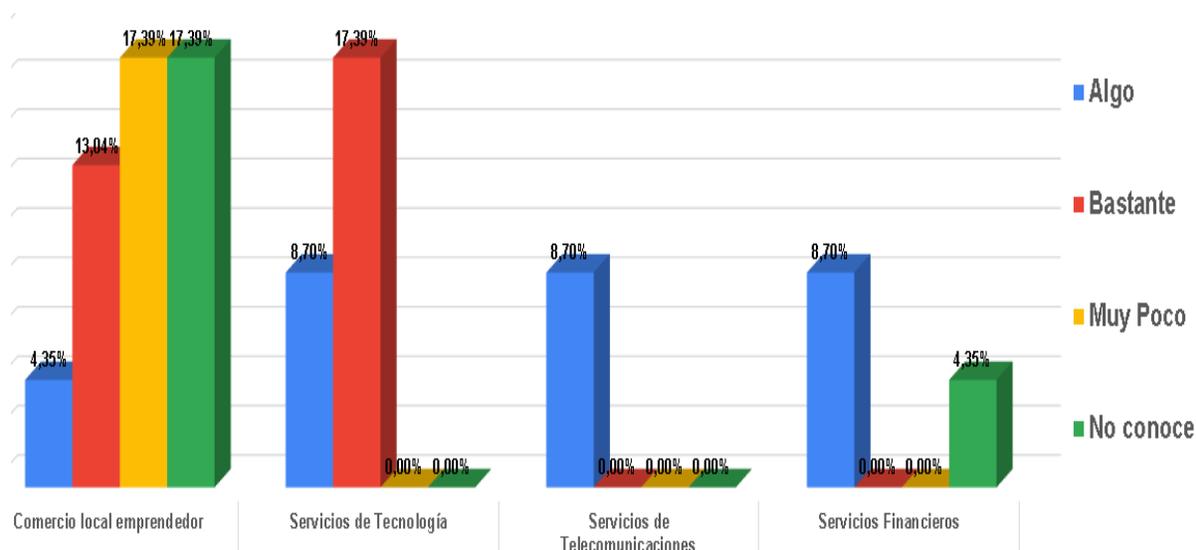


Figura 14 Nivel de conocimiento de IoT por sector

Fuente: (Elaboración propia)

En temas de transformación digital también se denota una deficiencia y más concretamente un porcentaje significativo en tema de conocimiento, solo un 34.78% de los encuestados indica saber bastante sobre el tema.

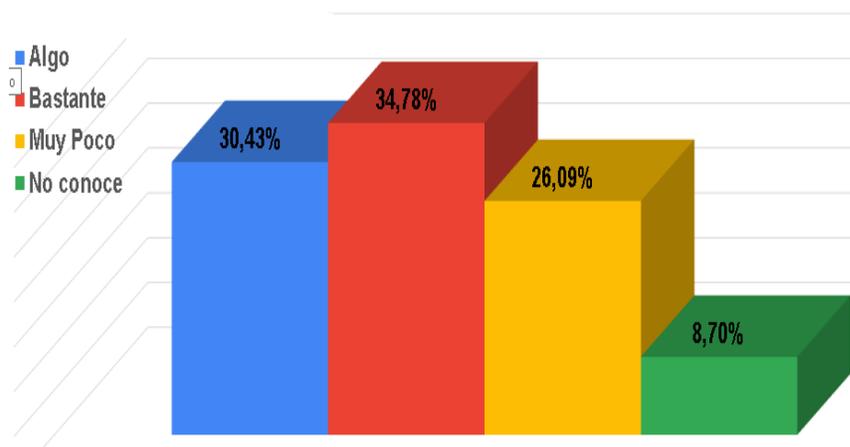


Figura 15 Conocimiento en transformación digital

Fuente: (Elaboración propia)

Para las empresas es muy importante tener herramientas de software con características que permitan la correcta administración del cliente y la centralización de la información. Por eso la pregunta referida a si cuenta o conoce sobre herramientas con características multicanales para la gestión de clientes, donde, para efectos de esta investigación onmicanalidad se define como la capacidad de gestionar clientes por múltiples líneas de acceso, léase, email, redes sociales, plataformas de chat, páginas de internet, chatbots, etc, lo anteriormente descrito promueve la usabilidad de dispositivos basados en IoT, con el sentido de que el cliente utilice el medio que mejor le convenga para mejorar su experiencia, esto implica que la empresa pueda dar una sola respuesta al cliente aunque internamente la información ingrese por múltiples medios.

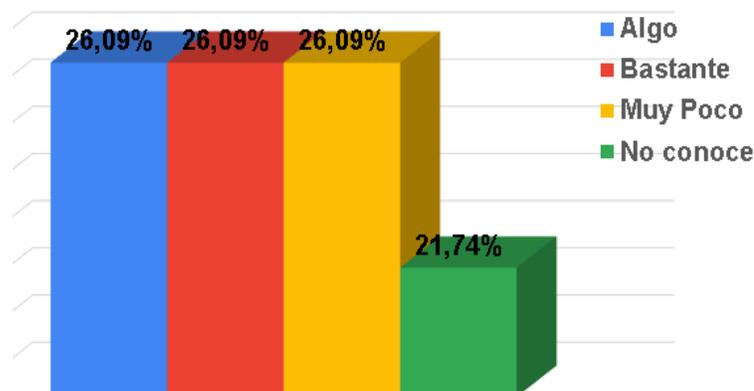


Figura 16 Conocimiento de herramientas multicanal

Fuente: (Elaboración propia)

Algunas de las herramientas con características IoT, que comúnmente se mencionan son los CRM, teléfonos inteligentes, dispositivos de seguridad, dan buen resultado en la gestión diaria de la empresa. Por otra parte, acerca de la infraestructura de red en las empresas, debe existir una metodología para la conectividad para dispositivos IoT, en referencia al conocimiento que tiene al respecto, los encuestados indican.

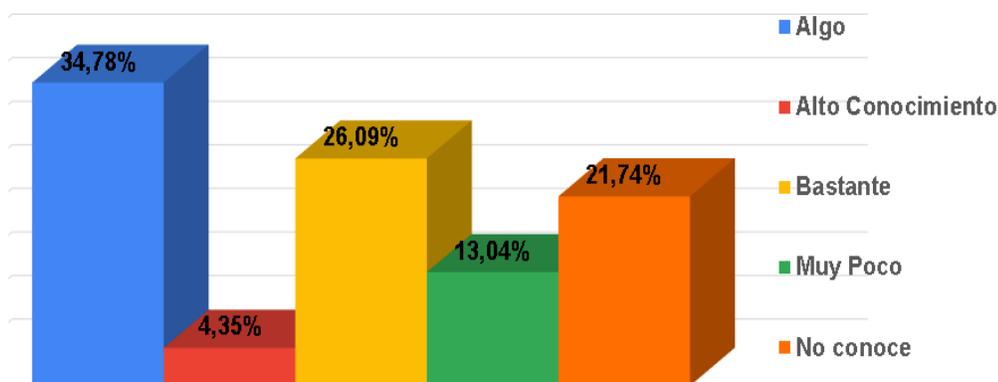


Figura 17 Conocimiento metodologías para preparar infraestructura para IoT

Fuente: (Elaboración propia)

En el gráfico anterior, el 34% indica conocer muy poco o no conocer sobre la arquitectura ideal para dispositivos IoT. Sin embargo, hay que también recalcar que el 66% sí dice conocer sobre el tema lo que representa un aliciente para proyectos que se puedan llegar a implementar.

Aunque sí existe un alto porcentaje que indica desconocer temas de IoT, también confían en que, con la base tecnológica, se pueden aprovechar las ventajas que brindan herramientas con características basadas en IoT.

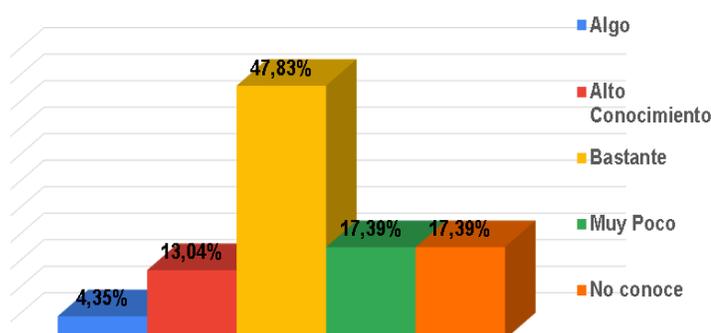


Figura 18 Puede aprovechar las tecnologías basadas en IoT

Fuente: (Elaboración propia)

IoT, aunque proporciona ventajas para las empresas, también implica un tema de seguridad que se debe tomar en cuenta y en lo que las empresas destacan su importancia.

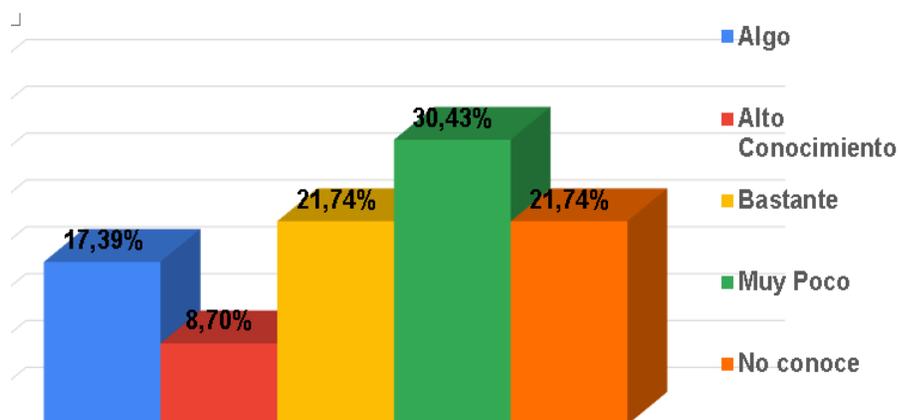


Figura 19 Cuenta con los recursos para determinar el riesgo de seguridad apropiado

Fuente: (Elaboración propia)

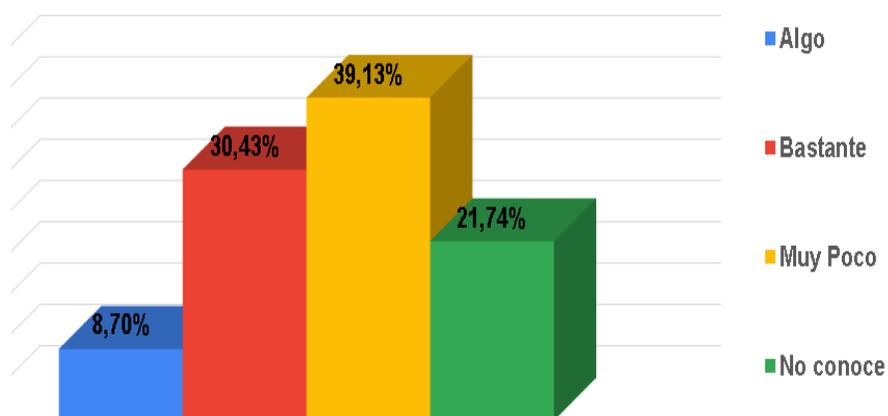


Figura 20 Comprende los requisitos de confiabilidad y la tolerancia a fallas y ancho de banda para las aplicaciones basadas enIoT

Fuente: (Elaboración propia)

Un indicador para tomar en cuenta es el nivel de conocimiento de si su personal de soporte está preparado en temas de IoT y redes.

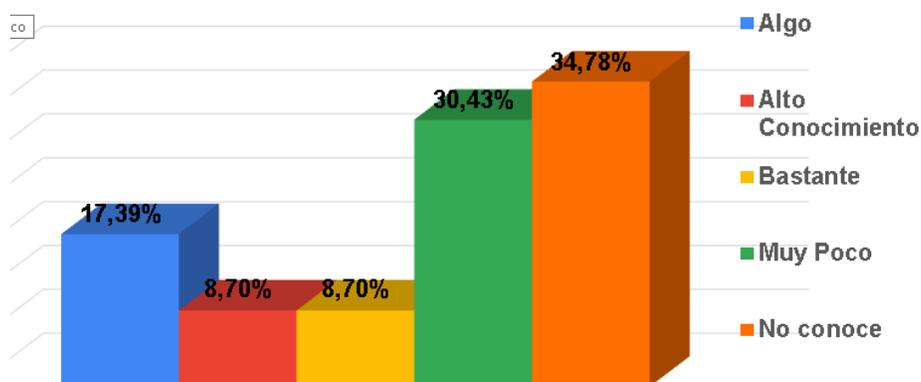


Figura 21 Conoce si el personal de soporte está preparado en temas de IoT

Fuente: (Elaboración propia)

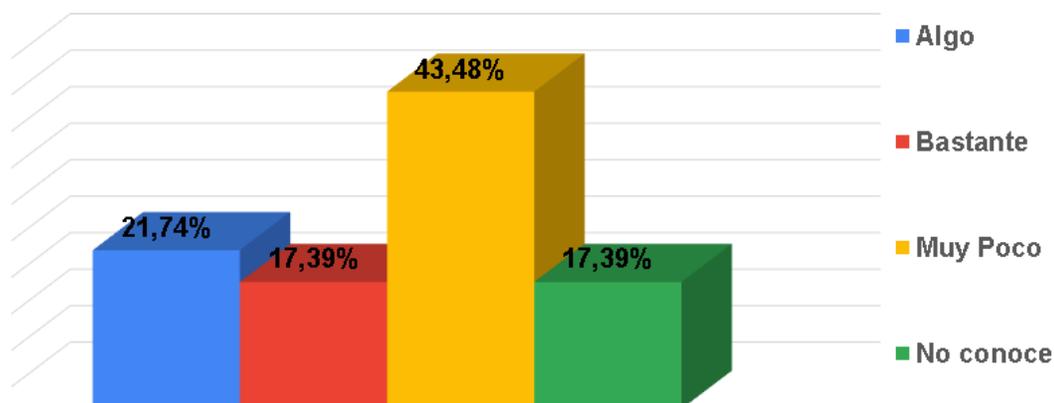


Figura 22 Conoce si el personal de soporte está preparado en temas de redes IPV6

Fuente: (Elaboración propia)

Según la información expuesta en los dos gráficos anteriores se denota que hay una oportunidad de mejora en temas de capacitación de personal preparado en temas de redes y, sobre todo, en el tema de IoT. Cabe destacar que este es un problema cuya solución a corto plazo puede ser coordinada con el INA.

Pero qué pasa si no se cuenta con profesionales propios capacitados en el tema de interés tratado en este trabajo de investigación. Una respuesta es conocer proveedores de servicios

dedicados a IoT en San Carlos. En referencia al conocimiento acerca de proveedores, los encuestados expresaron:

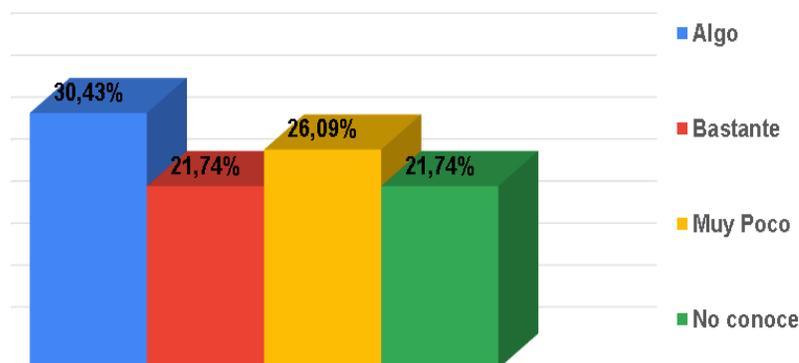


Figura 23 Conoce proveedores de IoT en San Carlos

Fuente: (Elaboración propia)

Se plantea también la siguiente interrogante, a partir del reconocimiento de la existencia de proveedores: ¿Cómo están tomando estos el mercado sancarleño?, ¿en qué forma sus propuestas están llegando a los empresarios de la zona?

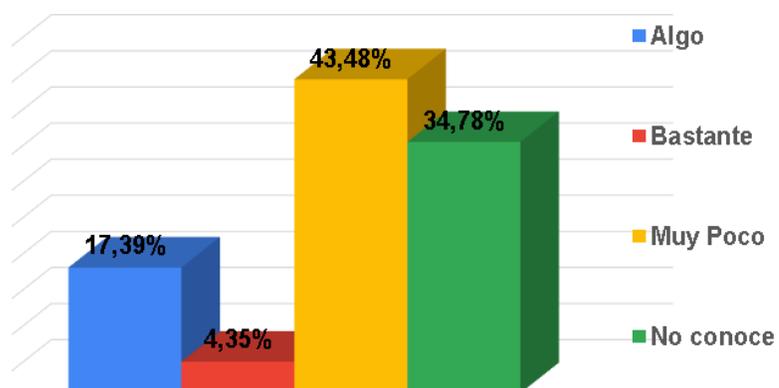


Figura 24 Propuestas de proveedores recibidas

Fuente: (Elaboración propia)

El gráfico anterior evidencia una oportunidad en temas de ofertas de servicios o proyectos basados en IoT, lo que puede dar como resultado un incremento de empresas dedicadas a trabajar este nicho de mercado que no está siendo considerado en la zona de San Carlos.

Aun contando con el apoyo de la gerencia, es determinante conocer si el proveedor de servicios que utilizan las empresas está realizando los ajustes necesarios para el cambio de protocolos IPV4/IPV6 en caso de requerir redes para dispositivos y, aunque a nivel de San Carlos Coopelesca es el principal proveedor, sus clientes no conocen este dato.

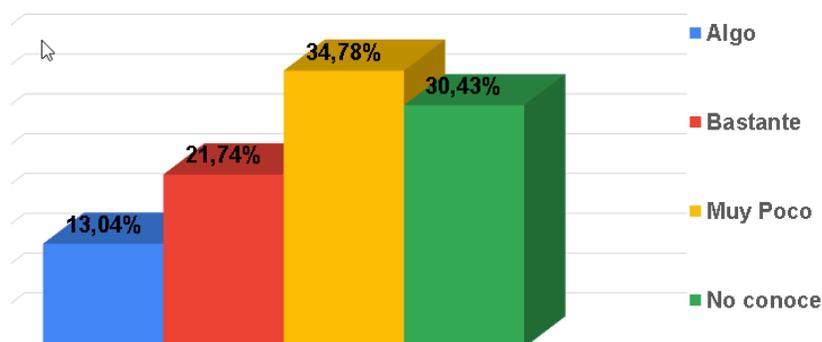


Figura 25 Conoce si su proveedor de servicios de redes y comunicaciones está preparado para afrontar un cambio de protocolo

Fuente: (Elaboración propia)

El gráfico anterior denota que los clientes no saben o no conocen los proyectos o las acciones que está realizando su proveedor de servicios en cuanto a cambios de protocolos IPV6.

Aprovechar la tecnología tiene valor si se puede mejorar o aportar un valor agregado a la gestión del negocio. En este ámbito, los encuestados indican acerca de conocer el potencial de estas tecnologías.

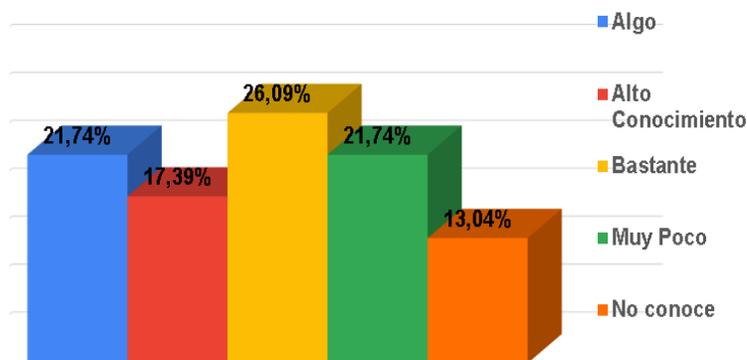


Figura 26 Conoce si se puede mejorar o aportar un valor agregado a la gestión del negocio

Fuente: (Elaboración propia)

Existen un alto porcentaje de personas que, aunque tienen una alta adopción a la tecnología, son reservadas con las posibilidades que podrían darse al aprovechar las tecnologías IoT. Nuevamente, se trata de un tema de conocimiento y culturización ya que las personas de la zona de San Carlos no están tan acostumbradas a trabajar con estas tecnologías.

El cliente constituye la principal razón para la inversión en tecnología. Según esta premisa, el mejoramiento de arquitecturas está directamente relacionado con conocerlo, principalmente en sus tendencias tecnológicas.

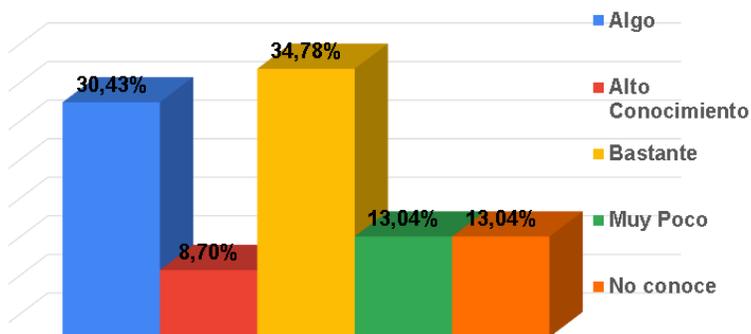


Figura 27 Conoce sus clientes y sus tendencias

Fuente: (Elaboración propia)

Los datos hacen notar que varios de los empresarios tienen índices altos de desconocimiento acerca de sus clientes. Conocerlos puede ofrecer información invaluable para mejorar la competitividad del negocio mismo o, por lo menos, mantenerlo. Esto sugiere un problema, dada la gran cantidad de establecimientos que han cerrado en los últimos meses solamente en la zona de San Carlos; aunque se le atribuye una gran responsabilidad a una situación país, la solución podría estar tan cerca como el hecho proporcionar productos y servicios inteligentes desde el punto de vista del aprovechamiento de las ventajas de la tecnología.

4.2.2 Objetivo 2

Caracterizar la estructura de un ecosistema IoT referente a la infraestructura de hardware y software en el contexto de las empresas.

4.2.2.1 Herramienta de medición usada

Entrevistas, encuestas y cuestionarios: anexos A, B a este trabajo.

4.2.2.2 Desarrollo de la experiencia

El ecosistema IoT implica los elementos, la conectividad y la nube, antes que nada, cada participante comprende que su empresa o departamento puede aprovechar las tecnologías basadas en IoT y los recursos para una implementación y cómo su uso puede mejorar o aportar valor a su gestión o negocio.

Por medio de la herramienta del anexo 2, se pregunta a la entidad financiera Coocique R.L acerca las variables a considerar para responder este objetivo, donde los productos, servicios o procesos que, se considera, pueden o tendrían un valor agregado al utilizar IoT son sensores de luces, aires acondicionados, UPS y plantas eléctricas en el tema de edificios inteligentes y otros dispositivos orientados al cliente como teléfonos inteligentes, chatbots, y cualquier otro que pueda suponer una ventaja competitiva en el mercado financiero.

Claramente se inclina por servicios en la nube, a la hora de implementar proyectos basados en IoT pues esto supone un menor costo de implementación y la elección de esta plataforma es, principalmente, por un tema de rendimiento.

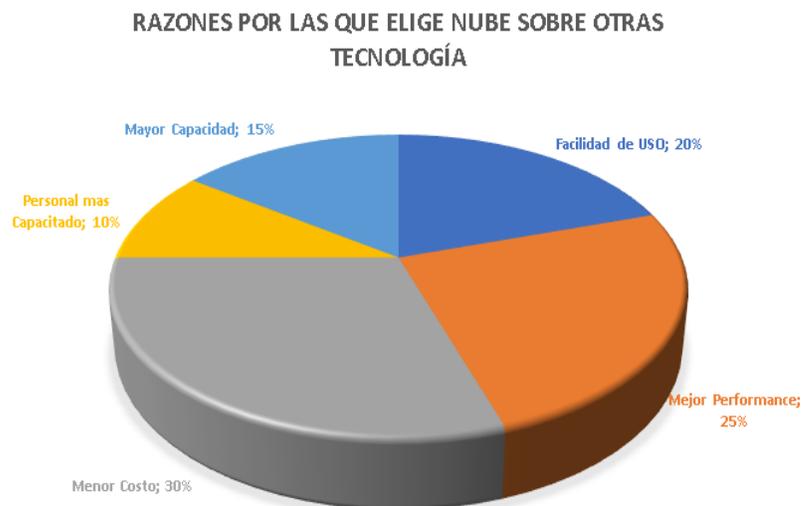


Figura 28 Principales razones por las que se eligieran servicios en nube para implementar IoT vs Opensource

Fuente: (Elaboración propia)

Es muy importante para la organización la implementación de un proyecto IoT. La plataforma puede ser tanto open source o de pago, siempre y cuando se cumpla con los requisitos de seguridad.

También, a la hora de implementar una solución de este tipo, se optaría por la implementación de estos productos de forma híbrida entre capacidades internas con soporte externo o servicios de terceros. Esta es una modalidad fuerte en empresas cuyas actividades no son precisamente técnicas o, al menos, prefieren realizar integraciones con soporte en el modelo outsourcing.

Una vez implementado el proyecto, la información recopilada por los dispositivos IoT será utilizada en estadística para toma de decisiones, controles de SLA, ahorros en costos, administración de los ingresos. Las áreas de negocio que se beneficiarán con los resultados de un análisis de los datos serían principalmente el área financiero y comercial. Sin embargo, según las

mejores prácticas definidas por metodologías o marcos de trabajo, como por ejemplo y no limitado a COBIT, todo proyecto debe tener un responsable o dueño de proyecto. Para este ejercicio, las áreas, encargados o dueños de proceso deben ser el coordinador de tecnologías de información y el coordinador del área de servicios administrativos, teniendo claro el grado de acceso a la información que se le estará dando a estos actores.

La implementación de un proyecto IoT puede generar un cambio en el modelo de negocios de la empresa, en el entendido de que dará cabida a la toma de decisiones oportuna, ahorro en costos, claridad de inversiones y control automatizado de equipo crítico que soportan una infraestructura tecnológica. En términos de crecimiento, la organización puede utilizar las tecnologías IoT para realizar nuevos convenios o contratos con otras empresas, proveedores o clientes para mejorar los SLA y la calidad de los equipos.

4.2.3 Objetivo 3

Evidenciar las características de usabilidad de las tecnologías mediante la comparación de los protocolos basados en IPV4 e IPV6.

4.2.3.1 Herramienta de medición usada

Entrevistas, encuestas y cuestionarios: anexos A, B, C a este trabajo

4.2.3.2 Desarrollo de la experiencia

Cada participante conoce si su organización tiene una infraestructura de red preparada para soportar la conectividad para dispositivos IoT. También se determinan los requisitos de confiabilidad y la tolerancia a fallas y ancho de banda para las aplicaciones basadas en IoT que pueda utilizar.

Para este efecto, a través de cuestionario, se consulta a los expertos del tema en Coopelesca para conocer la situación, a nivel de San Carlos, en cuanto a la implementación de proyectos

basados en IPV6. El resultado obtenido señala que Coopelesca, como proveedor de servicios de internet, sí tiene planes para afrontar el cambio de protocolos IPV4 a IPV6 e, inclusive, hace más de un año ya se están realizando pruebas de asignación de segmentos IPV6, principalmente en la zona de cedral de Ciudad Quesada, pero hay planes de extender las implementaciones en toda la zona norte donde Coopelesca tenga presencia. Entre tanto, el ICE lo realiza en zonas de Fortuna, Aguas Zarcas, Puerto Viejo, Florencia y Cedral de Ciudad Quesada, con varias empresas que ya lo están utilizando, sin embargo, de momento el proyecto hace una pausa dado que presenta un fallo en los equipos principales.

Los encuestados consideran que la implementación IPV6 es primordial para proyectos basados en tecnologías de IoT y los beneficios que estos proyectos pueden aportar a la zona serían significativos como, por ejemplo, mayor cantidad de direccionamiento global a muy bajo costo y mejores prestaciones en las comunicaciones, al ser un protocolo relativamente poco utilizado; también, mayor número de nodos conectados; además del desarrollo de proyectos donde se requiere que una gran cantidad de puntos tengan IP pública, considerando que se contaría con una gran cantidad de IP para afrontar el IoT que requeriría una por dispositivo conectado.

Los encuestados consideran que, en cuanto a inversión, cambio de tecnologías de cableado, los empresarios de la zona de San Carlos, para beneficiarse, pueden confiar en que en realidad la mayoría de los fabricantes ya están listos para trabajar el protocolo IPV6, por lo que, para hacerlo, el gasto es mínimo, prácticamente la inversión reside en temas de capacitación del personal, equipos con puertos giga, almacenamiento en la nube y mente abierta.

Para la implementación de estos proyectos, el encuestado indica que se realizarían con capacidades internas; pero, no descartan la contratación de servicios de terceros o inclusive implementar una metodología dual.

El proveedor de comunicaciones considera que la implementación de proyectos IPV6 e IoT, puede generar un cambio en el modelo de negocios en San Carlos, ya que son conocidos los casos en los que, para poder comercializarse fuera de la zona o el país, este protocolo es un requerimiento y para servicios de implementación de negocios de abarrotes, insumos empresariales e industriales suministrados automáticamente, IoT trae consigo grandes cambios. Se pueden desarrollar muchas ideas nuevas y muchos mercados que aún no han sido explorados.

Según (IBM, n.d.) una comparación entre los protocolos para IPV4 e IPV6 radica en que el primero utiliza la notación decimal e IPV6 utiliza la notación hexadecimal, o sea, ocho grupos o segmentos de 16 bit cada uno y usan el separador de dos puntos y las IPV4 se separan por un punto únicamente y cada segmento solo puede tener entre 0 y 255 valores. Por el contrario, en hexadecimal, los valores van desde 0000 hasta FFFF, lo que genera una gran cantidad de direccionamiento IP que se puede facilitar sin problemas a cada usuario de la red o sea, a cada dispositivo electrónico (teléfonos, televisiones, radios, sistemas de televigilancia, sensores de electricidad, etc.) que lo necesita para el funcionamiento de determinadas aplicaciones.

En términos más simplificados, diferencias principales radican en tres áreas como lo son la seguridad, la escalabilidad y la conectividad

En términos de la seguridad IPv6 ofrece mejores soluciones de que su predecesor, en gran parte debido a IPSec, así como otras características que están presentes en el protocolo IPV6 de forma predeterminada que no tiene IPV4 como lo son el cifrado y la comprobación de integridad

utilizados en las redes privadas virtuales (VPN) , además una resolución de nombres más segura, a través del protocolo Secure Neighbor Discovery (SEND) es capaz de permitir la confirmación criptográfica de que un host es quien dice ser en el momento de la conexión (Link Labs, 2015)

En el tema de la escalabilidad, indudablemente crecimiento de dispositivos con requerimientos de conectividad ha crecido en los últimos años esto sugiere una demanda de direccionamiento que IPV4 no puede ofrecer lo cual es la razón de existir de IPV6 y es por ello que los creadores de productos IoT que están conectados a través de TCP / IP pueden estar seguros de que habrá un identificador único disponible para sus dispositivos durante mucho, mucho tiempo (Link Labs, 2015)

En el área de la conectividad hay que mencionar que cada días existen más dispositivos con requerimientos de conexión a internet y por ende la demanda de direccionamiento, a nivel empresarial utilizan el protocolo NAT que se creó como una solución alternativa para las organizaciones que necesitaban varias personas y dispositivos para poder trabajar desde la misma dirección IPv4, esto presenta problemas para los dispositivos IPV6 que permite que los productos de IoT sean direccionables de forma única sin tener que solucionar todos los problemas tradicionales de NAT y firewall (Link Labs, 2015) ,

Otra diferencia es que puede haber incompatibilidades entre los navegadores y los dispositivos que utilizan IPV6. Una de las páginas con las cuales se puede comprobar la compatibilidad del navegador con IPV6 es <http://ipv6test.google.com/>, solo se requiere ingresarla en algún explorador para verificar si existe compatibilidad o no.

En San Carlos, hasta el momento, la ausencia de necesidad de realizar el cambio para los operadores locales, que además no van a sacar ningún tipo de beneficio económico ni mejorarán

considerablemente el servicio de sus clientes, ha hecho que la transición sea lenta, en comparación con otros países.

Otro tema para considerar es que la mayoría de las redes son IPV4 lo que sugiere un tema de tiempo y costo asignados a la adaptación del nuevo protocolo.

Una comparativa detallada de los protocolos, realizada por (IBM, n.d.), se considera en el anexo D de este documento.

4.2.4 Objetivo 4

Identificar potenciales desafíos de migración por enfrentar, referentes a IoT y el protocolo IPV6, en el contexto empresarial correspondiente a la zona de estudio.

4.2.4.1 Herramienta de medición usada

Entrevistas, encuestas y cuestionarios: anexos A, B, C a este trabajo

4.2.4.2 Desarrollo de la experiencia

Conocer acerca de tecnologías IoT es imprescindible para presentar propuestas y contar con el apoyo de la alta gerencia para desarrollar proyectos de IoT en su empresa o departamento. Así la aplicación de estas tecnologías puede mejorar o aportar valor a su gestión o negocio, traduciéndose en mecanismos de captación de clientes para mantener o potencializar su gestión de negocios con herramientas automática. Esto, indudablemente, expondrá los desafíos por afrontar, los cuales son temas de presupuesto y culturales.

Según el instrumento utilizado, las administraciones contarían con el apoyo para desarrollar proyectos basados en IoT.

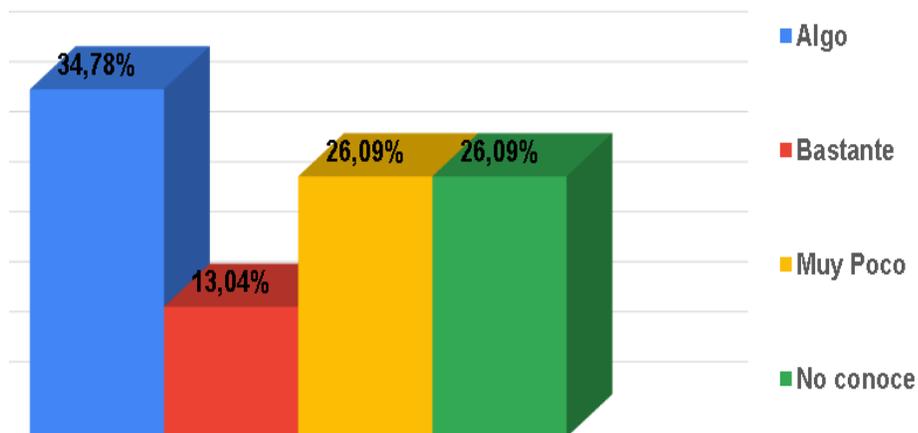


Figura 29 Conoce ofertas de servicios o proyectos basados en IoT

Fuente: (Elaboración propia)

Aun contando con el apoyo de la gerencia, es importante conocer la viabilidad de estos proyectos y que el empresario comprenda y asuma la necesidad de un cambio y, más importante, de una evolución de la forma de hacer los negocios en San Carlos.

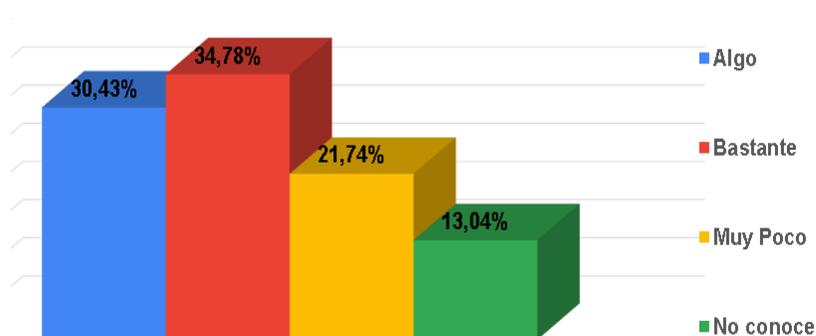


Figura 30 Cree que tiene herramientas correctas para potencializar el negocio

Fuente: (Elaboración propia)

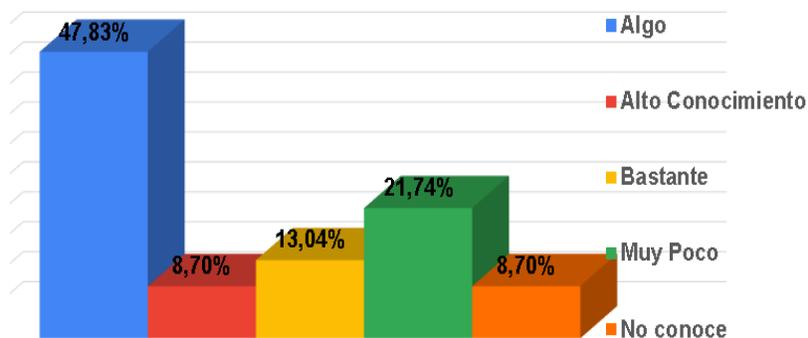


Figura 31 Conoce mecanismos para aumentar clientes con herramientas automáticas

Fuente: (Elaboración propia)

En ambos gráficos se evidencia que los empresarios se encuentran en una zona de confort en el tema tecnológico, pues creen que sus mecanismos son suficientes para su negocio. La información sugiere un factor de riesgo para la implementación de proyectos, máxime en un contexto de fluctuaciones económicas generadas por la situación país, donde se puede ver con recelo la inversión en tecnología, cuando lo que se tiene puede estar funcionando de momento.

Finalmente, los desafíos por enfrentar en el tema de IoT en las empresas donde se realizó el trabajo de investigación son variados. Entre ellos, el referido a la habilidad del personal, la cual es un factor clave de éxito o fracaso en la puesta en marcha de un proyecto IoT y, según se evidenció en los instrumentos de recolección de datos, los participantes no tiene mucho conocimiento técnico acerca del tema; otro gran reto, no solo para los involucrados en la investigación, sino también a nivel general, se refiere a la seguridad de los propios dispositivos y las comunicaciones en el marco de la implementación de IoT en las empresas, pues la privacidad también se identifica con un factor importante ya que los datos personales serían transferibles a través de internet.

Por otra parte, otra preocupación está ligada al tema de la legislación, en términos de hasta qué punto la ley costarricense de protección de datos personales faculta el uso de datos recolectados de los mecanismos y dispositivos con capacidades IoT para temas de campañas de mercadeo.

Ante los desafíos citados, surge uno más preocupante que, según muestran las estadísticas de esta investigación, reside en que, aunque dentro del área de aplicación, la población está conforme con sus mecanismos de trabajo y aunque reconocen que IoT podría tener grandes ventajas, su implementación trae consigo un tema de inversión que no deja de ser importante y, en algunos casos, innecesario si los mecanismos actuales son funcionales. Para efectos de este trabajo, a este fenómeno se le llamara zona de confort que, asociado con la consumidora operativa diaria del negocio, dejan poco espacio para la investigación más completa dedicada a la implementación de proyectos.

La información expuesta es compatible con la de otros estudios donde se demuestra que, efectivamente, el tema de la seguridad y del costo son factores significativos.

Según datos de la revista de seguridad (Secure Week, 2020), los 5 factores más importantes que deben considerar los tomadores de decisiones son:

1. Implementación de la tecnología con una representación de 34%
2. Seguridad con una representación del 25%
3. Costo de compra inicial con una representación del 17%
4. Escalabilidad con una representación del 10%
5. Compra del negocio con una representación del 8%

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

A continuación, las conclusiones obtenidas como resultado del análisis de la información obtenida.

En cuanto a caracterizar las bases tecnológicas de la infraestructura de IoT e IPV6, como tecnología emergente en San Carlos, sin duda se originan temas que a las organizaciones les conviene tomar en cuenta, antes de lanzarse a desarrollar un proyecto de a nivel de infraestructuras y seguridad.

Consigo traen una cantidad considerable de sensores conectados que supone IoT no puede gestionarse de la misma manera que las tecnologías de información actuales o comúnmente llamadas tradicionales.

En la zona de San Carlos, la integración de ambos mundos aún no se ha estado dando con la rapidez deseada. IoT supone un creciente diluvio de datos y la nube es la opción ideal, por lo menos en lo que a la empresa Coocique R.L concierne, ya que involucra aumentos en la capacidad de almacenamiento. También requiere inversión en adquisición de equipos de red y dispositivos apropiados, además infraestructura de servidor, lo que ayudará a administrar los datos de IoT.

En conjunto con los proveedores, las soluciones de gestión integral suponen un nuevo concepto en servicios y productos inteligentes y, muy importante, que puedan adaptarse a productos que ya se tienen. Los proyectos de IoT proponen una amplia gama de nuevas soluciones de hardware, software y conectividad, los retos para procesar y analizar datos de forma eficiente, para que estos datos no se pierdan y se puedan aprovechar en la toma de decisiones y, no solamente deben generar nuevos mecanismos o romper paradigmas sino que también deben ser capaces de

mantener los flujos de trabajo y lograr una interoperabilidad con las aplicaciones críticas actuales; esto garantizara el éxito de un proyecto de IoT en una integración continua del área de TI,

Según la información recolectada, también se debe incluir, como conclusión, que es evidente un rezago en temas de infraestructura para implementación de proyectos IoT, si tomamos en cuenta que por ejemplo en Moin de Limón ya existen importantes avances de implementación de 5G en su uso de sensores para el monitoreo de contenedores y que la concentración de empresas dedicadas a proyectos de IoT se encuentran en el área metropolitana, En San Carlos, por su parte, los proveedores apenas están realizando pruebas y algunos iniciativas están, de momento, detenidos en la implementación de IPV6 y ellos mismos consideran crucial este aspecto para implementar IoT.

Al caracterizar la estructura de un ecosistema IoT referente a la infraestructura de hardware y software en el contexto de las empresas, los elementos claves en este ámbito son la conectividad y la nube, se debe mencionar lo ya conocido en este trabajo, referente a que los dispositivos conectados se han multiplicado y las iniciativas de proyecto de IPV6 ya son una realidad en San Carlos. Según Coopelesca, ha aumentado el potencial de las soluciones IoT y el crecimiento de su ecosistema.

En Coocique se apuesta por el potencial de esta tecnología en cuanto al ahorro en costos operacionales, de la mano con la transformación digital, en la cual la empresa ha realizado importantes inversiones, por ejemplo, en herramientas de digitalización, convenios importantes con Oracle y otros esfuerzos, ya que creen firmemente en que tiene reales posibilidades transformadoras para incrementar el valor del negocio.

Según la coordinación de área de tecnologías de la información, un esfuerzo es la implantación de sensores para incursionar en temas de edificios y oficinas inteligentes y se analizan en temas de centro de datos, donde ya se utilizan sensores de humedad y detección de fuego, aires acondicionados e infraestructura, entre otros. Agregado a esto, en Coocique ya se cuenta con la plataforma de nube, la cual conforman una serie de servicios PaaS o platform-as-a-service, lo cual es un paso inicial ya dado para poder desarrollar soluciones IoT basadas en la nube. Otra de las características analizadas, es que la plataforma en la nube incluye, como mínimo, servicios de almacenamiento, computación, seguridad, analítica y software cloud.

Actualmente la plataforma predominante en Coocique, es la de Microsoft Azure, aunque en menor medida también se utiliza Amazon Web Services (AWS), lo importante finalmente es que estos servicios ya están diseñados para una plataforma de Internet de las Cosas.

No obstante, no se puede ocultar que todavía existen dificultades técnicas que afectan la conectividad. Sin embargo, hay una clara idea, tanto en las jefaturas como en las esferas de consejo de administración, para invertir y adoptar las soluciones ofrecidas por IoT si, posteriormente, a un debido proceso analítico se ven beneficios tangibles o intangibles. Pero, sin perder de vista los riesgos en cuanto seguridad, vulnerabilidad de red, pérdida de información u otro riesgo relacionado.

Para evidenciar las características de usabilidad, de las tecnologías IoT mediante la comparación de los protocolos basados en IPV4 e IPV6, cabe resaltar que se identificaron tres áreas donde se enmarcan las diferencias más significativas de estos protocolos, como lo son seguridad, la escalabilidad y la conectividad.

IPV6, en temas de estabilidad y conectividad, brinda capacidades que soportan el crecimiento de dispositivos con requerimiento de direccionamiento , estas capacidades no pueden ser ofrecidas por el protocolo IPV4 , pero un aspecto a considerar en IPV6 es que trae consigo importantes cambios en cuanto a seguridad, que su predecesor no tiene o no implementa de forma predeterminada, como el cifrado de extremo a extremo, esto es opcional y no universal el IPV4, algunos ejemplos que se pueden mencionar son el uso del protocolo SEND que utiliza direcciones generadas criptográficamente, mejoras en VPN como el cifrado y comprobaciones de integridad, entre otras. , estas mejoras pretenden prevenir ataques de hackers en las redes privadas o en edificios inteligentes.

El instrumento aplicado indica que, según Coopelesca, desde hace poco más un año se están realizando pruebas de proyectos que implementan IPV6, en Cedral de San Carlos. Es un aliciente que se estén tomando este tipo de provisiones, básicamente por el tema del agotamiento del versionamiento IPV4. En la entrada en vigor de un proyecto IoT, los personeros de Coopelesca consideran muy importante que ya sea posible la asignación de direcciones IPV6 disponibles para la gran demanda de dispositivos con necesidades de conectividad a internet. En resumen, las características más relevantes fueron mencionadas por medio de la herramienta de recolección de datos:

- Mayor cantidad de direccionamiento global, a muy bajo costo y mejores prestaciones en las comunicaciones, al ser un protocolo relativamente poco utilizado.
- Mayor número de nodos conectados.
- Desarrollo de proyectos donde se requiere que una gran cantidad de puntos tengan IP pública.

- Se contaría con una gran cantidad de IP para afrontar IoT que necesitaría una IP por dispositivo conectado.

En términos de usabilidad, IPv4 tiene limitaciones para el asignamiento de direcciones IP, problema que no tiene IPV6 ya que, este último, puede generar direcciones casi ilimitadas lo que le permite manejar ampliamente todos los dispositivos de la Internet de las cosas, sin embargo, el proceso de migración puede ser realizado de manera gradual tal y como lo está haciendo Coopelesca en estos momentos.

Agregando contenido a la usabilidad, se debe mencionar que este nuevo protocolo al poder dar soporte a mayor cantidad de dispositivos, permitirá dar respuesta al auge de tecnología IoT, por ejemplo en el abaratamiento de los recursos y materia prima como, sensores, ancho de banda, almacenamiento y procesamiento de datos, teléfonos inteligentes, lo que, para un aprovechamiento favorable, debe hacer uso de otras tecnologías referentes al Big Data, minería de datos y aprendizaje automático, para poder dar respuesta a la explotación y tratamiento de estos datos que permiten dar soporte de decisiones de negocio, lo que en última instancia, es el foco principal para la usabilidad de tecnologías IoT en el contexto de las empresas.

Ciertamente, según la investigación realizada, este proceso de migración supone un gran salto en lo que respecta a conectividad a internet y en la administración de la red sobre todo por el tema de seguridad, pero ya está siendo abordado por los involucrados y expertos en temas de conectividad de la zona de San Carlos.

Finalmente, para identificar potenciales desafíos de migración a enfrentar, referentes a IoT y el protocolo IPV6, en el contexto empresarial correspondiente a la zona de estudio, con la

aplicación de las herramientas de recolección de datos, tanto en Coocique R.L, en Coopelesca y las 23 empresas que participaron del ejercicio, se detallan los siguientes desafíos:

Se identifica una zona de confort, evidenciada en que muchas de las empresas están conformes con su metodología, las herramientas que tienen y con la forma de captación de clientes, lo que es contradictorio en términos de que no conocen realmente a sus clientes, sus costumbres, necesidades y sus tendencias tecnológicas. La situación país es una realidad en la que estas empresas viven el día a día y es entendible que vean con recelo invertir en proyectos si la mecánica de negocio actual está saliendo a flote de momento. Pero, qué pasará cuando se empiecen a ver los resultados de los que sí realizan la inversión o el cambio de políticas y metodologías para aplicar IoT y aprovechar el potencial, máxime con la integración de herramientas de big data y machine learning. En este marco, los rezagados a quienes hoy les funciona su metodología se enfrentan a un futuro más complicado en temas de competitividad y adaptación

Otro desafío se encuentra en la creación de empresas en San Carlos capaces de brindar servicios de IoT. Este trabajo evidencia que, aunque existe gran apertura de las empresas por utilizar y conocer sobre IoT, realmente no reciben propuestas de proveedores. Por ejemplo, para edificios u oficinas inteligentes, la mayoría de las empresas dedicadas a estas actividades se encuentran en el casco metropolitano y los empresarios de la zona de San Carlos, en su mayoría, utilizan canales como Amazon para enterarse de los productos y servicios que podrían utilizar, sin un verdadero proveedor de servicios, como sí lo pueden disponer en temas de equipos u otros servicios e, inclusive, de desarrollo de software.

Un desafío para considerar es que los proveedores deben tener la capacidad de analizar la infraestructura actual y poder realizar recomendaciones de adaptabilidad y flujo de trabajo, y no

solo sugerir métodos de cambios de una tecnología por la otra, solo por moda, entonces, a menos que indique una garantía significativa de ganancia, que no implique la interrupción prologada de los servicios o la calidad actual del este, morirá como nació, como una idea.

Paralelo a este último desafío, cabe mencionar la falta de capacitación de temas de IoT, tanto para el personal de soporte de las empresas grandes como a nivel de negocios medianos o pequeños. Si ya, en todo caso, hay un alto grado de desconocimiento de IoT, la brecha es mayor en el tema de soporte.

5.2 Recomendaciones

Para fomentar la implementación de proyectos, se recomienda realizar un análisis de las necesidades de las empresas y la demanda de servicios donde la apertura y el trabajo en red es aplicable, aprovechando que las empresas tienen la disposición por el tema y hay camino avanzado, porque el interés es notable. Pero, para estos debe haber una visión estratégica de todos los involucrados en el contexto de procurar el éxito de los proyectos implementados.

Las empresas están inmersas en un proceso de transformación en el que la tecnología afecta modelos de negocio y, diariamente, surgen nuevos dispositivos, herramientas o plataformas para replantear todos los proyectos en función de nuevos escenarios. En ese marco, se podría recomendar extender alianzas con empresas fuera de San Carlos para realizar proyectos, de manera que permita darles a conocer que en la zona hay un mercado para la actividad que aún no ha sido explotado.

La información y la promoción son dos herramientas que pueden significar una apertura de mercado; exponer lo que una empresa externa ha logrado con la implementación de proyectos es un aliciente para motivar a los empresarios.

Coordinar con las principales universidades conferencias para los empresarios de la zona, con la participación de proveedores externos, fomentaría la participación y despertaría un interés que en todo caso ya existe, pero que ahora con la obtención de la información se generaría la inquietud de desarrollar.

Reunirse con las universidades para que incluyan en sus programas los temas de IoT, big data y ciencia de datos y preparar a los estudiantes en estos ámbitos para los retos que demandan las actividades económicas de la zona de San Carlos.

Realizar eventos o ponencias con casos reales para los empresarios de la zona y para todo tipo de empresas, no solo para las grandes, de manera que los miembros de los equipos de trabajo, poco a poco, abandonen modelos de negocio estáticos y se motiven por aplicar nuevas tecnologías para su negocio o empresa.

Capítulo VI. Referencias bibliográficas

6.1 Referencias

- Alvarez, R. (15 de agosto de 2014). *Samsung apuesta por el IoT y adquiere SmartThings*. Obtenido de Samsung apuesta por el IoT y adquiere SmartThings: <http://www.xataka.com/domotica-1/samsung-apuesta-por-el-internet-de-las-cosas-yadquiere-smartthings>
- Aman, M. S., Yelamarthi, K., Abdelgawad, A. M., & Alnaeli, S. M. (2016). *systems, Parallelization in software systems used in wireless sensor networks and Internet of Things: Case study: Middleware*. IEEE. doi:10.1109/WF-IoT.2016.7845496
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación*. Episteme.
- Ashto, K. (05 de 10 de 2017). La historia detrás de la internet de las cosas. (M. A. C, Entrevistador)
- Balestrini, M. (2006). Tesis de Investigadores.
- Bounocore, D. (1980). *Diccionario de Bibliotecología*. Buenos Aires: Marymar.
- Calderón, G. C. (11 de 2020). *Teletica.com*. Obtenido de Teletica.com: https://www.teletica.com/241034_a-costa-rica-le-tomara-unos-10-anos-contar-con-red-5g-en-todo-el-pais
- Canales, D. (25 de 10 de 2019). *larepublica.net*. Obtenido de larepublica.net: <https://www.larepublica.net/noticia/grupo-ice-iniciara-la-transicion-a-5g-el-proximo-mes>
- Castro, J. (14 de 02 de 2019). *larepublica.net*. Obtenido de larepublica.net: <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-lideraria-desarrollo-de-redes-5g-en-centroamerica>
- Coolspaces. (s.f.). *coolspaces offices & coworking*. Obtenido de <http://coolspaces.mx/2018/04/16/adaptar-tecnologia-para-oficinas-inteligentes/>

Dolui, K., & Datta, S. K. (2017). Comparison of edge computing implementations: Fog computing, cloudlet and mobile edge computing. doi:10.1109 / GIOTS.2017.8016213

EL FINANCIERO. (10 de Julio de 2018). *Costa Rica es el segundo país mejor preparado para IoT en América Latina, pero está lejos de OCDE*, págs. <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/costa-rica-es-el-segundo-pais-mejor-preparado-para/LF5ZPF43DBE3LOLEGVQBJ6UURQ/story/>.

Falcón, J. C., & Herrera, R. (Marzo 2005). *Análisis de dato Estadístico*. Caracas.

García Alsina, M. (2017). *Big data: gestión y explotación de grandes volúmenes de datos*. UOC.

García Ferrando, M. (1993). *Métodos y técnicas de Investigación, el análisis de la relacion social*. Madrid.

Garro, E. (2020). Red 5G llegaría a Costa Rica en el 2020. *Mercados y Tendencias*, <https://revistamyt.com/red-5g-llegaria-a-costa-rica-en-el-2020/>. Obtenido de <https://revistamyt.com/red-5g-llegaria-a-costa-rica-en-el-2020/>

González, N., Van Den Bossche, A., & Val, T. (2016). *Hybrid Wireless Protocols for the Internet Of Things*. Conference Paper. doi:10.1109/PEMWN.2016.7842895

Harbor Research. (s.f.). Obtenido de <https://s3.amazonaws.com/postscapes/IoT-Harbor-Postscapes-Infographic.pdf>

Hernández, R. F. (2010). *Metodología de la investigación (5ª ed.)*. . México D. F., México: Mc Graw Hill.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la Invetigación*. McGraw Hill.

IBM. (s.f.). *Comparación de IPv4 y IPv6*. Obtenido de Comparación de IPv4 y IPv6: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw_ibm_i_71/rzai2/rzai2compip4ipv6.htm

íncipy S.A. (2015). *Internet of things (IOT) en la transformación digital de las empresas*. Madrid.

- iot-analytics.com. (s.f.). *iot-analytics.com*. Obtenido de iot-analytics.com: <https://iot-analytics.com/product/list-of-1600-enterprise-iot-projects-2018/>
- Jouni Korhonen, T. S. (2013). *Future of IPv6 in 3GPP Networks*. Wiley Telecom. doi:10.1002/9781118398333.ch6
- Kuntz, C. (15 de 05 de 2015). (C. Cordero Pérez, Entrevistador)
- LATAM, N. C. (15 de 08 de 2016). *News Center Latinoamerica*. Obtenido de News Center Latinoamerica: <https://news.microsoft.com/es-xl/16-increibles-estadisticas-que-pronostican-el-futuro-de-internet-de-las-cosas/>
- Levin, R., & Rubin, D. (2004). *Estadística para la Administración y Economía*. Pearson.
- Lingam, R. (12 de 12 de 2010). En que va a consistir el cambio IPV4 a IPV6. (El Financiero, Entrevistador)
- Link Labs. (01 de 07 de 2015). *Link Labs*. Obtenido de <https://www.link-labs.com/blog/why-ipv6-is-important-for-internet-of-things>
- Liu, R., & Ge, Y. (2017). *Smart home system design based on Internet of Things*. IEEE. doi:10.1109/ICCSE.2017.8085533
- Llaneza González, P. (2018). *Seguridad y Responsabilidad en la internet de las cosas (IoT)*. Madrid, España: Wolters Kluwer España.
- Maranto Rivera, M. (02 de 2015). <https://www.uaeh.edu.mx/virtual/>. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>
- Meré, J. B. (2014). BIGDATA e IoT. *Claves del modelo de negocio para la empresa industrial del siglo XXI*, 113-122.
- Münch, L. (2017). *Métodos y Técnicas de Investigación*. Trillas.
- Now, T. N. (16 de 01 de 2018). Obtenido de <https://www.thenewnow.es/negocio/la-industria-lidera-sector-iot/>

OBS Business School. (s.f.). <https://www.obs-edu.com>. Obtenido de <https://www.obs-edu.com:https://www.obs-edu.com/int/noticias/estudio-obs/en-2020-mas-de-30-mil-millones-de-dispositivos-estaran-conectados-internet>

Ordieres-Meré, J. (s.f.). *BIGDATA e IoT: Claves del Modelo de Negocio para la Empresa Industrial del siglo XXI*.

Orellana, L. (2001). *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA*.

OroyFinanzas.com. (20 de Marzo de 2015). www.oroynfinanzas.com. Obtenido de www.oroynfinanzas.com:https://www.oroynfinanzas.com/2015/03/que-significa-fintech/

Pan, J., & McElhannon, J. (2017). *Future Edge Cloud and Edge Computing for Internet of Things Applications*. IEEE. doi: 10.1109/JIOT.2017.2767608

Pérez Valdés, D. (s.f.). *Evolucionando hacia el ipv6*. Obtenido de <http://www.maestrosdelweb.com/evolucionando-hacia-el-ipv6/>

Pineda, E. B., Alvarado, E. L., & Canales, F. H. (1994). *Metodología de la Investigación*.

PowerData. (s.f.). Obtenido de <https://www.powerdata.es/big-data>

questionpro.com. (s.f.). Obtenido de questionpro.com:https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia/

Rajakumari, S., Azhagumeena, S., Devi, A. B., & Ananthi, M. (2017). *Upgraded living think-IoT and big data*. Chennai, India : IEEE. doi:10.1109/ICCCT2.2017.7972272

Rojas, E. (14 de mayo de 2014). www.muycomputerpro.com. Obtenido de www.muycomputerpro.com:https://www.muycomputerpro.com/2014/05/14/expectacion-evento-internet-todas-cosas

Sabino, C. (1992). *El proceso de Investigación*. Caracas: Ponapo.

Scully, P. (s.f.). *IoT Analytics*. Obtenido de <https://iot-analytics.com/product/state-of-the-iot-2018-2019-winter-edition/>

Secure Week. (2020). *5 Desafíos más importantes de los ejecutivos de IoT*.

Selltiz, C. (s.f.). *Métodos de Investigación en las Relaciones Sociales*.

Soorty, B. K., Kolahi, S. S., Chand, N., & Qu, Z. (2010). Comparación de rendimiento de los sistemas de cableado de categoría 5e frente a categoría 6 para IPv4 e IPv6 en Gigabit Ethernet. Bradford, Reino Unido. doi:10.1109 / CIT.2010.271

statista. (2015). Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/512673/worldwide-internet-of-things-market/>

Tamayo y Tamayo, M. (1997). *El proceso de la investigación científica*. Mexico: LIMUSA S.A DE C.V.

UNIMER. (s.f.). *Costa Rica cuenta con su propio estudio de generaciones*. Obtenido de <https://blog.unimercentroamerica.com/costa-rica-cuenta-con-su-propio-estudio-de-generaciones>

Y.-N. Ley, M.-C. L. (2008). Empirical Performance of IPv6 vs. IPv4 under a Dual-Stack Environment. Beijing, China: IEEE. doi:10.1109 / ICC.2008.1107

Capítulo VII ANEXOS

Anexo A. Encuesta de valoración Internet de las cosas

ENCUESTA DE VALORACIÓN INTERNET DE LAS COSAS

| | |
|--|--|
| | Empresa o Negocio: |
| | Rango edad encuestados: |
| | <input type="checkbox"/> Entre 15 a 20 años <input type="checkbox"/> Entre 21 a 34 años <input type="checkbox"/> Entre 35 a 49 años <input type="checkbox"/> Entre 50 a 63 <input type="checkbox"/> Mayor a 64 |
| | Rango de Edad promedio de los clientes de Negocio: |
| | <input type="checkbox"/> Entre 15 a 20 años <input type="checkbox"/> Entre 21 a 34 años <input type="checkbox"/> Entre 35 a 49 años <input type="checkbox"/> Entre 50 a 63 <input type="checkbox"/> Mayor a 64 |
| | Actividad de Empresa |
| | <input type="checkbox"/> Servicios Financieros <input type="checkbox"/> Servicios de Tecnología <input type="checkbox"/> Comercio local emprendedor <input type="checkbox"/> Servicios de Telecomunicaciones |

En cada una de las preguntas siguientes, rodee con un círculo el número que mejor se adecúe a su opinión sobre Internet de las cosas (IoT) en su organización.
La escala que aparece encima de los números refleja las diferentes opiniones.

Internet de las Cosas IoT: Es una red global donde la comunicación es la meta principal, compuesta de objetos o dispositivos con capacidades de interconexión entre sí a través del uso de internet, sin importar tamaño, distancia, o estructura.

| Pregunta | Escala de importancia | | | | | |
|---|-----------------------|----------|------|----------|------|------------|
| | No conoce | Muy Poco | Algo | Bastante | Alto | Totalmente |
| Tiene conocimiento sobre tecnologías basadas en internet de las cosas (IoT) | | | | | | |
| Está familiarizado con el concepto de transformación digital | | | | | | |
| Cuenta su empresa o negocio con herramientas multicanales para la gestión de sus clientes | | | | | | |
| Cree que su infraestructura de red está preparada para soportar la conectividad para dispositivos IoT | | | | | | |
| Cree que su empresa, departamento o negocio puede aprovechar las tecnologías basadas en IoT. | | | | | | |
| Cuenta su empresa o negocio con los recursos para determinar el riesgo de seguridad apropiado. | | | | | | |
| Comprende los requisitos de confiabilidad y la tolerancia a fallas y ancho de banda para las aplicaciones basadas en IoT. | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|
| Cuenta con personal de soporte preparado en temas de IoT | | | | | | |
| Cuenta con personal de soporte preparado en temas de redes IPV4 e IPV6 | | | | | | |
| Tiene contactos con proveedores expertos en IoT que puedan brindarle soluciones para su empresa o departamento. | | | | | | |
| Ha recibido propuestas de servicios de algún proveedor experto en tecnologías IoT | | | | | | |
| Cree usted que cuenta con el apoyo de la alta gerencia para desarrollar proyectos de IoT en su empresa o departamento. | | | | | | |
| Tiene conocimiento si su proveedor de servicios de redes y comunicaciones está preparado para afrontar un cambio de protocolo de red de IPV4 a IPV6 o si ya lo realizó. | | | | | | |
| Cree usted que aplicar tecnologías basadas en IoT puede mejorar o aportar valor a su gestión o negocio | | | | | | |
| Conoce cuáles son sus clientes y sus tendencias tecnológicas | | | | | | |
| Cree que los mecanismos de captación de clientes que tiene actualmente son los correctos para mantener o potencializar su gestión de negocios | | | | | | |
| Tienen su negocio mecanismos que le permitan mantener o aumentar sus clientes a través de las herramientas automáticas | I | | | | | |

Anexo B. Cuestionario de implementación de proyecto IoT

Cuestionario de implementación proyecto de IoT | 2019

QUESTIONARIO DE IMPLEMENTACION IOT

Empresa: _____

¿Cuáles son los productos, servicios o procesos que usted considera que pueden tener un valor agregado al utilizar IoT?

¿Considera que para implementar servicios basados en IoT la opción de servicios en Nube es mejor o prefiere servicios on-premise?

¿Por qué elige la plataforma anterior?

- Facilidad de Uso
- Mejor Performance
- Menor Costo
- Personal más capacitado
- Mayor Capacidad

¿Si realiza la implementación de un proyecto IoT, prefiere plataformas open source o de pago?

¿Si realiza la implementación de un proyecto IoT, lo realizaría con capacidades internas o lo realizaría con la contratación de servicios de terceros?

¿Una vez implementado el proyecto, tiene claro que hará con la información recopilada por los dispositivos IoT y cuáles son las áreas de negocio que se beneficiarán con los resultados de un análisis de los datos?

Derivado con la pregunta anterior ¿Existen dueños de sistemas que se apropien o adueñen de un proceso de análisis de estos datos?

¿Tiene claro el grado de acceso a la información que se le dará a los diferentes actores del proyecto?

¿Cree que la implementación de un proyecto IoT, pueden generar un cambio en el modelo de negocios de su empresa? ¿De qué forma?

¿En términos de crecimiento, cree que la organización pueda utilizar las tecnologías IoT para realizar nuevos convenios o contratos con otras empresas, proveedores o clientes? ¿De qué forma?

Anexo C. Cuestionario de implementación proyecto IoT

Cuestionario de implementación proyecto de IoT | 2019

QUESTIONARIO DE IMPLEMENTACION PROYECTOS IPV6 e IOT

Empresa: _____

¿Cómo proveedor de comunicaciones, existen planes para afrontar el cambio de protocolos IPV4 a IPV6?

¿En cuánto tiempo se tiene planeado implementar soluciones IPV6 o si ya está implementado hace cuánto tiempo se está realizando?

¿En qué zonas de San Carlos existen proyectos implementados de IPV6?

¿Existe cronogramas o planes para extender implementaciones IPV6 a más zonas de San Carlos?

¿Considera que la implementación IPV6 es primordial para proyectos de basados en tecnologías de internet de las cosas?

¿Cuáles son los beneficios a nivel de San Carlos de la implementación de un proyecto IPV6?

¿Qué consideraciones, en cuanto a inversión, cambio de tecnologías de cableado, etc., deben tener los empresarios de la zona de San Carlos para beneficiarse de un proyecto IPV6?

¿Cuándo se realiza la implementación de un proyecto IPV6, se realizaría con capacidades internas o se realizaría con la contratación de servicios de terceros?

¿Cree que la implementación de proyectos IPV6 e internet de las cosas, pueden generar un cambio en el modelo de negocios en San Carlos? ¿De qué forma?

Anexo D. Cuadro comparativo de protocolos IPV4 - IPV6

| Cuadro comparativo de protocolos IPV4 - IPV6 | | |
|--|--|---|
| Descripción | IPv4 | IPv6 |
| Dirección | <p>32 bits de longitud (4 bytes). La dirección se compone de una red y una parte de sistema principal, que dependen de la clase de dirección. Existen varias clases de dirección: A, B, C, D o E, según los bits iniciales. El número total de direcciones IPv4 es 4 294 967 296.</p> <p>El formato de texto de las direcciones IPv4 es nnn.nnn.nnn.nnn, donde $0 \leq nnn \leq 255$, y cada n es un dígito decimal. Los ceros iniciales pueden omitirse. El número máximo de caracteres de impresión es 15, sin contar una máscara.</p> | <p>128 bits de longitud (16 bytes). La arquitectura básica es 64 bits para el número de red y 64 bits para el número de sistema principal. Con frecuencia, la parte de sistema principal de una dirección IPv6 (o parte de la misma) se obtendrá de una dirección MAC u otro identificador de interfaz.</p> <p>Según el prefijo de subred, IPv6 tiene una arquitectura más complicada que IPv4.</p> <p>El número de direcciones IPv6 es de 10^{28} (79 228 162 514 264 337 593 543 950 336) veces mayor que el número de direcciones IPv4. El formato de texto de la dirección IPv6 es xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx, donde cada x es un dígito hexadecimal que representa 4 bits. Los ceros iniciales pueden omitirse. Pueden utilizarse dos signos de dos puntos (::) una vez en el formato de texto de una dirección para designar cualquier número de 0 bits. Por ejemplo, ::ffff:10.120.78.40 es una dirección IPv6 correlacionada con IPv4.</p> |
| Asignación de direcciones | <p>Originariamente, las direcciones se asignaban por clase de red. A medida que se agota el espacio de direcciones, se efectúan asignaciones más pequeñas mediante CIDR (direccionamiento interdominio</p> | <p>La asignación está en las primeras fases. El grupo IETF (Internet Engineering Task Force) y el grupo IAB (Internet Architecture Board) han recomendado asignar una longitud de prefijo de subred /48 a prácticamente cada organización, domicilio privado o entidad.</p> |

| | | |
|---|---|--|
| | sin clase). La asignación no está equilibrada entre instituciones y naciones. | Ello dejará 16 bits para división en subredes para la organización. El espacio de direcciones es suficientemente extenso para asignar a cada persona del mundo su propia longitud de prefijo de subred /48. |
| Tiempo de vida máximo de la dirección | Por regla general, no se trata de un concepto pertinente para direcciones IPv4, excepto en las direcciones asignadas mediante DHCP. | Las direcciones IPv6 tienen dos tiempos de vida: el preferido y el válido. El tiempo de vida preferido siempre es \leq válido. Si ha expirado el tiempo de vida preferido, la dirección no debe utilizarse como dirección IP de origen para las conexiones nuevas si existe una dirección preferida igualmente buena. Si ha expirado el tiempo de vida válido, la dirección no se utilizará (reconocerá) como dirección IP de destino válida para paquetes entrantes ni se utilizará como dirección IP de origen. Algunas direcciones IPv6 tienen, por definición, tiempos de vida preferidos y válidos infinitos, como la de enlace local |
| Máscara de dirección | Se utiliza para designar la red desde la parte del sistema principal. | No se utiliza. |
| Prefijo de dirección | Algunas veces se utiliza para designar la red desde la parte del sistema principal. Puede escribirse como sufijo /nn en el formato de presentación de la dirección. | Se utiliza para designar el prefijo de subred en una dirección. Se escribe como sufijo /nnn (hasta 3 dígitos decimales, $0 \leq nnn \leq 128$) tras el formato de impresión. Por ejemplo: fe80::982:2a5c/10, donde los primeros 10 bits engloban el prefijo de subred. |
| ARP (protocolo de resolución de dirección) | IPv4 utiliza el ARP para encontrar una dirección física, como la dirección MAC o de enlace, asociada con una dirección IPv4. | IPv6 incrusta estas funciones dentro del propio IP como parte de los algoritmos para autoconfiguración sin estado y descubrimiento de vecino, utilizando ICMPv6 (Internet Control Message Protocol version 6). Por lo tanto, no hay nada igual a ARP6. |
| Ámbito de la dirección | Este concepto no es válido para las direcciones de difusión simple. Existen rangos de direcciones privadas designados y bucles de retorno. Por lo demás, se presupone que las direcciones son globales. | En IPv6, el ámbito de la dirección forma parte de la arquitectura. Las direcciones de difusión simple tienen dos ámbitos definidos (de enlace local y global), mientras que las direcciones de difusión múltiple tienen 14 ámbitos. La selección de direcciones por omisión para el origen y para el destino tiene en cuenta el ámbito. |

| | | |
|--|---|---|
| | | Una zona de ámbito es una instancia de un ámbito en una red específica. Como consecuencia, las direcciones IPv6 a veces deben entrarse o asociarse con un ID de zona. La sintaxis es %zid donde zid es un número (normalmente pequeño) o un nombre. El ID de zona se escribe después de la dirección y antes del prefijo. Por ejemplo, 2ba::1:2:14e:9a9b:c%3/48. |
| Tipos de dirección | Las direcciones IPv4 se agrupan en tres tipos básicos de categorías: dirección de difusión única, dirección de difusión múltiple y dirección de difusión. | Las direcciones IPv6 se agrupan en tres tipos básicos de categorías: dirección de difusión única, dirección de difusión múltiple y dirección de difusión indiferente |
| Rastreo de comunicaciones | Un rastreo de comunicaciones es una herramienta para recoger un rastreo detallado de los paquetes TCP/IP (y otros) que entran y salen del sistema. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Configuración | Debe configurar un sistema recién instalado para que pueda comunicarse con otros sistemas; es decir, deben asignarse rutas y direcciones IP. | La configuración es opcional, según las funciones requeridas. IPv6 puede utilizarse con cualquier adaptador Ethernet y puede ejecutarse a través de la interfaz de bucle de retorno. Las interfaces IPv6 pueden configurarse automáticamente utilizando la autoconfiguración sin estado de IPv6. También se puede configurar manualmente la interfaz IPv6. Por lo tanto, el sistema podrá comunicarse con otros sistemas IPv6 locales y remotos, según el tipo de red o según si existe un direccionador IPv6. |
| DNS (sistema de nombres de dominio) | <p>Las aplicaciones aceptan nombres de sistema principal y utilizan DNS para obtener una dirección IP, utilizando la API de socket <code>gethostbyname()</code>.</p> <p>Las aplicaciones también aceptan direcciones IP y luego utilizan DNS para obtener nombres de sistema principal con <code>gethostbyaddr()</code>.</p> <p>Para IPv4, el dominio para búsquedas inversas es <code>in-addr.arpa</code>.</p> | <p>Se da el mismo soporte a IPv6. Se da soporte a IPv6 con el tipo de registro AAAA (A cuádruple) y la búsqueda inversa (IP-a-nombre). Una aplicación puede aceptar (o no) direcciones IPv6 de DNS y seguidamente utilizar (o no) IPv6 para la comunicación.</p> <p>La API de socket <code>gethostbyname()</code> sólo soporta IPv4. Para IPv6, se utiliza una nueva API <code>getaddrinfo()</code> para obtener (a elección de la aplicación) sólo direcciones IPv6 o direcciones IPv4 e IPv6.</p> <p>Para IPv6, el dominio que se utiliza para las búsquedas inversas es <code>ip6.arpa</code> y, si no se encuentran, se utiliza <code>ip6.int</code>.</p> |

| | | |
|--|--|---|
| DHCP (protocolo de configuración dinámica de sistemas principales) | El protocolo DHCP se utiliza para obtener dinámicamente una dirección IP y más información de configuración. IBM® i soporta un servidor DHCP para IPv4. | La implementación IBM i de DHCP no da soporte a IPv6. Sin embargo, puede utilizarse la implementación del servidor DHCP ISC. |
| FTP (protocolo de transferencia de archivos) | FTP le permite enviar y recibir archivos a través de redes. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Fragmentos | Cuando un paquete es demasiado grande para el siguiente enlace por el que debe viajar, puede ser fragmentado por el remitente (sistema principal o direccionador). | Para IPv6, la fragmentación sólo puede producirse en el nodo de origen y el reensamblado sólo se efectúa en el nodo de destino. Se utiliza la cabecera de extensión de fragmentación. |
| Tabla de sistemas principales | Tabla configurable que asocia una dirección de Internet con un nombre de sistema principal (por ejemplo, 127.0.0.1 para un bucle inverso). El resolvidor de nombres de sockets utiliza esta tabla, bien sea antes de una búsqueda de DNS o cuando ha fallado una búsqueda de DNS (según la prioridad de búsqueda del nombre de sistema principal). | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Interfaz | La entidad conceptual o lógica que utiliza TCP/IP para enviar y recibir paquetes y siempre asociada íntimamente con una dirección IPv4, si no denominada con una dirección IPv4. También se denomina interfaz lógica. Las interfaces IPv4 pueden iniciarse y detenerse independientemente entre sí e independientemente de TCP/IP utilizando los mandatos STRTCPIFC y ENDTCPIFC y utilizando System i Navigator. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| ICMP (Internet Control) | IPv4 lo utiliza para comunicar información de red. | Para IPv6, se utiliza de un modo similar; sin embargo, ICMPv6 (Protocolo de mensajes de control de Internet, versión 6) proporciona algunos atributos nuevos. |

| | | |
|--|---|---|
| Message Protocol) | | Siguen existiendo los tipos de error básicos, como "no puede alcanzarse el destino", "petición y respuesta de eco". Se añaden tipos y códigos nuevos para dar soporte al descubrimiento de vecino y funciones relacionadas. |
| IGMP (Internet Group Management Protocol) | Los direccionadores IPv4 utilizan IGMP para buscar sistemas principales que aceptan tráfico para un determinado grupo de difusión múltiple, y los sistemas principales IPv4 utilizan IGMP para informar a los direccionadores IPv4 sobre la existencia de escuchadores de grupo de difusión múltiple (en el sistema principal). | El protocolo MLD para IPv6 (Descubrimiento de escucha de difusión múltiple) sustituye a IGMP. MLD, esencialmente, es similar a IGMP para IPv4, pero utiliza ICMPv6 añadiendo unos valores de tipo ICMPv6 específicos de MLD. |
| Cabecera IP | Longitud variable de 20-60 bytes, según las opciones IP existentes. | Longitud fija de 40 bytes. No existen opciones de cabecera IP. En general, la cabecera IPv6 es más sencilla que la cabecera IPv4. |
| Opciones de cabecera IP | Varias opciones que pueden acompañar a una cabecera IP (antes de cualquier cabecera de transporte). | La cabecera IPv6 no tiene opciones. Por el contrario, IPv6 añade cabeceras adicionales de extensión (opcionales). Las cabeceras de extensión son AH y ESP (inalteradas desde IPv4), salto-a-salto, direccionamiento, fragmento y destino. Actualmente, IPv6 da soporte a algunas cabeceras de extensión. |
| Byte de protocolo de cabecera IP | Código de protocolo de la capa de transporte o carga útil de paquete (por ejemplo, ICMP). | El tipo de cabecera que sigue inmediatamente a la cabecera IPv6. Utiliza los mismos valores que el campo de protocolo IPv4. Aunque el efecto arquitectónico es permitir un rango definido actualmente de cabeceras siguientes, y se amplía fácilmente. La cabecera siguiente será una cabecera de transporte, una cabecera de extensión o ICMPv6. |
| Byte tipo de servicio de cabecera IP | Utilizado por QoS y servicios diferenciados para designar una clase de tráfico. | Utiliza códigos diferentes para designar una clase de tráfico IPv6. Actualmente, IPv6 no da soporte a TOS. |
| conexión LAN | La interfaz IP utiliza la conexión de LAN para acceder a la red física. Existen muchos tipos diferentes; por ejemplo, token | IPv6 puede utilizarse con cualquier adaptador Ethernet y también se soporta a través de Ethernet virtual entre particiones lógicas. |

| | | |
|---|---|---|
| | ring y Ethernet. También se conoce como la interfaz, enlace o línea física. | |
| Layer Two Tunnel Protocol (L2TP) | L2TP puede considerarse un PPP virtual, y funciona a través de todos los tipos de línea a los que se da soporte. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Dirección de bucle de retorno | Una dirección de bucle de retorno es una interfaz con una dirección 127.*.* (normalmente 127.0.0.1) que un nodo sólo puede utilizar para enviarse paquetes a sí mismo. La interfaz física (descripción de línea) se denomina *LOOPBACK. | El concepto es el mismo que en IPv4. La dirección de bucle de retorno individual es 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001 o :1 (versión abreviada). La interfaz física virtual se denomina *LOOPBACK. |
| Unidad máxima de transmisión (MTU) | La unidad máxima de transmisión de un enlace es el número máximo de bytes que soporta un tipo de enlace determinado, como una Ethernet o un módem. Para IPv4, 576 es el mínimo habitual. | IPv6 tiene un límite inferior en MTU de 1280 bytes. Es decir, IPv6 no fragmenta los paquetes por debajo de este límite. Para enviar IPv6 a través de un enlace con una MTU de menos de 1280 bytes, la capa de enlace debe fragmentar y desfragmentar con transparencia los paquetes IPv6. |
| Netstat | Netstat es una herramienta que se usa para ver el estado de las conexiones, interfaces o rutas TCP/IP. Disponible utilizando System i Navigator y la interfaz basada en caracteres. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Conversión de direcciones de red (NAT) | Funciones básicas de cortafuegos integradas en TCP/IP, configuradas con System i Navigator. | Actualmente, NAT no da soporte a IPv6. Por regla general, IPv6 no requiere NAT. El mayor espacio de direcciones de IPv6 soluciona el problema de escasez de direcciones y permite una reenumeración más sencilla. |
| Tabla de red | En System i Navigator, una tabla configurable que asocia un nombre de red con una dirección IP sin máscara. Por ejemplo, la red de sistema principal 14 y la dirección IP 1.2.3.4. | Actualmente, no se efectúan cambios en esta tabla para IPv6. |
| Petición de información de nodo | No existe. | Una herramienta de red simple y cómoda que debe funcionar como ping, pero con contenido: un nodo IPv6 puede consultar a otro nodo IPv6 el nombre DNS del destino, la dirección de difusión simple IPv6, o la |

| | | |
|---|---|---|
| | | dirección IPv4. Actualmente, no se soporta. |
| Open Shortest Path First (OSPF) | OSPF es un protocolo de direccionador que se utiliza, preferentemente a RIP, en redes de sistema autónomas y amplias. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Filtrado de paquetes | El filtrado de paquetes es un conjunto de funciones básicas de cortafuegos integradas en TCP/IP. Se configura utilizando System i Navigator. | El filtrado de paquetes no da soporte a IPv6. |
| Reenvío de paquetes | La pila TCP/IP de IBM i puede configurarse para reenviar los paquetes IP que recibe para direcciones IP no locales. Normalmente, la interfaz de entrada y la interfaz de salida se conectan a LAN diferentes. | El reenvío de paquetes da soporte de forma limitada a IPv6. La pila TCP/IP de i5/OS no da soporte al descubrimiento de vecinos como direccionador. |
| PING | PING es una herramienta básica de TCP/IP para comprobar si puede accederse a un elemento. Disponible utilizando System i Navigator y la interfaz basada en caracteres. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| PPP (protocolo de punto a punto) | PPP da soporte a interfaces de marcación a través de varios tipos de líneas y módem. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Restricciones de puerto | Estas ventanas de IBM i permiten a un cliente configurar el número de puertos seleccionados para TCP o protocolo de datagramas de usuario (UDP), de forma que sólo están disponibles para un perfil específico. | Las restricciones de puerto para IPv6 son idénticas a las que están disponibles en IPv4. |
| Puertos | TCP y UDP tienen espacios de puerto separados, identificados mediante números de puerto en el rango 1-65535. | Para IPv6, los puertos funcionan igual que para IPv4. Puesto que se encuentran en una nueva familia de direcciones, ahora existen cuatro espacios de puerto separados. Por ejemplo, existen dos espacios de puerto TCP 80 a los que puede enlazarse una aplicación, uno en AF_INET y uno en AF_INET6. |

| | | |
|--|--|--|
| Direcciones privadas y públicas | Todas las direcciones IPv4 son públicas, excepto tres intervalos de direcciones que IETF RFC 1918 ha designado como privados: 10.*.* (10/8), 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (172.16/12), y 192.168.*.* (192.168/16). Los dominios de direcciones privados normalmente se utilizan en organizaciones. Las direcciones privadas no pueden direccionarse a través de Internet. | IPv6 tiene un concepto similar, pero con diferencias importantes. Las direcciones son públicas o temporales (anteriormente denominadas anónimas). Véase RFC 3041. A diferencia de las direcciones privadas de IPv4, las direcciones temporales pueden direccionarse globalmente. La motivación también es diferente; las direcciones temporales de IPv6 pretenden proteger la identidad de un cliente cuando establece una comunicación (asuntos de privacidad). Las direcciones temporales tienen un tiempo de vida limitado, y no contienen un identificador de interfaz que sea una dirección de enlace (MAC). Generalmente no pueden distinguirse de las direcciones públicas. IPv6 tiene el concepto de ámbito de direcciones limitado utilizando sus designaciones de ámbito diseñado. |
| Tabla de protocolos | En System i Navigator, una tabla de protocolos es una tabla configurable que asocia un nombre de protocolo con su número de protocolo asignado; por ejemplo, UDP, 17. El sistema se envía con un número pequeño de entradas: IP, TCP, UDP, ICMP. | La tabla puede utilizarse con IPv6 sin cambios. |
| Calidad de servicio (QoS) | La calidad de servicio le permite solicitar la prioridad de paquetes y la anchura de banda para las aplicaciones TCP/IP. | Actualmente, la implementación IBM i de QoS no da soporte a IPv6. |
| Cambio de numeración | El cambio de numeración se efectúa mediante una nueva configuración manual, con la posible excepción de DHCP. Generalmente, para una ubicación u organización, el cambio de numeración es un proceso difícil y problemático que debe evitarse siempre que sea posible. | El cambio de numeración es un elemento arquitectónico importante de IPv6, y es en gran parte automático, especialmente en el prefijo /48. |

| | | |
|---|--|---|
| Ruta | <p>Lógicamente, se trata de una correlación de un conjunto de direcciones IP (podría contener sólo una) a una interfaz física y una sola dirección IP de salto siguiente. Los paquetes IP cuya dirección de destino se define como parte del conjunto se reenvían al salto siguiente utilizando la línea. Las rutas IPv4 se asocian con una interfaz IPv4, por consiguiente, una dirección IPv4.</p> <p>La ruta por omisión es *DFTRROUTE.</p> | <p>Conceptualmente, es similar a IPv4. Una diferencia importante: las rutas IPv6 se asocian con una interfaz física, y no con una interfaz. Un motivo por el que una ruta está asociada con una interfaz física es que la selección de la dirección de origen funciona de un modo distinto para IPv6 y para IPv4.</p> |
| RIP (protocolo de información de direccionamiento) | <p>RIP es un protocolo de direccionamiento al que da soporte el daemon direccionado.</p> | <p>Actualmente, RIP no da soporte a IPv6.</p> |
| Tabla de servicios | <p>En IBM i, se trata de una tabla configurable que asocia un nombre de servicio con un puerto y protocolo; por ejemplo, FTP de nombre de servicio, puerto 21, TCP y protocolo de datagramas de usuario (UDP).</p> <p>En la tabla de servicios aparece un número elevado de servicios muy conocidos. Muchas aplicaciones utilizan esta tabla para determinar qué puerto utilizar.</p> | <p>Para IPv6, no se efectúa ningún cambio en esta tabla.</p> |
| Simple Network Management Protocol (SNMP) | <p>SNMP es un protocolo para la administración de sistemas.</p> | <p>Se da el mismo soporte a IPv6.</p> |
| API de sockets | <p>Estas API son la forma en que las aplicaciones utilizan TCP/IP. Las aplicaciones que no necesitan IPv6 no se ven afectadas por los</p> | <p>IPv6 mejora los sockets de forma que ahora las aplicaciones pueden utilizar IPv6, con una familia de direcciones nueva: AF_INET6.</p> |

| | | |
|---|--|--|
| | cambios de sockets para dar soporte a IPv6. | Las mejoras han sido diseñadas de forma que las aplicaciones IPv4 existentes no se ven afectadas de ningún modo por IPv6 y los cambios de API. Se da cabida a las aplicaciones que quieren dar soporte al tráfico IPv4 e IPv6 concurrente, o sólo al tráfico IPv6, utilizando direcciones IPv6 correlacionadas con IPv4 con el formato::ffff:a.b.c.d, donde a.b.c.d es la dirección IPv4 del cliente. Las nuevas API también incluyen soporte para la conversión de direcciones IPv6 de texto a binario y de binario a texto. |
| Selección de dirección de origen | Una aplicación puede designar un IP de origen (normalmente, mediante sockets bind()). Si se enlaza con INADDR_ANY, se selecciona un IP de origen basándose en la ruta. | Al igual que con IPv4, una aplicación puede designar una dirección IPv6 de origen utilizando bind(). Del mismo modo, puede dejar que el sistema seleccione una dirección de origen IPv6 utilizando in6addr_any. Sin embargo, puesto que las líneas IPv6 tienen muchas direcciones IPv6, el método interno de selección de un IP de origen es diferente. |
| Inicio y detención | Utilice el mandato STRTCP o ENDTCP para iniciar o detener IPv4. Cuando ejecuta el mandato STRTCP para iniciar TCP/IP, siempre se inicia IPv4. | Utilice el parámetro STRIP6 del mandato STRTCP o ENDTCP para iniciar o detener IPv6. Es posible que no se inicie IPv6 cuando se inicia TCP/IP. IPv6 se puede iniciar de forma independiente más tarde. Las interfaces IPv6 se inician automáticamente cuando el parámetro AUTOSTART se establece con el valor *YES (el valor por omisión). IPv6 no puede utilizarse ni configurarse sin IPv4. La interfaz de bucle de retorno IPv6, ::1, se define y activa automáticamente cuando se inicie IPv6. |
| Soporte de System i Navigator | System i Navigator proporciona una solución de configuración completa para TCP/IP. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Telnet | Telnet le permite iniciar la sesión y utilizar un ordenador remoto como si estuviera conectado al mismo directamente. | Se da el mismo soporte a IPv6. |
| Rastrear ruta | La herramienta rastrear ruta es una herramienta básica de TCP/IP para efectuar | Se da el mismo soporte a IPv6. |

| | | |
|---------------------------------------|---|--|
| | determinaciones de ruta. Disponible utilizando System i Navigator y la interfaz basada en caracteres. | |
| Capas de transporte | TCP, UDP, RAW. | Existen los mismos transportes en IPv6. |
| Dirección sin especificar | Aparentemente, no definida como tal. La programación de sockets utiliza 0.0.0.0 como INADDR_ANY. | Se define como ::/128 (128 0 bits). Se utiliza como el IP de origen en algunos paquetes de descubrimiento de vecino, y otros contextos diferentes, como sockets. La programación de sockets utiliza ::/128 como in6addr_any. |
| Redes privadas virtuales (VPN) | La herramienta Redes privadas virtuales (con IPsec) le permite extender una red privada segura a lo largo de una red pública existente. | Se da el mismo soporte a IPv6. |

Carta de autorización del tutor

09 de Junio, 2020

Víctor Iván Zúñiga Zúñiga
Directora. Ingeniería del Software a.i
Universidad Técnica Nacional
Sede San Carlos

Estimado señor:

Asunto: Aprobación del Trabajo Final de Graduación

Por este medio apruebo el TFG con título "**Aprovechamiento de Tecnologías Basadas en Internet de las Cosas y su Relación con el Agotamiento de Protocolos de IPV4 en la Zona de San Carlos hasta el año 2019**", presentado por el estudiante **Freddy Gerardo Rocha Boza, cédula de identidad 205450650** para optar por el grado de Licenciatura en la Universidad Técnica Nacional.

A su disposición ante cualquier consulta.

Atentamente,



MAF. Teresita Calvo Araya
TUTORA

Carta de autorización del lector interno

21 de Enero, 2020

Magister
Yesenia Calvo Araya
Directora. Ingeniería del Software
Universidad Técnica Nacional
Sede San Carlos

Estimada señora:

Asunto: Aprobación del Trabajo Final de Graduación

Por este medio apruebo la Tesis "**Aprovechamiento de tecnologías basadas en internet de las cosas y su relación con el agotamiento de protocolos IPv4 en la zona de San Carlos**", presentado por el estudiante Freddy Gerardo Rocha Boza para optar por el grado de Licenciatura en la Universidad Técnica Nacional.

Lo anterior para que pueda ser presentado ante Tribunal Evaluador.

A su disposición ante cualquier consulta.

Atentamente,

RUDY FRANCISCO
BARBOZA
RODRIGUEZ (FIRMA)



Digitally signed by RUDY
FRANCISCO BARBOZA
RODRIGUEZ (FIRMA)
Date: 2020.01.22 19:26:38
-06'00'

Magister
Rudy Barboza Rodríguez
Lector

Carta de autorización del lector externo

Ciudad Quesada

14 de diciembre, 2019

Magister
Yesenia Calvo Araya
Directora. Ingeniería del Software
Universidad Técnica Nacional
Sede San Carlos

Estimada señora:

Asunto: Aprobación del Trabajo Final de Graduación

Por este medio apruebo el trabajo **Aprovechamiento de tecnologías basadas en IoT y su relación con el agotamiento de protocolos IPv4 en la zona de San Carlos**, presentado por el/la estudiante **FREDDY GERARDO ROCHA BOZA** para optar por el grado de Licenciatura en la Universidad Técnica Nacional.

Lo anterior para que pueda ser presentado ante Tribunal Evaluador.

A su disposición ante cualquier consulta.

Atentamente,

HECTOR JULIO
HERRERA
ALFARO (FIRMA)



Firmado digitalmente por
HECTOR JULIO HERRERA
ALFARO (FIRMA)
Fecha: 2019.12.14
13:10:06 -06'00'

Ing. Héctor Herrera Alfaro, MBA
Lector(a)

Carta de revisión filóloga

San Carlos, 25 de febrero del 2020

Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
Facultad Ingeniería de Software
Universidad Técnica Nacional

SD

Estimados señores:

Hago constar que he revisado la tesis del estudiante **Freddy Gerardo Rocha Boza**, denominado "**Aprovechamiento de tecnologías basadas en internet de las cosas y su relación con el agotamiento de protocolos IPV4 en la zona de San Carlos**", para optar por el grado académico de **licenciatura en Ingeniería de Software**.

Corregí el trabajo en aspectos tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación; por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad.

Suscribe de ustedes cordialmente,



Carlos Blanco Benavides
Licenciado en Literatura y Lingüística por la UNA
Carné de COLYPRO N° 012450