

IMPACTO DEL INTERNET DE LAS COSAS EN LAS ORGANIZACIONES, UN ENFOQUE HOLÍSTICO

Área de investigación: Administración de la tecnología e informática
administrativa

Iván Martínez Rico

Facultad de Contaduría y Administración
Universidad Nacional Autónoma de México
México
rysc@comunidad.unam.mx

Octubre 9, 10 y 11 de 2019

Ciudad Universitaria | Ciudad de México



IMPACTO DEL INTERNET DE LAS COSAS EN LAS ORGANIZACIONES, UN ENFOQUE HOLÍSTICO



Resumen

El internet de las cosas, *Internet of things (IoT)* ha tenido una proliferación masiva en la última década, las organizaciones cada día hacen mayor uso de dispositivos y sensores para poder integrarlos a sus redes corporativas y así tener un mayor control de los mismos para realizar procesos de administración, monitoreo y estadísticas que son necesarias para la toma de decisiones en la mayoría de los casos. Es necesario visualizar la integración de los dispositivos *de IoT* como un sistema que es conformado principalmente por sensores que transmiten información utilizando la infraestructura de red con la que cuentan las organizaciones, por lo cual muchas organizaciones han tomado la decisión de poner sus datos en la nube, pero colocar las soluciones de *IoT* dentro de la nube representa un gran reto para la transmisión de datos que debido a que la proliferación masiva de los dispositivos conectados a la red de Internet ocasionan mayor tráfico y por ende lentitud en los procesos críticos de la empresa. Motivo por el cual se necesita de una planeación estratégica del uso de los dispositivos que se conectaran a la red corporativa y cuales pueden funcionar en la nube, es debido a este problema que la computación al borde es el escenario ideal para los dispositivos de *IoT* que se desean incorporar a las redes empresariales de datos sin afectar el tráfico de red en las organizaciones. No podemos dejar de lado la seguridad informática al realizar la integración de los diversos dispositivos de *IoT* como parte medular, por lo cual una debida planeación y principalmente la auditoria informática de las organizaciones debe tener en cuenta que cualquier dispositivo conectado a internet y a la red corporativa es susceptible de ser accedida por personal no autorizado por lo que se deberán tomar medidas de riesgo y acciones de seguridad para evitar accesos indebidos a la red corporativa derivada de los dispositivos de *IoT*.

Palabras clave: IoT, internet, redes, *Internet of Things*, internet de las cosas.



Justificación de la investigación



En la última década, se han realizado importantes avances en tecnología principalmente en las llamadas tecnologías emergentes y que han marcado la necesidad de replantear la implementación y administración de la infraestructura tecnológica dentro de las organizaciones, la facilidad de acceso a internet de los dispositivos móviles, las implementaciones actuales del Internet de las cosas (*IoT*), el crecimiento y la convergencia de tecnologías, han permitido que ciudades sean consideradas ya como ciudades inteligentes mejor conocidas como *Smart cities*. Lo que da origen a la pregunta ¿Cuáles son los factores que le permitirían a México convertirse en una *Smart city* y soportar el *IoT* en las empresas?

La presente investigación tiene como objetivo general demostrar como la implementación de las tecnologías emergentes, principalmente el Internet de las cosas (*IoT*) han impactado directamente en la administración de las organizaciones y del desarrollo de las llamadas *Smart cities*. Y como objetivo particular evaluar las condiciones necesarias que las organizaciones requieren para generar valor por medio de la implementación del *IoT* dentro de la administración de sus áreas de Tecnologías de la Información (*TI*). Partiendo de la hipótesis de que las organizaciones están preparadas para enfrentar los retos de la administración de las tecnologías de la Información (*TI*) al implementar las nuevas tecnologías de los dispositivos del internet de las cosas (*IoT*) y México se encuentra en el camino correcto para convertirse en una *Smart city*.

Introducción

En la última década comenzó a surgir el termino de *Internet of Things* o Internet de las cosas (*IoT*) cuando Kevin Asthon, quien era profesor del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) lo utilizo de forma pública por primera vez en 2009 en el *RFID journal*¹. El concepto, a pesar de ser

¹ “Si tuviésemos ordenadores que fuesen capaces de saber todo lo que pudiera saberse de cualquier cosa -usando datos recolectados sin intervención humana-seríamos capaces de hacer seguimiento detallado de todo, y poder reducir de forma importante los costes y malos usos. Sabríamos cuando las cosas necesitan ser reparadas, cambiadas o recuperadas, incluso si están frescas o



un término que se utilizaba muy frecuentemente a finales de la década de los 90's, ha permanecido vigente desde entonces desencadenando una proliferación en los dispositivos que actualmente tienen conexión a internet y que hasta la fecha sigue en constante crecimiento.

El Internet de las cosas (*IoT*, por sus siglas en inglés) tiene la finalidad de proporcionar a los dispositivos físicos mediante el uso de sensores que son interconectados a la red la capacidad de la transmisión de datos utilizando la red de internet como medio de comunicación o mediante la conexión a la red de datos, lo cual permite realizar la administración y control de una forma remota de una amplia gama de dispositivos (Rose, Eldridge, & Chapin, 2015).

Tomando en consideración la definición anterior, podemos precisar que el Internet de las cosas (*IoT*) es la conexión de dispositivos de uso cotidiano a los cuales se les incorpora un medio de comunicación informático para poder tener un medio de comunicación, que les permita la transmisión y recepción de datos mediante la conexión a internet. Permitiéndoles la funcionalidad de controlar, monitorear y administrar información a miles de millones de dispositivos físicos que se encuentran en todo el mundo.

Como podemos observar en el esquema mostrado en *la Ilustración 1 - Esquema de IoT*, la posibilidad de conexión de casi cualquier dispositivo es posible gracias a la incorporación de los medios de transmisión y de conexión que se realizan en la fabricación de dichos dispositivos y que le da origen a la *IoT*. Dando por hecho que cualquier dispositivo analógico es factible de ser modificado mediante sensores que hacen la conversión a datos digitales que permitan su monitoreo, administración y generación de datos estadísticos que son útiles para las organizaciones al incorporarlos en sus redes corporativas.

pasadas de fecha. El Internet de las Cosas tiene el potencial de cambiar el mundo como ya lo hizo Internet. O incluso más" (Cendón, 2017).



Ilustración 1 - Esquema de IoT, fuente: (*Instituto Nacional de Ciberseguridad, 2017*)

En tan solo una década, el *IoT* ha sostenido un crecimiento exponencial, incluso mayor que los dispositivos celulares a nivel mundial, debido a la aparición de una amplia variedad de dispositivos que se pueden conectar a internet o a las redes de datos de las organizaciones para la transmisión de información que posteriormente pueda ser concentrada y analizada por las empresas.

Esta amplia gama de dispositivos conforma la diversidad del *IoT* a nivel mundial, tal y como podremos observar en la *Ilustración 2 - Proyección de dispositivos IoT a nivel mundial*, el número de dispositivos *IoT* que se encontraran conectados para el 2020 será de 30.73 billones con una proyección de crecimiento esperado de 75.44 billones para el 2025 (Statista, 2019).

Como podremos imaginar representa un reto y un área de oportunidad para las organizaciones y especialmente para las innovaciones tecnológicas en todos los sectores. Principalmente para las organizaciones que requieren de una administración del flujo de información estadística que se recaba de los distintos dispositivos instalados en su infraestructura de red. Así como de las adecuaciones necesarias en la integración de *IoT* a sus centros de datos que les permitan centralizar las conexiones y la comunicación de información a los medios de almacenamiento para su posterior análisis.



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

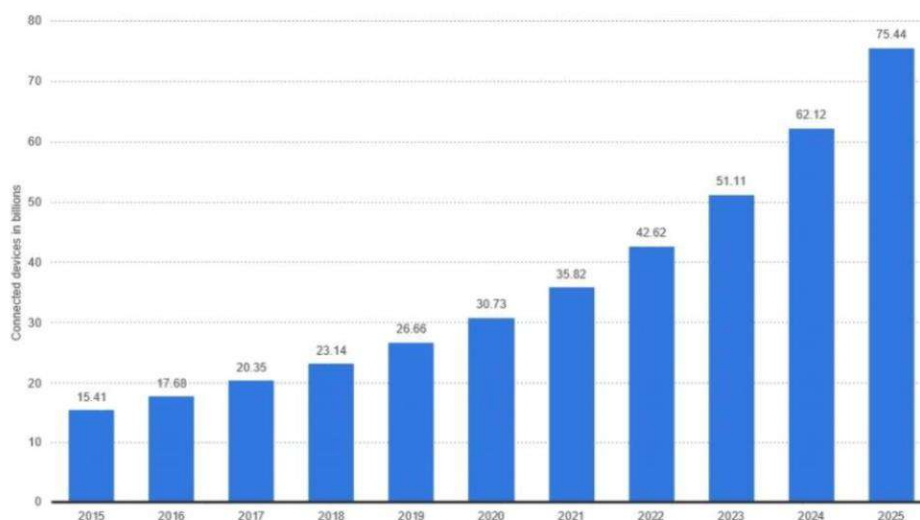


Ilustración 2 - Proyección de dispositivos IoT a nivel mundial, Fuente: (Statista, 2019)

El nivel de penetración que ha tenido el *IoT* a nivel mundial ha sido tan alto, que abarca una gran cantidad de áreas de integración como los han sido, por ejemplo: instituciones financieras, hospitales, bancos, sector agropecuario, comercios de todo tipo desde mayoristas hasta comercios minoristas lo que ha llevado a la fabricación de más productos de consumo en todos los niveles. Derivado de esto y como el nicho de mercado es tan amplio, las empresas de todo el mundo están buscando nuevas aplicaciones para el Internet de las cosas.

Uno de los principales factores de las organizaciones es poder controlar los gastos de inversión como un factor estratégico, el *IoT*, les brinda la posibilidad de reducir los costos de diversas áreas al poder controlar áreas de consumo con la implementación de *IoT* dentro de sus instalaciones o en las áreas de producción como son, por ejemplo:

- El consumo de energía eléctrica.
- Ahorros substanciales en la climatización de centros de trabajo.
- El monitoreo de áreas sensibles dentro de la organización.
- El control de acceso de zonas críticas



- Controlar automáticamente la temperatura de los centros de trabajo.
- Controlar automáticamente la iluminación de zonas de trabajo.
- Controlar y monitorear los sistemas de control de fuego.
- Controlar y monitorear los accesos, temperaturas y nivel de energía de los centros de datos.
- Controlar el uso de escaleras eléctricas.
- Monitorear y controlar fugas de agua.

(Eguillor, 2018) en su artículo: *IoT*, un nuevo aliado para el marketing, nos comenta que todo esto es posible debido a la conjunción de tres factores clave que hacen posible la definición del *IoT* y de los cuales derivan todas las posibles aplicaciones del mismo, a saber:

Los sensores	Que nos permiten la transformación de un proceso analógico en una variable digital que nos permita la comunicación y la transmisión de información a la red de datos.
La conectividad	La cual nos permite la transmisión de los datos generados por los sensores mediante la transmisión de la información a través de las conexiones disponibles como son: la red 4G, Ethernet, Bluetooth, señales de radiofrecuencia, entre una gran diversidad de medios de transmisión de datos.
Los procesos	Que permiten el análisis de los datos recopilados en información de valor y conocimiento que puedan ser interpretados de manera adecuada.

Tabla 1 - Factores Clave IoT Fuente: (Eguillor, 2018)

De igual forma, es gracias al *IoT*, que el sector empresarial se ha visto beneficiado en diversos aspectos, los cuales han permitido a distintos sectores de la industria conseguir un incremento de su productividad y eficiencia en la mejora de sus productos o servicios, incluso han llegado a generar nuevas propuestas de innovación tecnológica que se derivan directamente del incremento en el uso del *IoT*.

Una de las áreas que más se ha visto beneficiada dentro de las empresas, ha sido el área del marketing y las ventas, esto es debido a que gracias al *IoT*, las empresas pueden obtener información que transforman en estadísticas de uso y consumo que a su vez proporcionan datos de valor que les permiten a las empresas reaccionar a las nuevas necesidades del mercado, brindando datos que anteriormente tenían que realizarse mediante estudios de mercado de forma manual (Eguillor, 2018).





En el sector gubernamental, los beneficios del IoT también son muy efectivos, ya que la adopción de los nuevos avances tecnológicos y haciendo uso del IoT, se pueden llegar a monitorear y analizar datos precisos como por ejemplo los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA, por sus siglas en inglés) que actualmente se utiliza en la industria petrolera específicamente en la empresa productiva del estado Petróleos Mexicanos (PEMEX), la cual, mediante la utilización de sensores de monitoreo que le proporcionan a la aplicación hacer uso de los datos operativos de los ductos de transportación de gasolina y gas natural, lo cual le brinda a PEMEX poder realizar de manera eficiente la distribución de gasolinas y gas natural en todo el territorio nacional. Dando como resultado la funcionalidad de controlar el monitoreo de diversos datos como son: presión del ducto, válvulas de cierre automático, entre otros datos estadísticos de control (Petróleos Mexicanos, 2015).

(Eguillor, 2018) en su artículo titulado *IoT, un nuevo aliado para el marketing*, hace una apreciación del IoT en el sector urbanístico indicando que es en este sector donde se alcanza el máximo potencial en donde las ciudades inteligentes (*Smart Cities*) como son por ejemplo Barcelona, Dubrovnik o Singapur, las cuales cuentan con redes de sensores instalados en toda la ciudad y tienen como funcionalidad principal monitorear el tráfico, los sistemas de iluminación pública al igual que los sistemas de distribución de agua de las fuentes públicas, entre otras muchas aplicaciones prácticas. Esto nos puede dar una idea del alcance tecnológico del IoT y la infinidad de posibilidades de las nuevas propuestas de valor que el IoT va desarrollando de forma incremental.

Las ciudades inteligentes (*Smart Cities*)

(Frigola, 2017) en su artículo "*claves para entender las Smart Cities*" nos brinda las características principales que deben existir en una Smart City, los procesos de planificación, gestión y principalmente la incorporación de las amplias posibilidades que brindan los avances tecnológicos son una parte fundamental en su funcionamiento. Eso le permite a la Smart City mejorar de una manera eficiente los servicios que presta al convertir los mismos en formas más fáciles y sencillas de administrar ya que les brindan la flexibilidad que les ofrece el entorno tecnológico como son, por ejemplo: los servicios de limpieza urbana, el

transporte público, la sincronización de los sistemas de semáforos, entre muchas posibles aplicaciones.

También nos indica los tres principales ejes del cambio que deben existir en una *Smart City* los cuales son:

- El crecimiento del tamaño de la ciudad.
- El respeto al medioambiente.
- Los mejores servicios a los ciudadanos.

Como se muestra en la *Ilustración 3- Estrategia Urbana y Sostenibilidad*, existen tres ejes de gestión que deben ser ejecutadas de forma paralela para que una *Smart City* pueda funcionar de manera adecuada y de forma óptima, las cuales se describen a continuación:

Smart service.	En este eje de gestión, se describen las necesidades, los contenidos requeridos de cada servicios prestado, la forma en la que se prestara dicho servicio y que tan accesible es para los usuarios de cada servicio urbano que se prestara dentro de la <i>Smart City</i> , lo cual permite una planeación estratégica de los alcances de los servicios prestados a los usuarios.
Smart information.	Integra principalmente a los sistemas de información con base en las diversas plataformas de datos que deberán interactuar con una amplia base de datos digitales de información que será generada por los dispositivos instalados y que deberán abordar de manera eficaz el gran desafío del uso de <i>big data</i> .
Smart infraestructure.	Es la integración de la infraestructura como parte medular de la inversión e implementación de los rubros de telecomunicaciones, así como los sensores y dispositivos necesarios requeridos para poder llevar a cabo el monitoreo y administración de forma eficaz y eficiente de las redes de comunicación y de energía necesarias para la amplia gama de dispositivos requeridos en la <i>Smart City</i> .

Tabla 2 - Ejes de Gestión *Smart Cities* Fuente: (Frigola, 2017)

Es gracias al avance en conjunto de estos tres grandes ejes, lo que permite a una *Smart City* la innovación para la prestación de los servicios tradicionales, minimizando los impactos ambientales y estructurales y a su vez permite la reducción de los factores de riesgo externos que puedan surgir en su implementación para lo cual la colaboración de las empresas públicas y privadas, así como la



colaboración de los ciudadanos es un factor determinante en el éxito de una *Smart City*.



Cuadro 1. Estrategia urbana y sostenibilidad

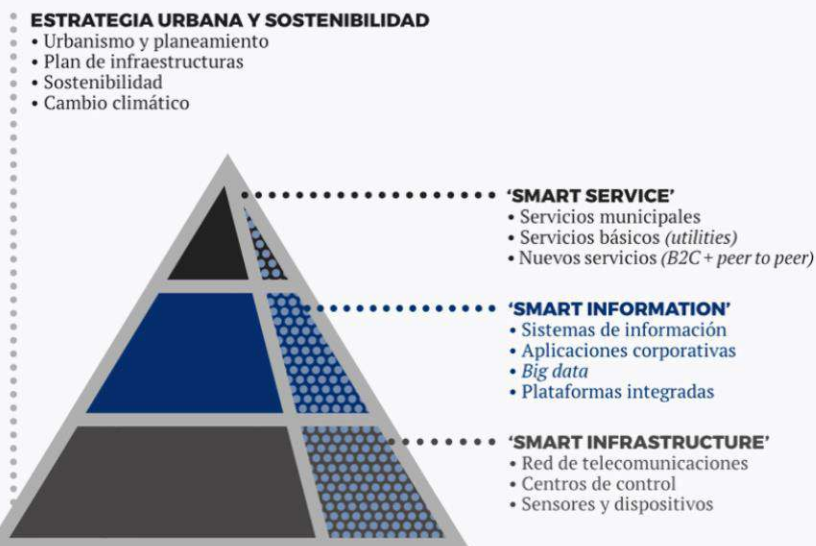


Ilustración 3- Estrategia Urbana y Sostenibilidad Fuente: (Frigola, 2017)

Una de las nuevas *Smart Cities* que utiliza los preceptos antes descritos es la ciudad de Songdo², en Corea del sur en donde se han construido infraestructuras basadas en sensores instalados por toda la ciudad, la cual le permite una administración de casi todo los servicios requeridos por la ciudadanía, como son: administración de luminarias, semáforos, fuentes en parque públicos, entre muchas aplicaciones que se han desarrollado gracias al IoT en beneficio de la sociedad.

Anualmente se efectúa la cumbre sobre ciudades del futuro "*Future Cities Summit*", la cual fue celebrada en la ciudad de Londres en años recientes, en donde se abordaron diversos temas, así como los desafíos a los que deberán hacer frente las empresas tecnológicas que

² "La ciudad de Songdo es considerada como "la ciudad más inteligente" del mundo la cual cuenta con un sistema de recolección de basura eficiente, una gran cantidad de parques y una comunidad internacional vibrante, todo ello envuelto en una obra maestra transitable con sensores del diseño urbano del siglo XXI. De igual forma que todo desde las luces hasta la temperatura de su departamento se pueden ajustar mediante un panel de control central o desde su teléfono. Durante el invierno, puede calentar el apartamento antes de ir a casa." (Poon, 2018)

pretendan instalar redes de última generación en las llamadas *Smart Cities*.



Sin embargo, a pesar de que en los hechos existen demasiadas ventajas competitivas de las *Smart Cities* que utilizan el *IoT* como parte medular del concepto, han tenido en su mayoría detractores del mismo, tal y como nos lo señala (Observatorio Digital, 2015) en su artículo *Una visión crítica sobre las ciudades inteligentes: ¿Acabarán por destruir la democracia?*³ El cual realiza unos planteamientos interesantes que finalmente llevarán a un gran debate al respecto del uso del *IoT* en las grandes ciudades y los efectos que tendrá en las futuras *Smart Cities*.

Las *Smart Cities* a pesar de que cuentan con tecnología capaz de mantener en operación los diversos sensores que facilitan diversos tipos de servicio, aún no han podido darle solución a la pregunta ¿De qué forma afectan al modo de vida de las personas que viven en las *Smart Cities*? Es decir, ¿cómo cambiara el ritmo de vida de los ciudadanos gracias a la implementación del *IoT* en las ciudades? (Observatorio Digital, 2015).

Como nos lo refiere (ITU, 2019), la implementación del *IoT* bajo el concepto de *Smart cities*, no solo permite establecer funciones urbanas definidas, sino que también promueve un grado de participación ciudadana y diversas partes interesadas tanto privadas como de gobierno en los procesos de planificación y diseño, lo que permite la creación de conocimiento compartido para la gobernanza urbana además de proporcionar la plataforma para la simulación urbana que informa los diseños futuros para el desarrollo económico, social y ambiental.⁴

En fechas recientes, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) decretó como zonas inteligentes a cinco ciudades en México las cuales son Ciudad Maderas, en Querétaro; Ciudad Creativa y Tequila en Jalisco y Smart, en Puebla. Adicionalmente la ciudad de México a pesar de no ser 100 por ciento inteligente, actualmente cuenta con las

³ “Es evidente que las cosas que permiten este enfoque de una amplia red de sensores que equivalen a millones de oídos, ojos y narices electrónicos también facilitan que la ciudad del futuro se convierta en un amplio campo de vigilancia perfecta y permanente para aquéllos que tienen acceso a los flujos de datos” (Observatorio Digital, 2015).

⁴ Véase (ITU, 2016)

características necesarias para convertirse en un futuro próximo en una Smart city (Barrueta, 2019).



Estadísticas de implementación de IoT a nivel mundial

La empresa *IoT Analytics* quien es el líder de conocimientos de mercado e inteligencia comercial para la *Industry 4.0* e Internet of Things (*IoT*), recientemente publicó los resultados de su estudio de proyectos de *IoT* a nivel mundial que fue realizada en el año de 2018 y que estuvo centrada en los casos de uso de *IoT* que no son de consumo. El estudio detalla los diez segmentos principales que cubren la aplicación del estudio de 1,600 casos realizados y completados en más de 70 países.

Tal y como nos muestra la Ilustración 4 - Proyectos de IoT a nivel mundial, las estadísticas a nivel mundial de los países que hacen una implementación de proyectos basados en *Smart Cities*, nos indican que América del Norte tiene el 34% de proyectos actualmente completados, mientras que en Europa solo cuentan con un 45% y Asia Pacifico con un 18%, estas regiones son las principales impulsoras de los desarrollos de *IoT* a nivel mundial. Sin embargo, solo una quinta parte de dichos proyectos se han identificado como implementaciones de gran escala dando por hecho que el resto han sido proyectos de tamaño pequeño a mediano o que se encuentran en fase piloto de desarrollo (Scully, 2018).

Adicionalmente, nos proporciona información acerca de los principales rubros a los que las industrias y los gobiernos han enfocado la utilización de los potenciales usos del *IoT*, para poder incorporarlos a la vida cotidiana y principalmente a la industria de manufactura, al implementarlo en la cadena de producción y áreas de suministro principalmente, seguidos de las inversiones a edificios conectados.



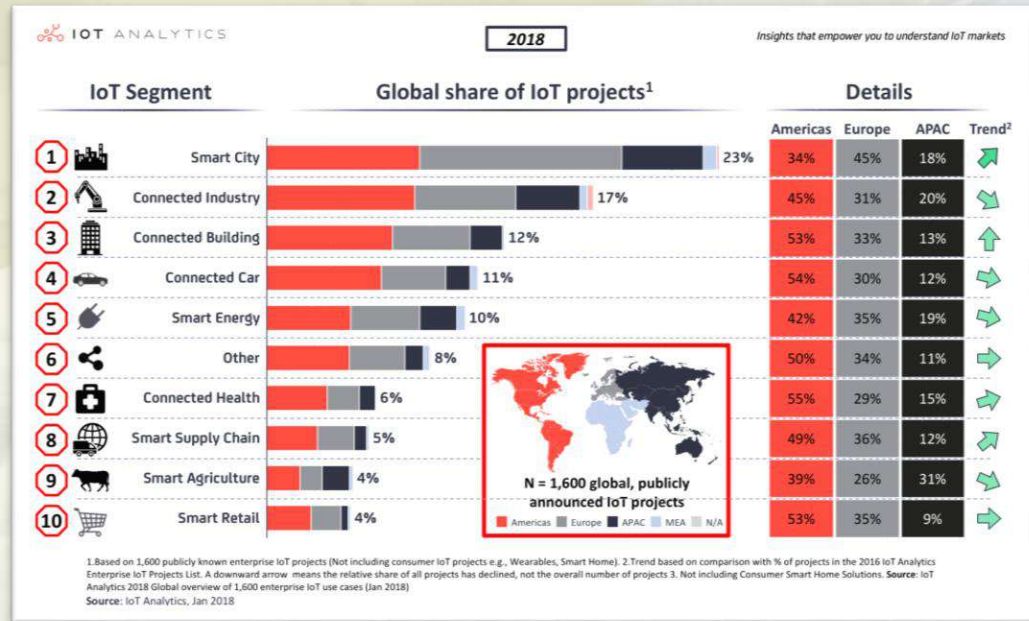


Ilustración 4 - Proyectos de IoT a nivel mundial Fuente: (Scully, 2018)

¿Internet, un problema de conexión?

Como podemos observar, el medio de transmisión para el IoT es la red de internet, la cual en los últimos años ha tenido un crecimiento muy amplio, derivado de las nuevas tecnologías y los cambios estratégicos en las organizaciones que cada día, hacen uso de nuevas instancias de conexión a internet mediante sus estrategias corporativas, adicionalmente a esto, el flujo de información de datos que es generado por los equipos de cómputo. Cada vez más cantidad de personas tienen acceso a los diversos dispositivos de IoT lo cual ha generado cambios substanciales dentro de la infraestructura necesaria para la transmisión de la información en diversas áreas, principalmente dentro de los centros de datos en todos los niveles.

La empresa Cisco, realiza de forma periódica una actualización de los pronósticos de tráfico de datos móviles globales del índice de redes visuales (VNI)⁵, la cual es una iniciativa corporativa que se realiza de forma anual y tiene la finalidad de poder evaluar y predecir el impacto que tienen las aplicaciones de redes visuales dentro de las redes globales que utilizan como medio de transmisión la red Internet, como podemos observar en la Tabla 3 - Red Móvil, se presentan algunos de los

⁵ (CISCO VNI Mobile, 2019)

resultados de la red móvil con los pronósticos del tráfico de datos móviles durante los próximos cinco años.



Descripción	2017 (actual)	2022 (pronostico)
Tráfico mensual global de datos móviles		77 exabytes y el tráfico anual alcanzará casi un zettabyte
Los dispositivos móviles tráfico total de IP		20 por ciento
Dispositivos móviles conectados por habitante		1.5
Velocidad de conexión global promedio de los teléfonos inteligentes		Superará 40 Mbps
Tráfico de datos móviles		Los teléfonos inteligentes superarán el 90 por ciento
Tráfico móvil 4G		71 por ciento
Tráfico móvil 5G		12 por ciento
Descarga de las redes celulares (para WiFi)		59 por ciento
Tráfico de datos móviles (video)		79 por ciento
Tráfico mundial de datos móviles	El tráfico de datos móviles aumentará a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 46 por ciento	77.5 exabytes mensuales
Dispositivos conectados a móviles		12.3 mil millones incluyendo módulos M2M, que exceden la población proyectada mundial en ese momento (8 mil millones) en una vez y media.
Velocidad de conexión	8.7 megabits por segundo (Mbps)	28.5 megabits por segundo (Mbps)
Conexiones 4G	Será el 54 por ciento, pero el 71 por ciento del tráfico total	Una conexión 4G genera casi el doble de tráfico en promedio que una conexión 3G.



Conexiones 5G	Será el 3.4 por ciento, pero 11.8 por ciento del tráfico total	Una conexión 5G genera 2.6 veces más tráfico que la conexión 4G promedio.
Dispositivos "inteligentes" conectados a la red móvil		Casi tres cuartos de todos los dispositivos "inteligentes" conectados a nivel mundial.
Dispositivos móviles serán dispositivos inteligentes	52.8 por ciento	El 72.8 por ciento. La gran mayoría del tráfico de datos móviles (99 por ciento) se originará en estos dispositivos inteligentes para el año 2022, un aumento del 92 por ciento en comparación con el año 2017.
Dispositivos móviles globales podrían ser potencialmente capaces de conectarse a una red móvil ipv6		Habrá 9.4 mil millones de dispositivos compatibles con IPv6 para 2022.
Tráfico de datos móviles a nivel mundial (video)		Cerca de las cuatro quintas partes del tráfico de datos móviles del mundo será de video para el año 2022. El video móvil se multiplicará por nueve entre 2017 y 2022, lo que representa el 79 por ciento del tráfico total de datos móviles al final del período de pronóstico
Tráfico generado por tabletas y pc conectadas a dispositivos móviles		Un promedio de 6.8 Gb de tráfico por mes, lo que se duplicará con respecto al promedio de 2017 de 3.3 Gb por mes. El tráfico agregado asociado con las pc y las tabletas será tres veces y media mayor que en la actualidad, con un CAGR del 28 por ciento.
Trafico promedio generado por teléfono inteligente.		11 Gb de tráfico por mes para 2022, más de un aumento de cuatro veces y media sobre el promedio de 2017 de 2 Gb por mes. Para 2022, el tráfico agregado de teléfonos inteligentes será siete veces mayor que en la actualidad, con un CAGR del 48 por ciento.



Tráfico proveniente de dispositivos conectados a dispositivos móviles descargado a red fija	59 por ciento de todo el (111 exabytes)	51% será WiFi, el 29% estará conectado y el 20% será móvil.
--	---	---

Tabla 3 - Red Móvil Fuente: (CISCO VNI Mobile, 2019)

Observando las estadísticas a nivel mundial de las conexiones que se encuentra actualmente funcionando y tomando en consideración que para cada dispositivo conectado a la red de Internet se requiere de forma obligatoria un direccionamiento IP de manera específica y única a nivel mundial que lo pueda identificar y al mismo tiempo permitir la conexión a los diversos dispositivos conectados en internet y que ha generados en los últimos años una profunda reestructuración de un nuevo modelo de direccionamiento IP que permita la interconexión a futuro de los nuevos dispositivos que se están generando día con día.

Debemos, considerar que estos direccionamientos se realizan mediante direcciones IPv4 que es el protocolo que se utiliza en la actualidad y que casi se han agotado a nivel mundial. Desde su concepción se conocía el número limitado de dispositivos que podrían conectarse, sin embargo, no se tomó en cuenta que la proliferación exponencial de los múltiples dispositivos inteligentes que en la actualidad requieren una conexión a internet y quedan muy pocos segmentos de direcciones los cuales puedan ser utilizados en los dispositivos (Alcalá, 2010).

Por lo cual la creación y aparición del nuevo protocolo IPv6 más que una actualización a los estándares, fue una necesidad ya que ofrece ventajas derivadas de la posibilidad y facilidad de que cada dispositivo conectado a internet mediante el protocolo IPv6 tenga una dirección física, única e irrepetible a nivel mundial, la cual será enrutable globalmente en internet que permitirá que los dispositivos inteligentes y el *IoT* sean una realidad.

A raíz de la aparición del nuevo protocolo IPv6, las industrias han reaccionado favorablemente para su paulatina adopción en los próximos años. Sin embargo, el poder administrar de forma adecuada las proliferaciones de dispositivos de nueva generación y que a su vez contribuyen de manera directa en el uso de la red móvil generando mayor tráfico de datos dentro de la red de Internet será todo un desafío que pondrá a prueba las capacidades actuales en la transmisión de datos de cualquier organización que se encuentre conectada a internet.



Uno de los más claros indicadores del crecimiento del *IoT* ha sido el desarrollo y aparición exponencial de los cada vez nuevos e innovadores dispositivos cada vez más inteligentes y que a su vez tiene conexión Máquina a Máquina (M2M)⁶ de manera más eficaz. Lo cual ha permitido que los procesos, datos y elementos que se utilizan para realizar las conexiones en red sean más valiosas y relevantes hoy en día, haciendo que la computación y principalmente la conectividad sean vistas de forma muy generalizada y común en la vida cotidiana, dando por hecho que dicha conectividad es algo más que necesario y esencial para las personas y principalmente para las organizaciones (CISCO VNI Mobile, 2019).

Dado que la implementación de sistemas de monitoreo de las conexiones M2M permite el monitoreo de la información en tiempo real, las conexiones de M2M con un uso intensivo del ancho de banda disponible se han vuelto de uso más frecuente como podemos observar en la Ilustración 5 - *Crecimiento Global M2M*, la cual nos indica que a nivel mundial las conexiones M2M presentarán un crecimiento en el 2017 de poco menos de mil millones a 3.9 mil millones para el año 2022, lo que representa un crecimiento de 4 veces con un CAGR del 32 por ciento.



⁶ En su reporte *Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017–2022* sección *Trend 3: Measuring Mobile IoT Adoption—M2M and Emerging Wearables* nos indica que “las conexiones Machine-to-Machine (M2M) tales como la seguridad y la automatización del hogar y la oficina, la medición inteligente y los servicios públicos, el mantenimiento, la automatización de edificios, la automoción, la salud y la electrónica de consumo y más, se están utilizando cada vez más dentro de la industria, así como dentro del segmento de los consumidores”. (CISCO VNI Mobile, 2019)



Ilustración 5 - Crecimiento Global M2M, Fuente: (CISCO VNI Mobile, 2019)

Computación en la nube (*Cloud Computing*) vs Computación al borde (*Edge Computing*) para IoT, ¿Cuál es la mejor opción?

Computación en la nube (*Cloud Computing*)

En la actualidad son pocas las organizaciones que dentro de la esfera pública o privada no hacen uso en alguna medida del *Cloud Computing* mejor conocida como “la nube” para el almacenamiento de su información. Por el contrario, muchas de las empresas han realizado grandes inversiones de su infraestructura actual para ser utilizadas en modelos basados en la nube. Y han tomado esta decisión de utilizar servicios basados en la nube para poder minimizar sus costos de operación en sus centros de datos de manera local, enfocando parte de su operación a los modelos de *Software as a Service (SaaS)*, *Infraestructure as a Service (IaaS)* y *Plataform as a Service (PaaS)* como los modelos principalmente utilizados en la nube (Equipo Editorial REPORTE DIGITAL, 2019).

Sin embargo, a pesar de que el concepto de la nube para la gran mayoría de los usuarios implica una infraestructura no tangible dentro de sus instalaciones esto no es del todo cierto, debido a que la nube está compuesta por diversos macro centros de datos, centralizados en empresas especializadas en comunicaciones a nivel mundial. Pero el incremento exponencial de los dispositivos conectados a internet aunado a los modelos basados en la nube que utilizan muchas empresas y organizaciones, han aumentado de manera exponencial el

flujo de datos dentro de la nube lo cual representa un reto para la administración de los centros de datos que actualmente la conforman.

(Equipo Editorial REPORTE DIGITAL, 2019) presento en fechas recientes la publicación de un artículo titulado: *Los mitos sobre el almacenamiento de datos la nube que deben tener en cuenta los CEO* en donde se presentaron diez mitos que predominan en la evaluación del uso de la nube los cuales enunciaremos brevemente a continuación y que nos servirán de pauta para comprender las razones por las cuales la nube no es apta para ser considerada como parte fundamental para el almacenamiento de la información que genera *IoT*, a saber:



La nube siempre ahorra dinero.	En muchos casos esto solo significa el 14% de ahorro en costos de dinero.
Tiene que estar en la nube para ser bueno.	Aun cuando el <i>cloud computing</i> se ha propagado con fuerza, no es referente principal para la toma de decisiones para las grandes empresas. Dado que muchas empresas mantienen un concepto equivocado de que cualquier servicio web es la nube, lo cual es erróneo.
Se debe usar la nube para todo.	No es necesario que se utilicen todos los servicios y almacenamiento en la nube especialmente si no existe ganancia para la organización, es decir que sea redituable realmente.
Si el CEO lo dijo...	No se pueden plantear estrategias basadas en la nube si no existe un fin.
Estrategia de nube.	Es necesario comprender que existen diversos modelos basados en la nube como lo son <i>IaaS</i> , <i>SaaS</i> y <i>PaaS</i> como soluciones de almacenamiento en la nube ya sea pública, privada o mixta.
La seguridad de almacenamiento en la nube.	La seguridad de la información almacenada en la nube deberá ser garantizada por el proveedor confiable por lo cual es parte fundamental la consideración de que tipo de información se almacenara en la nube y cuál será la seguridad que el proveedor de la misma nos brindara al respecto.
Uso crítico de la empresa.	La gran mayoría de las empresas utilizan sistemas basados en la nube para realizar pruebas y desarrollos, sin embargo, hay otras empresas como Netflix y Uber que las utilizan los servicios de almacenamiento para otros fines.
La nube como un centro de datos.	Las estrategias que se utilizan en un centro de datos local no aplican de la misma forma en la nube, por lo que no es del todo recomendable utilizar la nube como un medio de almacenamiento masivo de información.
Migrar a la nube es	Esto es un error, ya que depende de las necesidades reales de



obtener todos sus beneficios.	la organización será la estrategia que se utilizará para adquirir los servicios necesarios para su funcionamiento.
Virtualización es igual a nube privada.	Esto es un error, dado que se necesita la implementación de mayor tecnología para que las aplicaciones de aprovisionamiento bajo demanda puedan adaptarse a las necesidades del procesamiento y monitoreo del uso de datos.

Tabla 4 - Mitos sobre la nube Fuente: (Equipo Editorial REPORTE DIGITAL, 2019)

Computación al borde (*Edge Computing*)

La computación al borde (*Edge computing*), es básicamente una arquitectura que implementa un sistema de red el cual procura reunir, analizar y procesar datos de distintos dispositivos de una forma más eficiente que la arquitectura usada en la nube. Tiene como objetivo principal la reducción de los datos que se envían a la nube y disminuir los tiempos de latencia en la red y de internet para a su vez mejorar el tiempo de respuesta del sistema a las aplicaciones remotas y de misión crítica (PANDUIT, INC, 2018).

Al hablar de la computación al borde, que relativamente es un concepto nuevo dado que comenzó a hablarse del mismo unos pocos años antes, en la realidad la computación al borde está llevando un centro de datos con capacidades reducidas de espacio, pero con alto desempeño del procesamiento de información, en el cual se encontrarían conectados los dispositivos de *IoT* que por sus características de desempeño y de latencia requieren de una respuesta rápida.

Dado el aumento de los dispositivos que se conectan a la nube se genera una saturación de las redes inalámbricas y de toda la infraestructura actualmente instalada en las organizaciones, motivo por lo cual surge la computación al borde (*edge computing*). lo que le permite a los diversos dispositivos móviles, cámaras de video vigilancia, sensores, etcétera, reaccionar de una forma más rápida al tener un centro de datos de características reducidas en una ubicación cercana a los dispositivos, sin necesidad de hacer la transmisión de datos hacia la nube debido a que los mismos podrán ser procesados en forma local y a su vez centralizar y consolidar la información estadística o en su caso disparar alertas que requieren atención inmediata de una forma más eficiente y así tener una reducción del flujo de transmisión de datos derivado de que solo se enviarían los

datos consolidados para su posterior análisis por parte del área indicada para tomar las decisiones pertinentes.



El IoT toma una gran ventaja de la computación al borde (*edge computing*) para su desempeño y funcionalidad, ya que a pesar de tener un periodo de latencia muy reducido a diferencia de la computación en la nube (*cloud computing*), con la computación al borde este periodo de latencia es prácticamente cero. Motivo por el cual se realiza un uso más eficiente en el procesamiento de datos al reducir los tiempos de respuesta en los datos en tiempo real que son necesarios para la analítica de los mismos (Rittal, 2018).

Seguridad del IoT

La preocupación principal y fundamental de cualquier organización privada o pública es la seguridad de su información, motivo por lo cual la protección de datos es parte vital de las empresas y de las personas. con la aparición del IoT, se ha presentado un riesgo a la seguridad informática que en un futuro cercano deberá ser tomado en consideración por los fabricantes y principalmente por las empresas que hace uso de la misma.

El instituto nacional de ciberseguridad con sede en Madrid, España en su publicación titulada: *IoT: riesgos del internet de los trastos* (2017)⁷, hace énfasis en que los dispositivos conectados a la red de las empresas, no están siendo consideradas en la mayoría de los casos dentro de las auditorias de seguridad informática lo cual representa un riesgo de seguridad al interior de las organizaciones.

Es importante y vital que dentro de las organizaciones se tome en consideración dentro de los procesos de gobernabilidad corporativa de las Tecnologías de la Información (TI) que dentro de los recursos

⁷ “Los sistemas de seguridad físicos como cámaras de vigilancia Web IP, sistemas de control de presencia o alarmas que permiten el control remoto, sistemas de videoconferencia, medidores de energía o termostatos controlados en remoto desde un servidor, etc. son dispositivos que disponen de conexión directa a internet o las redes internas de la empresa y que no suelen estar controlados por la política de seguridad de redes de las empresas. Son dispositivos englobados en lo que se denomina IoT o «Internet de las cosas», que consiste en conectar a internet objetos cotidianos con el fin de que puedan ser manejados o gestionar la información que generan en remoto” (Instituto Nacional de Ciberseguridad, 2017).



implementados de *IoT*, cualquier dispositivo conectado a una red empresarial o a internet es susceptible de ser intervenido de forma remota por personal no autorizado y ver comprometida la seguridad al ser accedidos o intervenidos por personal con la capacidad tecnológica y los conocimientos necesarios para poder ingresar de manera indebida. Ya que tales dispositivos no cuentan hasta el momento con los mismos estándares de calidad de seguridad informática a diferencia de los dispositivos diseñados específicamente para redes de datos (Instituto Nacional de Ciberseguridad, 2017).

(Santos, 2019) comenta en su artículo titulado: Cinco tecnologías que influirán en 2019 lo siguiente: *“Durante muchos años la seguridad física era analógica. Los equipos de TI se preocupaban poco por las cámaras, sin embargo, con la popularización de la video vigilancia digital, la situación cambio y exige nuevas adaptaciones de los profesionales del mercado, como se observará más intensamente este año.”*

Como podemos observar existe el riesgo latente de accesos no autorizados a los dispositivos de *IoT* tal y como nos lo indica (Peña, 2019) en su artículo: *Qué es el Internet de las Cosas y cómo afecta tu vida diaria* en el cual comenta acerca de los riesgos del *IoT* *“En el 2016, se presentó el primer malware que demostró la vulnerabilidad de la Internet de las Cosas. Conocido con el nombre de Mirai, este malware accedió a algunos dispositivos conectados utilizando las contraseñas y nombres de usuario que vienen predeterminados con los productos”*.

Conclusiones

Dentro de un mundo globalizado cada día más dependiente de la aparición de nuevas tecnologías y de la necesidad de tener la información en tiempo real para la toma de decisiones que son cruciales para la estrategia corporativa de las empresas. El Internet de las cosas, *Internet of Things (IoT)* se ha presentado como una de las nuevas tendencias y que ha sostenido un crecimiento constante durante los últimos diez años. El Internet de las cosas ha tenido tanta penetración en la vida cotidiana de las organizaciones que se pronostica que tenga un crecimiento exponencial durante los próximos cinco años. hasta llegar al punto que tengamos un cambio en la forma en que concebimos la vida diaria en las organizaciones y en las personas, sin embargo, no podemos dejar de lado la infraestructura necesaria que todo el conjunto de *IoT* representa. Principalmente el



tema de seguridad que para las organizaciones que hacen uso de la tecnología de *IoT* es indispensable tener firmemente cimentada, por lo cual veremos en los próximos años cambios en el tema de la seguridad necesaria para el *IoT*. Lo que representa un gran reto para los fabricantes y las organizaciones ya que pueden ver vulnerada su seguridad informática y poner en riesgo su información. De igual forma para las organizaciones que implementan el Internet de las cosas en su infraestructura tendrán la necesidad de replantear sus procesos de administración de la tecnología para poder incorporar cambios dentro la misma para así tener la suficiente capacidad de reacción frente a los nuevos retos que en el futuro tendrán que enfrentar. En consecuencia, debido al incremento pronosticado para los próximos años del crecimiento exponencial del Internet de las cosas, surgen dos preguntas obligadas ¿Realmente estamos por enfrentarnos a un colapso de las telecomunicaciones derivada directamente del incremento de los dispositivos de *IoT*? ¿Tenemos la capacidad suficiente tecnológicamente hablando para enfrentar los nuevos retos que el Internet de las cosas implica? Solo el tiempo lo dirá.

Referencias

- Alcalá, O. (8 de junio de 2010). *¿Por qué no está ya operando IPv6 en el mundo?* Recuperado el 25 de junio de 2019, de Magazciturum: <https://www.magazciturum.com.mx/?p=568#.XRLPH-gza70>
- Barrueta, H. A. (14 de enero de 2019). *El Heraldo de México*. Recuperado el 25 de junio de 2019, de Se consolidan 5 smart cities mexicanas: <https://heraldodemexico.com.mx/estados/se-consolidan-5-smart-cities-mexicanas/>
- Cendón, B. (16 de Enero de 2017). *Pensamientos y tecnología*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de <http://www.bcendon.com/el-origen-del-iot/>
- CISCO VNI Mobile. (18 de febrero de 2019). *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017–2022 White Paper*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de VNI Global Fixed and Mobile Internet Traffic Forecasts: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service->



provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-738429.html



Eguillor, M. (16 de febrero de 2018). *ie University*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de IOT, UN NUEVO ALIADO PARA EL MÁRKETING: <https://www.ie.edu/insights/es/articulos/iot-nuevo-aliado-marketing/>

Equipo Editorial REPORTE DIGITAL. (3 de abril de 2019). *Los mitos sobre el almacenamiento de datos la nube que deben tener en cuenta los CEO*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de REPORTEDIGITAL: <https://reportedigital.com/cloud/mitos-cloud-computing-que-deben-ceos/>

Frigola, R. (18 de enero de 2017). *Claves para entender las "smart cities"*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de *ie University*: <https://www.ie.edu/insights/es/articulos/claves-entender-las-smart-cities/>

Gusev, J. C. (20 de mayo de 2017). *IoT: La tecnología que promete cambiar al mundo conectándolo todo a Internet*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de RT: <https://actualidad.rt.com/actualidad/238956-internet-cosas-conectar-todo-dispositivos-red-iot>

Instituto Nacional de Ciberseguridad. (6 de junio de 2017). *IoT: riesgos del internet de los trastos*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de INCIBE: <https://www.incibe.es/protege-tu-empresa/blog/iot-riesgos-del-internet-los-trastos>

ITU. (2016). *Unleashing the potential of the Internet of Things*. Recuperado el 25 de junio de 2019, de <https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2016-InternetOfThings/mobile/index.html#p=1>

ITU. (2019). *ITU-T, Smart Sustainable Cities at a Glance*. Recuperado el 25 de junio de 2019, de Committed to connecting the world: <https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/Pages/info-ssc.aspx>

Observatorio Digital. (15 de enero de 2015). *Una visión crítica sobre las ciudades inteligentes: ¿Acabarán por destruir la democracia?* Recuperado el 12 de junio de 2019, de Territorios Inteligentes, Beyond Smart Cities:



cities.euroresidentes.com/2015/01/la-verdad-sobre-las-ciudades.html



PANDUIT, INC. (abril de 2018). *Edge Computing: El "Behind-the-Scenes" del IoT*. Recuperado el 20 de junio de 2019, de White Paper: https://pages.panduit.com/rs/349-EQI-366/images/2018-EdgeComputing-IoT-WP_D-CPAT30--SA-SPA-WEB.pdf

Peña, M. (19 de abril de 2019). *Qué es el Internet de las Cosas y cómo afecta tu vida diaria*. Recuperado el 13 de junio de 2019, de Digital Trends ES: <https://es.digitaltrends.com/tendencias/que-es-el-internet-de-las-cosas/>

Petróleos Mexicanos. (24 de marzo de 2015). *Pemex, gas y petroquímica básica*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de SCADA: <http://www.gas.pemex.com/PGPB/Productos+y+servicios/Transporte+por+ductos/SCADA/>

Poon, L. (22 de junio de 2018). *Sleepy in Songdo, Korea's Smartest City*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de CityLab: <https://www.citylab.com/life/2018/06/sleepy-in-songdo-koreas-smartest-city/561374/>

Rittal. (26 de enero de 2018). *Edge Computing y su relación con el IoT*. Recuperado el 25 de junio de 2019, de INFRAESTRUCTURA: <https://www.rittaltic.es/edge-computing-y-su-relacion-con-el-iot/>

Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (octubre de 2015). *LA INTERNET DE LAS COSAS - UNA BREVE RESEÑA*. Recuperado el 25 de junio de 2019, de Internet Society: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>

Santos, P. (2019). Cinco Tecnologías que influirán en 2019. *Ventas de Seguridad*, 23(2), 55-56. Recuperado el 12 de junio de 2019

Scully, P. (25 de enero de 2018). *New Research on 1,600 Enterprise IoT Projects: Upsurge in Smart City and Connected Building Related IoT Project*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de IoT Analytics: <https://iot-analytics.com/global-overview-1600-enterprise-iot-projects/>



Statista. (2019). *Internet of Things - number of connected devices worldwide 2015-2025*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

