

Sistemas Integrados de Transporte soportados en el Internet de las Cosas

Integrated Transport Systems supported on the Internet of Things

Tipo de artículo: Artículo Revisión

Sandra Yanet Velazco Flórez¹
Roberto Ferro Escobar²
Katherin Cuartas³



Resumen

La sociedad actual se encuentra inmersa en un era de transformación en donde las cosas hablan con otras cosas y estas conversaciones conllevan el crear nuevos modelos de negocio y de productos. Tiempo atrás, Internet se utilizaba principalmente en la búsqueda de información. Esto ha cambiado. Desde hace década se está viviendo una nueva forma de uso, en donde casi todo pasa por lo social, lo móvil y la transformación.

En este sentido, se puede hablar del Internet de las cosas (IoT), como un modelo de interacción entre personas, cosas y personas. Esta interacción se puede dar desde cualquier lugar y en cualquier momento, mediante dispositivos integrados fácilmente en esto diferentes lugares, para procesar y transmitir información.

Este artículo es un esbozo de la conceptualización e ilustración de la amplitud y alcance del Internet de las Cosas (IoT). Expone la forma en que el IoT está evolucionando y siendo útil en la vida real, mostrando con números y estadísticas el potencial de este fenómeno, su implementación y tendencia de desarrollo con la finalidad de mostrar un panorama más general del IoT y su interacción con los Sistemas Integrados de Transporte – SITP.

Palabras clave: Internet de las cosas, IoT, SITP, Sistemas integrados, Machine to Machine.

Abstract: Today's society is immersed in an era of transformation where things speak with other things and these conversations involve creating new business models and products. Long ago, the Internet was mainly used in the search for information. This has changed. For the last decade it is experiencing a new form of use, where almost everything happens for social, mobile and transformation.

In this sense, one can speak of the Internet of Things (IoT), as a model of interaction between people, things and people. This interaction can occur anywhere and at any time by easily integrated into this different places, to process and transmit information devices.

This article is an outline of the conceptualization and illustration of the breadth and scope of the Internet of Things (IoT). Exposes how IoT is evolving and being useful in real life, showing with numbers and statistics the potential of this phenomenon, its implementation and development trend in order to show a broader picture of IoT and their interaction with Integrated Transport systems - SITP.

Key words: Internet of Things, IoT, SITP, Embedded systems, Machine to Machine.

¹ sandra_velazcof@yahoo.com

² robertoferros@gmail.com

³ kacuartasc@udistrital.edu.co

Introducción

Actualmente el mundo se encuentra inmerso en la denominada sociedad del conocimiento de donde emergen y se implementan cada vez más Tecnologías de información y las comunicaciones (TIC) en la vida cotidiana, para facilitar una comunicación ubicua y asincrónica (SGI, 2016).

El desarrollo en estas áreas contempla ya un futuro cercano donde todas las cosas se interconectarán bajo una red de comunicación máquina a máquina (machine to machine) a través de internet, denominado “Internet de las Cosas – IoT” [1].

Sobre la base de una compleja red que conecta miles de millones de dispositivos y a los seres humanos en una infraestructura multitecnológica, multiprotocolo y multiplataforma. La principal visión del IoT, es crear un mundo inteligente donde lo real, lo digital y lo virtual converjan para crear entornos inteligentes que proporcionen más inteligencia en diferentes campos, el energético, la salud, el transporte, las ciudades, la industria, los edificios y muchas otras áreas de nuestra vida diaria [2].

Este fenómeno IoT marca la evolución actual de la tecnología en el sector de las comunicaciones que está haciendo posible una nueva ola de servicios para mejorar la vida de sus usuarios. Las redes móviles serán fundamentales para implementar la IoT entre “cosas” remotas, diversas y físicamente desconectadas, ya se trate de hogares y artefactos para el hogar, coches u otros modos de transporte, hospitales, escuelas, fábricas, equipo de oficina, y otras “cosas”, y entre esas cosas y las personas. Varios servicios sobre IoT serán transformadores, e impulsarán cambios mediante la interconexión de elementos diferentes de diversas industrias de formas totalmente nuevas [3].

Según el Grupo de soluciones empresariales basadas en Internet (IBSG, Internet Business Solutions Group) de Cisco, el IoT, es sencillamente el punto en el tiempo en el que se conectaron a Internet más “cosas u objetos” que personas [4].

Cada día vemos más y más desarrollos en los que distintos objetos se conectan entre sí y son capaces de tomar de sensorizar, monitorizar y gestionar datos de forma automatizada. En ese sentido, el Internet de las Cosas hace tiempo ya que dejó de ser un mercado potencial para convertirse en una tendencia consolidada en nuestra sociedad, transportes, salud,

smart citie, hasta el punto de que hasta los animales están experimentando sus ventajas [5].

El objetivo de este artículo es de ilustrar la amplitud y alcance del Internet de las Cosas, exponer la forma en que el IoT está evolucionando y siendo útil en la vida real, mostrando con números y estadísticas el potencial de este fenómeno, dando lugar a una competencia más intensa y abriendo caminos para que las empresas en distintos ámbitos logren un acceso mucho más directo y efectivo con sus clientes.

Que se conoce como internet de las cosas

Se prevé que en 2050 más del 80% de la población viva en ciudades por lo que éstas deben afrontar un conjunto de retos para la posible convivencia de sus ciudadanos. Un ejemplo de estos son el reparto equitativo de bienes y materias primas, el control de la polución, el abastecimiento energético, un plan de movilidad eficiente para el ciudadano y una optimización de los servicios sanitarios y de seguridad que se prestan a la ciudadanía [6].

En la actualidad estamos entrando en una nueva era en la que la conectividad es un servicio casi universal, la mayoría de las personas en los países desarrollados se encuentran conectadas, y la gran novedad es que empiezan a conectarse también los objetos, tendencia que se conoce como Internet de las Cosas [7].

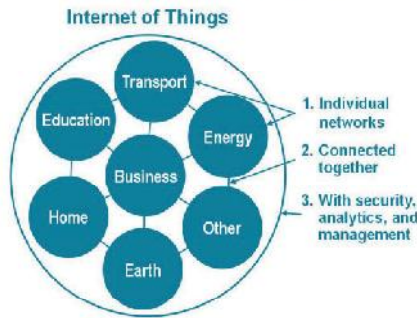
La forma más común de describir al Internet de las Cosas es como un ecosistema de tecnologías que monitorizan el estado de objetos físicos, capturando datos significativos, y comunicando esta información a aplicaciones software a través de redes IP. Estos datos se pueden comunicar al fabricante, al usuario y/o a otros dispositivos conectados a la red [8].

La popularización de conectividad inalámbrica, ya fuese celular o WiFi, durante el inicio del siglo XXI, permitió por fin presenciar una primera explosión en el crecimiento de los objetos conectados. Este crecimiento se ha constatado especialmente en la última década, donde se han venido sucediendo nuevos conceptos como el WSN (Wireless Sensor Networks) o M2M (Machine to Machine), para finalmente dar paso al IoT [9].

Actualmente, Internet de las Cosas está compuesto por una colección dispersa de redes diferentes y con distintos fines (véase gráfica 1). Por ejemplo, los automóviles actuales tienen múltiples redes para controlar el funcionamiento del motor, las medidas de seguridad, los sistemas de comunicación y así sucesivamente. De forma similar, los edificios

comerciales y residenciales tienen distintos sistemas de control para la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado, la telefonía, la seguridad y la iluminación. A medida que IoT evoluciona, estas redes y muchas otras estarán conectadas con la incorporación de capacidades de seguridad, análisis y administración. Esta inclusión permitirá que IoT sea una herramienta aún más poderosa [10].

Figure 2. IoT Can Be Viewed as a Network of Networks



Source: Cisco IBSG, April 2011

Gráfica 1: Internet de las cosas. Fuente: [11]

Se puede decir que el Internet de las cosas es un concepto que quiere agrupar todo tipo de iniciativas que permitan la interacción Machine to Machine, reduciendo de esta forma el error humano y logrando una comunicación interactiva que permita a los usuarios conocer el estado de cierto objeto y modificarlo en tiempo real. El aumento del IoT también significa que estamos en el comienzo de una nueva era de datos. Mostrando como dos de sus componentes principales, su capacidad de capturar datos a través de sensores y su capacidad de transmitir datos vía Internet [12].

Efectivamente, la visión de un mundo en el que todo objeto o recurso que nos rodea está conectado a la red permite anticipar cambios radicales en infinidad de procesos y actividades económicas de toda índole, y con ellos, una demanda de nuevos dispositivos, de interfaces de utilización, de redes de acceso específicas, de servicios de procesamiento, suscripción e intercambio de información. Se trata de generar servicios relacionados con la identidad, estado y localización de objetos, en busca de una mayor productividad, y se espera que sean las áreas de producción industrial, logística (transporte), seguridad ciudadana, medio ambiente y salud las primeras beneficiarias ([13]).

Se requerirá la identificación de los diferentes elementos del mundo real (a través, por ejemplo, de la tecnología RFID) y, la obtención de información del mundo real (sensores) y la actuación sobre

el mismo (actuadores). Así entonces, algunas de las principales características del Iot son: La comunicación pues permite la interconexión de los objetos y la actualización de su estado, localización remota, capacidad para generar información sobre su entorno, generar información necesaria para modificar el entorno de forma remota y por ultimo interfaces de usuario que permiten a las personas comunicarse de manera sencilla e interactiva [14].

Las redes de sensores inalámbricas (WSN) dentro la IoT, ofrecen la capacidad de medir, inferir y entender las variables de ambientes urbanos, industriales, de transporte y hasta de seguridad nacional, entre otros. Del mismo modo, gracias a las tecnologías inalámbricas abiertas como el Bluetooth, RFID, WiFi y las redes celulares; así como a los nodos sensores y actuadores conectados a estas redes; la IoT se encuentra al borde de transformar el actual Internet estático en un futuro Internet totalmente integrado [15].

Las tecnologías de apoyo para el Internet de las Cosas se pueden agrupar en tres categorías: i) las tecnologías que permiten a las “cosas” adquirir información contextual, ii) las tecnologías que permiten a las “cosas” procesar información contextual, y iii) las tecnologías para mejorar la seguridad y la privacidad. Las dos primeras categorías se pueden entender de forma conjunta como bloques de construcción funcionales y necesarios “inteligencia” en “cosas”, que de hecho son las características que diferencian a la IoT a través de Internet habitual [16].

Partiendo de una compleja red que conecta millones de dispositivos y personas en una infraestructura de multi-tecnología, multi-protocolo y multi-plataforma, la visión principal de Internet de las cosas (IoT) es la creación de un mundo inteligente donde lo real, lo digital y lo virtual converjan para crear un entorno inteligente que proporcione más inteligencia a la energía, la salud, el transporte, las ciudades, la industria, los edificios y muchas otras áreas de la vida diaria [44].

Tecnologías IoT

Cualquier análisis del estado del arte tecnológico del IoT es conveniente realizarla con un enfoque de abajo hacia arriba, desde el objeto conectado hasta la aplicación final. De esta forma se podrá entender previamente las bases técnicas, ventajas y limitaciones sobre los que la aplicación final deberá desarrollarse e integrarse. En consecuencia, se puede hacer una clasificación de las tecnologías en

función de los elementos propios del IoT y de las interfaces entre ellos [9]:

Tecnologías en objetos conectados. Más allá de su capacidad de comunicar, los objetos conectados son dispositivos basados en plataformas hardware y software, por lo tanto se necesita una capacidad de proceso y una programación de la misma. El IoT hereda las arquitecturas de microcontroladores más expandidas en el mercado, basando los productos principalmente en núcleos ARM, PIC, AVR, o los más recientes ARM-Cortex M, entre otros. Sobre estos, distintos sistemas operativos intentan tomar posición, ya sean soluciones existentes previamente a la explosión del IoT, como por ejemplo FreeRTOS, eCos, o VxWorks o nuevas propuestas enfocadas sector, como por ejemplo Contiki, TinyOS, RIOT OS o el inminente mbed OS de ARM.

Tecnologías de comunicaciones en objetos conectados. Sin comunicación no existe el IoT, pero tampoco existe una única forma de hacerlo. Partiendo del requerimiento de conectividad inalámbrica y de los distintos niveles, esta conectividad puede ser capaz de permitir la interacción directa con un Cloud o puede requerir el uso de repetidores y pasarelas. En el primer caso lo representan las tecnologías tradicionales de conectividad inalámbrica, esto es, el WiFi y la conectividad celular (2G al 4G), ambas de alto consumo energético, pero ampliamente soportadas y con gran cobertura. Dentro de este caso también se puede hablar de las nuevas tecnologías nativas de comunicación para el IoT, como por ejemplo las ya mencionadas Sigfox, LoRa, Weighless y otras. En el segundo caso están las tecnologías que requieren de despliegue de repetidores y/o pasarelas tales como ZigBee, Z-Wave, TinyMesh, IEEE 802.15.4, 6LowPAN, etc. Estas tecnologías han sido claves para el éxito inicial del IoT, pero se revelan en muchos casos como poco eficaces en despliegues amplios al trasladar la responsabilidad de operación de red al cliente final.

Un caso particular dentro del IoT que también ha de considerarse es el de la conectividad entre el objeto conectado y dispositivos móviles o ciertas pasarelas. Para estos casos tecnologías como Bluetooth, sobre todo con su última versión de bajo consumo, el BLE (Bluetooth Low Energy), o NFC, tecnología de comunicación sin contacto derivada del RFID, se revelan como claves en esta interacción que podemos denominar como de área personal. El BLE también se ha revelado muy útil para la realización de balizas de bajo coste con intercambio de información con los móviles, con ejemplos tan mediáticos como los iBeacons.

Tecnologías aplicativas de red. La conectividad de los objetos con el cloud o plataformas IoT ha de encaminarse convenientemente. Esta puede ser directamente a través de protocolos de Internet (TCP/IP), puede pasar por una tecnología previa, por ejemplo ZigBee, antes de pasar por una pasarela que traduzca a TCP/IP o puede ir a la red directamente y a través de un cloud o broker propio del operador interactuar con el cloud final. En todos estos casos existen una serie de tecnologías a nivel aplicativo que facilitan esa comunicación. Esta puede ser usando arquitecturas clásicas de Internet como pueden ser arquitecturas REST sobre servicios web, intercambiando datos, representados en XML, JSON u otros, sobre HTTP o nuevas tecnologías propias del IoT, como por ejemplo protocolos como el MQTT sobre TCP o el CoAP sobre UDP y generalmente 6LowPAN, una versión reducida de IPv6 específica para el sector.

Tecnologías de cloud y big data. El objeto conectado interactúa de alguna de las formas expuestas con el cloud o plataforma IoT de la aplicación haciendo llegar datos o encaminando nuevos hacia el objeto, sean estos informativos o de gestión. El cloud como tal se sustentará en una arquitectura de servidores de red, bien en propiedad del cliente final o instanciado en un tercero, en donde los grandes como Amazon AWS, Microsoft Azure o IBM Bluemix llevan la voz cantante.

Infinidad de plataformas y clouds IoT inundan el mercado. Soluciones a distintos nivel de inteligencia que procuran evolucionar más allá del simple repositorio de datos dinámico hacia una solución inteligente que incorpore estrategias de análisis de datos y aprendizaje propias del big data y metodologías que descarguen el proceso aplicativo final del vertical. Para ello es fundamental el establecimiento de estrategias eficientes de integración con objetos inteligentes, gestión de red, recolección de datos, su manejo y almacenaje, posibilidad de creación de procesos inteligentes con los mismos e incluso derivar nuevos datos, gestión de alarmas y eventos, la capa de seguridad, el coste asociado o la integración con las aplicaciones finales, etc.

Tecnologías de aplicación. Desde este nivel superior del IoT, el enfoque se realiza considerando una arquitectura inferior de objetos conectados, redes de comunicaciones, cloud o plataforma IoT y una serie de procesos asociados e interfaces abiertos. Partiendo de esta base, el usuario final del vertical IoT interactuará con una aplicación o un conjunto de ellas.

El entorno aplicativo no ha de ser únicamente visto como un compendio de listas, tablas, gráficas y controles que permitan interactuar con los elementos de niveles inferiores. La interacción con el usuario final habrá de proporcionar valor añadido y ser de utilidad.

Las tecnologías usadas en este nivel podrán ser de varios tipos:

- Hay una aproximación clásica en entornos de ordenadores personales, tabletas o teléfonos inteligentes, con el uso de aplicaciones nativas del cada uno de los sistemas (Windows, OSX, iOS o Android principalmente. En caso de aplicaciones Java, solo Windows y OSX).
- De manera general, se podrán usar interfaces web, a ser posible responsivos, compatibles con todas las plataformas.
- Combinando ambos casos, hay plataformas IoT y servicios cloud que ofrecen la capacidad de crear aplicaciones IoT directamente en sus entornos de explotación, comercializarlas, derivarlas, etc. Este tipo de entorno se adapta de forma especial al IoT y nombres como Thingworx, Axeda o similares están explotando el modelo de negocio.

Sistemas Inteligentes de Transporte

Las redes de sensores inalámbricas (WSN) dentro de la IoT, ofrecen la capacidad de medir, inferir y entender las variables de ambientes urbanos, industriales, de transporte y hasta de seguridad nacional, entre otros. Del mismo modo, gracias a las tecnologías inalámbricas abiertas como el Bluetooth, RFID, WiFi y las redes celulares; así como a los nodos sensores y actuadores conectados a estas redes; la IoT se encuentra al borde de transformar el actual Internet estático en un futuro Internet totalmente integrado [15].

Hoy en día y a futuro se prevé por ciudades que usen las tecnologías de la información y las comunicaciones para hacer que tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos sean más interactivos, eficientes y que los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos. Esto es lo que define una ciudad futura, inteligente o más llamada Smart City [17].

Es en este sentido que las tecnologías de la información toman relevancia y comienzan a ser soluciones para los ciudadanos comunes entre los principales, aplicaciones se encuentra el desarrollo de sistemas inteligentes de transporte los cuales están definidos como “El sistema que aplica procesos electrónicos, de comunicación e información, por separado o integrado, para mejorar la eficiencia o seguridad de los sistemas de transporte terrestre” [18].



Gráfica 2. Sistemas Inteligentes de Transporte. Fuente: [19]

Conocido por sus siglas en inglés como Intelligent Transportation Systems (ITS), el Sistema Inteligente de Transporte se define, como un sistema avanzado de tecnologías de la información y la comunicación aplicada en el sector del transporte con el fin de aportar mayor información a los usuarios, mayor seguridad y gestión para la optimización de recursos [20].

El Sistema Inteligente de Transporte (SIT) lo constituyen un conjunto de herramientas tecnológicas que sirven para recoger, almacenar y proveer información del tráfico, el cual es monitoreado en tiempo real [21]. Colectivamente y cuando estas tecnologías son cuidadosamente aplicadas, los ITS pueden hacer del sistema de transporte algo más seguro, más eficiente, además de reducir el impacto ambiental que estos causan. Sin embargo, los ITS no pueden remplazar la necesidad de una política de transporte coherente ni la disposición de instituciones competentes en infraestructura adecuada [22].

Los ITS o Sistemas Inteligentes de Transporte abarcan desde la primera central automatizada de control de semáforos hasta los actuales sistemas capaces de determinar alcances entre vehículos, y frenar o acelerar el automóvil en el que están instalados. Su evolución es, más o menos, la de la informática y la robótica aplicadas al transporte [23].

En Colombia el ITS, se ha venido desarrollado a través del proceso de integración del SITP - Sistema Integrado de Transporte Público en la ciudad. Hoy en día existen diferentes sistemas integrados de transporte como estrategia de solución ante las deficiencias identificadas en los sistemas del transporte urbano de pasajeros principalmente en las grandes ciudades del país.

Este tipo de transporte que actualmente se está desarrollando en varias ciudades del País, Pereira, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Cartagena, Medellín y Bogotá. Esta última se muestra como uno de los sistemas integrados de transporte público más grandes del mundo. Hablamos del SITP Transmilenio. Este Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (SITP), inaugurado en julio de 2012 pese a las fallas presentadas en cuanto al sistema de recaudo, se establece como instrumento para garantizar de mejor manera la calidad de vida sus ciudadanos y optimizando los niveles de prestación de servicio en cuanto a los viajes que se realizan en la ciudad.

Históricamente el transporte público en Bogotá ha presentado problemáticas comunes a las de otras ciudades latinoamericanas; en primer lugar, en el pasado se generó el fenómeno de sobreoferta, según el cual el número de vehículos de transporte público sobrepasó la demanda real de pasajeros.

Un estudio hecho para la entonces Secretaría de tránsito y transporte muestra que para el año 2005 sobran 7500 vehículos ya que eran muy pocos los que llegaban tener una utilización total de su capacidad. Esto ocasiona que se presentara represamiento y reducción de la velocidad [24].

Las principales características del SITP son el uso de tarjetas electrónicas para pagar el pasaje correspondiente lo que evita que el conductor tenga que recibir dinero durante su trabajo, el uso de paraderos específicos para que los pasajeros puedan abordar el vehículo o dejarlo, la posibilidad de hacer trasbordos a un costo menor, bien sea a una ruta alterna del SITP o a las troncales del Transmilenio.



Gráfica 3. Tarjeta de recaudo para acceso a los buses del Sistema Integrado de Transporte. Fuente: [25]

Los números del internet de las cosas

Al día de hoy, tres empresas a nivel global se encuentran preparadas para dominar el mundo del Internet de las cosas: Cisco, GE, y Verizon. Aunque no puede ofrecer un tremendo potencial para los inversores dado su tamaño y su lenta tasa de crecimiento, sin embargo estos gigantes, Cisco, GE, y Verizon están compitiendo para convertirse en la columna vertebral de la IoT. Cisco se centra en el hardware, GE se centra en software para los usuarios industriales, y Verizon se centra en los servicios [26]

Cisco. A medida que la industria de la IoT crece, la demanda de redes de infraestructura aumenta. De acuerdo con el International Data Corporation⁴ - IDC, se espera que el gasto anual (2016) mundial en IoT pueda llegar a \$1.7 trillones de dólares, un aumento significativo sobre los \$656 millones que la industria gastó en 2014. Igualmente se espera que de estos \$1.7 trillones aproximadamente un tercio (\$566 millones de dólares), se gasten en conectividad y servicios. Más sin embargo, de toda esta cantidad nada será gastado en hardware de red. Ante esto, el negocio principal de Cisco es posicionarse como la compañía líder en infraestructura de red gracias a la conducción IoT y el aumento del gasto de hardware.

La General Electric⁵ – GE, es a la vez un proveedor y un usuario de las tecnologías de la IoT. Como proveedor, GE ha desarrollado un paquete de software basado en la nube (la plataforma Predix, <https://www.ge.com/digital/predix>) que permite a los usuarios mejorar las operaciones de una planta industrial y en tiempo real. Siendo que GE es la única empresa que ha desarrollado un paquete de software disponible en el mercado IoT en favor de los usuarios industriales, la empresa tiene una ventaja del primer movimiento en un mercado que se estima tendrá un valor de \$225 billones de dólares por día.

Verizon⁶ Wireless, la gran red inalámbrica expansiva de EE.UU., ofrece a los usuarios de IoT acceso inalámbrico fiable y de confianza, con despliegue en distintos campos, lugares remotos, parques eólicos etc., con ahorro en costos de implementación. Después de todo, si las redes inalámbricas están disponibles, no se hace necesaria la instalación de infraestructura tan costosa. Verizon cuentan con el mayor número de abonados en los EE.UU., con planes para comenzar el despliegue de conexiones ultrarrápidas 5G para el próximo año,

4 International Data Corporation (idc.com), empresa consultora, de análisis e investigación en tecnologías de la información, telecomunicaciones y tecnologías de consumo,

5 La General Electric, www.ge.com

6 Verizon, www.verizon.com/

afirmando que las velocidades 5G son 30 a 50 veces más rápidas y mucho más sensible que su actual red 4G, proporcionando el ecosistema para permitir a un mundo totalmente móvil y conectado.

Ante esto, la emoción suscitada en torno al Internet de las cosas, se basa en la idea de que la conexión de miles de millones de dispositivos a Internet mejorará dramáticamente muchas facetas de la sociedad. En tal caso, muchas son las proyecciones que se han realizado para la próxima década en cuanto al potencial de actuación mostrado por el internet de las cosas [26] [27]:

- Para el año 2008, ya habían más “cosas” conectadas a Internet que personas. Se estima que para el año 2020, la cantidad de cosas conectadas a Internet alcancen los 50 mil millones, con \$19 billones de dólares en ganancias y ahorros de costes procedentes de la IoT en la próxima década.
- Los hogares conectados serán una parte muy importante del Internet de las cosas. Hacia 2019, las empresas entregaran 1,9 millones de dispositivos domésticos conectados, lo que supone un ingreso de \$490 millones de dólares.
- Para 2025, el valor total global de la Tecnología de la IoT podría estar en \$6.2 billones de dólares, en donde la mayor parte de ese valor procede de los dispositivos en el sector salud (\$2,5 billones) y las manufacturas (\$2,3 billones).
- Sólo el 0,06% de las cosas que pueden ser conectadas a Internet lo están actualmente, lo que significa que solo 10 mil millones de cosas de los 1,5 billones que existe a nivel mundial están actualmente conectadas.
- Se prevé que para el 2020, el 90% de los automóviles estarán conectados a Internet, en comparación con el 10% en 2012.
- Se prevé que en el sector alimentos, las cocinas conectas contribuirán al menos en un 15% de ahorro en la industria de alimentos y bebidas en 2020.
- Al equipar las luces de las calles con sensores y conexión a la red, las ciudades podrán atenuar sus luces y reducir los costos de energía en 70 o 80%. Solamente estarán a pleno rendimiento cuando los sensores detecten movimiento.
- Con un impresionante 94%, todas las empresas han visto un retorno de sus inversiones en la aplicación del IoT.

- Aunque es probable que en el largo plazo la adopción IoT será masiva, la mayoría de los consumidores actuales (87%) no han oído hablar de éste término.

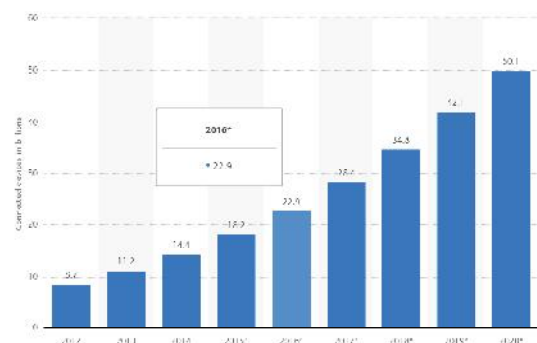
Por otro lado, empresas de consultoría e investigación en las tecnologías de la información, como Gartner, Inc., o Cisco, también dan sus pronósticos:

Gartner Inc., estima que 6.4 mil millones de cosas conectadas estarán en uso en todo el mundo en el año 2016, un 30% más desde 2015, y serán 20,8 millones al 2020. En 2016, 5,5 millones de nuevas cosas, se mantendrán conectados todos los días. Igualmente, estima que los proveedores de productos y servicios de la IoT generarán ingresos mayores a los \$300 mil millones de dólares en el 2020.

Por su lado Cisco estima que entre 2013 y 2022, se obtendrá unos beneficios \$14.4 billones de dólares (beneficio neto) para las empresas a nivel mundial impulsadas por el internet de las cosas. Igualmente estima que 50 millones de dispositivos estarán conectados a internet a finales de 2020, lo que representa un aumento triplicado, de los 15 millones de dispositivos conectados en la actualidad.

Otras cifras son las dadas en este caso por El Foro Económico Mundial⁷, quien estima que en 2020, más de 5 mil millones de personas estarán conectadas, por no hablar de 50 mil millones de cosas. O, la General Electric estima que la convergencia de las máquinas, los datos y los análisis se convertirá en una industria global de \$200 millones en los próximos tres años.

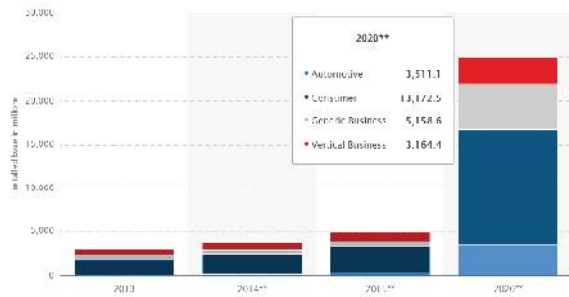
La gráfica 4 muestra estadísticas del número de dispositivos conectados IoT en todo el mundo desde el 2012 al 2020 (en miles de millones). En 2012, el número de dispositivos conectados en todo el mundo alcanzó 8,7 mil millones. En la actualidad se presentan 22.9 mm de conexiones y para el 2020 se presume de más de 50 mm de conexiones en todo el mundo.



Gráfica 4. Número de dispositivos conectados en todo el mundo 2012-2020 (en miles de millones). Fuente: [28]

7 The World Economic Forum, <http://www.weforum.org/>

A continuación se muestra estadísticas sobre la base de instalación del Internet de las Cosas por categorías entre 2013 y 2020. Se estima que 3,5 millones de unidades estarán en uso en la industria del automóvil en 2020.



Gráfica 5. Número de dispositivos conectados en todo el mundo 2012-2020 (en miles de millones). Fuente: [29]

La gráfica siguiente muestra el gasto en servicio IoT en todo el mundo desde 2014 a 2017 y en 2020. En 2014, el gasto en servicios de IoT ascendió a 156,8 millones de dólares.



Gráfica 6. Número de dispositivos conectados en todo el mundo 2012-2020 (en miles de millones). Fuente: [30]

La siguiente gráfica muestra estadísticas del Internet de las cosas en el gasto servicios por categoría en todo el mundo desde 2014 a 2017 y en 2020. En 2014, el gasto de servicios de la IoT ascendió a 3,2 mil millones de dólares estadounidenses en el sector de consumo.



Gráfica 7. Número de dispositivos conectados en todo el mundo 2012-2020 (en miles de millones). Fuente: [31]

Gartner, Inc., muestra unas cifras (en millones de dólares) en cuanto a la previsión del gasto en todo el mundo sobre seguridad en el IoT, el mercado de los productos de seguridad del IoT es actualmente pequeña pero está creciendo a medida que los consumidores y las empresas empiezan a utilizar los dispositivos conectados en números cada vez mayores (Gartner, 2016).

Tabla 1. Previsión del gasto en todo el mundo sobre seguridad en el IoT. Fuente: [32]

Year	2014	2015	2016	2017	2018
Spending (billions U.S. dollars)	231,86	281,54	348,32	433,95	547,20

El mercado de los productos de seguridad de la IoT depende de la adopción dada en IoT por los sectores industriales y de los consumidores. Se prevee que el punto final del gasto esté dominado por los vehículos conectados, así como otras máquinas complejas y vehículos, tales como camiones pesados, aviones comerciales, y la agricultura y equipos de construcción, según las previsiones de Gartner.

Tabla 2. Unidades que se han instalado por categoría en millones de unidades. Fuente: [33]

Category	2014	2015	2016	2020
Consumer	2,277	3,023	4,024	13,509
Business: Cross-Industry	632	815	1,092	4,408
Business: Vertical-Specific	898	1,065	1,276	2,880
Grand Total	3,807	4,902	6,392	20,797



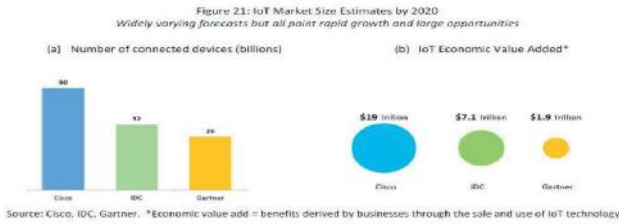
Así mismo, Gartner estima que 4 millones de cosas conectadas estarán en uso en el sector de consumo en 2016, y llegará a 13,5 mil millones de en 2020 (véase tabla 2).

En términos del gasto en hardware, las aplicaciones de consumo ascenderán a \$546 millones en 2016, mientras que el uso de las cosas conectadas en las empresa impulsará \$868 mil millones en 2016 (ver Tabla 3).

Tabla 3. Punto final de gastos por categoría en miles de millones de dólares. Fuente: [33]

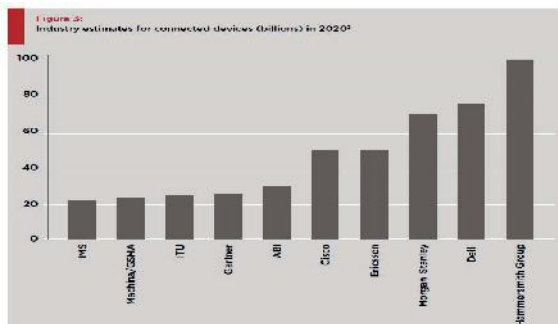
Category	2014	2015	2016	2020
Consumer	257	416	546	1,534
Business: Cross-Industry	115	155	201	566
Business: Vertical-Specific	567	612	667	911
Grand Total	939	1,183	1,414	3,010

Y ya en cuanto a las estimaciones y crecimiento del tamaño del mercado de la IoT para el año 2020, Cisco, IDC y Gartner, realizan la siguiente previsión:



Gráfica 8. Estimaciones del tamaño del mercado de la IO para el año 2020. Fuente: [34]

En cuanto a las estimaciones dadas por la industria en relación a los dispositivos conectados para el año 2020,



Gráfica 9. Estimaciones de la industria con dispositivos conectados para el año 2020 (en billones). Fuente: [35]

Implementando soluciones IoT en los sistemas de transporte inteligente

Es imposible prever todas las posibles aplicaciones de IoT que tienen en cuenta el desarrollo de la tecnología y las diversas necesidades de los usuarios potenciales. Áreas como los Smart Cities, Smart Energy and the Smart Grid, Smart Mobility and Transport, Smart Home, Smart Buildings and Infrastructure, Smart Factory and Smart Manufacturing, Smart Health, Food and Water Tracking and Security, Participatory Sensing, Smart Logistic and Retail [16].

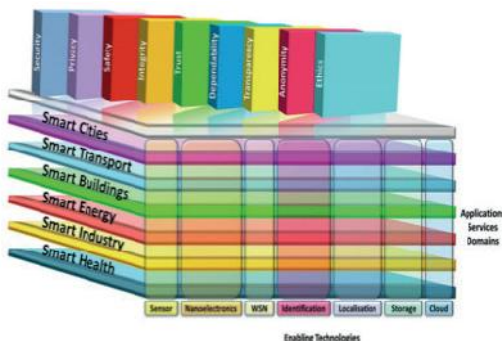


Gráfico 10. Posibles áreas de aplicación del IoT. Fuente: [16]

Lo que sí es seguro, es que el Internet de las Cosas (IoT) presenta enormes oportunidades para las empresas y los consumidores, especialmente en las áreas de cuidado de la salud, almacenaje, transporte y logística. Junto con esta amplia adopción, los desarrolladores se enfrentan a nuevos retos para asegurar que las aplicaciones del IoT sean suficientemente seguras, porque estas aplicaciones manejan muchos datos sensibles. Las soluciones IoT implican a una compleja red de dispositivos inteligentes, como vehículos, máquinas, edificios o electrodomésticos del hogar, que tienen incorporados electrónica, software, sensores y conectividad de red, lo que habilita que esas “cosas” recopilen e intercambien datos [36].

La distribución, el transporte, la logística, la logística inversa, servicio de campo, etc., son áreas en las que el acoplamiento de la información y las “cosas” puede crear nuevos procesos de negocio o puede hacer que los existentes altamente eficiente y más rentable [16].

En cuanto al área de transporte, ya son varias y amplias las soluciones que se vienen desarrollando en cuanto al uso de IoT para su gestión.

Ejemplo de ello es el que viene desarrollando un equipo de investigadores de la Universidad de Arizona para mejorar la comunicación entre la infraestructura de avenidas y calles y los automóviles [37] (véase gráfico 11). La investigación utiliza algoritmos de optimización con dispositivos inalámbricos y controladores de semáforos para gestionar las señales de tráfico en la ciudad estadounidense de Phoenix.



Gráfico 11. Sistema para facilitar las comunicaciones entre la infraestructura callejera y los vehículos y de vehículo a vehículo. Fuente: [37]

Desde el equipo de investigación sostienen que los conductores se comunican de forma inalámbrica vía teléfonos inteligentes con personas de todo el mundo, pero sus automóviles no pueden comunicarse con autos cercanos.

Este estudio muestra que por medio de algoritmos, el sistema analizaba señales de prioridad para vehículos que se aproximaban: de pasajeros, de tránsito, de emergencia y comerciales. Por ejemplo, en un cruce, el camino fue despejado para un camión de bomberos que consiguió primero luz verde del semáforo.

Otro caso de implementación es el del Sistema integrado de transporte de la ciudad de Goiania. Goiania es la primera ciudad de Brasil - y América Latina - en seleccionar la solución ITS4Mobility de Volvo, combinado con el liderazgo de Ericsson en servicios y sistemas integración para conectar industrias, apoya la operación diaria de la Red Metropolitana de Transporte Colectivo (Rede Metropolitana de Transportes Coletivos - RMTC) de Goiânia. El RMTC consta de 268 líneas de autobuses, con un modelo de integración física y tarifaria integral entre ellos, estructurado a través de 19 terminales y la integración de cientos de puntos de conexión electrónica (RMTCGoiania, 2016). Según el contrato, Ericsson es el responsable de la personalización de la solución para las necesidades específicas de Goiânia, así como soporte y mantenimiento [38].

Otro gran ejemplo es de gestión de flotas de buses usando GPS (posicionamiento) para la localización automática de los vehículos empezando a gran en algunas, como es el caso de Shangai y Beijing. Todo los autobuses están dotados de GPS y todas las compañías de buses tienen sistemas de gestión de la flota [22].

La ciudad sueca de Estocolmo ha implantado varias de las principales prácticas globales. Se ha propuesto convertirse en la capital más accesible del mundo y considera que su sistema de transporte es esencial para conseguirlo. Conocida por su impuesto antiatacos, que redujo el uso del automóvil un 25% y las emisiones del tráfico en un 14%, es importante señalar, sin embargo, que Estocolmo ha creado este impuesto como parte de un plan de transporte holístico que también ha incrementado los servicios de autobús y los aparcamientos disuasorios. Además, dispone de un sistema de billetes integrado que enlaza los principales modos de transporte [39].

El cuanto al caso de Bogotá, el Sistema Inteligente de Transporte (SIT) lo constituyen un conjunto de herramientas tecnológicas que sirven para recoger, almacenar y proveer información del tráfico, el cual es monitoreado en tiempo real tal y como lo expresa la misma Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Así entonces, se prevé que este ejercicio permita generar alternativas para mejorar la

movilidad y asegurar un transporte conveniente y seguro para la ciudad. El sistema va aprendiendo de sí mismo, acumulando los datos que procesa a diario, detectando y emitiendo alarmas según la información que va recopilando. Este sistema se ha venido implementando gradualmente, comenzando por el Centro de Gestión del Tráfico (CGT), semaforización inteligente y comparendos electrónicos, los cuales ya entraron en funcionamiento y están expandiéndose en toda la ciudad.

Así mismo están en proceso de implementación, y serán utilizados desde el Centro de Gestión del Tráfico, los paneles de mensajería variable en luces LED, que tendrán la función de entregar información en tiempo real sobre la situación de las vías para que los conductores puedan cambiar a tiempo sus rutas sin afectar el tráfico de la ciudad.

En la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) se encuentra el Centro de Gestión del Tráfico, lugar donde se realiza medición, monitoreo y análisis constante de la ciudad. Allí también se integran los centros de control de la Policía Metropolitana de Tránsito, grupo guía, detección electrónica, paneles variables y semaforización. Con el SIT, la ciudad contará con sensores wifi-bluetooth, sensores de conteo de vehículos, clasificación por tamaño y determinación de la velocidad, sensores de bicicleta ubicados en lugares de mayor tráfico de este medio de transporte y el sistema de cámaras CCTV para monitoreo, ubicadas en intersecciones de la ciudad.

Los vehículos conectados pueden ofrecer grandes ventajas para mejorar los problemas de eficacia del sector de transporte por carretera, y ya no hablamos de una tendencia de futuro sino de una realidad. Por ejemplo, la limitación de las horas de trabajo permitidas por ley, es uno de los principales escollos a los que se enfrentan los conductores en carretera. Para ello, se han desarrollado aplicaciones para controlar sus horas y planificar sus rutas, ofreciéndoles información sobre sus tiempos de conducción y los tiempos de descanso necesarios, lo que les permite optimizar sus rutas [40].

Futuro del IoT

Lo que está claro es que, más tarde o más temprano, el Internet de las Cosas va a cambiar nuestro mundo, revolucionar la forma en que entendemos la comunicación entre objetos y modificar el funcionamiento de las ciudades (sobre todo en lo referido a los servicios como el transporte). No en vano, Internet of things (IoT) se refiere a la interconexión digital de todo tipo de objetos cotidianos a través de la Red [41].

La siguiente gráfica muestra una predicción dada por BI Intelligence para el internet de las cosas y su expansión en el mercado hasta el año 2019.

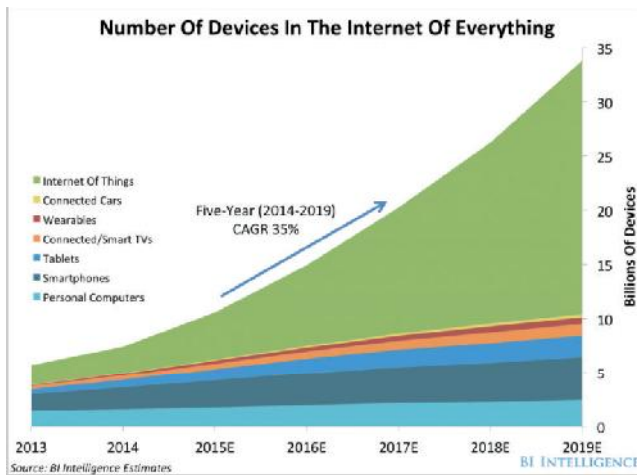


Gráfico 12. Predicción IoT. Fuente: [35].

El IoT puede ayudar a los consumidores a alcanzar objetivos mejorando en gran medida su capacidad de toma de decisiones a través de la inteligencia aumentada de la IoT. Para las empresas, el Internet de las Cosas, ayudará a las empresas a conseguir una mayor optimización de procesos y la eficiencia mediante la recopilación y presentación de informes sobre los datos recogidos desde el entorno empresarial. Cada vez más empresas están añadiendo sensores a personas, lugares, procesos y productos para recopilar y analizar información para tomar mejores decisiones y aumentar la transparencia [42].

En una encuesta realizada por IoT Zone en asociación con General Electric - GE Digital a 19 ejecutivos involucrados en diferentes empresas de la IoT sobre "What's the future for IoT?". Sus respuestas predicen un futuro de los dispositivos conectados por completo y su acceso en tiempo real a prácticamente cualquier dato imaginable para una completa toma de decisión [43], al igual que:

- La capacidad de agregar y analizar datos dispares.
- Mayor seguridad.
- El surgimiento de una vasta red de sensores para trabajar en conjunto, con una mayor estandarización de plataformas.
- La omnipresencia.
- Acceso global y por la nube.
- Mayor número de dispositivos conectados entre

sí a través de herramientas de gestión o APT.

- Mayor interacción persona-ordenador. Más comprensible, mejora la humanidad.
- Ecosistema unificado de todos los dispositivos en los que las empresas se comunican entre sí.
- Evolución de los dispositivos personales - gafas, relojes, dispositivos personales, dispositivos para el hogar. El Hardware conectará todo.
- Mayor y mejor capacidad para usar datos desde los dispositivos inteligentes, para toma de decisiones.
- Creación de un mundo más inteligente. Empresas abiertas a otras empresas, proveedores y vendedores para promover el intercambio de información, la automatización y mejores prácticas.
- El rehacer todo - la asistencia sanitaria, los coches, las ciudades, los hogares, la industria.
- Patrones de aprendizaje ajustadas automáticamente al tiempo y a la gente, para ver nuevas posibilidades.
- Aumentará la capacidad de decidir en lo que está mal y la capacidad en el diagnóstico de una solución. Vamos a pasar de la detección de anomalías a las correcciones. Proporcionando mejores datos operativos a la nube nos ayudará a mejorar la optimización operativa.
- La próxima frontera estará más centrada en el cliente.

Conclusiones

El Internet de las cosas sin duda será visto como la próxima revolución tecnológica, en donde los dispositivos serán capaces de comunicarse de manera directamente, con una mayor coordinación de sus actividades y un aumento significativo de su eficiencia y productividad, con significativos ahorros de tiempo y energía. Ciertamente la creciente y activa penetración en el mercado de esta tecnología está cambiando la forma de actuar de los consumidores y el modo en que se desarrollan las empresas, lo cual conlleva a que estas empiecen a pensar y madurar nuevos proyectos, que les permita de forma muy rápida adaptarse a las múltiples posibilidades de interconexión entre cosas, entre ellos y con nosotros.

En el caso del transporte inteligente se debe procurar por ir más allá que implantar e implementar una

tecnología que con diferencias soporte y permita generar alternativas para mejorar la movilidad y asegurar un transporte conveniente y seguro para las ciudades y sus ciudadanos. Actualmente muchas de las principales ciudades del mundo utilizan estas tecnologías para que sus sistemas de transporte sean integrados y ofrezcan mejores servicios de transporte, como máximo valor al usuario, con sistemas de transporte más integrados, con un disfrute de servicios ágiles y eficaces, mejor coordinados, haciendo de las ciudades sitios más agradables a sus ciudadanos, más competitivas y sostenibles.

Con tecnologías como estas de tan alto nivel, las ciudades del mundo tendrán y podrán participar en una profunda exploración en cuanto a su movilidad, evidenciando y solucionando a futuro, muchos de aquellos problemas de movilidad que presentan actualmente. Con gran acierto, las decisiones que se tomen en adelante tendrán mayor significado y mayor certeza, que aquellas tomadas sin el soporte y solución facilitada desde el Internet de las cosas en los Sistema Inteligente de Transporte.

Referencias

- [1] Coetzee, L. y. E. J. (2011). The Internet of Things - promise for the future? An introduction. IST-Africa Conference Proceedings, p. 1.
- [2] Grupomontevideo. (2016). "EVI: Internet de las Cosas (IoT)". Asociación de Universidades, grupo Montevideo. Consultado el 12 de Agosto de 2016, en <http://grupomontevideo.org/>.
- [3] Sharma, A. (2015). "Web Realising the benefits of mobile IoT solutions. Telecom, Medios de Comunicación, Tecnología y Estrategia". India: pwc.in. Consultado el 12 de Agosto de 2016, en <http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2015/05/Web-Realising-the-benefits-of-mobile-IoTolutions-ES.pdf>.
- [4] IBSG. (2011). Internet Business Solutions Group, Cisco IBSG. Consultado el 12 de agosto, en http://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf.
- [5] Iglesias, A. (2015). El Internet de las Cosas moverá más de un billón de euros en 2019. Publicación digital TICbeat. España: editorial Axel Springer. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.ticbeat.com/>.
- [6] Centum. (2016). La importancia del IoT para la Smart City. <http://www.centum.com/la-importancia-del-iot-para-la-smart-city/>.
- [7] Fundación Telefónica. (2016). Internet industrial máquinas inteligentes en un mundo de sensores. (2016). Madrid: Editorial Ariel. Consultado el 15 de agosto de 2016, en <http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2016/16206.pdf>.
- [8] FQ Ingeniería Electrónica, S.A. (2015). Introducción al Internet de las cosas (IoT) y RFID. Consultado el 18 de agosto de 2016, en <http://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/introduccion-al-internet-de-las-cosas-iot-y-rfid-72>.
- [9] Fundación EOI (2015). Las tecnologías IoT dentro de la industria conectada 4.0. Madrid. Consultado el 13 de agosto de 2016, en <http://a.eoi.es/industria4>.
- [10] Evans, D. (2015). Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). Consultado el 12 de Agosto de 2016, en <http://www.cisco.com/>.
- [11] <http://www.cisco.com/>, 2011
- [12] DuBravac, S., Ratti, C. (2015). Internet de las Cosas: Evolución o Revolución? Consumer Technology Association. USA. Consultado el 14 de agosto de 2016, en www.aig.com/.
- [13] Robles, T., et.al., (2015). Informe de Vigilancia Tecnológica Madri+d, "Internet del Futuro: visión y tecnologías implicadas". Madrid: Fundación madri+d para el Conocimiento. Consultado el 14 de agosto de 2016, en www.madrimasd.org/.
- [14] Salvatierra, A. (2012). El Internet de las Cosas y los nuevos riesgos para la privacidad.
- [15] Ruiz, J. (2015). "Simulación de rutas en sistemas integrados de transporte público mediante computación paralela en entornos IoT". Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Doctorado en Ingeniería Telemática.
- [17] Fundación Telefónica. (2011). Smart Cities: un primer paso hacia la internet de las cosas. Madrid: Ariel S.A.
- [18] CINTEL. (2010). ITS-Intelligent Transportation Systems en Colombia. Bogotá.
- [19] fomento.gob.es, 2016
- [20] Yan, X., et.al. (2011). Research and Development of Intelligent Transportation Systems. International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering & Science, pp. 322-327.
- [21] Bogotá.gov.co. (2016). ¿Qué le aporta el Sistema Inteligente de Transporte (SIT) a la movilidad en Bogotá? Consultado el 20 de octubre de 2016, en <http://www.bogota.gov.co/articulo/temas-de-ciudad/movilidad/sistema-inteligente-de-transporte-SIT>.
- [22] MFCE - Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. (2006). Sistemas de transporte inteligente. Módulo 4e-transporte sostenible. Alemania. Consultado el 20 de octubre de 2016, en http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB4_Vehicles-and-Fuels/GIZ_SUTP-SB4e_Intelligent-Transport-Systems_ES.pdf.
- [23] CITOP – Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles. (2008). Los sistemas inteligentes de transporte, pasado reciente y futuro. Consultado el 20 de octubre de 2016, en http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra353_08.pdf.
- [24] Ardila, A., (2005). La olla de presión del transporte público. Revista de Ingeniería Universidad de los Andes, pp. 54-67.
- [25] Elespectador.com, 2016
- [26] Heller, S. (2016). 3 Companies Poised to Dominate the

Internet of Things. The Motley Fool. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.fool.com/investing/2016/06/28/3-companies-poised-to-dominate-the-internet-of-thi.aspx>.

[27] Abramovich, G. (2015) 15 Mind-Blowing Stats About The Internet Of Things. Cmo.com. Consultado el 17 de agosto de 2016, en http://scl.io/MAiW8sZa#gs.jK_mhMo.

[28] Statista-a. (2016). Internet of Things (IoT): number of connected devices worldwide from 2012 to 2020 (in billions). The Statistics Portal. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>.

[29] Statista-b. (2016). The Internet of Things (IoT), units installed base by category from 2013 to 2020 (in millions). The Statistics Portal. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.statista.com/statistics/370350/internet-of-things-installed-base-by-category/>.

[30] Statista-c. (2016). Internet of Things services spending worldwide from 2014 to 2017 and in 2020 (in billion U.S. dollars). The Statistics Portal. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.statista.com/statistics/520692/iot-services-spending-worldwide/>.

[31] Statista-d. (2016). Internet of Things services spending worldwide from 2014 to 2017 and in 2020 (in billion U.S. dollars), by category. The Statistics Portal. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.statista.com/statistics/520673/iot-services-spending-by-category-worldwide/>.

[32] Gartner, Inc. (2016). Gartner Says Worldwide IoT Security Spending to Reach \$348 Million in 2016. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.gartner.com/newsroom/id/3291817>.

[33] Gartner (2015). Gartner Says 6.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>.

[34] Woodsidecap - Woodside Capital Partners. (2015). The Internet of Things: “Smart” Products Demand a Smart Strategy. Consultado el 13 de agosto 2016, en http://www.woodsidecap.com/wp-content/uploads/2015/03/WCP-IOT-M_and_A-REPORT-2015-3.pdf

[35] UK Government. (2014) Internet of things: making the most of the second digital revolution, consultado el 14 de agosto de 2016, en <https://www.gov.uk/government/publications/internet-of-things-blackett-review>.

[36] IBM developerWorks. (2016). Protegiendo dispositivos y gateways IoT. Consultado el 14 de octubre de 2016, e <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/iot-trs-secure-iot-solutions1/index.html>.

[37] TyNIoT - TyN Internet of Things. (2016). Investigan uso de IoT para gestionar el tránsito. Consultado el 14 de octubre de 2016, en <http://www.tyniot.com/investigan-uso-de-iot-para-gestionar-el-transito/>.

[38] TyNIoT - TyN Internet of Things. (2015). Goiania mejora su sistema de transporte inteligente implementando soluciones IoT. <http://www.tyniot.com/goiania-mejora-su-sistema-de-transporte-inteligente-implementando-soluciones-iot/>.

[39] Houghton, J. (2009). Transporte inteligente Cómo mejorar

la movilidad en las ciudades. IBM Institute for Business Value. Consultado el 20 de octubre de 2016, en <http://www-05.ibm.com/services/es/bcs/pdf/transporte-inteligente-como-mejorar-la-movilidad-en-las-ciudades.pdf>.

[40] Iglesias, A. (2015a). Cómo el Internet de las Cosas revolucionará la forma de entender el transporte por carretera. Consultado el 14 de agosto de 20156, en <http://www.ticbeat.com/>.

[41] Condés, O. (2016). ¿Qué es el Internet de las cosas? Publicación digital TICbeat. España: editorial Axel Springer. Consultado el 17 de agosto de 2016, en <http://www.ticbeat.com/>.

[42] PricewaterhouseCoopers. (2014). Sensing the future of the Internet of Things. Consultado el 12 de octubre de 2016, en <https://www.pwc.com/us/en/increasing-it-effectiveness/assets/future-of-the-internet-of-things.pdf>.

[43] Smith, T. (2015). The Future of IoT. Consultado el 20 de octubre de 2016, en <https://dzone.com/articles/19-predictions-for-the-future-in-iot>.

[44] Liñán Colina, A., Vives, A., Bagula, A., Zennaro M., Pietrosemol, E. (2015). Internet de las Cosas. Editado por Zennaro, M. y Pietrosemoli, E. Consultado el 12 de agosto de 16, en <http://wireless.ictp.it/Papers/InternetdelasCosas.pdf>.

De los autores

Sandra Yanet Velazco Flórez: Ingeniera Civil, Universidad Francisco de Paula Santander; especialista en SIG, Universidad Distrital Francisco José de Caldas; doctora en Informática, programa SIG, Universidad Pontificia de Salamanca, España; profesional especializado Decanatura Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: sandra_velazcof@yahoo.com

Roberto Ferro Escobar: Ingeniero Electrónico – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. Doctor en Informática – Universidad Pontificia de Salamanca – País. Decano Facultad de Ingeniería – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia – decano_ing@udistrital.edu.co y robertoferroes@gmail.com.

Katherin Cuartas: Ingeniería Industrial – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. Estudiante de especialización en gestión de proyectos en ingeniería – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. C.P.S Profesional Doctorado en Ingeniería, encargada de acreditación, investigación y publicación del Programa – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia – kacuartasc@udistrital.edu.co, y kathecc91@gmail.com.