



ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

Tema:

**SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE MUEBLES Y ENSERES
APLICANDO INTERNET DE LAS COSAS.**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas
y Computación**

Línea de Investigación:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

Autor:

EDISON FABRICIO LÓPEZ COBA

Director:

ING. SANTIAGO ALEJANDRO ACURIO MALDONADO

Ambato – Ecuador

Septiembre 2021

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO
HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

**SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE MUEBLES Y ENSERES
APLICANDO INTERNET DE LAS COSAS**

Línea de Investigación:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

Autor:

EDISON FABRICIO LÓPEZ COBA

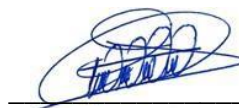
Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

José Marcelo Balseca Manzano, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 


Galo Mauricio López Sevilla, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.

DIRECTOR ESCUELA DE SISTEMAS

f. 

Hugo Rogelio Altamirano Villaroel, Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. 

Ambato – Ecuador

Septiembre - 2021

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, **Edison Fabricio López Coba** con **CC. 1803998853**, autor del trabajo de graduación intitulado: “SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE MUEBLES Y ENSERES APLICANDO INTERNET DE LAS COSAS”, previa a la obtención del título profesional de **Ingeniero de Sistemas y Computación** en la escuela de **Ingeniería en Sistemas**.

1. Declaro pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Escuela Superior del Ecuador para la difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE – Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, septiembre 2021



EDISON FABRICIO LÓPEZ COBA

CC. 1803998853

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud y vida en estos momentos muy difíciles, los cuales, nos ha enseñado el verdadero valor del estar aquí, de tener a nuestro lado a las personas que queremos, que nunca renuncia a nosotros a pesar de todo.

Mis padres Guido, Mercedes que son una parte fundamental en mi vida y sé que siempre, en cada momento, sea bueno o malo ellos estarán aquí a mi lado, en cada paso que dé en la vida y siempre estarán orgullosos de mí. Mis hermanos que de igual manera son una fuerza en mi vida Pato, Pame, Mabel, ustedes saben que nada ha sido fácil que todo logro ha sido sacrificio, ¡los amo!

Mi esposa Paty, decirte que eres el pilar principal de mi vida, no sabría como agradecerte, por las fuerzas que me dabas cuando todo ya parecía perdido, ha sido un camino fuerte para ambos, pero ahora decirte ¡LO LOGRE! gracias y millón gracias a ti mi amor.

Finalmente, a mi tutor, que más que tutor un amigo Ing. Santiago Acurio por todo el apoyo brindado para este proyecto y todas las enseñanzas adquiridas en el transcurso de esta etapa bella que es la Universidad.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado con todo el amor del mundo para mis padres, hermanos, mi esposa y especialmente la razón de mi existir que son mis hijos **Pía, Martin, Felipe** decirles que todo esfuerzo vale la pena y todo, todo ha sido por ustedes y para ustedes!!

RESUMEN

El proyecto de investigación tiene como objetivo, desarrollar un sistema que permita agilizar el proceso de inventario, en cuanto se refiere a la localización de muebles y enseres. Se determina la problemática en la mayoría de las instituciones o empresas que manejan este tipo de sistema, se identifica que el tiempo que conlleva realizar el trabajo de inventario es muy tardío y representa pérdidas laborales, por lo cual, se evidencian déficits económicos en dichos establecimientos.

El tema en desarrollo permitirá, que se aplique un dispositivo de localización (modulo *wifi ESP8266* para Arduino) en los objetos que son parte del inventario, por medio de balizas, que se implementan en puntos estratégicos se forma una triangulación, donde el dispositivo envía señales que son receptadas por *FIREBASE* (Plataforma móvil creada por *GOOGLE*), finalmente, los datos son expuestos en una página web diseñada para el usuario controlador del sistema implementado.

Palabras Clave: inventario de muebles, Arduino, balizas, triangulación, *Firebase*.

ABSTRACT

The research project aims to develop a system that allows to make the inventory process more agile, referred to furniture and fixture locations. By determining that the problem is found in most institutions or companies that use this system, and also identifying that carrying out the inventory process takes too much time and represents dead times; which is why economic deficits are evident in these establishments. The topic under development will allow the use of a tracking location device (ESP8266 Wi-Fi module for Arduino) to be attached to the objects that are part of the inventory process. This will be possible through beacons that are implemented at strategic locations, creating triangulation among the objects, then the device sends signals that are received by FIREBASE (Mobile platform created by GOOGLE) finally, data is exposed in a web page designed for the user controlling the implemented system.

Keywords: furniture inventory, Arduino, beacons, triangulation, Firebase.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA	5
1.1. Metodología.....	5
1.2. Inventarios de muebles y enseres	11
1.3. Descripción del proceso de control de bienes y activos	13
1.4. Internet de las cosas.....	17
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO.....	31
2.1. Caracterización.....	31
2.2. Metodología de investigación.....	34
2.3. Metodología de desarrollo.....	39
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS	94

INTRODUCCIÓN

El internet se ha convertido en una herramienta básica en la vida cotidiana, y con el transcurso del tiempo se evidencian nuevas maneras de introducirse en el campo de la tecnología como, por ejemplo, el internet de las cosas (*Internet of things*) desde aquí llamado IoT se identifica varios tipos de objetos y formas en las que son utilizados.

En esta década se han identificado grandes avances tecnológicos que permiten tener acceso con mayor facilidad a medios como el internet, existen varios dispositivos que sirven de ayuda para conectarse a la red. La comunicación ya no es solamente entre personas sino de objetos, que se conecta en una red y obtener respuestas inteligentes.

Es aquí donde surge el IoT, donde la conectividad va extendiéndose a los objetos que nos rodean, una fuente de evolución y da facilidad de aprovechar de sus beneficios.

En cuanto a estudios previos, no existe ningún trabajo de investigación sobre el tema específico, que se propone, por tal motivo, a continuación, se citan estudios relacionados con el tema que han sido un aporte importante para el proyecto.

En el contexto internacional, se encuentra el trabajo de Aibar (2014), realizó una investigación sobre el “Diseño e implementación de una red de monitorización de variables ambientales a través de *SMS* en la región Loreto”.

Este estudio evidencia el desarrollo de nuevos prototipos de red de sensores para medir ciertos parámetros de calidad del aire con el objetivo de almacenar la información y mostrar en una página web. Esto contribuye al control de calidad ambiental en muchas zonas. Se utilizó una tecnología *IEEE 802.15.4*, con nodos *Gateway Emisor* y este envía la información a otro *Gateway Receptor*. Contribuye, con la implementación y programación de *RFID* que son uno de los componentes necesarios para poder poner en prueba puesto que tienen un bajo coste y se utiliza en cualquier empresa, con esto se reduce tiempo que es destinados a operaciones de inventariado en una empresa determinada.

En otro trabajo el control de inventarios en una empresa permite tener un adecuado seguimiento a los materiales en circulación, mejorar la gestión interna, con un adecuado registro, de esta manera se consigue una mayor transparencia a las redes logísticas con nuevas tecnologías, que se utilizan en el sector industrial (Aladín Pajares, 2015).

Mientras en Ecuador se ha observado casos de implementación de sistemas de control de inventarios en varias empresas, una de ellas es la Librería Rincon Andino, utiliza la librería *EXTJS*, que se basó en el método *OOHDM (Object-Oriented Hypermedia Design Method)*, con códigos de barra se automatizó el proceso de entrada y salida de libros, y la contabilidad de la empresa, facilita estos procesos internos que permite gestionar los datos importantes para la librería (Silva, 2014), lo útil para este proyecto conocer el análisis de datos, que se genera mediante la utilización de librerías digitales.

También, se cuenta con otro ejemplo de control de inventarios automáticos en la empresa *CONTAMATIC*, donde se generó un sistema de facturación y control web de inventarios, para ello se utilizó la técnica *RUP (Proceso Unificado Racional)* y el lenguaje unificado de modelado *UML*, para designar las tareas de cada área de la empresa y las relaciones entre software, que se generan entre ellas, para, que se tenga un control total de la empresa y los requerimientos de bienes que genera, este manejo global de los inventarios es la parte con más impacto de este estudio, (Morales, 2018), En dicho proyecto se implementa de manera importante un *rollback* que permite devolver datos erróneos en la base de datos en el caso de que los datos no sean registrados de manera correcta, y se actualice con normalidad.

En cuanto a la **problemática identificada**, se ha evidenciado que llevar el control del inventario es un trabajo pesado, muchas empresas cierran sus puertas para realizar este proceso, lo cual, provoca pérdida de tiempo, producción y dinero. Las empresas cuentan con varios sistemas para poder manejar esta problemática; sin embargo, son pocos los sistemas que utilizan tecnología de punta como el IoT. Es común que en el control de inventarios se evidencien varios errores propios de los procesos manuales.

También, al no conocerse las ubicaciones exactas de los muebles y enceres a inventariar, la movilidad de los recursos físicos y humanos para el control, incrementan la dificultad de

problema descrito, más aún si las distancias físicas entre los lugares de almacenamiento son distantes.

El grado de actualización de un inventario de muebles y enseres suele ser muy alto de entre 6 meses a un año de forma que los plazos de tiempo para conocer cambios de ubicaciones para un administrador resultan poco oportunos.

De este análisis, se deriva que la investigación de respuesta a la siguiente pregunta científica:

¿Cómo el IoT aporta al proceso de control de inventarios de muebles y enseres haciéndolo más eficiente?

Frente al **problema identificado**, la investigación durante su desarrollo dará respuesta a las siguientes preguntas: ¿Qué fundamentos teóricos aportan al conocimiento y comprensión del IoT y la gestión de muebles y enseres?, por otra parte se requiere conocer ¿Cómo se realiza la gestión de muebles y enseres en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador? Y, también, ¿Cuál, es la estructura ideal del sistema para implementar IoT? que permita desarrollar un producto útil y funcional que será evaluado y se conozca ¿Qué resultados se obtuvieron de implementación piloto del sistema?

OBJETIVOS

Objetivo principal

Desarrollar un sistema de control de inventario para muebles y enseres aplicando IoT.

Objetivos específicos:

Para cumplir con este objetivo se plantea las siguientes actividades:

1. Realizar la fundamentación teórica de aspectos referente al equipamiento necesario para implementar IoT en muebles y enseres.
2. Diagnosticar la forma de gestión de almacenamiento de muebles y enseres según las normativas contables y administrativas vigentes en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato.

3. Diseñar un sistema para el manejo de inventario de muebles y enseres y realizar la validación de la aplicación mediante una implementación piloto en un prototipo construido para el efecto en la Escuela de Ingeniería en Sistemas.
4. Evaluar de qué manera esta implementación tecnológica (*IoT*) facilita y, de manera efectiva, realiza este control durante un periodo específico de prueba.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto **se justifica** por la necesidad de innovación de los procesos de control de inventario en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato, con la finalidad de realizar un manejo óptimo del proceso de inventariado de muebles y enseres, mejora el servicio, ahorrar recursos económicos y pérdida de bienes.

Una aplicación que utiliza *IoT (Internet of Things)* es deseable porque facilita la localización y registro de una manera rápida y confiable de muebles y enseres optimiza los recursos de una organización.

El impacto es alto, se implementa una tecnología que permite agilizar el proceso de inventariado, mejora este proceso que es de carácter obligatorio en muchas organizaciones. Este impacto se verá incrementado en instituciones cuyos centros de acopio de muebles y enseres estén muy separados geográficamente.

Cabe recalcar la novedad del tema, porque es un campo en tecnología que recién se explota, su prioridad, la transformación de la información en conocimiento.

CAPÍTULO I ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1. Metodología

La Metodología de investigación, que se va a utilizar es la bibliográfica para determinar los conceptos más importantes y fundamentales, proceso de búsqueda de información que proporcionen el conocimiento de investigaciones existentes acerca del tema como: teorías, hipótesis experimentos y técnicas usadas.

Se aplica la metodología bibliográfica para emplear las contribuciones culturales o científicas del pasado como, por ejemplo, artículos, tesis, libros e internet que permitan revelar, extender y ahondar la investigación en desarrollo, el sustentáculo científico del proyecto y aportar para el respectivo cumplimiento de todos los objetivos planteados anteriormente (Velastegui Vasquez, 2017).

Metodología de campo para la obtención de información cierta que semeja a utilizar instrumentos de observación con la finalidad de recoger y registrar datos que son fundamentales para una correcta evaluación, información directa del lugar de trabajo (Velastegui Vasquez, 2017).

La metodología de campo, también, será aplicada, puesto, que se trabaja directamente con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato y es necesario acudir al sitio donde están ubicados los equipos que son utilizados para el proceso de control de inventario y estudiar su funcionamiento.

Para el desarrollo de la propuesta se utiliza la metodología *IOTM Lifecycle*, que permite desarrollar aplicaciones mediante un proceso sencillo y eficiente, este método consiste en generar ideas, crear y ajustar sensores y dispositivos inteligentes.

IOTM Lifecycle contiene tres pasos, los cuales, inician por la tormenta de ideas, la que permite la creación de ideas y la validación de las mismas, en este punto ninguna idea se desearían porque serán desarrolladas a posteriori, pasa luego al fase de creación, en la que entra en juego la arquitectura, la implementación y el despliegue de las ideas generadas en el paso anterior, por último, se tiene la fase de afinamiento en la, que se identifica, clasifica y comienza la actuación de la metodología *IOMT* a implementarse.

Como se ha descrito, IoT es una tecnología que permite transformar objetos en “objetos conectados”, a su entorno en red ya sea si recibe o envía información para hacer más fácil la vida, volviéndola más eficiente.

Esta nueva modalidad IoT permite interactuar con los objetos, monitorearlo de manera tal que devuelvan la información, que se necesite, también, permite saber la ubicación exacta de lo, que se quiere en tiempo real. Las ciudades serán administradas de una manera más eficaz puesto que esta tecnología permitirá trabajar con un sinnúmero de cosas para el beneficio común.

Las características del IoT permiten interconectar los objetos del entorno por las interacciones con ellos, pero esto trae consigo la pérdida de la seguridad física y un acceso mucho más fácil hacia ellos con la pérdida de la seguridad física del objeto y la probabilidad de que es de un uso inadecuado, ("El Internet de las Cosas", 2011).

Esta pérdida de la seguridad se ve reflejada en riesgos potenciales como el hackeo de objetos tan simples como un juguete, cámaras de vigilancia, dispositivos electrónicos, es extraer claves, y muchos otros escenarios más, por lo tanto, es necesario conocer aspectos como la localización, cuantificación y seguridad para aplicar un sistema de IoT, mediante un estudio tecnológico.

Según Krajewski (2020), es un conjunto de sistemas contables utilizados en el registro de las mercancías existentes, también, para determinar el costo de la mercancía vendida, hace uso de varias herramientas en el desarrollo de la mejor alternativa para la empresa que implemente un determinado sistema en sus procesos.

Serna Hernandez (2011), explicó que el control de inventario es la actividad medular en la empresa, es el activo de balance que evalúa los muebles y enseres que esta organización posee y para esto al tener una visibilidad se tomaran decisiones de reducir costos o dar mayor amplitud en bienes que sean a favor de del cliente. Además, con el proceso de inventario ayuda a tener un registro diario de los objetos que permitan tener el control sin tener ningún contratiempo.

Las empresas tienen características especiales, por lo tanto, requieren modelos diferentes de inventarios en los que varían en su duración, periodicidad, tipo de artículos, del tiempo donde se realice.

Los principales tipos de inventarios son:

- **Inventario permanente**

Son aquellos, que se registran todos los días, o cada vez, que se utilicen los materiales, se requieren en empresas con pocos materiales, o que necesitan controles constantes de los mismos, en especial en laboratorios y tiendas pequeñas, utilizan muchos recursos que son registros o programas informáticos con constante mantenimiento, (Escudero Serrano, 2019).

- **Inventario periódico**

Se registran los materiales cada periodo de tiempo, semanal, mensual, trimestral, semestral, depende de la cantidad de materiales con los que cuenten, se designa un encargado o un equipo que para la actividad de la empresa para realizar el registro, son utilizados en empresas con un inventario de alto volumen, (Escudero Serrano, 2019).

- **Inventario inicial**

Es un tipo de inventario periódico, aunque se realiza únicamente al inicio de una actividad, es por compra de un negocio, o por comenzar una actividad, es el inventario referencial para el funcionamiento en el tiempo, (Olmo Garre, 2020).

- **Inventario anual o final**

Es un tipo de inventario periódico, este se realiza al final de la actividad, que serán por venta o por cambio del local, también, se realiza al final del año fiscal como un control del trabajo durante este año y ser contrastado con el inventario inicial, (Olmo Garre, 2020).

- **Inventarios por causas extraordinarias**

Se realiza si ocurre algún evento inesperado, como robo, catástrofe natural o incendios, para registrar las pérdidas por el evento, además, de separar aquellas piezas, que se recuperan, (Olmo Garre, 2020).

Los inventarios según su aplicación, son aquellos, que se utilizan por un motivo específico dentro de la empresa, estos son:

Inventarios en tránsito

Es el, que se encuentra entre los distintos procesos, si lleva un registro de los movimientos de la materia prima y los subproductos utilizados, (Horne, Wachowicz, & Pelcastre Ortega, 2016).

- Inventarios de materias primas

Se encuentra al principio del proceso, con las materias primas que ingresan en la empresa, es contrastado con el entregado por el proveedor, (Horne, Wachowicz, & Pelcastre Ortega, 2016).

- Inventarios de productos terminados o mercadería

Son utilizados en la parte final del proceso de una empresa, en la, que se entregan los productos realizados, sirve para realizar el rendimiento económico del proceso, (Horne, Wachowicz, & Pelcastre Ortega, 2016).

El tipo de inventario se elige según las necesidades de la organización a implementarlos, puede ser la mezcla de algunos de ellos, o utilizarse varios a la vez, no se limita a uno solo, aunque si requerirá mayor cantidad de recursos, los sistemas informáticos facilitan mucho estos registros, además, de dar en tiempo real el estado de los materiales con los, que se cuenta.

Sistemas de inventarios

Según Meza, (2017), hay dos tipos de sistemas de inventario:

- Sistema de inventario perpetuo

Es aquel que utiliza el tipo de inventario permanente para su implementación, es un inventario que registra cada uso de los materiales, la actividad, no se detiene para actualizarlo.

- Sistema de inventario periódico

Utiliza el tipo de inventario periódico, según la capacidad de este se realiza por períodos convenientes, necesita pararse la actividad para actualizarlo, el más común es el anual o llamado final del año fiscal.

Ambos sistemas requieren obligatoriamente de un inventario inicial, para que sirva de base en el desarrollo de los siguientes registros.

Al tener elegido el sistema a implementarse se requiere una normativa a seguir para el control de inventarios.

Para la implementación de un sistema de inventario se consideran algunas normativas existentes para el efecto, se analizan algunas de las más importantes para el trabajo de investigación Las normas principales en la gestión son:

- *NIC 2* (Norma Internacional de Contabilidad 2) en su sección para inventarios

Es una guía sobre el control, períodos, costos, conservación de un inventario.

Es aplicable para la mayoría de los materiales, es muy versátil y funcional para todos los casos.

- *NIIF* (Norma Internacional de Información Financiera) en su sección de inventarios

Su principal aplicación es en las *PYMES*, con el control de los estados financieros referentes a los inventarios que surgirán.

Otras normas se podrán aplicar según la naturaleza de la empresa, si requiere algún control especial de sus actividades o de los materiales con los que trabaja, además, que el país podría sugerir normativa, pero esta estará basada en las dos normas anteriormente mencionadas.

La gestión de inventarios es un proceso complejo, que engloba desde la recepción de las materias primas hasta la salida del producto terminado, con registros de todos los materiales con los que cuenta la empresa.

El registro de inventarios permite determinar los costos de producción, de almacenamiento, de mantenimiento, además, del tamaño de bodega con los, que se contarán, todo esto para lograr una mayor eficiencia, si mejora la productividad de los procesos, es siempre el tamaño adecuado según la actividad, que se realice, si toma medidas contra eventos inesperados o fluctuaciones en los servicios.

Para lograr un efectivo control de los inventarios se realiza la valoración de los mismos, para ello se utiliza métodos, los más importantes según (Horngren, Sundem, & Elliott, 2020).

FIFO (Primeros en entrar y primeros en salir) se define como:

“Es un método de asignación de costos y no da seguimiento al flujo físico de cada mercancía, a menos que sea por mera coincidencia En el caso de unidades idénticas, asigna el costo de las unidades adquiridas primero al de los bienes vendidos.” (Horngren, Sundem, & Elliott, 2020, pp. 229-230).

LIFO (Últimos en entrar, primeros en salir)

Lo compara con el método *FIFO*:

“A diferencia del método *FIFO*, que asocia los costos más recientes a los inventarios finales, *LIFO* asigna los costos más recientes a los de bienes vendidos. Supone, además, que las mercancías adquiridas más recientemente fueron las primeras en venderse.” (Horngren, Sundem, & Elliott, 2020, pp. 229-230).

Promedio ponderado

“Calcula un costo unitario al dividir el costo total de adquisición de todos los bienes disponibles para venta entre el número de unidades disponibles para venta.” (Horngren, Sundem, & Elliott, 2020, pp. 229-230).

Con estos tres métodos nos permiten controlar los materiales de la empresa u organización, en la, que se conoce los costos de todos los productos con los, que se cuente.

Al conocer los flujos de efectivo en la empresa, se encontrarán los puntos críticos que generaran pérdidas o serán potenciados, en una organización permite controlar los recursos físicos, para que sean cambiados al llegar al tiempo de vida útil, además, de adaptar el funcionamiento a los procesos de vanguardia, que se generen en el campo, que se realice las actividades.

1.2. Inventarios de muebles y enseres

Nutsch (2015), define a los muebles y enseres, como aquellos artículos útiles que sirven para alojar materiales, que se destinaran como descanso, como asientos, como apoyo en área de trabajo. Sus características y funcionamiento dependerán de su estructura, el material empleado en la construcción, y el diseño, podrá ser usado de distintas maneras si los anteriormente nombrado se lo permite.

Los muebles son materiales de mucha utilidad en la empresa, están en presentes en todas las estancias, todos los trabajadores hacen uso de ellos, es de diferentes materiales según las necesidades. Los muebles son objetos físicos del mobiliario de oficina, los cuales, tienen cierta vida útil, si se renueva cada cierto tiempo.

Se necesita criterios para considerar a los muebles que serán inventariados:

Los criterios son:

- Que el período de vida útil sea mayor a un año
- Que el patrimonio se vea incrementado por la tenencia de los mismos
- Que el precio de adquisición sea superior a \$200 o sean parte del mobiliario que sea inferior a \$200 como sillas, mesas, armarios
- Que no sean fungibles.

Los muebles que cumplan con los criterios seleccionados ingresaran en los registros de inventarios.

Se llevará registro de los costos de transporte, impuestos, seguros, instalaciones, montajes, bodega, etc., los, que se generan directamente al tratarlos.

El proceso de administración y control de activos de la PUCE está bajo control de auditoría, por lo que está con una supervisión exhaustiva y que cuenta con un muy buen sistema de seguimiento.

El organismo encargado de la administración y control de activos de la PUCE es la Dirección Financiera.

La Dirección Financiera está compuesta por las siguientes dignidades:

- Director
- Contadora
- Asistente de Contabilidad

Esta entidad estará encargada de llevar los registros y movimientos de los activos de toda la sede Ambato, además, de reportar en las bases de datos internas de la Universidad la información que se genere.

El proceso de control es ejecutado de manera diaria.

Con esto, se tiene actualizado en todo momento los movimientos de los activos, además, de cualquier eventualidad que surgirá es reportada de inmediato para elegir una solución.

Aunque este es un sistema que permite tener un seguimiento bastante preciso, no es en tiempo real, por lo que es necesario aplicar mejoras, una de ellas es aplicar el IoT.

El proceso de manejo de activos de la PUCE se basa en las siguientes leyes:

- Ley en Beneficio de las Instituciones Educativas Fiscales del País (Ley No. 106) (Segundo Suplemento del Registro Oficial 852, 29-XII-95).

- Reglamento General Sustitutivo para el Manejo y Administración de Bienes del Sector Público.
- Normas de Control Interno para las Entidades, Organismos del Sector Público y Personas Jurídicas de Derecho Privado que dispongan de Recursos Públicos, Acuerdo de la Contraloría General del Estado No. 39 (RO Suplemento No. 87, 14 DIC 2009), (PUCESA, 2016).

Estas son normas básicas inherentes a las entidades educativas, además, de manejo general de bienes, por lo tanto, son de uso común, es necesario aplicarlo a la PUCE, su naturaleza lo permite.

Todo el personal bajo contrato o nombramiento que pertenezca a la Pontificia Universidad Católica Sede Ambato está obligado a participar en el proceso de control de inventario, bajo las siguientes acciones:

- Informar el movimiento de cualquier bien fijo dentro de la universidad
- Registrar eventualidades con los activos y bienes de la universidad
- Participar en el registro de inventarios si se requiera
- Cumplir con los reglamentos internos que involucren su participación en el proceso

La Dirección Financiera dispondrá de planes para el proceso de inventarios y control de bienes, para lo cual, requiere la participación de los trabajadores de cada área, sección, facultad y dirección que conforman la PUCE.

Cada sección contará con registros internos que permiten el control más preciso.

Al no cumplir con las responsabilidades administrativas de control de bienes y servicios, se recibirán sanciones tanto disciplinarias como administrativas, (PUCESA, 2016).

1.3. Descripción del proceso de control de bienes y activos

El proceso de control de bienes y activos tiene la siguiente estructura:



Figura 1 Proceso de control de bienes y activos PUCE sede Ambato

Fuente: Elaboración propia

Cuenta con varias etapas, por lo tanto, es necesario un sistema que permita acoplar la información obtenida en cada etapa.

Es indispensable los controles en cada etapa, cualquier factor de un bien, que se deje de lado, podrían dañar toda la cadena del producto dentro de la empresa.

Recepción y asignación del bien

Este proceso se llevará a cabo por el Asistente Contable designado, el cual, tendrá que revisar todos los bienes que ingresen a la entidad.

Cotejar la información analizada con los pedidos y especificaciones dadas por el distribuidor.

Además, de distribuir cada bien a la sección correspondiente, en esta etapa se asigna un custodio para los bienes de mayor valor o, que se encuentren en una cantidad muy grande.

Carga en sistema

Es necesario asignar un código a los activos que ingresan en la primera etapa, para poder dar el seguimiento correspondiente a través de todo el tiempo en que permanezcan en los inventarios de la universidad.

El registro será en el Sistema Contable, que será llevado al día por el responsable de la dirección, que se le designe, el cual, se convierte en el responsable de Activos Fijos (PUCESA, 2016).

En el registro, también, se anotarán cualquier anomalía del bien que no sea motivo de devolución, pero serán un signo evidente en el objeto, para que no sea considerado un daño a posteriori.

Depreciación de bienes

La PUCE utiliza el MÉTODO DE LÍNEA RECTA para calcular la depreciación de los bienes, es este un método sencillo.

La depreciación, se calcula antes de realizar la carga al sistema, por lo tanto, ya se cuenta con el período de vida útil de los bienes que ingresan y de la pérdida del valor, que se generará en cada período de servicio.

Este cálculo, se realiza por el encargado de activos fijos y el contador, además, de ser aprobado por el director Financiero para poder ser consignado en los libros de registro, (PUCESA, 2016).

Egreso de bienes

El egreso o salida de los bienes, se darán por diversas causas:

- Donación y destrucción
- Robo, hurto
- Pérdida

Si es plausible donar bienes a otras entidades en vulnerabilidad o necesidad, realiza si evita completamente la recepción de dinero por los bienes.

Además, se da baja del sistema los bienes.

En destrucción, se hace una evaluación de las condiciones en las que quedó el bien, si el daño es mínimo o no afecta en su funcionamiento, se podría mantener en inventario o utilizar en otros fines, caso contrario se envía a chatarrización.

El robo, hurto o pérdida, se considera al bien que, no se encontrara en el inventario y no existe información de él, sería reportado en los tres días hábiles desde el conocimiento del hecho.

De igual manera, se notifica en los registros la baja de estos bienes, en la, que se indica que el valor del bien se cargará a la cuenta del personal a cargo, (PUCESA, 2016).

Cambio de custodio

En cada sección de la Universidad, se designa un responsable de custodiar los activos y bienes asignados, mediante un acta de custodia.

Este responsable reporta los cambios de lugar y naturaleza de los bienes bajo su supervisión.

Si es necesario un cambio de custodio, se notificarán a los implicados, para que el cambio se de manera ordenada, con el traspaso de información confiable que permita al nuevo custodio controlar los bienes adecuadamente (PUCESA, 2016).

Salida de bienes

Los bienes saldrán de la entidad asignada por las siguientes causas:

- Cambio de oficinas
- Mantenimiento

Estas acciones serán preparadas con antelación, para preparar un registro de todos los movimientos de los bienes, si cambia su ubicación a la nueva localización, además, de asignar a los responsables del cambio y su posterior implementación.

El control interno de los inventarios, se realiza al menos una vez al año, es este un control físico de todos los bienes.

Este proceso se realizará en el período de menor actividad en las instalaciones para un mejor registro.

Además, de poder realizarse revisiones aleatorias de las secciones, para llevar un registro histórico más adecuado, (PUCESA, 2016).

1.4. Internet de las cosas

Rouse, (2015) lo define como:

“La internet de las cosas (*IoT*, por sus siglas en inglés) es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir de interacciones humano a humano o humano a computadora.”



Figura 2 *IoT*

Fuente: *learntek.org*

Una red de este tipo es un recurso digital demasiado importante para empresas que necesiten de automatización, debido a su falta de personal o alto volumen de componentes, estos procesos facilitan el manejo de información esencial para la empresa.

La actualidad de los equipos, que se utilizaran permite trabajar con volúmenes muy grandes, es dividir las áreas en regiones adecuadas para el trabajo, si deja aquellas que no requieran

mantenimiento constante sin supervisión, el ahorro de personal y maquinaria es una ventaja si usa estos sistemas.

Desarrollar estos sistemas no es una tarea imposible, se cuenta con las herramientas suficientes, además, de bases las que utilizaran en la programación de los mismos.

La idea de IoT no es nada nuevo, uno de los primeros dispositivos de internet fue una máquina de Coca-Cola a principios de 1980, diferentes personas que estaban a cargo de la programación podían conectarse por medio de dispositivos a internet, probar y verificar el estado de la máquina, si existía o no bebidas antes de que pudrían trasladarse y abastecer de producto dicha máquina.

El origen del *IoT*, se da en el año de 1990, *Simon Hackett* y *John Romkey* son los creadores de una tostadora, que se conectaba a internet por TCP/IP, y se controlaba remotamente por el protocolo (SNMP MIB) que desde cualquier ordenador, se la podía encender o apagar y, también, determinar el tiempo del pan en la tostadora (software.com, 2015).

El beneficio principal de Internet de las cosas es la creación de grandes cantidades de datos, donde cada cosa ya sea virtual o física conectada con *IoT* tendrán un respaldo digital en la nube, que genera una transformación periódica.

IoT brinda el privilegio a la sociedad de estar conectados entre sí, en cualquier lugar o cualquier momento con algún objeto o persona si usa cualquier camino de red y servicio.

Entonces, imaginemos una institución que requiera identificar la ubicación o cambiar la información de algún objeto. En esta situación lo, que se realizaría es emitir una señal y que los objetos o cosas reconozcan, conecten y envíen la información necesaria, como es la ubicación, códigos, detalles entre otros. De tal manera, esta tecnología permite el avance en análisis de información, el crecimiento de la interconexión entre dispositivos inteligentes y maquinas, monitoreo y cortos lapsos de respuestas de la movilidad de las cosas.

Existen tres mecanismos o componentes básicos, que se complementan entre sí, dentro del concepto de IoT:

- a) Sensores, actuadores son dispositivos que controlan los sistemas, así como dispositivos de comunicación alojados en los objetos, se los denomina **HADWARE**.
- b) Software que permite el intercambio de comunicación entre los programas, análisis de datos y herramientas computacionales, **MIDDLEWARE**.
- c) Herramientas diseñadas para el acceso a diferentes aplicaciones y dispositivos permite la **VISUALIZACION E INTERPRETACION** de datos.

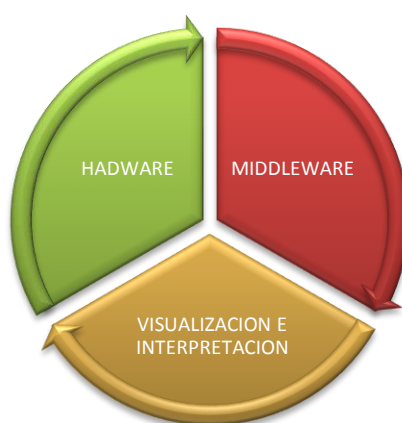


Figura 3 Elementos *IoT*

Fuente: Elaboración propia.

La arquitectura efectuara ciertas exigencias para que la ciencia sea posible, cumplir que la tecnología sea repartida, donde todas las cosas u objetos logren conectarse e interactuar entre ellos, de tal manera serán escalable, eficaz y sólido. (Valle, 2019)

La fundamentación del *IoT* es la distribución de dispositivos conectados en todo nuestro alrededor, que permite que toda la información que es adquirida sea procesada por múltiples servidores.

En la mayoría de las ocasiones no existe comunicación entre tecnologías, es uno de los grandes problemas, que se ha detectado por la estandarización de protocolos de comunicación, mientras en *IoT* se necesita la interacción desde y entre cualquier objeto de manera bidireccional.

En el ambiente del *IoT* es totalmente necesario una arquitectura que permita la escalabilidad, puesto que, si hoy se conectan 1.000, el día siguiente están 1.000.000 de dispositivos.

Es importante que una estructura sea escalada para poder sobrellevar desde una mezcla pequeña a resistir un gran número de puntos de conexión.

En este tipo de tecnología (*IoT*), se mantiene dispositivos acoplados de manera continua y máxima, no se consigue depender de cargar baterías cada cierto tiempo, para esto se buscarán unas baterías más duraderas o recientemente, se aplica cargadores inalámbricos que son muy útiles, y enérgicos para dichos dispositivos.

Esta información corre con muchos riesgos, que se generan por medio de dispositivos *IoT*, se revelan datos íntimos que serán observadas por terceras personas como desarrolladores o programadores de diferentes aplicaciones y ser utilizadas para marketing en redes sociales, Las normas de protección de dichos datos no van a la par y es de necesidad una normativa que regule la privacidad de los datos generados por herramientas inteligentes, en este sentido las leyes de Protección de Datos de Carácter Personal (*LOPD*) sistematizan aspectos como el cruce explícito de información y algunas empresas, se aprovechan de la privacidad de datos para beneficio propio y si vulnera la intimidad del usuario.

El pilar fundamental del dentro del *IoT* es la programación física, se encarga de iniciar un conducto digital que sirve para la comunicación del mundo real con el mundo virtual por medio de interfaces del *hardware*.

Los puntos de conexión o dispositivos automatizados (*IoT*) alcanzan un proceso, por el cual, el medio físico fluye a un virtual, a este proceso se lo fraccionara en cuatro etapas propuestas por *Sumit Sharma de MuleSoft*, empresa, que se creó en 2006 para la creación de software que vincula aplicaciones, datos y APIs.

Las etapas propuestas son las siguientes:

- **Cosas, objetos y dispositivos.** – Parte visible para los usuarios, en donde se localizan sensores, actuadores y el hardware que conecta el mundo físico con el virtual.

- **Puntos de acceso.** - Permiten la conexión de los diferentes aparatos o dispositivos a internet, con la intención de establecer conectividad entre los periféricos y la nube. Dicha conexión no tendrá fallos, es hallarse un núcleo específico que participará con todos ellos.
- **Procesamiento de datos.** - La parte céntrica del *IoT* es la capacidad de recoger la información de sensores, analizarlos y almacenarlos, es de la capacidad y el uso perspicaz de los mismos.
- **Aplicaciones.** - Es necesario el uso de *APIs* y servicios web que sean de fácil manejo para el usuario, ya sean de cualquier tipo y, que se conectaran a los datos recolectados.



Figura 4 Arquitectura *IoT*

Fuente: (Valle, 2019)

Un nuevo concepto, se relaciona directamente con la generación de datos de los sensores de *IoT*, este es el uso de datos grande o *Big Data*; este concepto hace referencia al control, gestión y análisis de gigantescas cantidades de información que de forma tradicional no serán procesados y necesitan de diferentes herramientas para realizar dicho estudio. *Big Data* convierte toda esa información en datos muy necesarios e importantes para la respectiva toma de decisiones. Las empresas que adopten el análisis de *Big Data* contarán

con el beneficio de mejorar su producción y competencia, de esta manera abriese campo con herramientas futuristas capaces de controlar el movimiento industrial sin mayor demanda y prioriza lo más importante en una compañía el tiempo.

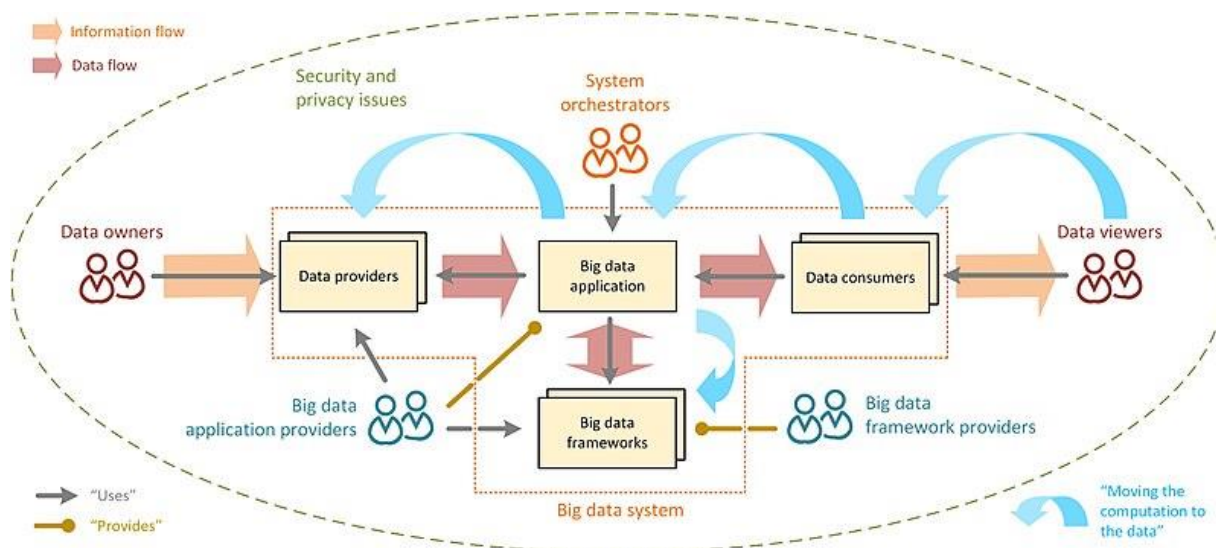


Figura 5 Big Data

Fuente: *wikimedia.org*

Se presentan diferentes plataformas de software, para la aplicación del IoT como en los siguientes campos:

- Agricultura de precisión
- Gestión de edificios
- Salud
- Energía
- Transporte

En estos campos, se refleja la cantidad muy grande de materiales, que se llegan a manejar, por lo tanto, requieren sistemas que soportaran, tiene a la IoT como principal recurso que ha evolucionado en los últimos años que hoy en día abarca muchos campos de la vida cotidiana,

que se imaginaran, sin embargo, se describe los mayores protagonismos que alcanzan estos últimos tiempos.

Actualmente, el IoT ha visto incrementado las aplicaciones en las, que se utiliza al ser un mundo más conectado, se ha visto en la necesidad de automatizar la mayoría de los procesos, desde el más cotidiano hasta el más avanzado.

Ejemplos de estas aplicaciones son:

- Cuidado infantil
- Seguimiento del desempeño deportivo
- Domótica
- Rastreo de objetos
- Vigilancia
- *Smart city*
- *Smart agricultura*
- *Smart buildings*
- *Smart banking* (Novillo-Vicuña & Hernández, 2018, pp. 17-18)

Estos ejemplos, se reflejan en la cada vez mayor cantidad de objetos electrónicos que reemplazan a los analógicos, como las llaves de los autos, que vienen con mayor tecnología, para aumentar la seguridad.

Las *Smart City* es una propuesta innovadora que varios gobiernos desean implementarlos, las candidatas posibles las ciudades de Tokyo, Londres, *Nueva York* y Zúrich, que gracias a su avance tecnológico y social se adaptara esta tecnología al entorno físico, es superar varios inconvenientes en su gestión, como mayor agilidad al momento de realizar reparaciones, mayor velocidad de transmisión de información, mejora de la gestión de residuos y disminución de delitos gracias al mayor control, que se darán con esta alternativa.

La afición de los niños por la tecnología es un potenciador para la implementación del IoT, entenderán conceptos relacionados a esta tecnología a temprana edad, lo que facilita, por

ejemplo, el uso de relojes localizadores, herramientas informáticas en el desarrollo educativo, nuevas alternativas de simuladores.

También, es importante esta tecnología en cultivos de grandes extensiones, o empresas que contienen tamaños descomunales ya sean que sirvan como almacenes o bodegas, el control en tiempo real, que se da en los materiales es mucho más ventajoso que el inventario tradicional, se controla mediante programas computacionales si controla todas las variables, que se originaran en la empresa.

El progreso tecnológico va de la mano con la conservación del ambiente, se asegura un futuro con las tecnologías adecuadas que no dañan el medio en, que se desarrolla los seres humanos.

La sostenibilidad de una tecnología determina el tiempo de utilización de esta, si causa daños al ambiente, ser desechada automáticamente, las facilidades, que se producen en el presente serán pasivos ambientales en el futuro que depende de los efectos podrían ser irreparables.

Las alternativas, que se aplican en el IoT a las fuentes tradicionales de energía son:

- Paneles fotovoltaicos
- Molinos eólicos
- Vehículos eléctricos
- Paneles solares
- Energía mareomotriz
- Generadores magnéticos (Novillo-Vicuña & Hernandez, 2018, pp. 17-18)

Estas energías alternativas permiten un seguimiento integral de los gastos y la producción, pueden integrarse al proceso de inventarios, mediante la optimización de los procesos.

Otro de los pilares en el IoT es el desarrollo colectivo, para que exista mayor avance tecnológico, contaran con todas las herramientas para poder realizar investigaciones, pero al ser un área dominada por las patentes, el acceso no siempre es el adecuado para una

tecnología, puede llegar a costar mucho dinero o no poder utilizar sin autorizaciones, las cuales, requieren engorrosos trámites.

Recientemente, se ha implementado la idea del *Open Hardware*, que similar al *software* libre pone a disposición de todas las personas la tecnología, en este caso el *hardware*, el cual, es dado sin licencia, para que las modificaciones, optimizaciones, aplicaciones del mismo se realizaran sin impedimentos, mientras los costos se abaratan para los inventores.



Figura 6 *Hardware* Libre

Fuente: Hwlibre.com

El principal exponente de esta tecnología es el Arduino, es una plataforma con una placa de entradas y salidas, analógicas y digitales que utiliza el lenguaje *Processing/Wiring*, cuenta con pines de transferencia que permite conectar alimentaciones es como la cuna para el sistema operativo de un proyecto.

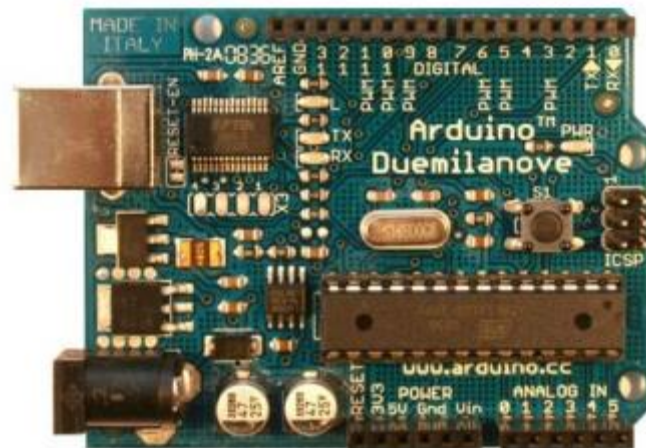


Figura 7 Placa Arduino

Fuente: Arduino.cc

Al contar con la placa de Arduino, se programa el *software* en la computadora de trabajo, el software, se conseguirá en la página de Arduino.cc o viene ya con este, luego viene la programación dentro del programa si utiliza las funciones y variables que sean necesarias para el proyecto (Pomares, 2016).

Actualmente existen varios modelos de Arduino, es implementado según la disponibilidad y factibilidad de este para el proyecto.

Uno de los ejemplos de este tipo de hardware es el ARDUINO UNO, es una tarjeta basada en el microcontrolador *Armel AVR ATmega328*, que con sus dos hileras de pines permiten adaptar a tarjetas de expansión, por lo que utilizar este *hardware* como base para sistemas informáticos da mucha versatilidad en lo, que se trabaje (Lazalde, 2015).

Otro tipo de *Hardware* son los sistemas embebidos, que consisten en varios microprocesadores similar a una tarjeta madre, aunque destinados a una función específica, por lo, que se formara la estructura del sistema informático con los requerimientos necesarios, los ejemplos de estos sistemas son *Raspberry Pi*, *BeagleBone*, *pcDuino*, *Intel Edison e Intel Galileo* (Pearce, 2018).

En la domótica, se utiliza estas innovaciones para los sensores y actuadores, además, del procesamiento de la señal y el control de todo el sistema, si abarata costos por no pagar licencias ni patentes para implementarlos en el hardware, pero no tiene la misma efectividad que con otros artefactos, al ser gratuito no cuenta con el poder económico para pulir las características del producto.

Lamentablemente los intereses de las grandes compañías no permiten, que se dé un avance en este sentido, el hardware sigue patentado, si llega a costar astronómicas cantidades de dinero para hacer uso de ellas, y aún más realizar un producto con uso de tecnología preexistente (Novillo-Vicuña & Hernandez, 2018, pp. 17-18).

Actualmente existen varios proyectos que utilizan *hardware* libre, por sus facilidades permiten aplicarlos a sistemas de medicina, educación, industrias pequeñas que no cuentan con muchos recursos para el control y automatización.

La educación, se ha visto apoyada por proyectos surgidos por los estudiantes, como una Máquina de control numérico computarizado *CNC*, para desarrollar circuitos impresos, lo que facilita el trabajo para los desarrolladores de circuitos electrónicos (Duque, Buitrago, Santos Borja, & Galindo, 2017), que gracias al hardware libre se pudo generar por estudiantes sin requerir grandes recursos.

La industria, se ha visto mejorada con automatización de procesos, para reducir la mano de obra necesaria en el control, el proyecto *FarmBot*, creada por *Rory Aronson*, es el prototipo de un robot agricultor para sembrar semillas y regar agua a cada planta, es la ventaja de esto, que se encuentran los planos en la página web del desarrollador para armar y mejorar el robot libremente, con ello en países con poco acceso a tecnología robótica avanzada, se utilizarán los planos en sus proyectos (Aronson, 2019).

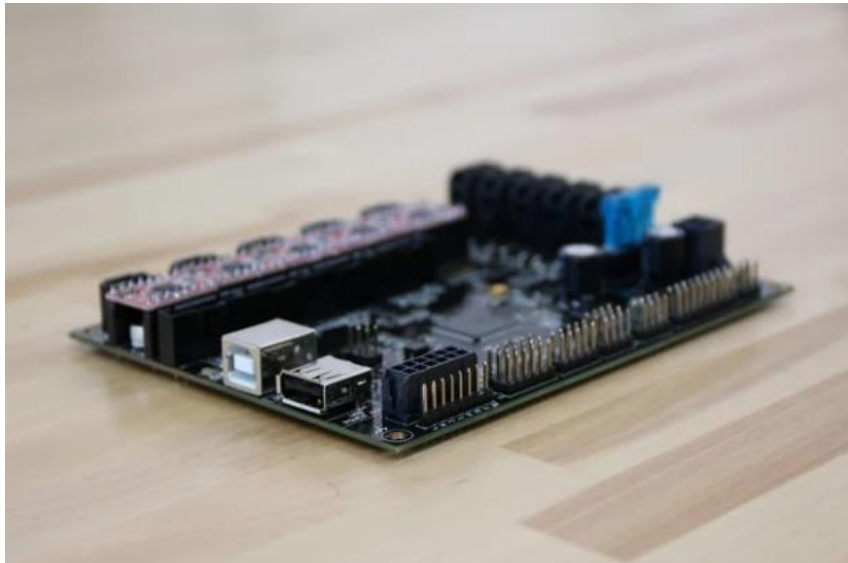


Figura 8 v1.3 *Farmduino* de *Farmbot*

Fuente: *Farm.bot*

Mientras en medicina, se ha creado proyectos para personas con discapacidades, como adaptaciones para personas con deficiencias visuales, incluso implantes para personas con problemas de oído, como la empresa *Ducere Technologies* que utilizan programación con Arduino y *GPS* para la ubicación de los pacientes con estas dificultades, poco a poco se va crea nuevas mejoras que, se ven impulsadas con el acceso a *hardware* libre.

En la agricultura a pesar de ser un área en que la tecnológica nunca ha sido una prioridad, se intenta revolucionar la manera de trabajar de las personas agricultoras. La empresa española *Libelium*, comercializa placas *Waspmote* que, apuesta por la Agricultura inteligente, poseen aplicaciones que van desde monitorear las zonas de cultivos, control automático de riego, fertilización, protección contra la helada, y de a poco se convierte en el campo de aplicación más importante en los países que principalmente tienen como ingresos la producción agrícola (software.com, 2015).

Por último, los inventarios han contado con desarrolladores que, se han enfocado en este aspecto para sus sistemas y servicios, que brinda desde discos duros, tarjetas de video, equipos con sensores y piezas, que se podían controlar con *software* libre, uno de estos casos

es el *IT ASSET TOOL*, que cuenta con ambas partes tanto *hardware* como *software* para el manejo de equipos de cómputo (Grupo Nolton, 2019).

La aplicación en las empresas del *IoT* tendrán varios campos, utilizarlos en los inventarios y procesos, se llama *Connected Factory*, une de esta manera todos los aspectos de trabajo, lo automatiza y lo conecta en una base de datos que permite controlar de manera más eficiente la planta.

Connected Factory presenta las siguientes ventajas:

- **Bajo riesgo.** - al ser automatizado los procesos, se reduce el error por el operador o por factores externos al proceso, se detalla exactamente las precauciones a tomar en cada área de producción, lo que limita los accidentes que surgirán.
- **Agilidad.** - un proceso automatizado tiene un protocolo para cada acción, que se realiza en el mismo, este protocolo permite realizar de manera más veloz cualquier procedimiento, y según la tecnología, que se implementara en el área, llegara a no necesitar seres humanos para funcionar.
- **Eficiencia.** - un proceso que funcionará sin detenerse, tendrá mucha mayor producción, no sufrirá demoras. Se refleja en las unidades producidas en el mismo tiempo.
- **Innovación.** - la ventaja de tener datos en tiempo real de la empresa permite detectar las falencias de los procesos, es generar soluciones innovadoras, esto mejora la optimización en la empresa, (Kranz, 2017, pp. 25-26).

Varias empresas van a la vanguardia con la tecnología del *IoT*.

Desde petroleras, empresas informáticas, hasta ensambladoras ya tienen un programa de aplicación del *IoT*.

Algunos ejemplos son los siguientes:

- **BC Hydro:** El monitoreo de todas sus instalaciones generaba muchos inconvenientes, con robos y otros problemas de seguridad, por lo, que se cambió el

sistema de vigilancia si aplica el IoT a todas las instalaciones, casi 2 millones de metros, con esto se redujeron los costos y los tiempos de respuesta ante las eventualidades que surgían.

- **Anglo American Platinum:** Es una plataforma importante en Norteamérica, pero los sistemas de control que utilizaban generaban tomas de decisiones que distaban mucho de lo esperado por el cliente, se optó por cambiar la plataforma a una que utilice nuevas tecnologías IoT, con lo que el cliente pudo mejorar su experiencia, reduce de esta manera los costes de la red a la mitad de lo que gastan sus competidores.
- **Benteler:** Una empresa automotriz que cuenta con una fábrica de ensamblaje de sus autos con varios procesos ineficientes, eran operados por trabajadores, que aunque tenían experiencia siempre tenían tiempos de producción muy largos. Se realizó una automatización completa de la planta para que las operaciones sean mucho más rápidas y eficientes, reduciéndose las pérdidas por errores del personal.
- **Fanuc:** Una empresa que construye brazos robots para procesos industriales, tenía el inconveniente de que no recibían un *feedback* sobre el uso del producto, por la falta de una plataforma para manejar todos los datos de los brazos que salían de la fábrica. Se desarrolló una nube híbrida en la que se pudo recopilar los datos para dar el seguimiento a todo lo producido por ellos, (Kranz, 2017, pp. 25-26).

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

Este capítulo está estructurado en tres partes:

La primera parte corresponde a la caracterización de la institución en donde, se va a implementar el dispositivo; en la segunda parte, se instituyen los diferentes aspectos de la investigación como son: el enfoque, métodos de investigación, tipos de investigación, metodología teórica y práctica; mientras la tercera parte pertenece a la metodología del desarrollo.

2.1. Caracterización

Los organismos que rigen el Sistema de educación Superior tenemos:

- El consejo de Educación Superior (CES).
- Consejo de Evaluación y Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES).

El Consejo de Educación Superior es uno de los principales organismos que rigen el sistema de la educación a nivel superior planifica, regula y coordina el medio interno entre las instituciones de educación superior, el poder ejecutivo y la sociedad del país.

Este organismo garantiza la oferta académica para las demandas de todos los ámbitos en el país, además, de generar las políticas para el desarrollo de las actividades de todos los actores de la educación superior para generar los profesionales con los conocimientos necesarios para desarrollar los trabajos que el país requiera (Consejo de Educación Superior, 2018).

Este consejo, se encarga de evaluar, acreditar y asegurar la calidad de la educación superior, ocupado de la intervención en cada institución superior, es el responsable de designar las categorías de las universidades, además, de mejorar las instituciones en los aspectos físicos, de infraestructura y de organización académica y administrativa (Política de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas en el marco del sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior, 2018).

Es el sistema de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, que consta de la matriz en Quito desde 1946 y en años después se fundaron cinco sedes en todo el país, las que son Santo Domingo, Ambato, Esmeraldas, Manabí e Ibarra, si enfoca este sistema a mantener los principios de la filosofía católica mientras brinda una educación de calidad para formar a los mejores profesionales del país.

La **SINAPUCE** cuenta con más de 25000 personas entre estudiantes, docentes y personal administrativo y de servicio, que día a día desarrollan su trabajo y proyectos para beneficio de la sociedad (Ponce, 2015).

La sede en la ciudad de Ambato de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador fundada en el año de 1982 con diferentes programas de tecnología, que aplica los valores y principios del sistema internacional en todas sus instancias, precautela la filosofía católica y de igual manera si genera profesionales con estos valores mediante la docencia, tutorías, sistemas de becas, actividades lúdicas, deportivas, espirituales y culturales que sirven para el desarrollo de todas las habilidades de los componentes de esta institución, consta de 12 edificios entre facultades, bibliotecas y centros culturales y deportivos.

La sede, se encuentra en la Av. Manuelita Sáenz, cuenta con siete carreras de pregrado y tres carreras de posgrado, además, de clubes, programas de idiomas, cultura física y otros servicios para los estudiantes (Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato, 2019).



Figura 9 Campus PUCE-SA

Fuente: Biblioteca Juan Pablo II

El departamento Administrativo y de Talento Humano de la PUCE-SA; cuenta con cuatro personas de manejo directo, las cuales, son: la directora, dos asistentes y una secretaria, los que laboran en el Edificio administrativo.

Este departamento, se encarga de brindar apoyo en el trabajo de las personas pertenecientes a la PUCE-SA para mejorar el ambiente laborar y así lograr los objetivos propuestos por cada área de esta institución, (Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato, 2019).

Por ello se ha elegido a esta sección de la sede Ambato para realizar este proyecto.

Manejo de inventarios en instituciones

El manejo de inventarios en las instituciones es un proceso que consume gran cantidad de recursos humanos, físico y de tiempo, la automatización de estos procesos permite una disminución del tiempo, menor personal requerido, mejor acceso a la información y un sistema en tiempo real para el control. La utilización de *IoT* facilita estas ventajas, pero requiere un estudio de varios aspectos, como el etiquetado, las frecuencias de transmisión y los sistemas informáticos para manejar los datos.

Para la aplicación de una solución con *IoT*, se seguirá un proceso metodológico, que se presenta en esta parte del trabajo, A manera de introducción se muestra el proceso simplificado de la siguiente manera:

1. Diagnóstico y esquematización del sistema de inventario
2. Diseño de un sistema de control.
3. Desarrollo de una aplicación web para el manejo de información.

El manejo de inventarios de muebles y enseres es un trabajo que requiere un sistema de control exhaustivo, cada institución está en obligación de reportar la adquisición y el uso de

ellos, este trabajo busca establecer una metodología adecuada para la implementación de soluciones con IoT.

2.2. Metodología de investigación

Cortés Cortés & Iglesias León (2017), mencionan que la metodología de la investigación está dirigida a excavar los conocimientos teóricos, práctico o teórico - práctico y resolver problemas de la vida cotidiana, de una u otra forma en función de satisfacer necesidades e intereses.

En los siguientes ítems, se trata de exponer algunas características propias del presente trabajo de investigación, de forma que, se comprenda de mejor manera el trabajo presentado.

La investigación es aplicada, permite dar resultado a la problemática de control de inventario en la PUCE-SA manejado por el encargado del área previamente capacitado por la Facultad de Ingeniería en Sistemas.

Enfoque de la investigación

La investigación tiene un carácter cualitativo y cuantitativo, se enfoca en un plan de aplicación de IoT, basado en el análisis de las falencias detectadas a través de un análisis cualitativo de las condiciones actuales del problema y la determinación de condiciones cuantitativas de mejora que el proceso IoT brindara como mejora a la institución.

Tipo de proyecto

De desarrollo tecnológico

Este proyecto está enfocado en desarrollar una tecnología de control de inventarios mediante IoT y domótica, por lo que el producto final será un programa que sirva para este propósito, lo que encaja en el tipo de proyecto de desarrollo tecnológico.

Este proyecto, se encarga de evaluar el proceso actual de manejo de inventarios y diseñar un sistema automático para el control de bienes dentro del departamento administrativo y de talento humano de la PUCE-SA, este sistema estará basado en la utilización de hardware y software libre.

La búsqueda bibliográfica facilita al investigador la información importante para actualizar los conocimientos, el aumento de producción en los datos que, se dispone actualmente, requiere de un desarrollo de búsqueda en el menor tiempo posible y resulte de manera exitosa, tiene artículos, revistas, tesis, campos virtuales documentos fundamentados que sean necesarios para el tema abordado (Estrada, 2019).

Tipo de investigación

Análisis – Síntesis

Según Hernandez (2017), el analisis consiste en separar en partes y estudiar de manera individual o por separado, asi como, también, el modo que los conforman y todas las relaciones que existiran entre ellos. Por otro lado la síntesis, se maneja de manera contraria puesto que es la composición o reconstrucción de todas las partes o elementos descompuestos por el análisis.

Estos dos conceptos son opuestos entre sí, pero complementarios para detallar el fenómeno a estudiar.

El análisis nos permite descubrir la estructura de la información, si discrimina su composición, su organización, estructura y dinámica, lo que en los inventarios de muebles y enseres actuaran en el sistema utilizado, la frecuencia de inventariado, los registros, que se tengan y el personal involucrado, lo cual, será la parte de cualitativa y cuantitativa del proceso actual de inventarios que, se maneja en la PUCE-SA, mediante encuestas y entrevistas.

La síntesis al ser una especie de resumen toma todas estas partes separadas por el análisis y las condensa, generalmente en un documento para su rápida comprensión por parte de cualquier persona que desee revisar de

qué va el proyecto. En esto, se dejan de lado ciertos puntos que no son tan determinantes en la investigación, mediante métodos estadísticos para estudiar los resultados de las encuestas y entrevistas, y así mostrar información que muestre tendencias y datos interpretables sobre el estado de los inventarios tanto antes como al finalizar el proyecto.

Variables

Variable independiente

El manejo de los inventarios en las áreas de las unidades de educación superior es un proceso continuo e importante para la gestión de recursos de la institución.

Variables dependientes

Los inventarios no cuentan con un registro en tiempo real de los bienes.

El personal necesario para manejar un inventario es insuficiente o no está dedicado a tiempo completo para el trabajo.

Los registros de inventarios no cuentan con un sistema automático.

Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de información

Según (Díaz Bravo, 2013), La entrevista es la técnica de gran provecho para la práctica de investigación cualitativa en recabar datos, se identifica como una conversación que propone un resultado explícito diferente al simple hecho de conversar. Instrumento técnico que adopta la forma de diálogo corriente.

Se impugna que la entrevista es más poderosa y puntual que el cuestionario, obtiene información veraz y completa, además, da la posibilidad de resolver dudas durante el proceso, si afirma respuestas más útiles.

Tipos de entrevista

(Blasco Hernández & Otero García, 2018), describe que existen variedad de estilos y formas de entrevistas; no obstante, son heterogéneas según diferentes autores, si habla de la familia de entrevistas cualitativas, en esta familia incluyen a las de formato semiestructurado y no estructuradas, tiene en cuenta que, también, se aplicara una modalidad mixta presentes en diferentes entrevistas cualitativas donde existen fracciones más estructuradas y menos estructuradas, pero lo da el balance necesario entre ellas.

Tiene en cuenta las familias de la entrevista tenemos las siguientes:

- Entrevista estructurada

- Entrevista semiestructurada
- Entrevista en profundidad.

Asimismo, el tipo de entrevista, que se escogió es en profundidad puesto que es necesario que el tipo de información, que se obtiene sea muy claro y que sea capaz de esclarecer las dudas que, se han planteado en las preguntas antes formuladas y con esto dar avance al proyecto tiene en cuenta ya las falencias establecidas por los resultados.

Para la recopilación de información y datos primarios, se ha considerado como instrumento la entrevista (realizada por el investigador) la que nos permitirá identificar el proceso actual con el que, se maneja el control de inventario de muebles y enseres en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. Esta entrevista se aplica al encargado de inventarios de la institución si trata de recopilar la experiencia cualitativa que describa el problema de mejor forma, así como, también, la perspectiva de mejora que automatización aportara al proceso. Se aplica un cuestionario pre elaborado, en el, que se analiza la periodicidad, el manejo y control de los inventarios, además, de explorar el conocimiento actual sobre el IoT y nuevas tecnologías en el manejo de inventarios. Otro punto importante en la entrevista fue el manejo de los muebles y enseres dentro de la institución.

Población y muestra

En este caso, no se ha requerido la población porque se compone de una sola persona, que se encuentra encargada del monitoreo del sistema del control de inventario, y muestra puesto que, no se ha planteado una hipótesis a la investigación.

Información bibliográfica

Otro aspecto, que se toma en cuenta son los modelos de gestión de inventarios existentes para que de esta manera utilizarlos como una plataforma para comenzar el proyecto, estas se encuentran en libros de administración de recursos, por lo, que se recurrirá a estos para diseñar el funcionamiento, mientras los componentes electrónicos se recurrirá a documentos de electrónica, domótica y hardware libre como principal fuente de consulta para al final desarrollar la interfaz digital mediante programación.

Como punto principal en el hardware será los lectores para las señales entre el bien y el sistema, se procura la eficiencia de la señal y el procesamiento de la información.

Diagnóstico

Para la entrevista, se realizó los siguientes pasos:

1. Se elabora las preguntas objetivas para exponer al entrevistado.
2. Se acordó una cita previa con la autorización de la universidad.
3. Se practica la entrevista al encargado de controlar el inventario en la PUCE-SA.
4. Resultados de la entrevista recaba la información obtenida.

Recopilación de información

La presente entrevista tiene como objetivo determinar las características principales que consideraran para llevar a cabo el proyecto planteado, para lo cual, se realiza la entrevista al personal administrativo encargado del área de control de inventario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.

Resultados parciales de la entrevista

Dentro de los resultados parciales se obtiene:

- El inventariado se realiza anualmente.
- El sistema esta manejado por una persona, se encuentra en planificación la inclusión de otra.
- Uno de los más importantes es dar la ubicación del mueble y enser.
- Se tiene una bodega externa en donde se almacena algunos muebles.
- Se maneja un sistema numérico con código de barras que permite la identificación del mueble y enser.
- Las características principales para identificar el mueble y enser son:
 - El color
 - El modelo
 - Registros del proveedor
 - El número de facturas

- Orden de egresos de pagos
- Números de series
- Alguna especificación extra que tenga los activos.

Procesamiento y análisis de datos.

Se realizó un análisis de la información principal para la implementación de IoT y de las fases de seguridad, que se van a considerar, con la finalidad de que la propuesta planteada se evidencie de la mejor manera.

Por lo cual, se considera los siguientes aspectos:

- Recolección de información.
- Registrar las fuentes de información.
- Procesamiento de la información.
- Análisis e interpretación de la entrevista.
- Impregnar los esquemas propuestos
- Establecer las conclusiones y recomendaciones.

Propuesta

Analizar el proceso manual del control de inventario de muebles y enseres.

Determinar los métodos de asignación de códigos de los muebles y enseres.

Análisis y diseño del sistema de control de inventario aplicando IoT.

2.3. Metodología de desarrollo

Según Bhatnagar, Morrish, Puhlmann, & Slama, (2015) La planificación, construcción y ejecución de una solución de *IoT* será única para cada solución, sin repetir en su aplicación en diversos proyectos. El enfoque genérico y metodológico es guiado por ciertas líneas de solución para IoT. Primero se analizan algunas de estas suposiciones antes de presentar el enfoque detallado, que se aplica para la solución de la problemática descrita para este trabajo de investigación.

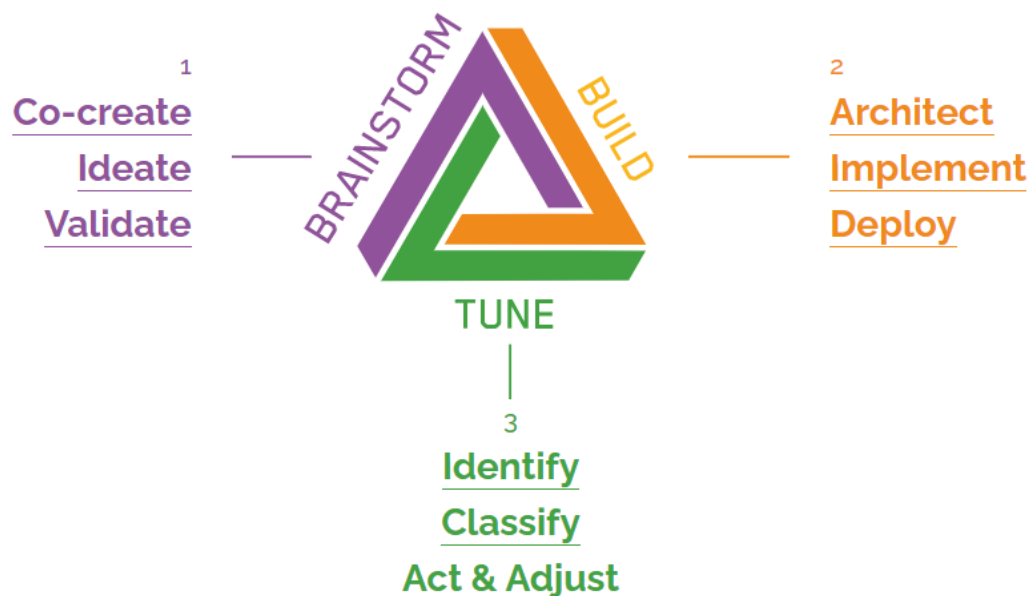


Figura 10 Ciclo de vida del IoT

Fuente: <http://www.iotmethodology.com>

IOTM Lifecycle contiene tres pasos, los cuales, inician por la tormenta de ideas conocida como **Brainstorm**, esta etapa da nuevas ideas y el inicio del proyecto, en este punto ninguna idea se desecharan porque serán desarrolladas a posteriori, pasa luego a la fase de **Build**, en esta se implementa las ideas anteriores, mediante la arquitectura y otras herramientas que sirven de apoyo, por último, se tiene la fase de **Tune**, afinamiento en la, que se identifica, clasifica y empieza la actuación de la metodología IOMT a implementarse.

Las fases **BRAINTORM** / **BUILD** / **TUN** son descritas por Bhatnagar, Morrish, Puhlmann, & Slama, (2015) para un proyecto de IoT y se detallan, a continuación:

Brainstorm

Esta inicia con proponer el financiamiento para el proyecto, es importante, marcará los límites en los, que se desarrollará todo el trabajo. Es ideal que un equipo pequeño tome las ideas y requisitos para desarrollar el plan de aplicación del proyecto, además, que defina la solución, es importante que tengan discrepancias pero que lleven a una solución al final del

día, para, que se logre un acuerdo bajo diferentes puntos de vista, elije la mejor opción posible dentro de los objetivos de esta etapa, los cuales, son:

- **Co-Create.** - Es la guía para llevar un proceso estructurado de las ideas principales para la creación del proyecto, permite organizar y definir el impacto, que se desea tener.
- **Ideate.** – Se denomina al proceso para ampliar conceptos, mejorar las ideas propuestas, si opta por las mejores e innovadoras.
- **Validate.** - El resultado de esta fase será una propuesta concreta que tengan epopeyas de alto nivel que servirán para las fases posteriores.

Otra obligación que tiene este equipo será abastecer al grupo, que se encargará de la construcción que es el paso inmediato de esta fase.

Build

Esta etapa requiere la intervención de un mayor número de personal, dividido en uno o varios equipos, además, que estos son multidisciplinarios y múltiples. Si bien esta etapa ya aplica lo planificado, también, requiere una coplanificación durante todo el período de trabajo. El enfoque ágil de cada sprint requiere una planificación detallada, por lo que es necesario adaptar los documentos generados en la fase de planificación, porque surgirán nuevos requisitos o nuevas necesidades con el análisis de cada sprint en el desarrollo del proyecto si toma en cuenta las siguientes sub-fases:

- **Architect.** – En esta sub-fase se evalúa las ideas principales para armar, modelar, definir un plan, en el cual, se desarrolla el sistema, toma en cuenta las fases anteriores y concretar la estrategia, que se implantará para el desarrollo.
- **Implement.** – Es un conjunto de procedimientos que son seguidos por el grupo de trabajo para alcanzar los objetivos que rigen en el progreso del proyecto, tiene como alcance principal dirigir al equipo de trabajo con tareas simples, pero con la definición de un concepto claro y conciso del alcance del propósito.
- **Deploy.** – Hace referencia a iniciar algo, o poner algo en práctica, aplicado al mundo de la programación, si se inicia el desarrollo de un sistema, este es implantado. En el

momento en que el proyecto comienza a ser usado por los usuarios, podemos decir que ha sido implementado.

Tune

Es el proceso sistemático de búsqueda del origen, naturaleza y corrección de los problemas de rendimiento de un sistema de base de datos. Existen muchas circunstancias, por las cuales, un sistema de base de datos comenzara a tener problemas de rendimiento: los más comunes tienen relación con cuestiones de diseño.

La producción de las soluciones IoT (SOP) pasa del equipo anterior a una organización de línea, lo que es un paso natural en este tipo de proyectos. Actualmente, se establece una organización *DevOps* integrada que, además, del desarrollo se ocupa de las operaciones que componen la solución. Los *DevOps* para IoT son mucho más complejos que los que, se utilizan para otras áreas, es necesario el empleo de expertos en varias disciplinas, además, de un conocimiento total del sistema para su seguimiento.

- ***Identity***. – Permite indicar el valor de inicio de la secuencia y el incremento, un campo definido como "*identity*" generalmente, se establece como clave primaria. Un campo "*identity*" no es editable, es decir, no se ingresará un valor ni actualizarlo.
- ***Classify***. – Se explica como una aplicación básica de Natural *Language* mediante solicitudes, la cual, clasifica el contenido en categorías junto con una puntuación de confianza.
- ***Act and adjust***. – esta función está relacionada con el ajuste del texto.

A continuación, se desarrolla el proyecto si aplica las diferentes etapas de la metodología ***IOTM Lifecycle*** previamente descrita.

A continuación, se explica cómo se desarrollaron cada una de estas fases en el proyecto de investigación:

Fase I Aplicación de la Metodología IOTM BRAINSTORM

Para la etapa de *Brainstorm*, se propone, analiza y selecciona distintos materiales, los cuales, van a formar parte de la construcción del dispositivo, si forma un equipo de trabajo

específicamente con el encargado del sistema de control de inventario de la Universidad para posterior a ello segmentar todos los requerimientos que, se tenga en cuenta y detallar todas las características como:

- Objeto
- Funcionalidad
- Tamaño
- Costo.

Para seguir con los pasos de requerimiento, conjuntamente con el encargado de sistema de inventario, se realiza un estudio del como la Universidad lleva los controles de inventariado para así determinar un camino preciso del cómo, se satisfacen las necesidades que, se requiere para dicho sistema.

Sistema de inventario en la institución

El tipo de inventario que aplica la institución es un punto crítico en la recopilación de datos, determinará cómo funciona actualmente el sistema y si podrá desarrollar un programa que simule este proceso o, se optimizará, de igual manera los registros manejan tanto documentos físicos como digitales, por lo que es importante enfocar el proyecto a lo que requiere la institución, ya sea para cumplir con las normas y regulaciones por las que, se maneje el inventario.

Si, se toma en cuenta todos los materiales y se revisa las notas de los estudios que, se realizan en la universidad acerca del control de inventario, se toma una idea principal para que esta sea el camino más efectivo para la realización del sistema de inventario en el establecimiento.

Se amplía el estudio, es dos métodos fundamentados en la localización de objetos, los cuales, serán estudiados y puestos a pruebas para verificar si, se afinara uno de ellos y aplicar más conocimiento que contribuyan en un resultado que sea ya una idea concreta para el sistema en desarrollo.

Los métodos escogidos para poner a prueba es compatibilidad con los materiales y requerimientos del usuario son: Geolocalización y Trilateración. Estos métodos son

específicamente para la localización de objetos y se aplicaran para el desarrollo del sistema, a continuación, se detalla las pruebas que, se realizaran para cada uno.

Fase II Aplicación de la Metodología IOTM BUILD

Diseño del *software*

El *software* que soportará el sistema, se creará mediante un proceso que englobe las acciones necesarias para el manejo de inventario.

- La idea es un sistema de control de inventarios, por lo que los inputs serán las señales de los bienes que, se manejen.
- Captar las señales del dispositivo, identificar el bien en una base de datos y posteriormente establecer la ubicación en la que, se encuentra el bien, esto constituirá el input para el programa.
- El output constituirá los datos en la computadora, estos, se mostrarán en tiempo real y estarán distribuidos adecuadamente para facilidad del encargado de inventarios y así poder establecer un registro de inventarios amigable con el usuario.
- Un componente importante será la creación de un banco de datos de los bienes y enseres que tenga la sección a trabajar, por ello, se utilizará el inventario físico para digitalizarlo y enlazarlo con la señal que tenga el bien, De esta manera, se creará la biblioteca virtual de los objetos físicos (Alonso Amo, Martínez Normand & Segovia Pérez, 2015).

Metodología de desarrollo del *software*

El *software*, se desarrollará mediante tres modelos, que son la Cascada, el Espiral y el prototipeo.

El modelo de **cascada** es una fase lineal, que inicia en la investigación de los requerimientos y la idea, luego pasa al diseño de la aplicación y, por último, las pruebas de esta manera, no se obtiene un *feedback* adecuado, pero sirve para realizar proyectos rápidos (Láñez, 2015).

En el **espiral**, se da un constante círculo de todas las fases de desarrollo, al iniciar el proyecto, se pasa al diseño y evaluación y luego vuelve al inicio, para así perfeccionar todo el sistema.

El **prototipeo** similar a la espiral da un bucle, pero este ya no incluye la investigación inicial, sino solo la revisión y diseño del sistema, hasta que, se tenga una aplicación sin fallos para implementarlo, este modelo es uno de los que más se aplican en los proyectos por tener varias revisiones, pero no abarcar el hacer de nuevo la aplicación.

Fases de implementación

Para Conde, 2015, las fases de implementación, se dividirán en tres:

- Implementación del módulo de entrada de datos
- Implementación del bloque de la aplicación web
- Integración de ambos bloques.

Implementación del módulo de entrada de datos

En esta etapa, se considera el tiempo que, se demorará en el escaneo, la lectura de cada unidad, y el tiempo que, se demorará enviar los datos a la matriz.

La utilización de equipos de lectura facilita este trabajo, y automatiza el registro de la información, las ventajas en el manejo de inventarios de esta etapa son muchas, si se considera un manejo manual que, se utiliza en la mayoría de las empresas.

Implementación del bloque de la aplicación web

El sistema informático de una solución *IoT* contarán con varios protocolos para su funcionamiento, los módulos necesarios para programar el sistema virtual, además, que requiere de la recopilación de datos, la transmisión de estos y que estén disponibles en la red.

Integración de ambos bloques

Esta etapa integra las anteriores, con pruebas de funcionamiento y efectividad.

Etapa Estratégica

Si bien las etapas anteriores son parte completamente de la ejecución, es necesario conocer la fase anterior a esta, en esto aparte de los conocimientos técnicos, se analizarán otras variables como el tiempo, el dinero y la factibilidad del proyecto.

Se conoce como consultoría estratégica, identificar el costo estimado de la aplicación tecnológica, el cronograma de aplicación y desarrollo, presupuesto de consultoría externa, entre otros aspectos que, se generaran en el proyecto.

Es indispensable desarrollar un plan en esta etapa para que sirva como base para el funcionamiento de las siguientes etapas.

Implementación de reportes de inventarios.

Al contar con el instrumental electrónico y la interfaz digital de recepción y tratamiento de información, se procede a la programación, (Ver Anexo 5)

Fase III Aplicación de la Metodología IOTM TUNE

Evaluación de la aplicación

La evaluación del sistema será un proceso constante, en la que, se probaran:

La lectura del sensor con la señal del bien. - al momento de conseguir los componentes del sensor y la señal, se está en constante prueba para asegurar el funcionamiento permanente de estos e interferencias que afectaran a este proceso.

La interpretación de la lectura. - De igual manera, se mantendrá un seguimiento ininterrumpido de la señal al pasar de análogo a digital y que no sea modificada o, se pierda en el sistema.

La fluidez de la interfaz. - el programa dará la información necesaria para que el operario entienda y maneje los datos de los inventarios, además, que no mantendrá latencias, congelamientos u otros problemas, por lo que, se consultaran constantemente sobre los cambios que, se aplicaran para que la interfaz sea lo más entendible y ágil para el usuario.

Posibilidad de actualización. - es importante que permita actualización tanto de la interfaz como de la información que, se incorporaran, por lo que el *software* aceptara estas modificaciones o no dar muchas complicaciones si, se aplica esto.

Se tiene en cuenta las fases de evaluación antes descritas, se plantea realizar el ensamblaje de un prototipo de dispositivo de una manera inicial con las características principales, si forma un molde que dispone a la ubicación del objeto. Para realizar la validación del prototipo del proyecto, se tomaron en cuenta diferentes dispositivos como:

Arduino MKR Wifi 1010: La placa de Arduino tiene como objetivo la aceleración y simplificación de prototipos específicos de IoT basadas en Wifi, cuenta con un módulo interno ESP32 que baja el consumo de energía y mejora su funcionamiento.



Figura 11 Arduino MKR Wifi 1010

Fuente: Elaboración propia

GPS u-blox Neo-6m: Un módulo de localización GPS especialmente para exteriores que cuenta con una antena de cerámica y, también, una memoria interna EEPROM preconfigurada para un mejor uso del sistema.

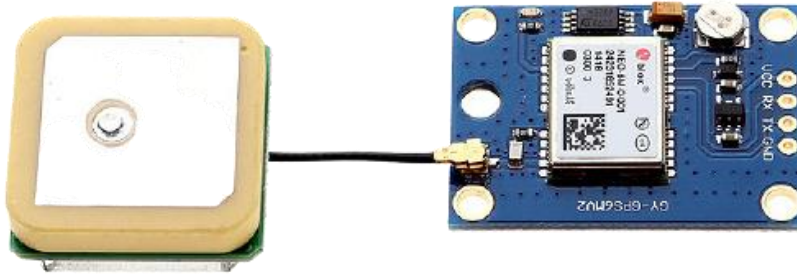


Figura 12 GPS u-blox Neo-6m

Fuente: (Modulo *GPS u-blox NEO-6M*, 2021)

Mini 360 dc-dc: Es un convertidor de voltaje de corriente directa, con una alta eficiencia de conversión, con un chip integrado MP2307 para proporcionar corriente de carga continua sobre un voltaje alto de entrada, es perfecto para aplicar en proyectos miniatura puesto que su medida es perfecta para su utilización.



Figura 13 Mini 360 dc-dc

Fuente: (Mini 360 MP2307 Convertidor DC *Step Down 3A - UNIT Electronics*, 2021)

Arduino Nano: Placa de tamaño compacto, compatible con *protoboar*, que tiene como base el microcontrolador ATmega328P, posee pines de entrada y de salida para conexión Mini-USB, terminales ICSP y un botón de reseteo, posee la misma capacidad que la placa Arduino Uno.

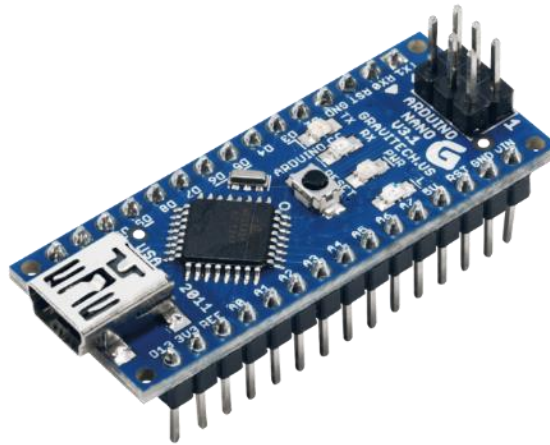


Figura 14 Arduino Nano

Fuente: (*Arduino Nano | Arduino Official Store, 2021*)

Cables *Jumper*: Es un cable especialmente para realizar prototipos, posee un conector en cada punta que, se utiliza para interconectar entre si los componentes en una placa de prueba.



Figura 15 Cables Bumper

Fuente: (Cables *Dupont* para *Protoboard* M/M 65 Unidades | Arduino.cl, 2021)

Protoboard: Es una placa o tablero de pruebas con orificios que de manera interna, se encuentran conectados eléctricamente sigue patrones de líneas, en donde, se introducirán componentes electrónicos para algún tipo de armado.



Figura 16 *Protoboard*

Fuente: (Cables *Dupont* para *Protoboard* M/M 65 Unidades | Arduino.cl, 2021)

El primer método sometido a prueba es de Geolocalización, una vez encontrados los elementos, se procede al ensamble de los componentes en la placa (*Protoboard*) para realizar las pruebas de posicionamiento del objeto, toma en cuenta las características principales que, se mostraran en la página web para el manejo del encargado del inventario.

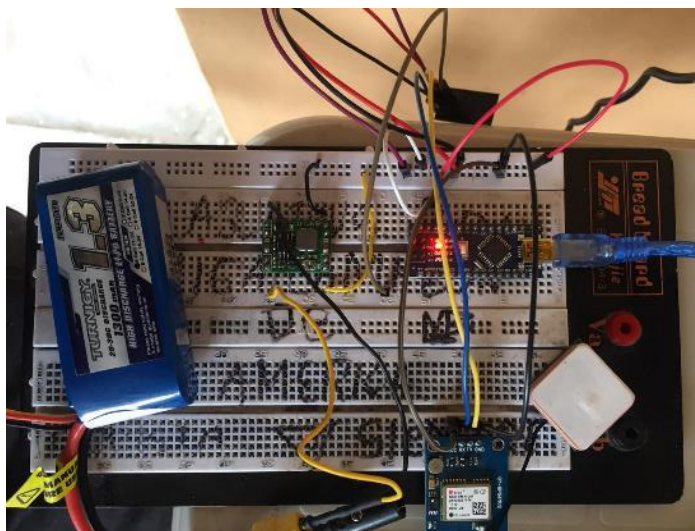


Figura 17 Prototipo de Geolocalización

Fuente: Elaboración propia

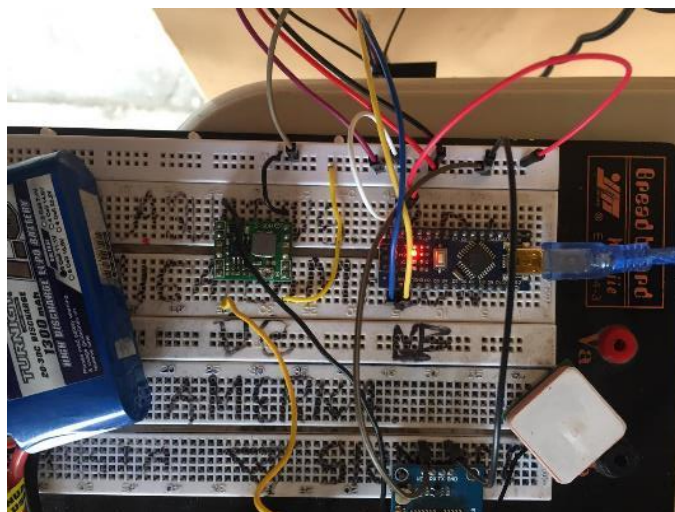


Figura 18 Funcionamiento de Geolocalización

Fuente: Elaboración propia

Para esta prueba del prototipo, se deduce los parámetros casi exactos de la posición del objeto, los resultados no son del todo favorables, por medio de la geolocalización no funciona en interiores tiene como resultado posiciones distintas y saltos que no favorecen al desarrollo del sistema.

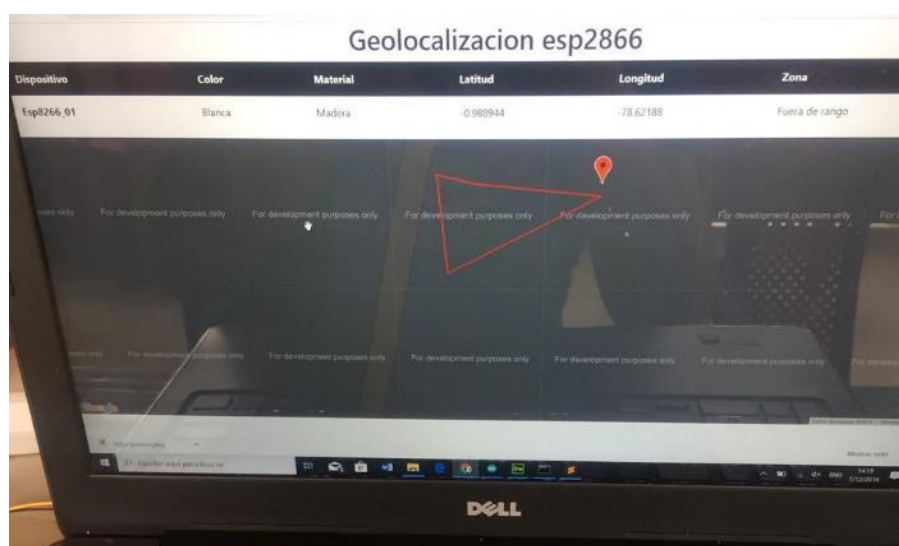


Figura 19 Página Principal Geolocalización

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19, se observará que el objeto, no se encuentra en la posición correspondiente, se encuentra saltos de posición, deduce que la Geolocalización no funciona en interiores puesto que tiene muchas barreras que impiden el buen funcionamiento del sistema propuesto. La geolocalización funciona perfectamente en espacios abiertos demuestra que no es un buen camino para lograr el propósito de nuestro sistema aplicativo, pero, se tomarán muchos componentes que nos servirán para el desarrollo del mismo.

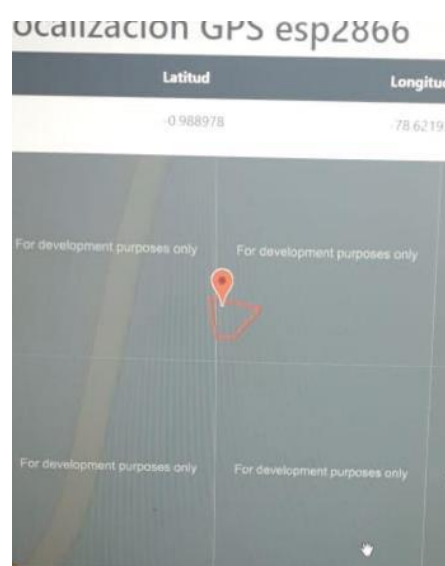


Figura 20 Movimiento del objeto

Fuente: Elaboración propia

Tiene en cuenta los resultados obtenidos con el prototipo de geolocalización, se acuerda que, se procede al estudio y aplicación del método de Trilateración, es más viable para el desarrollador y el usuario puesto que por este medio permite la localización del objeto en interiores que en este caso es la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, posterior a ello, se realiza el acople de los materiales para el desarrollo definitivo de lo que es el dispositivo para el control de inventario que, se detallara en el siguiente capítulo dentro de la metodología de desarrollo.

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para presentar los resultados del trabajo de investigación, se plantea usar las fases de la metodología de trabajo; y mostrar cada uno de los productos obtenidos en cada fase.

3.1. Etapa I de la Metodología de desarrollo *Brainstorm*

ENTREVISTA

1. ¿Cómo es el proceso de inventariado que aplica la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato?

Se realiza anualmente, depende de los requerimientos de la universidad, este proceso, se lo realiza en forma física posterior a ello, se recopila la información en una base de datos.

2. ¿Cuáles, obstáculos aparecen con mayor frecuencia dentro de su control de inventarios?

El obstáculo principal es que el activo, se mueve de lugar y por lo general es por personal no autorizado, por lo mismo que no son registrados y causan demoras en el proceso.

3. ¿Cuántas personas o sectores tienen acceso al control de inventario?

Al momento solo está 1 encargado en esta área, se planifica incluir a otra persona en un futuro.

4. ¿Qué sistema de codificación utiliza para sus productos?

Se utiliza un sistema numérico, que etiqueta los activos con código de barras Secuencial.

5. ¿Si el control de inventario es periódico, con qué frecuencia realiza el inventario manual?

Se realiza una vez al año y cada vez que haya cambio de custodio, se realiza las veces que sean necesarias.

6. ¿La universidad maneja bodegas externas?

Solo una bodega que, se encuentra frente a la universidad. Se cataloga como externa, pero está cerca de los predios de la misma.

7. ¿Cuáles, son las características que, se consideran para realizar el inventario de muebles y enseres?

Por lo general, se registra el color, el modelo, registros del proveedor, el número de facturas, orden de egresos de pagos, números de series. O alguna especificación extra que tenga los activos. Se pondrán los parámetros que considere el custodio.

8. ¿Cómo considera usted la calidad del proceso de inventariado actual?

Se lleva de una manera ordenada, pero estamos a un cambio en la universidad por cambios constantes lo que nos generara una crisis, en cuanto a movimiento activos, además, con el nuevo sistema que, se va a manejar va a ser más dificultoso todo el proceso.

9. ¿Considera usted necesaria la implementación de automatización del proceso de inventario de muebles y enseres expuesto, lo ve cómo beneficio?

Seria esencial para nuestra universidad porque siempre es necesario el movimiento de activos, un control extra nos ayuda a la localización inmediata, el cambio seria primordial.

10. ¿Conoce sobre el tema de *IoT* (Internet de las cosas)?

El encargado de esta área no tiene conocimiento en cuanto a este tema, se procede a brindarle la información necesaria para que nos ayude con la siguiente pregunta, la cual, es primordial para la investigación.

11. ¿Qué características le gustaría manejar para el proceso de inventario de muebles y enseres si conoce la temática de *IoT*?

Lo primordial es la ubicación, saber dónde, se encuentra el activo, puesto que lo más dificultoso es el rastreo de las cosas. Secundario a ello las características de los muebles ya detallados anteriormente.

3.2. Etapa II de la metodología de desarrollo *Build*

Se muestra dos principales resultados el ensamblaje y la programación. Se inicia con los resultados del ensamblaje, con el detalle de los elementos electrónicos.

Módulo ESP8866: El módulo *WiFi* ESP8266 es un autocontenedor *SOC*, con pila integrada protocolo *TCP/IP* que dará acceso a cualquier microcontrolador a su red *WiFi*. El *ESP8266* es capaz de acoger ya sea una aplicación o la descarga de todas las funciones de red *Wi-Fi* desde otro procesador de aplicaciones.



Figura 21 Módulo ESP 8866

Fuente: (Valle, 2019)

Batería *Lipo*: Las baterías *LiPo* (abreviatura de Litio y polímero) son baterías recargables compuesta en ocasiones de múltiples celdas usadas en aplicaciones que requieren corrientes superiores a 1A con bajo peso y tamaño reducido, por ejemplo, sistemas de radio control, como aviones, helicópteros, drones, cámaras, celulares, linternas, entre otros.



Figura 22 Batería Lipo

Fuente: (Snow, 2017)

Módulo DC Lm 2596: El convertidor *DC-DC LM2596* es un regulador de tipo conmutado reductor (*Step-Down o Buck*) con una alta eficiencia de conversión, excelente regulación de línea y bajo voltaje de rizado. El módulo reduce al mínimo el uso de componentes externos para simplificar el diseño de fuentes de alimentación. Permite obtener un voltaje regulado a partir de una fuente con un voltaje mayor, por ejemplo: obtener 5V, 3.3V, 1.8V a partir de una fuente o batería de 12V.



Figura 23 Módulo DC Lm 2596

Fuente: (Johnson, 2021)

Cargadores de teléfonos: Un cargador de baterías, o simplemente cargador, es un dispositivo utilizado para suministrar una corriente eléctrica, en sentido opuesto al de la corriente de descarga, a una batería o pila recargable para que esta recupere su carga energética.



Figura 24 Cargador de teléfono

Fuente: (Luis, 2021)

Interruptor: Dispositivo para abrir o cerrar el paso de corriente eléctrica en un circuito.



Figura 25 Interruptor

Fuente: (Borja, 2018)

Cable: es aquél cuyo propósito es conducir electricidad. Suele estar fabricado de cobre (por su nivel de conductividad) o aluminio (que resulta más económico que el cobre).



Figura 26 Cables

Fuente: (Borja, 2018)

A continuación, se muestra el proceso de ensamblaje del dispositivo con los elementos anteriormente definidos:



Figura 27 Ensamblado del dispositivo

Fuente: Elaboración propia

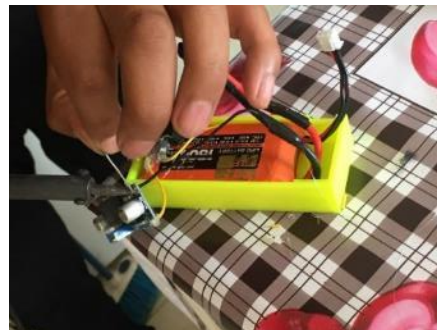


Figura 28 Soldadura de cables

Fuente: Elaboración propia



Figura 29 Acople de Módulo DC Lm 2596

Fuente: Elaboración propia



Figura 30 Ensamble del módulo ESP8866

Fuente: Elaboración propia



Figura 31 Prototipo ensamblado

Fuente: Elaboración propia

Tiene en cuenta que el módulo *ESP8866* funciona con las instrucciones o la programación de Arduino, se programa el primer módulo esa este el principal, el cual, va a ser quien proporcione los datos del mueble o enser, la ubicación en tiempo real. El primer módulo, se programa la red *Wifi*, en la cual, va a estar conectado.

Arduino es una consola que tiene un entorno de desarrollo IDE (Entorno de desarrollo integrado) es un lenguaje de programación para HW. Una de las principales características del lenguaje de programación es la sencillez y facilidad, la cual, se la maneja. Arduino será manejado por cualquier persona que necesite realizar un proyecto de desarrollo programable.



Objeto Arduino 1.8.15
 Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Objeto

```
// Importar librerías
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <FirebaseESP8266.h>

// Credenciales de la red
#define WIFI_SSID "LOPEZ-CASTRO"
#define WIFI_PASSWORD "0984414741"
```

Figura 32 Ingreso de credenciales en Arduino

Fuente: Elaboración propia

Firestore es una plataforma en la nube que sirve para el desarrollo de aplicaciones y páginas web y móvil, trabajarán con distintas plataformas como IOS, Android y web, permite de una manera más fácil y rápida trabajar en desarrollo con todas sus herramientas en una base de datos en tiempo real.

A continuación, se configura el *Firestore*, mismo que almacenará los datos en tiempo real del mueble o enser.

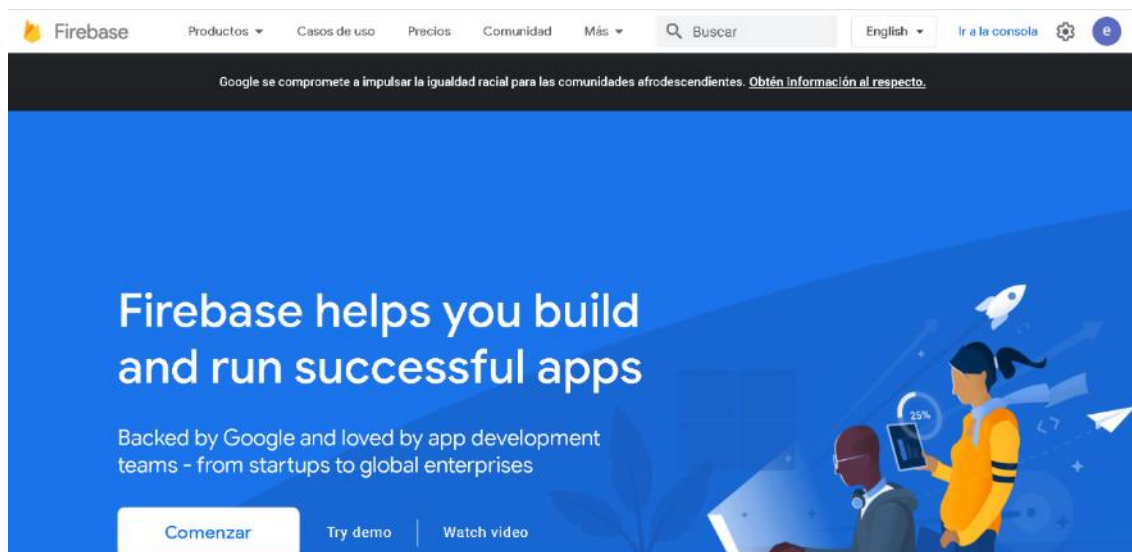


Figura 33 Interfaz de *firebase*

Fuente: Elaboración propia

Es necesario ingresar a la consola para crear un nuevo proyecto.



Figura 34 Interfaz de ingreso de datos en *firebase*

Fuente: Elaboración propia

Para crear el enlace del nuevo proyecto con Arduino y *firebase* coloca las credenciales y así poder enlazar el proyecto.

```
// Credenciales FireBase
#define FIREBASE_HOST "iot-proyecto-38b4e-default-rtdb.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "6AUf8Iis3U4eNVg86St3e8aEpLxyBjMiYnGW5VhC"
```

Figura 35 Enlace de *firebase* y arduino

Fuente: Elaboración propia

Una vez enlazado, se proporciona al sistema la información que, se quiere mostrar en la página web, misma que dispondrá de todos los datos que, se obtengan.

A continuación, la codificación del *Firebase* en el Arduino: (Ver Anexo 1)

Seguidamente, se proporciona los datos para todos los procesos que, se va a realizar con el proyecto, para esto, se introduce la codificación: (Ver Anexo 2)

Este proyecto utiliza 3 balizas, las cuales, están formadas de módulos *ESP8866* que indica el posicionamiento exacto del objeto, en cada baliza, se realiza la siguiente programación:

Baliza1

```
#include "ESP8266WiFi.h"

void setup() {

  WiFi.mode(WIFI_STA); //Se configura el dispositivo como punto de acceso y estacion

  const char networkName[] = "Balizal"; //SSID de la red Wifi
  const char networkPass[] = "12345678"; //Contraseña WPA, WPA2 o WEP

  WiFi.softAP(networkName, networkPass);

}

void loop() {

}
```



Figura 36 Programación de Arduino

Fuente: Elaboración propia

Para el objeto de prueba y el programa principal del dispositivo, se tiene una programación, misma que detectará las redes (Baliza1, Baliza2, Baliza3), es necesario considerar que, se respaldaran las señales con diferentes dispositivos como, por ejemplo, *Routers*. (Ver Anexo 3).



Figura 37 Balizas

Fuente: Elaboración propia

Adicional, se usa el programa *Python* para tener redes neuronales esto para poder dar una posición más exacta del mueble o enser, entrenado a la neurona con datos recogidos de la Trilateración.

Redes neuronales: son unos algoritmos muy potentes, compuestas de neuronas, que a su vez, se agrupan en capas: cada neurona de cada capa está conectada con todas las neuronas de la capa anterior. En cada neurona, se realizarán una serie de operaciones, las cuales, al optimizar, consigue que la red aprenda (Fernandez, 2021).

Trilateración: La trilateración es una técnica geométrica para determinar la posición de un objeto conoce su distancia a tres puntos de referencia, en la trilateración, se trabaja con distancias. A partir de esas distancias, se calcula los ángulos y una vez calculados, se usa con las distancias para obtener la posición de los puntos objetivo. (Gòmez, 2014).

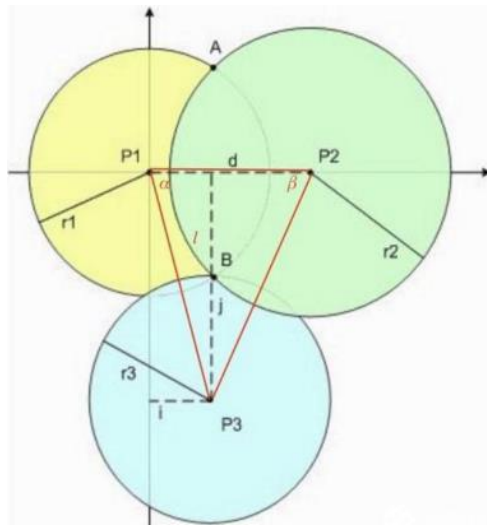


Figura 38 Ejemplo de trilateración

Fuente: Elaboración propia

```

train.py - C:\Users\DELL\Desktop\ARDUINO\ARDUINO\Arduino\Calcular distancia RNA\train.py (3.9.6)
File Edit Format Run Options Window Help
from pyNeuralNetwork import *
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

##P = np.array([[ -45, -47, -57, -63, -70]])
##P = np.array([[ -52, -53, -60, -67, -70]])
P = np.array([[ -77, -78, -80, -85, -87]])

P = 2*(P-np.min(P))/(np.max(P)-np.min(P)) - 1

T = np.array([[0.5, 1, 3, 5, 7]])
T = 2*(T-np.min(T))/(np.max(T)-np.min(T)) - 1

neural = pyNeuralNetwork(P,T,4,0.01,10000) #P [inputs,samples], T [outputs,samples]

print(f" W1 = {neural.W1}")
print(f" b1 = {neural.b1}")
print(f" W2 = {neural.W2}")
print(f" b2 = {neural.b2}")

#P_test = np.array([[2.3]])
TP = np.zeros(P.shape[1])
for k in range(P.shape[1]):
    TP[k] = neural.predict(np.array([[P[0][k]]]))
T = (0.5)*(T+1.0)*(7-0.5)+0.5
TP = (0.5)*(TP+1.0)*(7-0.5)+0.5

plt.plot(P.T,T.T,'b')
plt.plot(P.T,TP,'r')
plt.show()

```

Figura 39 Programación de trilateración en Arduino

Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento, se realiza con las 3 balizas si envía datos denominados *RSSI*, mismos que manda las balizas en las posiciones que, se necesita entrenar, en este caso, se lo realizó con un metraje si considera la trilateración.

D1	RSS1	RSS2	RSS3
1m	-29	-34	-29
3m	-53	-50	-61
7m	-60	-64	-72
12m	-77	-70	-82
15m	-83	-77	-88
19m	-89	-83	-89

Figura 40 Entrenamiento de las balizas

Fuente: Elaboración propia

Python es un lenguaje de programación de un nivel muy alto, que, se orienta a objetos, con semántica integrada para el desarrollo *web* y de practica informática. Es muy amplio en el área de Desarrollo Rápido de Aplicaciones. *Python* es relativamente fácil de aprender, posee una sintaxis que, se centra en la claridad, se traducirá el código *Python* más fácil que otro tipo de lenguajes.

Una vez obtenido los datos, se entrena la neurona con *Python* para que sean de referencia a la Trilateración de donde, se va a implementar el proyecto.

```

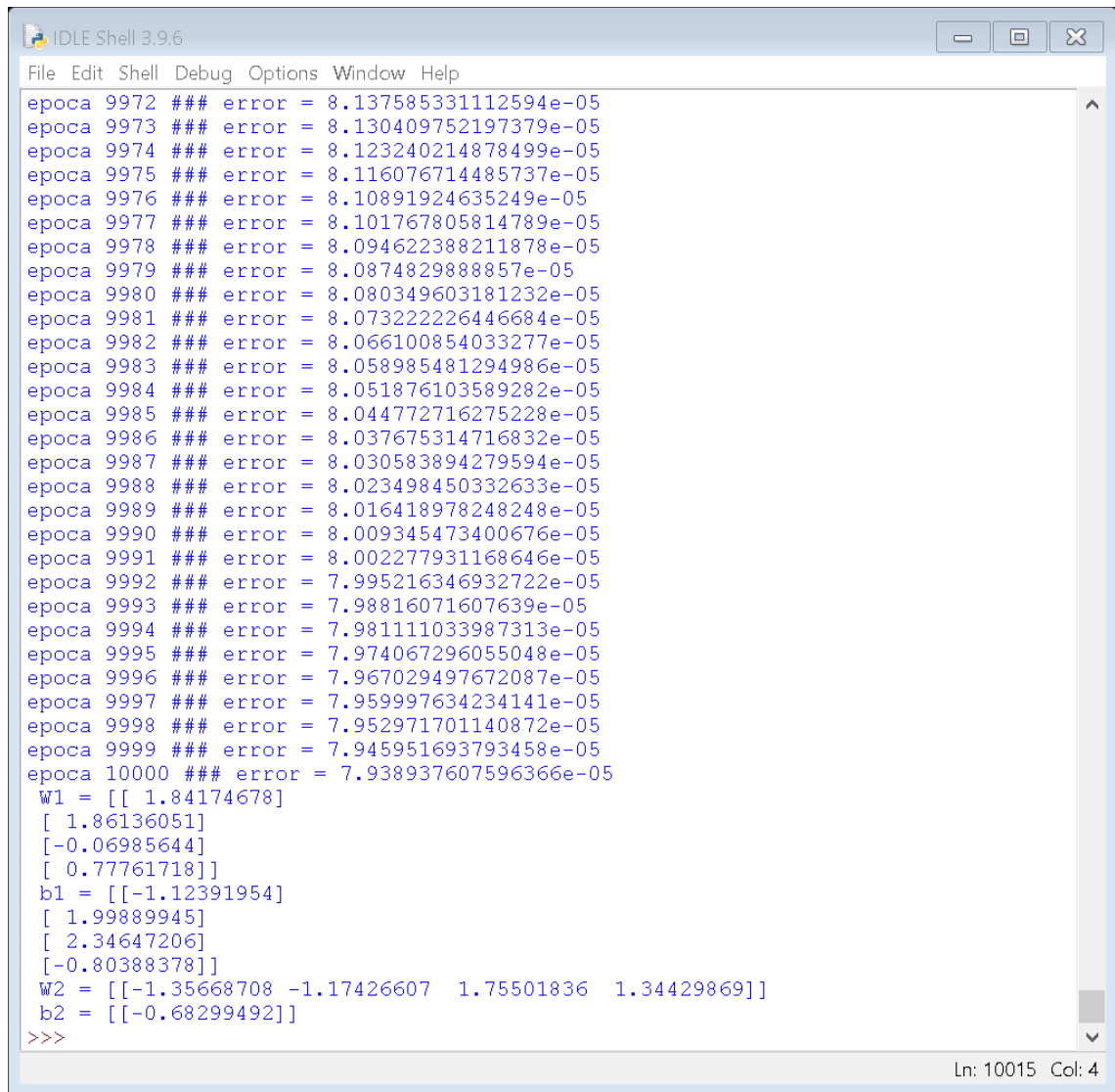
Python 3.9.6 (tags/v3.9.6:db3ff76, Jun 28 2021, 15:26:21) [MSC v.1929 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
= RESTART: C:\Users\DELL\Desktop\ARDUINO\ARDUINO\Arduino\Calcular distancia RNA\train.py
epoca 1 ### error = 1.306372585481161
epoca 2 ### error = 0.4599050658286276
epoca 3 ### error = 0.16765861959712594
epoca 4 ### error = 0.07063927062075584
epoca 5 ### error = 0.03913743699743914
epoca 6 ### error = 0.028902224645876724
epoca 7 ### error = 0.02540016668809571
epoca 8 ### error = 0.023992041713116218
epoca 9 ### error = 0.023238991709417834
epoca 10 ### error = 0.022709614223524667
epoca 11 ### error = 0.02227874592524327
epoca 12 ### error = 0.021909561766867338
epoca 13 ### error = 0.0215887301064143
epoca 14 ### error = 0.02130850963589142
epoca 15 ### error = 0.02106249035718328
epoca 16 ### error = 0.020844909434279704
epoca 17 ### error = 0.02065069364606935
epoca 18 ### error = 0.020475529508258775
epoca 19 ### error = 0.02031585080793582
epoca 20 ### error = 0.02016876580229069
epoca 21 ### error = 0.02003195873774093
epoca 22 ### error = 0.01990358879427507
epoca 23 ### error = 0.019782198139822574
epoca 24 ### error = 0.019666633485209813
epoca 25 ### error = 0.01955598163737456
epoca 26 ### error = 0.01944951776832375
epoca 27 ### error = 0.019346664490575528
epoca 28 ### error = 0.019246959773095325
epoca 29 ### error = 0.019150031923178452
epoca 30 ### error = 0.01905558013396186
epoca 31 ### error = 0.018963359375508783
epoca 32 ### error = 0.018873168656509714
epoca 33 ### error = 0.01878484189308467
epoca 34 ### error = 0.018698240791060566

```

Figura 41 Red neuronal de Python

Fuente: Elaboración propia

La red neuronal hace los cálculos, finalmente, obtiene los datos que son implementados en el objeto.



```

IDLE Shell 3.9.6
File Edit Shell Debug Options Window Help
epoca 9972 ### error = 8.137585331112594e-05
epoca 9973 ### error = 8.130409752197379e-05
epoca 9974 ### error = 8.123240214878499e-05
epoca 9975 ### error = 8.116076714485737e-05
epoca 9976 ### error = 8.10891924635249e-05
epoca 9977 ### error = 8.101767805814789e-05
epoca 9978 ### error = 8.094622388211878e-05
epoca 9979 ### error = 8.0874829888857e-05
epoca 9980 ### error = 8.080349603181232e-05
epoca 9981 ### error = 8.07322226446684e-05
epoca 9982 ### error = 8.066100854033277e-05
epoca 9983 ### error = 8.058985481294986e-05
epoca 9984 ### error = 8.051876103589282e-05
epoca 9985 ### error = 8.044772716275228e-05
epoca 9986 ### error = 8.037675314716832e-05
epoca 9987 ### error = 8.030583894279594e-05
epoca 9988 ### error = 8.023498450332633e-05
epoca 9989 ### error = 8.016418978248248e-05
epoca 9990 ### error = 8.009345473400676e-05
epoca 9991 ### error = 8.002277931168646e-05
epoca 9992 ### error = 7.995216346932722e-05
epoca 9993 ### error = 7.98816071607639e-05
epoca 9994 ### error = 7.981111033987313e-05
epoca 9995 ### error = 7.974067296055048e-05
epoca 9996 ### error = 7.967029497672087e-05
epoca 9997 ### error = 7.959997634234141e-05
epoca 9998 ### error = 7.952971701140872e-05
epoca 9999 ### error = 7.945951693793458e-05
epoca 10000 ### error = 7.938937607596366e-05
W1 = [[ 1.84174678]
 [ 1.86136051]
 [-0.06985644]
 [ 0.77761718]]
b1 = [[-1.12391954]
 [ 1.99889945]
 [ 2.34647206]
 [-0.80388378]]
W2 = [[-1.35668708 -1.17426607 1.75501836 1.34429869]]
b2 = [[-0.68299492]]
>>>
Ln: 10015 Col: 4

```

Figura 42 Resultados de la red neuronal

Fuente: Elaboración propia

Se realiza esto con cada *RSSI* de cada baliza. (Ver Anexo 4)

Finalmente, los resultados son implementados en el programa para el funcionamiento del proyecto.

3.3. Validación *Tune*

El programa en funcionamiento requerirá el ingreso de los datos del usuario que en este caso es quien maneja el sistema de control de inventario de la universidad.

Geolocalizacion GPS



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

Dirección de correo

Nunca compartiremos su correo electrónico con nadie más.

Contraseña

[Login](#) [Inscribirse](#) [Salir](#)

Figura 43 Interfaz de la página *web*

Fuente: Elaboración propia



Figura 44 Mueble con el prototipo acoplado

Fuente: Elaboración propia

Cada mueble equipado con el dispositivo generará una señal y esta será alterada para desvelar su ubicación en las distintas zonas que, se delimitarán previamente.

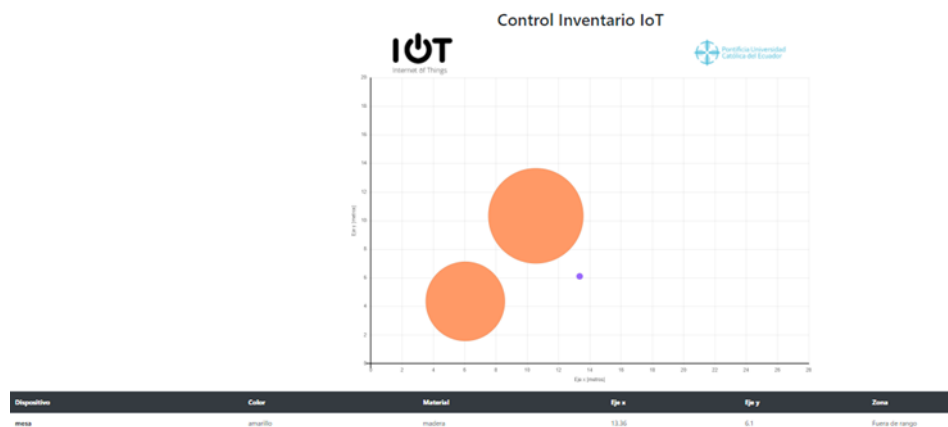


Figura 45 Interfaz de ubicación geográfica del mueble

Fuente: Elaboración propia

Los resultados serán almacenados en *Firebase* para su posterior control y análisis.

Firebase, programa de *Google* donde se almacena la base de datos.



Figura 46 Proyecto guardado en *Firebase*

Fuente: Elaboración propia

Los datos guardados será una descripción, con los datos del objeto, también , se le colocará el código, chequeo de la conexión de las Balizas, etc., se dará el número de zona y las coordenadas según el plano detallado.

Base de datos almacenado en el *Firebase*

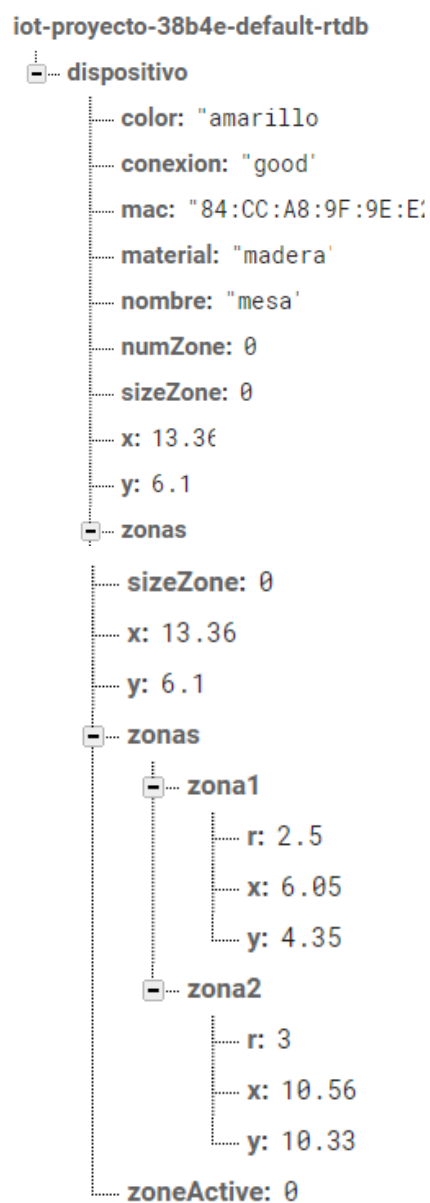


Figura 47 Datos del mueble mediante trilateración

Fuente: Elaboración propia

Dominio que brinda el *Firebase*, con el cual, se ingresara desde cualquier dispositivo a la página *web*.

Dominio	Estado
iot-proyecto-38b4e.web.app Predeterminado	
iot-proyecto-38b4e.firebaseio.com Predeterminado	

Figura 48 Dominio de *Firebase*

Fuente: Elaboración propia

Se muestra los resultados realizados en la universidad y detalla los siguientes resultados:

Se toma como referencia 2 laboratorios, los cuales, en este caso, se colocó el dispositivo en una silla de propiedad de la escuela de Ingeniería en Sistemas para hacer la demostración de posicionamiento en tiempo real del mismo.

Las posiciones, se miden en **X, Y**, la medida, se referencia siempre en la parte central en este caso del laboratorio, de igual manera, se maneja el **Radio** para así poder determinar el área, en la cual, se va a trabajar, posteriormente, se graba en la base de *Firebase* denominado **Zona**, en el caso de que el dispositivo, no se encuentre en las zonas establecidas simplemente esta **Fuera de Rango**.

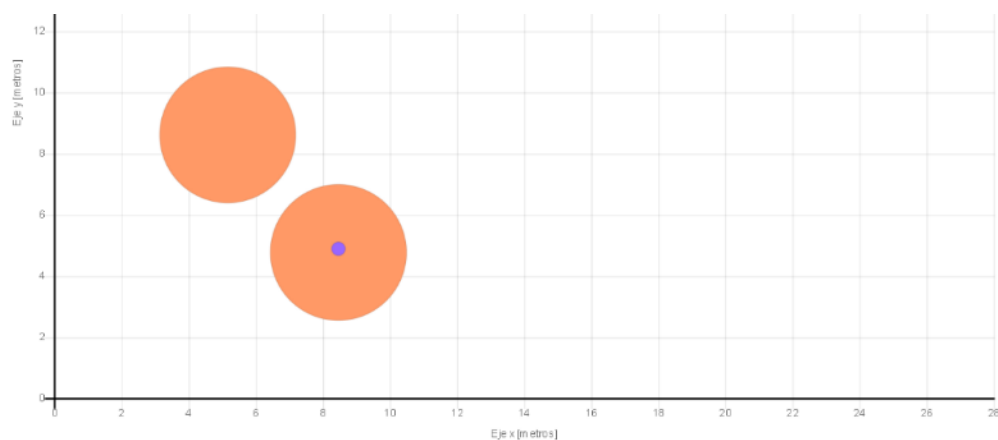
Para el Laboratorio 1, se procede a tomar las medidas antes mencionadas, obtiene la siguiente tabla:

Tabla 1 Coordenadas de la silla en el Laboratorio 1

Zona 1	Laboratorio 1
---------------	---------------

Eje X	8.46
EjeY	4.9
Radio	2 m

En la paigina web del sistema se evidenciara el posicionamiento central del objeto.



Dispositivo	Color	Material	Eje x	Eje y	Zona
Silla	amarillo	madera	8.46	4.9	Laboratorio1

Figura 49 Posicionamiento en punto 1 centralizado

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera la base de datos del *Firebase*, se visualiza el nombre del objeto, el material, la posición actual y la zona que, se va a guardar.

```
https://iot-proyecto-38b4e-default-rtdb.firebaseio.com/  
- conexion: "good"  
- mac: "84:CC:A8:9F:9E:E2"  
- material: "madera"  
- nombre: "Silla"  
- numZone: 0  
- sizeZone: 0  
- x: 8.46  
- y: 4.9  
- zonas  
  - zona1  
    - r: 2  
    - x: 8.46  
    - y: 4.9
```

Figura 50 Datos de posicionamiento en firebase punto 1

Fuente: Elaboración propia

El objeto con el dispositivo en el Laboratorio 1 .



Figura 51 Prototipo colocado en mueble en laboratorio 1

Fuente: Elaboración propia

Se cambia o rota el objeto en el Laboratorio 1 con los siguientes datos:

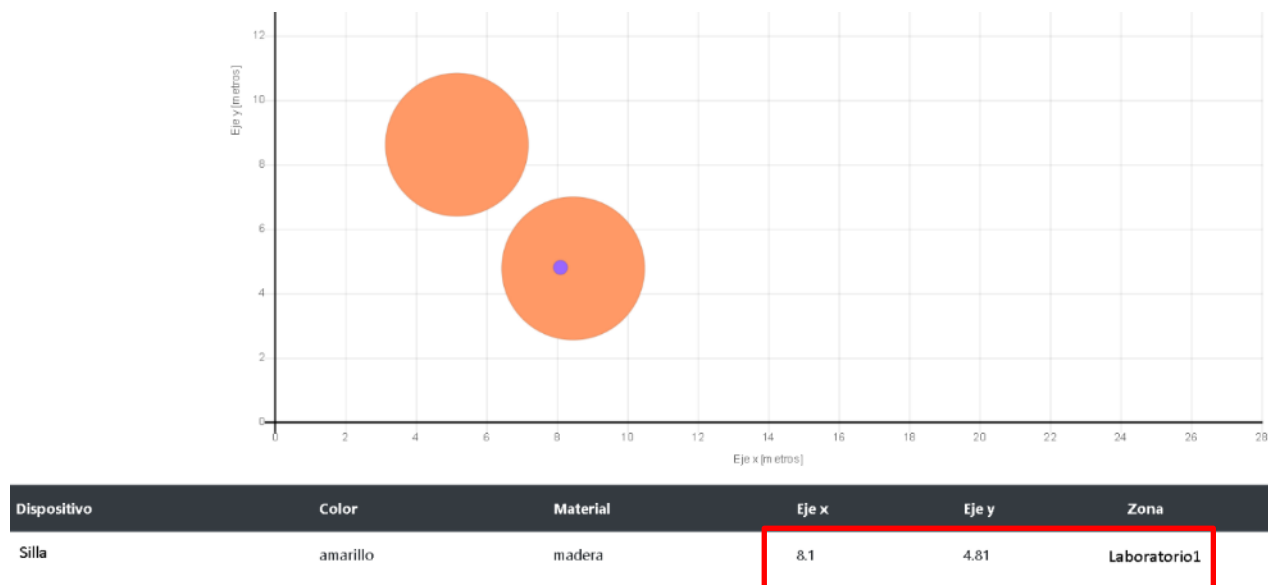


Figura 52 Posicionamiento en punto 1 descentralizado

Fuente: Elaboración propia

Se confirma los datos en el *Firebase* en la siguiente imagen:

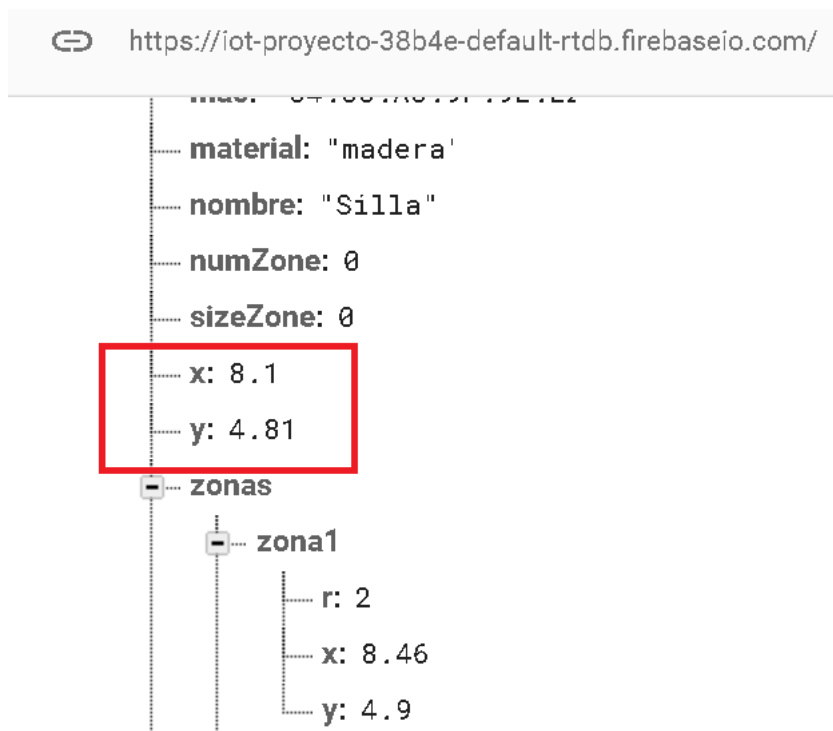


Figura 53 Datos de posicionamiento punto 2

Fuente: Elaboración propia

Para el Laboratorio 2, se realiza la siguiente tabla:

Tabla 2 Valores de posicionamiento en punto 2

Zona 2	Laboratorio 2
Eje X	7.16
EjeY	9.53
Radio	1.5 m

Se confirma los datos en el *Firebase* en la siguiente imagen:

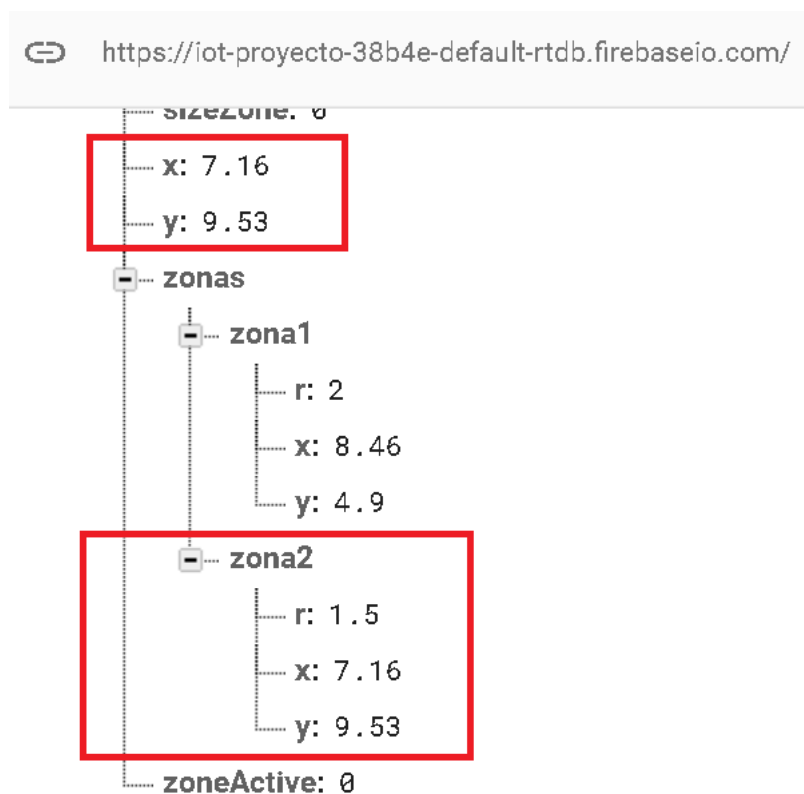
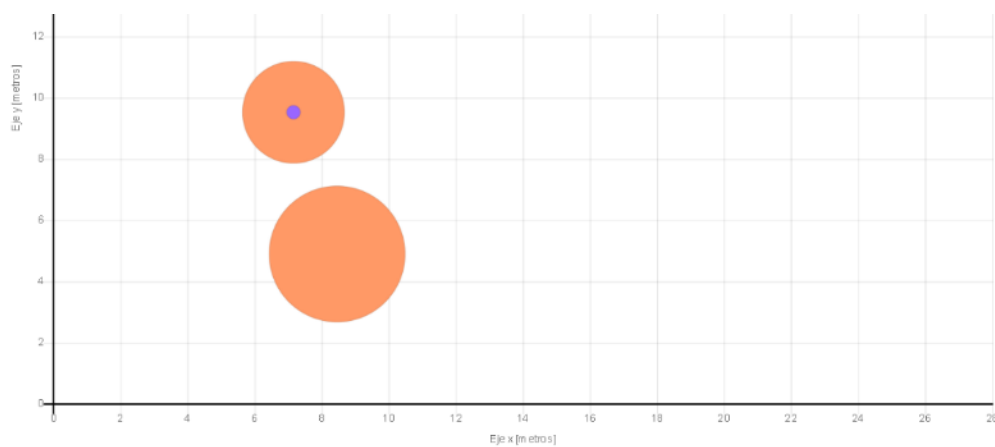


Figura 54 Datos en *firebase* del punto dos

Fuente: Elaboración propia

En la página web del sistema, se evidenciaría el posicionamiento central del objeto.



Dispositivo	Color	Material	Eje x	Eje y	Zona
Silla	amarillo	madera	7.16	9.53	Laboratorio2

Figura 55 Posicionamiento en punto 2 centralizado

Fuente: Elaboración propia

El objeto con el dispositivo en el Laboratorio2.



Figura 56 Mueble con el prototipo en el punto 2

Fuente: Elaboración propia

El dispositivo, se encuentra en el Laboratorio 2 con los siguientes datos:

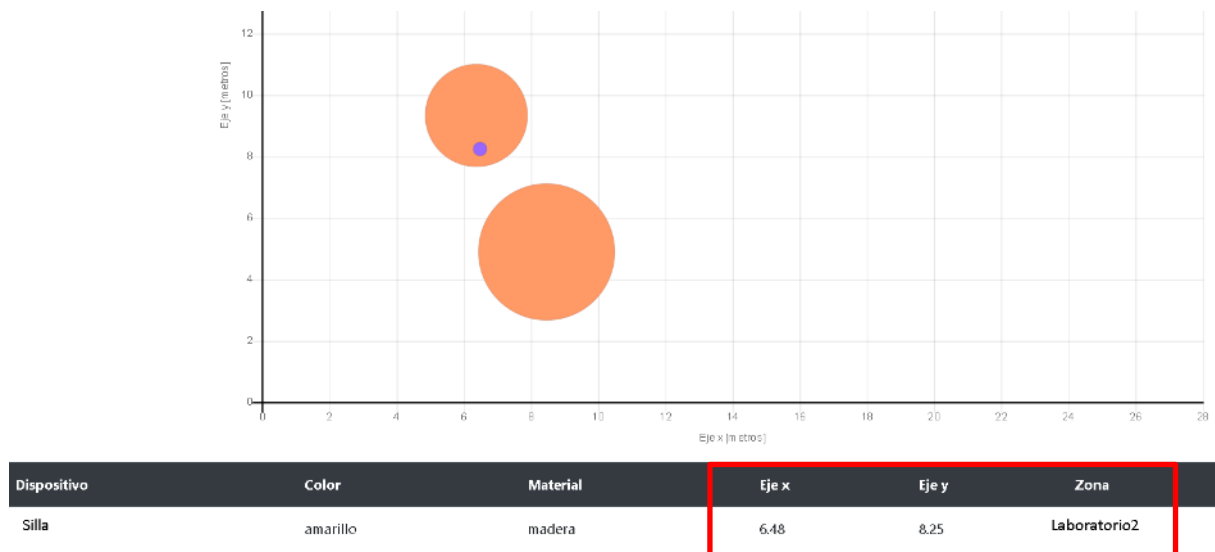


Figura 57 Posicionamiento en punto 2 descentralizado

Fuente: Elaboración propia

Se confirma los datos en el *Firebase* en la siguiente imagen:

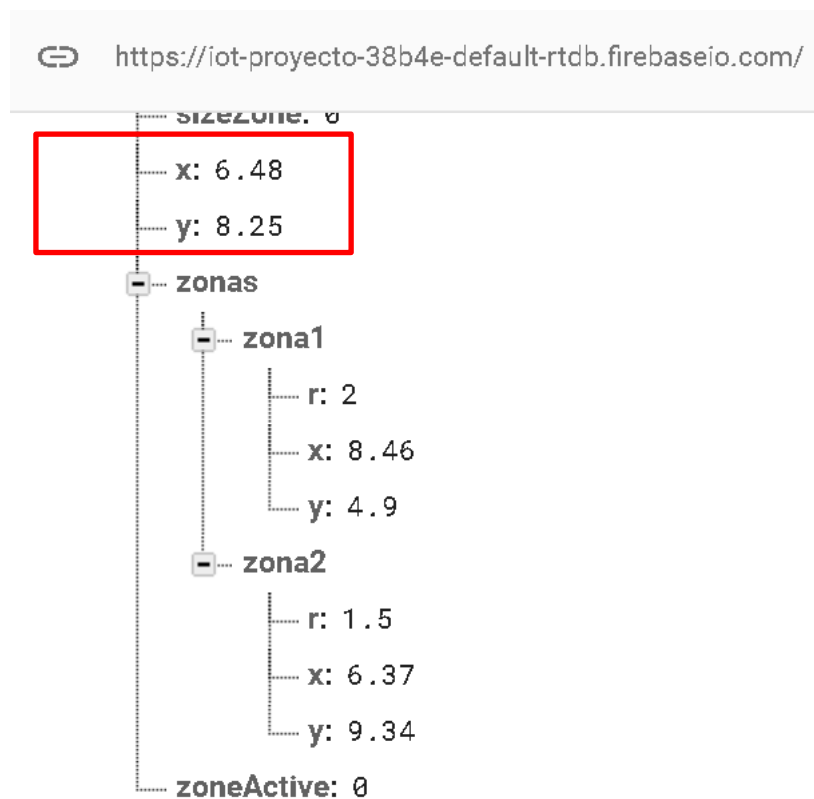


Figura 58 Datos en *firebase* del punto dos

Fuente: Elaboración propia

Si el objeto, no se encuentra en las áreas determinadas, se registra como Fuera de Rango.

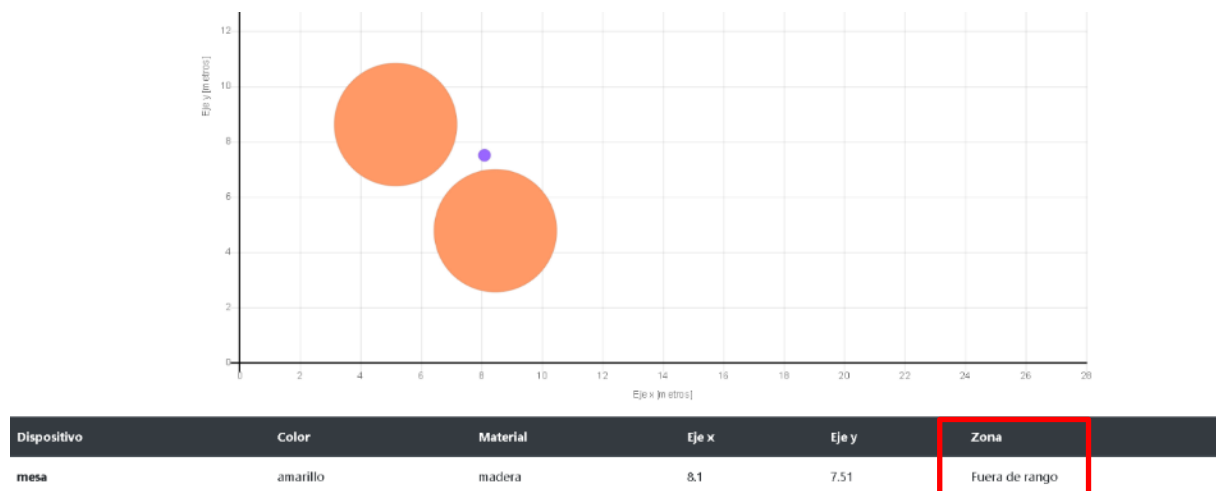


Figura 59 Posicionamiento fuera del área de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Durante el transcurso de una semana, se realizaron pruebas en la Escuela de Ingeniería en Sistemas, se toma diferentes valores, los cuales, fueron corroborados por la secretaria de la escuela, adicional a ello, se realizó la entrevista (Ver Anexo 6) correspondiente para evidencia del correcto funcionamiento del prototipo en estudio. Para esto, se tomó en cuenta un instrumento de evaluación propuesto por Alfonzo & González, (2021) para el diagnóstico de la calidad, el cual, nos servirá para validar y cumplir con uno de los objetivos específicos que es la validación del sistema.

Tabla 3 Valoración del sistema de control de inventario

**VALORACION DE LA CALIDAD DEL SISTEMA DE
CONTROL DE INVENTARIO DE MUEBLES Y ENSERES
POR IOT**

INTERROGANTES	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si
RANGOS	0%	25%	50%	75%	100%

Tabla 4 Rangos de evaluación de calidad en la encuesta.

Rangos para evaluar la calidad del software	81% - 100%	EXCELENTE
	61% - 80%	MUY BUENA
	41% - 60%	BUENA
	21% - 40%	REGULAR
	MENOR AL 20%	MALA

Los resultados que son reflejados de la entrevista realizada a la secretaria de la Escuela de Sistemas, son los siguientes:

Basados en 4 ambitos fundamentales para la obtencion de calidad del dispositivo, se tomaron en cuenta:

- Funcionalidad
- Efectividad
- Eficiencia
- Conformidad

Obtiene en Funcionalidad un total de 90% con calificacion de Excelente, en Efectividad un total de 83,3% con califiacion de Excelente, en Eficiencia un total de 87,5 con califiacion de Excelente y, finalmente, en Conformidad un total de 100% con califiacion Excelente.

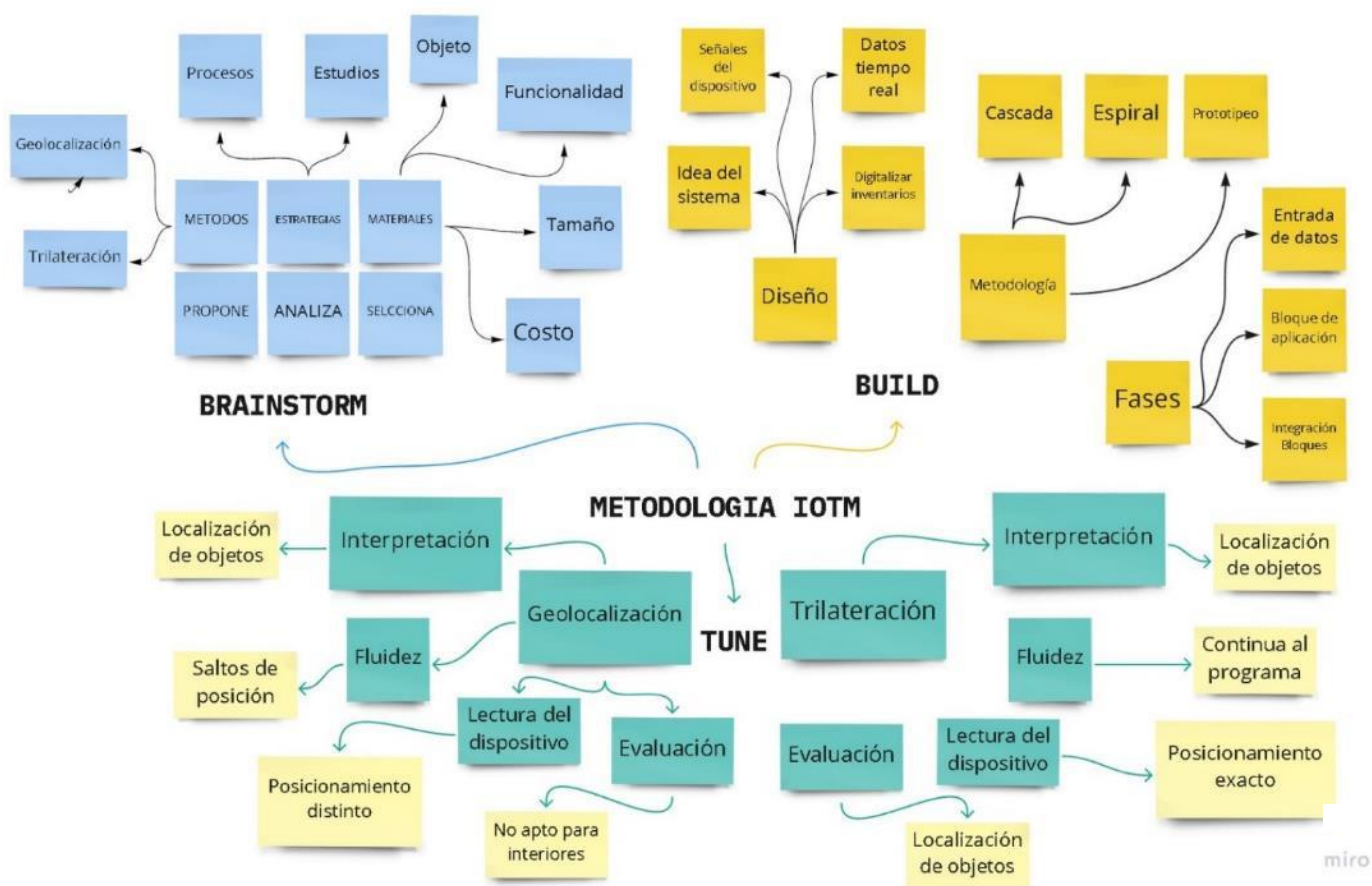


Figura 60 Metodología IOTM

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se toma en cuenta el análisis teórico-práctico realizado, se concluye que, para el control de inventario por medio de un dispositivo enfocado en la localización en tiempo real de los muebles y enseres, se optimizan los recursos económicos y el tiempo en las instituciones que emplean sistemas de inventario en sus normativas.
- Se fundamentaron en el trabajo de investigación los conceptos más importantes relacionados con el IoT mediante el ensamble de un dispositivo de localización que contiene módulos y baterías programas relacionados con Arduino y *Python*, de tal forma que, se programó para ser usados con un sistema de balizas que proporcionan puntos de referencia forma una trilateración que a su vez el dispositivo localizado envía señales que son receptadas por una plataforma *Firebase* anclada a *Google* que mostrara los datos y posición en tiempo real en una página web, logra determinar componentes, técnicas y procesos que permitan el desarrollo de una solución óptima para implementar una estrategia técnica solvente en la ubicación de objetos.
- Mediante el diagnóstico realizado del sistema de gestión de inventarios en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, se determina que hacen uso de un sistema de control de inventario manual, por lo que, se determinó que el sistema de inventarios será mejorado y automatizado mantiene el marco normativo y potencia el marco procedimental, los sistemas en línea mejoran enormemente el registro de muebles y enseres dentro de la institución.
- Con el uso de lenguajes de programación que presentaron compatibilidad con este nuevo campo de *IoT* como *Python*, *Javascript*, Arduino y *Firebase*, se desarrolló el prototipo y la construcción del *software* para registrar en la red la posición de un mueble o enser mediante trilateración que permite determinar el área de localización, este proceso de validación, se realizó en la Escuela de Ingeniería en Sistemas, toma como referencia, dos laboratorios y coloca el dispositivo pequeño en un objeto, el mismo que, se pudo evidenciar los movimientos de un lugar a otro, se muestra en la página web, con las características registradas al sistema de control de inventarios.

- Se aplicó una entrevista al encargado del área administrativa de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato para obtener información sobre el manejo del control de inventarios de muebles y enseres que, se utilizan en la institución, complementa con investigación bibliográfica sobre los distintos sistemas de inventarios y las normas que, se aplican en ellos. Se realizaron las pruebas en el periodo de una semana correspondientes al funcionamiento del prototipo, estas pruebas fueron realizadas en la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la PUCE-SA, permite de esta manera generar una base de datos con las posiciones actuales de los muebles, y así formar el inventario.
- Por último, se evaluó la solución planteada en el sistema de inventarios, es aplicable, efectivo y práctico, se basa en los resultados en 90% EXCELENTE en Funcionalidad, 83,3% EXCELENTE en Efectividad, 87,5% EXCELENTE en Eficiencia y 100% en Conformidad, obtenidos por medio del instrumento de evaluación aplicado a la Escuela de Ingeniería en Sistemas, por lo que, se tiene una apreciación preliminar exitosa.

4.2. Recomendaciones

Una fundamentación teórica actualizada permitirá mantener la solución de IoT planteada vigente en el tiempo. Al disponer de la base teórica de este trabajo de investigación y del código fuente del software y hardware libre aplicado, se garantiza la aplicación del cualquier tipo de mejoras. Se recomienda, por lo tanto, mantener nuevas investigaciones dentro de esta nueva línea.

La tecnología del IoT comenzaran a aplicarse a los sistemas manuales, para automatizar registros, disminuir pérdidas o robos por las deficiencias de los inventarios y tener sistemas más actualizados que no requieran cierres para comprobar la información del papeleo que, se realiza.

Se recomienda transportar esta tecnología hacía plataformas móviles como *IOS* y *Android*, para una mayor movilidad y acceso en todo momento, que requiere equipos menos costosos para el manejo de inventarios y mejora el registro y la comprobación al ser equipos más fáciles de llevar.

Las pruebas podrían realizarse con más objetos y zonas más extensas, en especial para sistemas prácticos; de esta forma, se comprobará el funcionamiento y la capacidad de memoria de la base de datos, además, de la visualización de la información de cada mueble o enser que, se tenga registrado.

Se recomienda reducir y abaratar el costo de producción de los prototipos para que sea adecuado su implementación a gran escala, además, que sea imperceptible en los muebles y así evitar que sean sacados o dañados y se mantengan por mucho tiempo en el objeto. Se podrían desarrollar tarjetas más pequeñas en lugar de adecuarse al hardware libre que, se aplica en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aibar, A. (2014). Diseño e implementación de una red de monitorización de variables ambientales a través de sms en la región Loreto (pp. 75-76). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Aladín Pajares, A. (2015). *Estudio de la implantación de Internet de las Cosas, en las redes Logísticas de la Cadena de Suministro* (pp. 55-57). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Alfonzo, M., & González, V. (2021). *Diseño de un instrumento para evaluar software especializado en manejo de datos de energía eólica*. (pp. 55-60). Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Alonso Amo, F., Martínez Normand, L., & Segovia Pérez, F. (2015). *Introducción a la ingeniería del software* (p. 89). Las Rozas, Madrid: Delta Publicaciones.
- Arduino Nano | Arduino Official Store*. Store Arduino. (2021). Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>.
- Aronson, R. (2019). FarmBot | Open-Source CNC Farming. Recuperado el 2 de octubre de 2019, desde <https://farm.bot/>
- Ballou, R. (2017). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (p. 331). México: Pearson education.
- Bhatnagar, R., Morrish, J., Puhlmann, F., & Slama, D. (2015). *Enterprise IoT* (1st ed., pp. 11-12). Sebastopol: O'Reilly.
- Blasco Hernández, T., & Otero García, L. (8 de Marzo de 2018). *Nure Investigacion*.

- Borja, R. (2018). *Como instalar un enchufe - Tomas de corriente y enchufes*. Aprende electricidad. Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://www.aprendeelectricidad.com/enchufe-tomas-de-corriente/>.
- Cables Dupont para Protoboard M/M 65 Unidades | Arduino.cl*. Arduino Chile. (2021). Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://arduino.cl/producto/cables-dupont-para-protoboard-m-m-65-unidades/>.
- Conde, J. (2015). *Control de inventario utilizando redes de sensores* (pp. 19-20). Leganés: Universidad Carlos III de Madrid.
- Consejo de aseguramiento de la calidad de la educación superior (CACES). *Política de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas en el marco del sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior* (2018). Quito.
- Cortés Cortés, M., & Iglesias León, M. (2017). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación* (pp. 15-16). Ciudad del Carmen: Universidad Autónoma del Carmen.
- Díaz Bravo, L. P. (julio de 2018). *Metodología de investigación en educación médica*. Scielo. Recuperado el 22 de Octubre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci_arttext
- Duque Montenegro, A., Buitrago, D., Santos Borja, D. & Galindo, C. (2017). *Aprendizaje a partir de proyectos y resolución de problemas*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2017
- El Internet de las Cosas. (2021). Recuperado de: http://www.belt.es/expertos/imagenes/XV_FTF_El_internet_de_las_cosas.pdf
- Escudero Serrano, M. (2019). *Logística de almacenamiento*. Madrid: Paraninfo.

- Estrada, J. M. (Junio de 2019). *La búsqueda bibliográfica y su aplicación en PubMed-MEDLINE*. ScienceDirect. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(07\)73875-3](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(07)73875-3)
- Fernandez, A. (4 de 8 de 2021). *Cómo programar una red neuronal desde 0 en Python*. Obtenido de data Scientist & business: <https://anderfernandez.com/blog/como-programar-una-red-neuronal-desde-0-en-python/>
- Gòmez, E. (2016). *Trilateración: Sismos, GPS, rayos y teléfonos celulares, y la XIX Olimpiada de Ciencias de la Tierra*. Baja California, México: GEOS,.
- Grupo Nolton. (2019). ¡El software gratuito para la administración de activos de tu compañía! ¡Es fácil, rápido y gratis! Recuperado el 2 de octubre 2019, desde <https://www.it-asset-tool.com/es/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista Lucio, M. (2017). *Metodología de la investigación* (7th ed., pp. 45-46). México: McGraw-Hill.
- Horne, J., Wachowicz, J., & Pelcastre Ortega, G. &. (2016). *Fundamentos de administración financiera*. México: Prentice-Hall.
- Horngren, C., Sundem, G., & Elliott, J. (2020). *Introducción a la contabilidad financiera*. México: Pearson Education.
- Johnson, D. (2021). *Convertidor Voltaje DC-DC Step-Down 3A LM2596*. Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://naylampmechatronics.com/conversores-dc-dc/196-convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-3a-lm2596.html>.
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (2020). *Administración de operaciones* (p. 557). México: Pearson Education.

- Kranz, M. (2017). *Internet of Things* (pp. 25-26). Brooklyn: LID Editorial.
- Kroenke, D., & García Hernández, A. (2017). *Procesamiento de base de datos* (p. 94). México: Person Educación.
- Lazalde, A. (2015). Hardware libre Recomendaciones para el fomento de la innovación ciudadana. *Buen Conocer - FLOK Society*, 1.3.2, 9-10.
- Luis, E. (2021). *Guía de compra de cargadores rápidos: tipos de carga rápida, cómo saber si mi teléfono es compatible y modelos destacados*. Xataka. Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://www.xataka.com/seleccion/guia-compra-cargadores-rapidos-tipos-carga-rapida-como-saber-mi-telefono-compatible-modelos-destacados>.
- Meza, C. (2017). *Contabilidad. Análisis de Cuentas*. San José: EUNED.
- Mini 360 MP2307 Convertidor DC Step Down 3A - UNIT Electronics*. UNIT Electronics. (2021). Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://uelectronics.com/producto/step-down-mini-360-regulador-mini360-dc-dc-buck-convertidor-step-down-modulo-4-75v-23v-to-1v-17v/>.
- Modulo GPS u-blox NEO-6M*. Naylamp Mechatronics. (2021). Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://naylampmechatronics.com/sensores-posicion-inerciales-gps/106-modulo-gps-neo-6m-u-blox.html>.
- Morales, J. (2018). Sistema web de inventarios y facturación para el control de componentes y sistemas automáticos CONTAMATIC Cia. Ltda. (pp. 7-9). Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Novillo-Vicuña, J., & Hernandez, D. (2018). *Arduino y el Internet de las cosas* (1st ed., pp. 17-18). Alicante: 3Ciencias.
- Nutsch, W. (2015). *Tecnología de la madera y del mueble* (p. 249). Barcelona: Reverté.

- Olmo Garre, M. (2020). *Departamento de gobernanta de hotel*. Madrid: Síntesis.
- Pearce, J. (2018). Sponsored Libre Research Agreements to Create Free and Open Source Software and Hardware. *Inventions*, 3(3), 44. doi: 10.3390/inventions3030044
- Pomares, J. (2016). *Manual de Arduino* (pp. 1-9). Alicante: Universidad de Alicante.
- Ponce, F. (2015). ENCUESTO DE REPRESENTANTES DEL SINAPUCE. Recuperado el 4 Octubre 2019, desde <http://www.pucesd.edu.ec/informativo/index.php/noticias2015/2019-visitantevoretor2015.html>
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato. (2019). PUCESA - PUCE Sede Ambato. Recuperado el 4 Octubre 2019, desde <https://www.pucesa.edu.ec/>
- PUCESA. (2016). Manual de proceso para la administración y control de activos fijos y bienes de control de la PUCE sede Ambato (pp. 3-7). Ambato: PUCESA.
- Render, B., Hanna, M., & Stair, R. (2017). *Métodos cuantitativos para los negocios* (pp. 193-194). México: Pearson Educación.
- Rouse, M. (2015). ¿Qué es Internet de las cosas (IoT)? Recuperado de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Internet-de-las-cosas-IoT>
- Serna Hernández, J. (2021). *Sistema de control de inventario* (pp. 13-14). Medellín: Instituto Universitario Tecnológico De Antioquía.
- Silva, G. (2016). Desarrollo e implementación de un sistema de facturación y control de inventario utilizando la librería EXTJS para la intranet de la librería Rincón Andino (pp. 6-7). Ambato: Universidad Católica del Ecuador.

- Snow, J. (2017). *¿Que es una batería LiPo? Aprende a leer su nomenclatura..* Mobus drones - Formación y desarrollo de drones. Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://mobus.es/blog/que-es-una-bateria-lipo/>.
- Valle, L. (2019). *ESP8266 todo lo que necesitas saber del módulo WiFi para Arduino.* Programar fácil con Arduino. Recuperado el 24 de julio de 2021, desde <https://programarfácil.com/podcast/esp8266-wifi-coste-arduino/>.
- Varela, R., & Salinas Gómez, O. (2019). *Innovación empresarial* (pp. 229-230). Bogotá, Colombia: Pearson Educación.
- Velastegui Vasquez, A. E. (Febrero de 2017). *Evaluación De Riesgos Por Ruido, Iluminación Y Material.* Obtenido de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25244/1/Tesis_1227id.pdf

ANEXOS

Anexo 1 codificación del Firebase en el Arduino

```
//Objeto FireBase
FirebaseData fbdo;

// Variable que almacena el rssi
long r1[5] = {0, 0, 0, 0, 0};
long r2[5] = {0, 0, 0, 0, 0};
long r3[5] = {0, 0, 0, 0, 0};
int cont1 = 0;
int cont2 = 0;
int cont3 = 0;
// Variable que almacena la distancia
float distancia[3] = {0, 0, 0};

// Coordenadas del objeto
float x = 0;
float y = 0;

float radio = 5.0;

// Constantes para calculo de
trilateracion
const float D = 10;
const float I = 6;
const float J = 17;

// Identificacion de zonas

int sizeZone = 0, numZone = 0,
zoneActive = 0;

// MAC del dispositivo
byte mac[6];
String macStr = "";

// Caracteristicas del objeto
String nameObject = "mesa";
String colorObject = "amarillo";
String materialObject = "madera";

// Direccion del objeto
String path = "";

void setup()
{
    Serial.begin(115200);

    setupWifi();
    setupFirebase();
    setupObject();
}

void loop()
```

```

{
    cont1 = 0;
    cont2 = 0;
    cont3 = 0;
    rssiBalizas();

    if(cont1>2    &&    cont2>2
    &&cont3>2)
    {
        positionObject();
        Firebase.setString(fbdo, path +
"/conexion","good");
    }
    else
    {
        Firebase.setString(fbdo, path +
"/conexion","bad");
        Serial.print("Cantidad 1:");
        Serial.println(cont1);
        Serial.print("Cantidad 2:");
        Serial.println(cont2);
        Serial.print("Cantidad 3:");
        Serial.println(cont3);
    }
    if (Firebase.getInt(fbdo, path +
"/sizeZone"))
    {
        sizeZone = fbdo.intData();
        Serial.print("Tamaño de zonas:
");
        Serial.println(sizeZone);
    }
}

if (Firebase.getInt(fbdo, path +
"/numZone"))
{
    numZone = fbdo.intData();
    Serial.print("Numero de zona: ");
    Serial.println(numZone);
}

if (numZone > 0)
{
    Serial.println("Guardando
zonas");
    Firebase.setFloat(fbdo, path +
"/zonas/zona" + String(numZone) +
"/x", x);
    Firebase.setFloat(fbdo, path +
"/zonas/zona" + String(numZone) +
"/y", y);
    Firebase.setFloat(fbdo, path +
"/zonas/zona" + String(numZone) +
"/r", radio);
}
else if (numZone == 0 &&
sizeZone == 0)
{
    Serial.println("Posicion actual del
objeto");
    Firebase.setFloat(fbdo, path +
"/x", x);

```

```

    Firebase.setFloat(fbdo, path +
"/y", y);
}
else if (numZone == 0 &&
sizeZone > 0)
{
    Serial.println("Posicion actual y
zonas");
    Firebase.setFloat(fbdo, path +
"/x", x);
    Firebase.setFloat(fbdo, path +
"/y", y);
    zoneActive = zone();
    Firebase.setInt(fbdo, path +
"/zoneActive", zoneActive);
}
Serial.println("-----
-----");
Serial.println("----- Datos
-----");
Serial.print("rssi1 = ");
Serial.println(r1[2]);
Serial.print("rssi2 = ");
Serial.println(r2[2]);
Serial.print("rssi3 = ");
Serial.println(r3[2]);
Serial.print("distancia 1 = ");
Serial.println(distancia[0]);

Serial.print("distancia 2 = ");
Serial.println(distancia[1]);
Serial.print("distancia 3 =");
Serial.println(distancia[2]);
Serial.print("X = ");
Serial.println(x);
Serial.print("Y = ");
Serial.println(y);
Serial.println("-----
-----");
delay(1000);
}

```

Anexo 2 Codificación Phyton

```
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
FUNCIONES
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////

void setupWifi()
{
    WiFi.begin(WIFI_SSID,
WIFI_PASSWORD);
    Serial.print("Conectando al Wi-
Fi");
    while (WiFi.status() !=
WL_CONNECTED)
    {
        Serial.print(".");
        delay(300);
    }
    Serial.println();
    Serial.print("Conectado con IP: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
    Serial.println();
}

void setupFirebase()
{
    Serial.println("-----
-----");
    Serial.println("Iniciando
Firebase");

    path = "/dispositivo";

    Firebase.begin(FIREBASE_HOST,
FIREBASE_AUTH);
    Firebase.reconnectWiFi(true);

    //Set the size of WiFi rx/tx buffers
in the case where we want to work
with large data.
    fbdo.setBSSLBufferSize(1024,
1024);

    //Set the size of HTTP response
buffers in the case where we want to
work with large data.
    fbdo.setResponseSize(1024);

    //Set database read timeout to 1
minute (max 15 minutes)
    Firebase.setReadTimeout(fbdo,
1000 * 60);

    //tiny, small, medium, large and
unlimited.
```

//Size and its write timeout e.g. tiny (1s), small (10s), medium (30s) and large (60s).

```
Firebase.setwriteSizeLimit(fbdo, "tiny");
```

//optional, set the decimal places for float and double data to be stored in database

```
Firebase.setFloatDigits(2);  
Firebase.setDoubleDigits(6);
```

```
Serial.println("FireBase inicializado");  
}
```

void setupObject()

```
{  
  Serial.println("-----  
-----");  
  Serial.println("Configurando Objeto");
```

```
  // Direccion unica  
  macStr = obtenerMac();  
  Firebase.setString(fbdo, path +  
"/mac", macStr);  
  // Nombre del objeto  
  Firebase.setString(fbdo, path +  
"/nombre", nameObject);  
  // Color del objeto
```

```
  Firebase.setString(fbdo, path +  
"/color", colorObject);
```

```
  // Material del objeto  
  Firebase.setString(fbdo, path +  
"/material", materialObject);
```

```
  // Posicion del objeto  
  Firebase.setFloat(fbdo, path + "/x",  
x);
```

```
  Firebase.setFloat(fbdo, path + "/y",  
y);
```

```
  // Tamano de Zonas  
  sizeZone = 0;  
  Firebase.setInt(fbdo, path +  
"/sizeZone", sizeZone);
```

```
  // Zona a grabar  
  // numZone = 0 ejecucion normal  
  //numZone > 0 guardar nuevas  
posiciones
```

```
  numZone = 0;  
  Firebase.setInt(fbdo, path +  
"/numZone", numZone);
```

```
  // Zona donde se encuentra el  
objeto
```

```
  zoneActive = 0;  
  Firebase.setInt(fbdo, path +  
"/zoneActive", zoneActive);
```

```
  Serial.println("Objeto  
configurado");  
}
```

```
String obtenerMac()
```

```

{
    // Obtenemos la MAC del
    dispositivo
    WiFi.macAddress(mac);

    // Convertimos la MAC a String
    String keyMac = "";
    for (int i = 0; i < 6; i++)
    {
        String pos =
String((uint8_t)mac[i], HEX);
        if (mac[i] <= 0xF)
            pos = "0" + pos;
        pos.toUpperCase();
        keyMac += pos;
        if (i < 5)
            keyMac += ":";
    }

    // Devolvemos la MAC en String
    return keyMac;
}

void median(long* values, int len)
{
    int i, j, flag = 1;
    long temp;
    for (i = 1; (i <= len) && flag; i++)
    {
        flag = 0;

```

```

for (j = 0; j < (len - 1); j++)
{
    if (values[j + 1] < values[j])
    {
        temp = values[j];
        values[j] = values[j + 1];
        values[j + 1] = temp;
        flag = 1;
    }
}

int zone()
{
    int zona = 0;
    float xZ = 0;
    float yZ = 0;
    float distance = 0;
    for (int k = 1; k <= sizeZone; k++)
    {
        if (Firebase.getFloat(fbdo, path +
"/zonas/zona" + String(k) + "/x"))
        {
            xZ = fbdo.floatData();
        }
        if (Firebase.getFloat(fbdo, path +
"/zonas/zona" + String(k) + "/y"))
        {
            yZ = fbdo.floatData();

```

```

    }
    if (Firebase.getFloat(fbdo, path +
"/zonas/zona" + String(k) + "/r"))
    {
        radio = fbdo.floatData();
    }
    distance = sqrt(pow((x - xZ), 2) +
pow((y - yZ), 2));
    if (distance < radio)
        zona = k;
    }
    return zona;

```

Anexo 3 Codificación: Baliza1, Baliza2, Baliza3

```

void rssiBalizas()
{
    Serial.println("-----
-----");
    Serial.println("Detectando
Redes");
    for (int N = 0; N < 5; N++)
    {
        int nR = WiFi.scanNetworks();//
Localiza WiFis
        if (nR == 0)
            Serial.println("No se ha
encontrado ninguna red.");
        else
        {
            for (int i = 0; i < nR; ++i)

```

```

    {
        Serial.println(WiFi.SSID(i));
        // Nombre de red (SSID) Baliza
        if (WiFi.SSID(i) ==
"VIDEOTRON6992")
        {
            r1[N] = WiFi.RSSI(i); //
Obtener RSSI
            cont1++;
        }
        else if (WiFi.SSID(i) ==
"NETLIFE-GUIDO LOPEZ")
        {
            r2[N] = WiFi.RSSI(i);
            cont2++;
        }

```

```

else if (WiFi.SSID(i) ==
"Baliza3")
{
r3[N] = WiFi.RSSI(i);
cont3++;
}

}
}

Serial.println("Redes detectadas");
}

```

```

void positionObject()
{
Serial.println("-----
-----");
Serial.println("Encontrando
objeto");

```

```

median(r1, 5);
median(r2, 5);
median(r3, 5);

```

```

d1();
d2();
d3();

```

```

x = (pow(distancia[0], 2) -
pow(distancia[1], 2) + pow(D, 2)) /
(2 * D);
y = ((pow(distancia[0], 2) -
pow(distancia[2], 2) + pow(I, 2) +
pow(J, 2)) / (2 * J)) - ((I / J) * x);

```

```

Firebase.setFloat(fbdo, path + "/x",
x);
Firebase.setFloat(fbdo, path + "/y",
y);
Serial.println("Objeto
encontrado");

```

```

}

```

Anexo 4 Rssi de cada baliza

```
////////////////////////////////////// RED
NEURONAL ////////////////////////////////////////
void d1()
{

////////////////////////////////////// Variables de primera
capa ////////////////////////////////////////
const int node = 4;
float P[1][1];
float W1[node][1] = {{-0.6101},
                    {-0.8559},
                    {0.4698},
                    {-0.8244}
};

float b1[node][1] = {{ 0.6220},
                    {-0.6845},
                    {0.7318},
                    {-0.3377}
};

float a1[node][1];

////////////////////////////////////// Variable de segunda
capa ////////////////////////////////////////

float W2[1][node] = {{ 0.4259,
0.2151, -0.8030, 0.7361 }};
float b2[1][1] = {{ 0.4841 }};
float a2[1][1];
P[0][0] = scaling(r1[2], -70, -45);

////////////////////////////////////// Capa
oculta ////////////////////////////////////////
for (int i = 0 ; i < node; i++ ) {
    float aux = 0.0;
    for (int j = 0 ; j < 1 ; j++ ) {
        aux = aux + W1[i][j] * P[j][0];
    }
    a1[i][0] = tanh(aux + b1[i][0]);
}

////////////////////////////////////// Capa final
//////////////////////////////////////

for (int i = 0 ; i < 1; i++ ) {
    float aux = 0.0;
    for (int j = 0 ; j < node ; j++ ) {
        aux = aux + W2[i][j] * a1[j][0];
    }
    a2[i][0] = aux + b2[i][0];
}
```

```

    distancia[0] = salida(a2[0][0], 0.5,
7);
}

```

```

void d2()
{

```

```

    ////////////////////////////////////////////////// Variables de primera
    capa //////////////////////////////////////

```

```

    const int node = 4;
    float P[1][1];
    float W1[node][1] = {{ -1.6573},
        { 0.6991},
        {-1.5299},
        {1.1204}
    };

```

```

    float b1[node][1] = {{ -1.5355},
        {-0.8333},
        {-0.7431},
        {-0.9865}
    };

```

```

    float a1[node][1];

```

```

    ////////////////////////////////////////////////// Variable de segunda
    capa //////////////////////////////////////

```

```

    float W2[1][node] = {{ 1.1204, -
1.1025, -0.2331, -0.2054}};
    float b2[1][1] = {{ -0.2080}};

```

```

float a2[1][1];
P[0][0] = scaling(r2[2], -70, -52);

```

```

    ////////////////////////////////////// Capa
    oculta //////////////////////////////////////

```

```

    for (int i = 0 ; i < node; i++ ) {
        float aux = 0.0;
        for (int j = 0 ; j < 1 ; j++ ) {
            aux = aux + W1[i][j] * P[j][0];
        }
        a1[i][0] = tanh(aux + b1[i][0]);
    }

```

```

    ////////////////////////////////////// Capa final
    //////////////////////////////////////

```

```

    for (int i = 0 ; i < 1; i++ ) {
        float aux = 0.0;
        for (int j = 0 ; j < node ; j++ ) {
            aux = aux + W2[i][j] * a1[j][0];
        }
        a2[i][0] = aux + b2[i][0];
    }

```

```

    distancia[1] = salida(a2[0][0], 0.5,
7);

```

```

}
void d3()

```

```

{

```

```
//////////////////// Variables de primera
capa //////////////////////
```

```
const int node = 4;
float P[1][1];
float W1[node][1] = {{-0.0444},
                    {-1.7758},
                    {-0.2070},
                    {-2.0169}
};
```

```
float b1[node][1] = {{ -1.7897},
                    { 1.1250},
                    {-1.4693},
                    {-2.4189}
};
```

```
float a1[node][1];
```

```
//////////////////// Variable de segunda
capa //////////////////////
```

```
float W2[1][node] = {{ -0.7432,
0.7984, -0.2430, 1.2941 }};
float b2[1][1] = {{-0.2098}};
float a2[1][1];
P[0][0] = scaling(r3[2], -87, -77);
```

```
//////////////////// Capa
oculta //////////////////////
```

```
for (int i = 0 ; i < node; i++ ) {
    float aux = 0.0;
    for (int j = 0 ; j < 1 ; j++ ) {
```

```
        aux = aux + W1[i][j] * P[j][0];
    }
```

```
    a1[i][0] = tanh(aux + b1[i][0]);
}
```

```
//////////////////// Capa final
////////////////////
```

```
for (int i = 0 ; i < 1; i++ ) {
```

```
    float aux = 0.0;
```

```
    for (int j = 0 ; j < node ; j++ ) {
```

```
        aux = aux + W2[i][j] * a1[j][0];
```

```
    }
```

```
    a2[i][0] = aux + b2[i][0];
```

```
}
```

```
distancia[2] = salida(a2[0][0], 0.5,
```

```
7);
```

```
}
```

```
float scaling(long inputData, float
minData, float maxData)
```

```
{
```

```
    float valueNorm;
```

```
    valueNorm = ((2 * (inputData -
minData)) / (maxData - minData)) -
```

```
1.0;
```

```
    return valueNorm;
```

```
}
```

```
float salida(float valueNorm, float
minData, float maxData)
```

```
{  
    float inputData;  
    inputData = (0.5) * (valueNorm +  
1.0) * (maxData - minData) +  
minData;  
    return inputData;  
}
```

Anexo 5 Programación en javascript para la página web

```
(function(){
  const config = {
    apiKey: "AIzaSyBciWbCIREtvb5k0BZMuPjCV2Go7K0sDO8",
    authDomain: "iot-esp01s.firebaseio.com",
    databaseURL: "https://iot-esp01s.firebaseio.com/",
    storageBucket: "iot-esp01s.appspot.com",
  };
  // Initialize Firebase
  firebase.initializeApp(config);
  const preObject = document.getElementById('object');
  const dbRefObject = firebase.database().ref().child('dispositivo');
  //Uso la función on, con la referencia. Uso snap para leer el valor
  dbRefObject.on('value', snap => {
    const datos = JSON.stringify(snap.val(),null,3);
    const obj = JSON.parse(datos);
    //Muestro en consola el objeto JSON
    var popData = {
      datasets: [{
        label: ['Posicion del objeto'],
        data: [
          {
            x: obj.zonas.zona1.x,
            y: obj.zonas.zona1.y,
            r: 38*obj.zonas.zona1.r
          },
          {
            x: obj.zonas.zona2.x,
            y: obj.zonas.zona2.y,
            r: 38*obj.zonas.zona2.r
          },
          {
            x: obj.x,
            y: obj.y,
            r: 38*0.2
          }
        ],
        backgroundColor: ["#FF9966", "#FF9966", "#9966FF"]
      }]
    };
  });
  var chartOptions = {
    rotation: -Math.PI,
    cutoutPercentage: 30,
    circumference: Math.PI,
    legend: {
      display: false
    },
  },
```

```

scales: {
  yAxes: [{
    gridLines: {
      zeroLineColor: "black",
      zeroLineWidth: 2
    },
    ticks: {
      min: 0,
      max: 20,
      stepSize: 2
    },
    scaleLabel: {
      display: true,
      labelString: "Eje y [metros]"
    }
  }
}],

xAxes: [{
  gridLines: {
    zeroLineColor: "black",
    zeroLineWidth: 2
  },
  ticks: {
    min: 0,
    max: 28,
    stepSize: 2
  },
  scaleLabel: {
    display: true,
    labelString: "Eje x [metros]"
  }
}],
animation: {
  animateRotate: false,
  animateScale: true
}
});

var ctx = document.getElementById('popChart').getContext('2d');
var bubbleChart = new Chart(ctx , {
  type: 'bubble',
  data: popData,
  options: chartOptions
});

document.getElementById('color').innerHTML = obj.color;
document.getElementById('material').innerHTML = obj.material;
document.getElementById('nombre').innerHTML = obj.nombre;
document.getElementById('x').innerHTML = Math.round(obj.x*100)/100;
document.getElementById('y').innerHTML = Math.round(obj.y*100)/100;
if (obj.zoneActive==1) {
document.getElementById('zona').innerHTML = "zona 1";
} else if (obj.zoneActive==2) {
document.getElementById('zona').innerHTML = "zona 2";
} else {
document.getElementById('zona').innerHTML = "Fuera de rango";
}

});
}());

```

Anexo 6 Encuesta Secretaria de Escuela de Sistemas



Este instrumento de evaluación, es parte del trabajo de titulación: “SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE MUEBLES Y ENSERES APLICANDO INTERNET DE LAS COSAS”. Y busca determinar algunas de las características de la solución planteada. Sus respuestas serán tratadas de forma impersonal.

Gracias por su colaboración responda a las siguientes preguntas:

N.	INTERROGANTES	Definitivamente No	Probablemente No	Indeciso	Probablemente Si	Definitivamente Si
a) FUNCIONABILIDAD						
1	¿Las funciones del dispositivo son claras y precisas?				X	
2	¿Qué tan funcional es el prototipo diseñado para la Escuela de Sistemas?					X
3	¿Qué tan válida es la propuesta para un mejor manejo del control de inventarios?					X
TOTAL		90% EXCELENTE				
b) EFECTIBILIDAD						
1	¿Qué tan efectiva resulta la aplicación propuesta en el control de inventario?				X	
2	¿Qué tan satisfecho/a está con la facilidad de uso de esta propuesta para la Escuela de Sistemas?				X	
3	¿Qué tan útil sería implementar una prueba piloto en los muebles y enseres de la PUCE-SA?					X
TOTAL		83,3% EXCELENTE				
c) EFICIENCIA						
1	¿Se entiende que es lo que, se hace para un buen funcionamiento del dispositivo?					X
2	¿La interfaz proporciona un vocabulario o terminología apropiada?				X	
3	¿La interfaz es intuitiva y de fácil manejo?				X	
4	¿Se presenta registro que permita acceder fácilmente a la información del mueble o enseres?					X
TOTAL		87,5% EXCELENTE				

d) CONFORMIDAD					
1	¿El sistema será ejecutado en cualquier sistema operativo?				X
2	¿Llena sus expectativas la capacidad que tiene el dispositivo para el manejo del control de inventario?				X
TOTAL					100% EXCELENTE