Diseño de una aplicación Web extensible para la

administración de una plataforma IoT diseñada para Smart Campus.

Diego Federico Camacho Naranjo

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero de Sistemas

Director

Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira

PhD. Ciencias de la Computación

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Bucaramanga

2019

**Nota de Proyecto de Grado**

(Va escaneada y con la información completa. Se diligencia al momento de hacer la sustentación)

**Autorización de Uso a Favor de la UIS**

Va escaneada y con la información completa, se puede descargar de la página de la Biblioteca: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/pub/informacion/recurso_ejemplos_TG.jsp>

**Dedicatoria**

“A Dios por darme la vida y las capacidades para llevar a cabo este proyecto y todas mis metas.

A mi familia por apoyarme en cada momento de mi vida, por su cariño y alentarme a ser mejor cada día y luchar por mis sueños.

Al profesor Gabriel por su guía durante el desarrollo de este proyecto.

A la UIS por todas sus enseñanzas durante estos años y todos los gratos momentos de esta etapa.

A mis amigos, por acompañarme desde el inicio de esta travesía, por todos los momentos gratos que hemos compartido y los proyectos y metas que hemos alcanzado juntos.”

**Tabla de Contenido**

Pág.

[Introducción 12](#_Toc7344938)

[1. Objetivos 13](#_Toc7344939)

[1.1 Objetivo general 13](#_Toc7344940)

[1.2 Objetivos específicos 13](#_Toc7344941)

[2. Estado del arte 14](#_Toc7344942)

[3. Marco de referencia 15](#_Toc7344943)

[4. Marco metodológico 16](#_Toc7344944)

[5. Requisitos y especificaciones 17](#_Toc7344945)

[6. Validación 18](#_Toc7344946)

[7. Trabajo a futuro 19](#_Toc7344947)

[8. Conclusiones 20](#_Toc7344948)

[9. Recomendaciones (opcional) 21](#_Toc7344949)

[Referencias bibliográficas 22](#_Toc7344950)

**Lista de Tablas**

[Tabla 1. *Ejemplo de tabla 1* 16](#_Toc7287334)

**Lista de Figuras**

[*Figura 1.* Ejemplo Figura uno 16](#_Toc7287340)

**Lista de Apéndices**

**(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)**

Apéndice A. Ejemplo de apéndice.

**Lista de Siglas**

|  |  |
| --- | --- |
| **IoT:** | Internet of Things |
| **PWA:** | Progressive Web Apps |
| **REST:** | REpresentational State Transfer |
| **HTTP:** | Hypertext Transfer Protocol |
| **JSON:** | JavaScript Object Notation |
| **URI:** | Uniform Resource Identifier |
| **STOMP:** | Simple Text Oriented Messaging Protocol |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Resumen**

**TITULO:** DISEÑO DE UNA APLICACIÓN WEB EXTENSIBLE PARA LA ADMINISTRACIÓN DE UNA PLATAFORMA IOT DISEÑADA PARA SMART CAMPUS\*

**AUTOR:** DIEGO FEDERICO CAMACHO NARANJO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** IOT, SMART CAMPUS, APLICACIÓN, WEB

**DESCRIPCIÓN**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In id venenatis augue. Praesent ut sagittis justo, non efficitur orci. Suspendisse non justo et elit cursus semper sed a ante. Quisque pharetra, libero elementum consectetur consectetur, ligula lectus consequat urna, nec elementum nulla lacus eu nunc.

Mauris mollis aliquam tellus vitae imperdiet. Suspendisse blandit et felis at faucibus. Cras condimentum pretium convallis. Quisque eu neque elit. Nullam non urna tortor. Sed hendrerit diam at nunc rutrum, vitae lacinia ex bibendum.

\*Trabajo de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Director: Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira, PhD. Ciencias de la Computación

**Abstract**

**TITLE:** DESIGN OF AN EXTENSIBLE WEB APPLICATION TO MANAGE AN IOT PLATFORM FOR SMART CAMPUS

**AUTOR:** DIEGO FEDERICO CAMACHO NARANJO\*\*

**KEYWORDS:** IOT, SMART CAMPUS, APLICACIÓN, WEB

**DESCRIPTION:**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In id venenatis augue. Praesent ut sagittis justo, non efficitur orci. Suspendisse non justo et elit cursus semper sed a ante. Quisque pharetra, libero elementum consectetur consectetur, ligula lectus consequat urna, nec elementum nulla lacus eu nunc.

Mauris mollis aliquam tellus vitae imperdiet. Suspendisse blandit et felis at faucibus. Cras condimentum pretium convallis. Quisque eu neque elit. Nullam non urna tortor. Sed hendrerit diam at nunc rutrum, vitae lacinia ex bibendum.

\*Bachelor Thesis

\*\*Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Director: Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira, PhD. Computer Science

# Introducción

Se debe elaborar teniendo en cuenta las indicaciones del estilo APA. Este apartado debe contener: a) planteamiento del problema, b) desarrollo de antecedentes, c) propósito, d) fundamentación. Por ello, cuando realice la introducción tenga presente incluir aquellos aspectos que hacen alusión a lo que investigo, la pregunta de investigación (formulación del problema, ¿Cuál fue el objetivo de estudio o investigación? (hipótesis) planteado en el anteproyecto, se debe establecer de manera clara el objeto de estudio o investigación, es decir, el problema que se buscaba solucionar con este trabajo, los argumentos que respaldan sus puntos de vista y permiten a la vez posicionar el problema que usted plantea.

La justificación, es decir, el impacto que genera su investigación tanto en el área en que se encuentra su estudio como en el campo social, a quienes beneficia y como se benefician exactamente, debe describir el por qué y para qué de la investigación ¿Por qué se desarrolló este proyecto?, la respuesta a esta pregunta debe demostrar la importancia de resolver el problema de investigación , importancia que puede deberse a un aporte teórico, a la necesidad de solucionar o modificar la situación problemática, o a la forma de utilizar los aportes teóricos, metodológicos o prácticos que puedan darse como resultado de la investigación. Finalmente, debe recordar agregar el enfoque que usted empleo para solucionar el problema.

# 1. Objetivos

## 1.1 Objetivo General

Diseñar una aplicación Web extensible que permita a los usuarios gestionar una

plataforma IoT para Smart Campus.

## Objetivos Específicos

* Diseñar una Aplicación Web reactiva que se conecte, reciba y envíe información desde y hacia un backend acerca del estado de la plataforma IoT.
* Elaborar un prototipo funcional de una aplicación web con una interfaz intuitiva, que permita a los usuarios comprender la información proveniente de sensores y dispositivos.
* Permitir a los usuarios monitorizar y gestionar los dispositivos asociados a la plataforma IoT Smart Campus.
* Proveer a los usuarios información sobre el estado de sus dispositivos y aplicaciones, para que puedan tomar decisiones con base en dicha información.

# 2. Estado del arte

El Internet de las cosas fue mencionado públicamente por primera vez en el año 2009 por Kevin Ashton, profesor del MIT y desde entonces se utiliza este término para referirse a todo sistema de dispositivos interrelacionados con la habilidad de transferir información en una red sin requerir interacción humano a humano o humano a máquina; tras esta primera alusión muchos investigadores empezaron a trabajar en esta corriente. En el 2008 se creó la IPSO Alliance, una alianza para trabajar en el Internet de las cosas y cuyo objetivo era promover el uso de protocolos de internet en objetos inteligentes, iniciando el camino para que esta corriente se convirtiera en una realidad.

El primer proyecto conocido fue una máquina expendedora de refrescos en la Universidad Carneige Mellon, en donde mediante la web los usuarios podían revisar el estado de la máquina y saber si había refrescos disponibles para evitar dirigirse a la misma y gastar tiempo cuando esta estaba vacía. Aunque este suena como un ejemplo muy sencillo el potencial del Internet de las cosas es enorme y en el transcurso de los años se ha venido demostrando, por ejemplo con soluciones de empresas importantes como Google, Microsoft y Amazon quienes han desarrollado diversas plataformas las cuales permiten conectar a dispositivos la nube y a otros dispositivos de una maneja sencilla y segura, usando diferentes protocolos para enviar, colectar, procesar información y tomar acciones inteligentes basadas en la misma permitiendo generar valor agregado a la información generada por los dispositivos.

Existen actualmente múltiples áreas de aplicación para el Internet de las cosas, una de las más novedosas consiste en proyectos sobre Ciudades Inteligentes, en donde existen proyectos como, *ShotSpotter*, que permite monitorizar y detectar el uso de armas de fuego en un área de cobertura 250 veces mayor que las aplicaciones de protección militares estándar permitiendo reducir el gasto del tiempo del cuerpo de policías, ayudándoles a responder de manera más efectivas a emergencias y tiroteos reales y predecir patrones de crimen y áreas peligrosas; *Smart Parking* de Telensa, donde mediante sensores se monitoriza e informa a los usuarios los lugares ocupados y disponibles para parquear, contribuyendo a una mayor eficiencia en el parqueó de vehículos y descongestión de vías. Otros campos en los que esta tendencia es aplicada pretende dar cierta inteligencia a Edificios, Casas y Granjas, entre otras que permitiría resolver problemas cotidianos, reduciendo costos y/o generar predicciones de posibles eventos negativos para actuar antes de que estos se presenten.



*Figura 1.* Campos de aplicación del Internet de las Cosas

La mayoría de soluciones integrales de Internet de las Cosas incluyen una plataforma de administración web, que permite a los usuarios gestionar y monitorizar los dispositivos asociados a la misma y la información que se envía por medio de estos, la razón por la que principalmente se seleccionan plataformas web para cumplir este propósito por la compatibilidad existente con diversos dispositivos utilizados (computadores, tablets, celulares), por la sencillez y gran crecimiento de las posibilidades del desarrollo web que permiten entre otras cosas mostrar información en tiempo real en diversos dispositivos.

Tabla 1.   
*Ejemplo de tabla 1*

# 3. Marco de Referencia

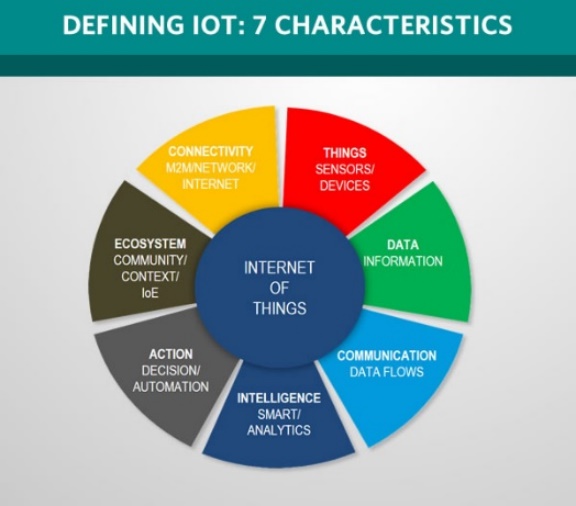
En este capítulo se describen las bases teóricas estudiadas para el desarrollo de este proyecto: Internet de las cosas, Smart Campus y herramientas de desarrollo web.

## 3.1 Internet de las cosas (IoT)

El internet de las cosas se refiere al vasto mundo de dispositivos interconectados con sensores embebidos, los cuales son capaces de proveer data y, en algunos casos ser controlados a través de internet. Algunos ejemplos incluyen muchos dispositivos de automatización de hogares, pero hay muchos más, desde sensores de tráfico hasta medidores de la calidad del agua, etc.

Los sistemas de Internet de las cosas tienen aplicaciones en todas las industrias por su flexibilidad única y, la capacidad de ser adecuados a cualquier entorno. Estos sistemas mejoran la recopilación de datos, la automatización, las operaciones y mucho más a través de dispositivos inteligentes.

Hay siete características cruciales para el internet de las cosas: Conectividad, Objetos, Información, Comunicación, Inteligencia, Acción y Ecosistema.



*Figura 2.* Siete características del Internet de las cosas.

## 3.2 Smart Campus

Smart Campus o Campus inteligente es un concepto que pretende que los campus o ciudades universitarias utilicen sensores y diversos dispositivos para colectar y usar información para gestionar recursos de una manera eficiente e incluso contribuir en labores de investigación y desarrollo. Este concepto es básicamente reducir el área de impacto de lo que ya conocemos como Ciudades Inteligentes.

Un ejemplo de un caso de uso para un Smart Campus es mediante sensores, controlar e informar acerca del estado de los parqueaderos, aulas y demás instalaciones físicas actividades que usualmente son realizadas por personas y que, si se tecnifican podrían generar una reducción sustancial en gastos para las universidades.

## 3.3 Aplicaciones Web

Las aplicaciones web son un tipo de software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web y cuya ejecución es llevada a cabo por el mismo.

Las aplicaciones web son muy populares debido a:

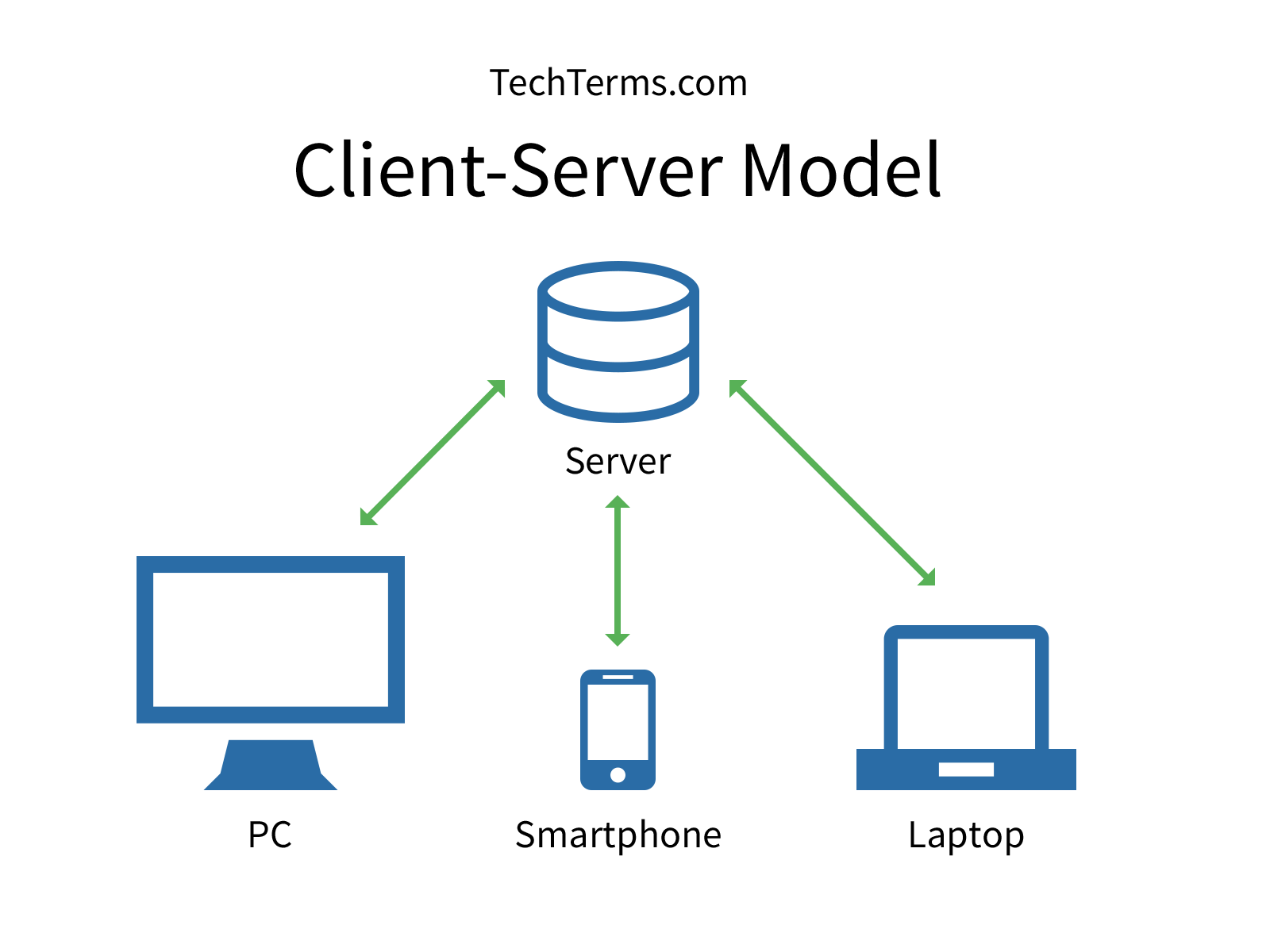
* La practicidad que ofrecen los navegadores web como clientes ligeros.
* La independencia del sistema operativo que se use en el ordenador o dispositivo móvil.
* La facilidad para actualizar y mantener aplicaciones web sin la necesidad de tener que distribuir el software o que se tenga que instalar el mismo por los usuarios potenciales.
* El libre acceso de los usuarios en cualquier momento, lugar o dispositivo, sólo con tener conexión a Internet y los datos de acceso.

El desarrollo web está creciendo a una tasa agresiva por la gran demanda de mejores interfaces y más amigables. Para desarrollar una aplicación web satisfactoriamente hay muchos factores que se deben tener en cuenta. Algunos de estos son:

* Diseño de Interfaz y experiencia de Usuario.
* Escalabilidad: buen uso del poder de computación, el ancho de banda y balanceo de carga entre servidores.
* Rendimiento: que sean rápidas y eficientes.
* Disponibilidad: El grado con el que los recursos del sistema están disponibles para su uso por el usuario final a lo largo de un tiempo dado.

## 3.4 Modelo Cliente-Servidor

Es un modelo de programación distribuida en el cual muchos clientes (dispositivos remotos mediante aplicaciones) solicitan y reciben servicios de un servidor centralizado. Para esto es necesario una conexión entre el Cliente y el Servidor usando estándares de comunicación (como TCP/IP) con el objetivo de distribuir la carga entre proveedores de recursos o servicios y los clientes.



*Figura 3.* Modelo cliente servidor

## 3.5 Single Page Applications

Las Single Page Applications (SPA) o Aplicaciones de Página Única son aplicaciones web que cargan todo el contenido en una sola página para mejorar y unificar la experiencia de usuario. Como todo lo que se muestra y procesa pertenece a la misma página, al pasar de una sección a otra el navegador no es recargado y en lugar de esto, cuando la página es cargada por primera vez se cargan los recursos necesarios para la primera renderización y a posteriori se van descargando diversos los de las demás secciones de la aplicación.

A pesar de que solo existe una página existen en realidad múltiples vistas, ya que al navegar entre ellas el usuario observa elementos e información diferente.

## 3.6 Typescript

Typescript es un lenguaje de programación creado por Microsoft para el desarrollo de aplicaciones con Javascript solucionando muchos problemas de este, pensado para el desarrollo de aplicaciones robustas por lo cual es definido como un superset de Javascript.

Unas de las principales características de Typescript es el tipado estático (las variables tienen un tipo de datos y los valores solo se pueden asignar a variables del tipo correspondiente), que es orientado a objetos, por lo que soporta clases, interfaces, tipos de datos genéricos, argumentos y retornos tipados, entre otros. Esto ayuda a reducir los posibles errores de código y hacer que este sea a su vez más limpio. Este lenguaje es compilado a Javascript por lo que puede ser interpretado fácilmente por cualquier navegador.

## 3.7 Angular

Angular es un framework de código abierto para construir aplicaciones web lanzado en 2016 que utiliza Typescript como lenguaje de Programación y es a su vez basado en componentes.

El desarrollo web basado en componentes permite encapsular toda la lógica y estilos de una característica específica e incluso reutilizar esta lógica en diversas partes de la aplicación sin necesidad de replicar el código. También estas aplicaciones son modulares, donde un conjunto de código se dedica a cumplir un objetivo y exporta partes representativas del mismo, estos módulos pueden ser cargados de forma perezosa, por lo cual el tiempo de carga inicial de la aplicación es menor.

Otro gran beneficio de este framework es el enlace de datos (data binding) que se establece entre la lógica de negocio y la interfaz de usuario, de modo que cuando se realicen cambios en el modelo la vista se actualiza instantáneamente reaccionando rápidamente a cambios realizados mejorando la experiencia de usuario.

## 3.8 Aplicaciones Web Progresivas.

Las Aplicaciones Web Progresivas (PWA) son híbridos entre aplicaciones web y aplicaciones nativas pues son en realidad páginas web que mediante tecnologías (Service Workers) se comportan como si fueran aplicaciones instaladas en los dispositivos de forma que pueden seguir ejecutándose en segundo plano, por fuera del navegador y pueden ser instaladas en el dispositivo.

Una principal característica de estas es el funcionamiento sin conexión a internet, donde el usuario puede ver el contenido cargado previamente y probar una versión más ligera en dispositivos móviles sin necesidad de descargar una aplicación nativa que es en general más pesada.

## 3.9 Servicios REST.

Es un estilo arquitectural independiente del lenguaje de programación para desarrollar Servicios Web. Define un conjunto de principios arquitectónicos por los que se diseñan estos servicios enfocándose en los recursos del sistema incluyendo como se accede a la información y el estado de los mismos y cómo estos son transmitidos por HTTP a clientes que utilizan diversos lenguajes de programación. Hay cuatro principios básicos de diseño de servicios REST:

* Utiliza métodos HTTPs.
* Son *Stateless* (no mantienen el estado entre varias peticiones).
* Expone URIs con forma de directorios.
* Transfiere la información en formato JSON.

## 3.10 WebSockets

Los WebSockets son una tecnología que permiten la comunicación bidireccional entre aplicaciones web y procesos del lado del servidor generando un canal de comunicación bidireccional en el navegador que permite simultáneamente el envío y recibimiento de información entre el Cliente y el Servidor.

## 3.11 STOMP

STOMP (Simple Text Oriented Messaging Protocol) es un protocolo de texto sencillo y ligero que permite comunicar clientes con cualquier Message Broker STOMP.

Es muy útil para comunicar información entre programas desarrollados en diferentes lenguajes y, en programación Web es muy utilizado sobre Web Sockets para permitir comunicación bidireccional entre el cliente y el servidor para, por ejemplo, recibir notificaciones o alertas en la aplicación del lado del cliente sin necesidad de estar continuamente solicitando la nueva información al servidor. Este protocolo requiere, como se mencionó previamente un Broker de mensajería entre el cliente y el servidor el cual se encarga de entregar la información basado en las subscripciones a diferentes colas de mensajes de este.

# 4. Marco metodológico

La metodología de desarrollo que se utilizó a lo largo del proyecto está conformada por cinco fases. La primera fase corresponde a la capacitación necesaria para la realización de este proyecto, luego iterativamente se realizaron tres fases para el desarrollo de prototipos evolutivos junto con su respectiva validación y verificación.



*Figura 4.* Esquema metodología de trabajo

## 4.1 Fase 1: Capacitación tecnológica

En esta fase se investigó acerca de los fundamentos teóricos sobre el internet de las cosas, desarrollo de aplicaciones web y demás conceptos relacionados. Se realizó una breve revisión de diversas plataformas IoT existentes en el mercado y tutoriales acerca de las mismas, así como diversos protocolos, frameworks y lenguajes de programación necesarios para la realización del proyecto.

Las actividades realizadas en esta fase fueron las siguientes:

* Investigación de fundamentos teóricos y estado del arte.
* Indagación de plataformas IoT existentes en el mercado, características, ventajas y desventajas.
* Realización de tutoriales en diversas plataformas IoT para adquirir un conocimiento profundo y aplicado acerca de lo que se desea realizar en el proyecto.
* Selección de las tecnologías, frameworks y lenguajes de programación a utilizar.
* Capacitación en las tecnologías, frameworks y lenguajes de programación a utilizar.

## 4.2 Fase 2: Definición de la Arquitectura

En esta fase, en la primera iteración se definieron las funcionalidades, diseño y características de la plataforma de administración y la arquitectura para la solución IoT Smart Campus.

Para cada una de las siguientes iteraciones, en esta etapa se revisó la arquitectura tanto del proyecto Smart Campus como de la plataforma de administración, y se realizaron los ajustes necesarios sobre estas para continuar con las iteraciones y llevar a cabo la implementación de las diversas características definidas previamente, así como la definición de otras que fueron necesarias para cumplir con los objetivos del proyecto.

Las actividades realizadas en esta fase fueron las siguientes:

* Especificación del alcance del proyecto y sus características.
* Definición de la arquitectura Smart Campus.
* Definición de los requerimientos, funcionalidades y diseño de la plataforma de administración.

## 4.3 Fase 3: Prototipado

En el transcurso de esta fase se diseñó y desarrolló un prototipo funcional de la plataforma de administración de la solución IoT. Para cada iteración del ciclo se mejoró dicho prototipo, incluyendo más características y mejorando las existentes hasta cumplir todos los requerimientos establecidos previamente, también se consideró la integración de este prototipo con la arquitectura IoT.

Las actividades realizadas en esta fase fueron las siguientes:

* Diseño del prototipo de la plataforma de administración IoT.
* Integración de la plataforma de administración con el resto de la arquitectura IoT Smart Campus.

## 4.4 Fase 4: Validación y verificación

Para esta fase se verificó si el procedimiento, la metodología usada y la implementación del prototipo cumple los requerimientos establecidos y, revisó que esta brinda una solución a los objetivos planteados.

Las actividades realizadas en esta fase fueron las siguientes:

* Pruebas sobre los componentes de la plataforma de administración.
* Pruebas de integración de la plataforma de administración con la Arquitectura Smart Campus.
* Ajustes a los módulos de código en caso de ser necesario.
* Documentación de la implementación realizada.
* Revisión del cumplimiento de especificaciones y logro de objetivos.
* Reporte y divulgación de los resultados.

# 5. Requisitos y especificaciones

# 6. Validación

# 7. Trabajo a futuro

# 8. Conclusiones

Se presenta en forma exacta el aporte del desarrollo den trabajo en concordancia a la justificación presentada. Se describe en forma lógica, los resultados del trabajo, dando respuesta a los objetivos o propósitos planteados. Basado en los resultados recolectados, incluido el tratamiento estadístico o cualitativo. Se muestra en forma concisa los productos y/o resultados y se resaltan las contribuciones del trabajo al contexto local, regional, nacional e internacional, cuando aplique.

# 9. Recomendaciones (Opcional)

(Va en capitulo separado de las conclusiones y en este apartado se expresa las perspectivas del autor a fin de complementar con nuevas ideas a la investigación original)

# Referencias Bibliográficas

Santhi T., Rajendra J. & Vijayalakshmi, Y. (2006). A review on the state of art of Internet of Things. Ijarcee.com.Recuperado el 27 de abril de 2019, <https://www.ijarcce.com/upload/2016/july-16/IJARCCE%2038.pdf>

Software Testing Help. (2019). 10 Best IoT Platforms To Watch Out In 2019. Softwaretestinghelp.com. Recuperado el 27 de abril de 2019, <https://www.softwaretestinghelp.com/best-iot-platforms/>.

Jurado L., Velásquez W., Vinueza N. (2014). Estado del Arte de las Arquitecturas de Internet de las Cosas (IoT). Recuperado el 27 de abril de 2019, <https://www.academia.edu/7197061/Estado_del_Arte_de_las_Arquitecturas_de_Internet_de_las_Cosas_IoT_>.

IoT World Today. (2017). The definitive list of smart cities projects taking the world by storm. Iotworldtoday.com. Recuperado el 27 de abril de 2019, <https://www.iotworldtoday.com/2017/09/28/definitive-list-smart-cities-projects-taking-world-storm/>.

IoT Agenda. (2019). Internet of Things (IoT). Internetofthingsagenda.techtarget.com. Recuperado el 27 de abril de 2019, <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>.

Quek T. (2017). The advantages and disadvantages of Internet Of Things (IoT). Linkedin.com. Recuperado el 27 de abril de 2019, <https://www.linkedin.com/pulse/advantages-disadvantages-internet-things-iot-tommy-quek/>.

I-Scoop. (2017). What is the Internet of Things? Internet of Things definitions. I-Scoop.eu. Recuperado el 29 de abril de 2019, <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things/>.

Rouse M. (2017). Internet de las cosas (IoT). Searchdatacenter.techtarget.com. Recuperado el 29 de abril de 2019, <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Internet-de-las-cosas-IoT>.

Baquero, J. (2017). Single-Page Application, todo un website desde única página. Arsys.es. Recuperado el 29 de abril de 2019, <https://www.arsys.es/blog/programacion/diseno-web/spa-unica-pagina/>.

Código Facilito. (2016). Qué es Typescript. Codigofacilito.com. Recuperado el 29 de abril de 2019, <https://codigofacilito.com/articulos/typescript>.

Nick, P. (2017). The Future is Angular: An Introduction to Angular 2. Upwork.com. Recuperado el 29 de abril de 2019, <https://www.upwork.com/hiring/development/angular-2-framework/>.

Ramírez, I. (2019). ¿Qué es una Aplicación Web Progresiva o PWA? Xataka.com. Recuperado el 29 de abril de 2019, <https://www.xataka.com/basics/que-es-una-aplicacion-web-progresiva-o-pwa>.

Mesnil, Jeff. STOMP Over WebSOcket. Jmesnil.net. Recuperado el 29 de abril de 2019, <http://jmesnil.net/stomp-websocket/doc/>.