

DISEÑO DE UNA RED A NIVEL IOT PARA LA EMPRESA TERRANVM EN LA SEDE CONECTA

PRESENTADO POR:

ARMANDO JOSÉ BAYUELO PERÉZ  
ALVARO ANDRES SOLANO VILLEGAS  
JOHN EDINSON ESTUPIÑAN ABRIL

ASESOR TÉCNICO DE PROYECTO:

CARLOS RENÉ SUÁREZ

UNIVERSIDAD EL BOSQUE  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO DE REDES TELEMÁTICAS  
BOGOTÁ, COLOMBIA

8-12-2019

## **RESUMEN**

El estudio describe el diseño de una red aplicando el Internet de las cosas en las edificaciones de una empresa, empleando sensores y activadores repartidos por todo el inmueble, permitiendo que las tecnologías realicen tareas de optimización basadas en factores cambiantes como la ocupación de la infraestructura. Las conexiones IoT de edificios se integran en diversos lugares e infraestructuras de la propia construcción, enlazando los sistemas centrales de iluminación, medidores de energía y sistemas de control de acceso. Por lo tanto, nuestra propuesta es aplicar el Internet de las Cosas para el control y la gestión de infraestructuras de dos nuevos edificios de la empresa TERRANVM en la sede CONECTA, aprovechando su enorme impacto y mejoras operativas relacionadas con la eficiencia energética y la seguridad, generando nuevos servicios de valor añadido al cliente final.

## **PALABRAS CLAVE**

Internet de las Cosas, Internet, IPv6, Redes de Nueva Generación, Redes de Sensores.

## **ABSTRACT**

The study describes the design of a network applying the Internet of things in the buildings of a company, using sensors and activators distributed throughout the property, allowing technologies to perform optimization tasks based on changing factors such as the occupation of infrastructure. The IoT connections of buildings are integrated in various places and infrastructures of the construction itself, linking the central lighting systems, energy meters and access control systems. Therefore, our proposal is to apply the Internet of Things for the control and management of infrastructure of two new buildings of the company TERRANVM at CONECTA headquarters, taking advantage of its enormous impact and operational improvements related to energy efficiency and safety, generating new value-added services to the end customer.

## **KEYWORDS**

Internet of Things, Internet, IPv6, Next Generation Networks, Sensor Networks.

## Tabla de contenido

PALABRAS CLAVE	2
ABSTRACT	2
KEYWORDS	2
1. Título	4
2. Introducción	4
3. Descripción general del proyecto	5
4. Estado del arte	6
5. Glosario de términos	20
6. Justificación	23
7. Objetivos	23
8. Requerimientos	23
9. Metodología	24
10. Diseño de red IoT en los edificios nuevos de Terranvm	25
11. Resultados	40
12. Conclusiones	41
13. Documentación de Referencia	42
14. Anexos	44

## 1. Título

DISEÑO DE UNA RED A NIVEL IOT PARA LA EMPRESA TERRANVM EN LA SEDE CONECTA

## 2. Introducción

La inclusión del internet de las cosas no solo se orienta a la conectividad de diferentes dispositivos a una red a nivel global o local. Hoy en día se conoce el termino de sistemas inteligentes y autónomos los cuales debido al avance tecnológico nos brindan u ofrecen comodidad a la hora de su aplicación desde el monitoreo de sistemas de iluminación, calefacción e incluso seguridad como en el ahorro energético [1]. Los cuales le permiten al usuario tener una gestión o mayor control sobre su infraestructura orientada a las edificaciones. La implementación del internet de las cosas en el campo de la construcción de edificaciones se conoce como red inteligente de automatización en edificios, la cual consiste en dispositivos que supervisan, monitorean y controlan automáticamente los diferentes sistemas tales como iluminación, de accesos, de calefacción. Etc.

Este proyecto tiene la finalidad de realizar un diseño de una red IoT orientada a los sistemas de iluminación, acceso y calefacción de dos edificios nuevos que se están construyendo en la empresa TERRANVM. El funcionamiento de esta red está orientado al monitoreo mediante diferentes sensores del entorno en los cuales estarán los edificios desde la temperatura interna, el estado lumínico de los pasillos incluso al acceso de los edificios. Toda esta información que se recopilará de los sensores viajará por una red de telemática hasta un servidor que será el encargado de hacer todos los cálculos y toma de decisiones ante los datos obtenidos [2].

El proyecto constará de 3 partes, la primera estará orientada a la adquisición de información de los diferentes sistemas inteligentes que existen en el mercado, el impacto que se tiene hoy en día de esos sistemas. La segunda parte se recopilará información física y estructural de los edificios que se están construyendo para realizar el diseño lógico y físico de la red por donde se conectarán los sensores hasta el servidor IoT. Por último, se realizará una simulación mediante el simulador libre cisco packet tracer de la empresa cisco para una visualización del diseño de la red.

### **3. Descripción general del proyecto**

En este proyecto se plantea el diseño de una red orientada al internet de las cosas (IoT), convergente ciñéndose a cumplir con los estándares de la empresa TERRANVM. Para que los usuarios internos, externos y personal de la misma empresa puedan gozar de una infraestructura moderna, auto sostenible en el entorno de ahorro energético y seguridad. La organización de la red de manera lógica y física conlleva a un gran esfuerzo no solo en lo económico, sino también en el cumplimiento de los requerimientos por parte de TERRANVM, es ahí que se diseñará un proyecto adaptable, convergente orientado al sostenimiento y ahorro energético.

#### **3.1 Definición del problema**

Conecta es un ecosistema de negocios ubicado en la calle 26 con carrera 92. Con un área de 250.000 metros cuadrados, es reconocido por su concepción de espacios en función de la calidad de vida de las personas y la productividad de las organizaciones; a su vez por incorporar sostenibilidad en su diseño, desarrollo y funcionamiento de su infraestructura. Inicialmente la empresa TERRANVM está ejecutando la construcción de 2 nuevos edificios inteligentes, los cuales brindarán soluciones adaptables para futuras empresas que necesiten un lugar donde funcionar. Estos edificios contarán con una red IoT para poder monitorear en tiempo real todos los sistemas que sean indispensables para su óptima operación de sus recursos energéticos como de seguridad, los sistemas que se enfoca el proyecto serán tales como: Sistema de acceso, calefacción e iluminación. Para cumplir con el objetivo principal de un diseño de red IoT para dos edificios nuevos de la empresa TERRANVM, es necesario determinar la magnitud de cada uno de los edificios para el diseño de la topología, como costos de diferentes equipos los cuales pueden ser una opción para el proyecto como tal.

#### **3.2 Aspectos a solucionar**

El enfoque principal del proyecto, es el diseño de una red telemática orientada a dispositivos del internet de las cosas (IoT), la cual se tendrá como objetivo principal tener una conectividad y monitoreo de los diferentes sistemas inteligentes (iluminación, calefacción y acceso) que estarán integrados a los nuevos edificios, con el fin de tener un óptimo aprovechamiento de los recursos energéticos y la seguridad de la infraestructura.

### **3.3 Solución propuesta**

Se propone como alternativa de solución una red telemática orientada a dispositivos del internet de las cosas en los dos edificios nuevos que estarán ubicados en la sede conectora para la empresa TERRANVM, la cual se encargara de realizar la conectividad de los diferentes sensores de los sistemas de iluminación, acceso y calefacción en el interior de los edificios que se están construyendo a un servidor para el respectivo funcionamiento y monitoreo de los diferentes sistemas por parte del usuario.

## **4. Estado del arte**

Actualmente existen varios dispositivos de monitoreo y control para la automatización de casas y edificios, dispositivos que permiten por ejemplo controlar la conexión y desconexión de los tomacorrientes dentro de una edificación, encender y apagar luces de una oficina y el control de encendido de los sistemas de ventilación o aire acondicionados dependiendo de la temperatura ambiente del lugar. Estos sistemas permiten tener un control y seguimiento del consumo energético. Además de estas muchas compañías ofrecen paquetes completos para la gestión de dispositivos dentro de una edificación, por ejemplo, la empresa Horus ofrece varios paquetes, cada uno de ellos para gestionar un aspecto dentro de una edificación [3]. Ofrecen paquetes para controlar la iluminación, en la cual se instalan interruptores propios que permiten encender y apagar las luces remotamente o dependiendo del entorno mediante aplicaciones [3]. Otro de los paquetes que ofrece es un paquete para gestionar la climatización dentro del edificio, este paquete incluye un sistema de calefacción con un termostato conectado a la red, por medio del termostato se puede programar el aire acondicionado para que se encienda o se apague en horarios programados o cuando el ambiente alcance la temperatura deseada permitiendo ahorrar energía [3]. En este momento, las aplicaciones del internet de las cosas son muy numerosas, ya que es un concepto relativamente nuevo (más que todo en Latinoamérica), cada día los ingenieros experimentan más y más con nuevos posibles aplicativos en esta área, ya que al atravesar el umbral de conectar a Internet más objetos que personas, se abrió una enorme ventana de oportunidades para la creación de aplicaciones en las áreas de la automatización, el uso de sensores y la comunicación entre máquinas. De hecho, las posibilidades son casi infinitas. Los siguientes ejemplos ponen de relieve algunas de las maneras en que el internet de las cosas mejora la vida de las personas [4].

#### 4.1 Marco de referencia teórico

IOT es creado como una tecnología para la interconexión de dispositivos, objetos y personas para múltiples plataformas, cada uno de los elementos conectados se dota de un intelecto, con el fin de poder monitorear y controlar actividades a una plataforma centralizada. En sistemas IoT según datos reportados cada objeto tiene la capacidad de tomar decisiones automatizando procesos que habitualmente eran manuales y exigían la presencia de un individuo. Para que un sistema IoT funcionara hoy en día se presentaron paso por 2 acontecimientos. surgieron tecnologías como IPv6 (del inglés, Internet Protocolo versión 6) y WSN (del inglés, Wireless Sensor Network), además de la masificación de las redes convergentes. también se tuvo comercialmente precios accesibles a dispositivos como sensores y en general equipos de cómputo debido al ingreso de nuevos oferentes al mercado entre otros factores. WSN fue una tecnología antecesora a IoT, la cual se encargaba de conectar múltiples nodos compuestos por dispositivos y objetos, a más nodos y estos a su vez a un Gateway principal para la conexión con otras redes. WSN utiliza distintas topologías de red para su funcionamiento y su principal característica es la capacidad de transferir datos inalámbricamente, para que finalmente se almacenan y procesan en un centro de cómputo mediante un software especializado [5]. Actualmente en la industria empresas como CISCO han definido IoT como un sistema habilitador para las plataformas basadas en IoE (del inglés, Internet of Everything), las cuales son ecosistemas tecnológicos donde la interacción con las personas es vital. Además, CISCO menciona los sistemas IoT como herramientas generadoras de valor para las empresas, incrementando al 50 por ciento la automatización de los procesos manuales [6]. Para Microsoft los sistemas IoT los define como herramientas que posibilitan la optimización de su cadena productiva, además de facilitar el acceso de datos que alimentan la gestión multidisciplinar empresarial. Mientras que para las entidades del sector público pueden obtener beneficios al implementar sistemas IoT, que se basan en el monitoreo del estado de la infraestructura multinodo [7]. Las aplicaciones IoT han crecido rápidamente y han encontrado nuevos sectores de innovación (e.g. salud, transporte, seguridad, energías, medioambiente, construcción, manufactura, agro entre otros). Según Juan Cueva se proyecta que para el 2020 existan 25.000 objetos inteligentes conectados entre sí por medio de internet [5] En temas energéticos, las SG (Smart Grid) se han consolidado como una aplicación de IoT en energías renovables. Por esta razón, la UIS (Universidad Industrial de Santander) en el 2015, diseñó una aplicación residencial que consiste en el uso de paneles solares ubicados sobre el techo de las casas, con el fin de reducir el consumo energético. En las simulaciones realizadas

se comprobó una gran disminución en el precio de la factura mensual, a causa de no utilizar la red comercial cuando excede los niveles de demanda permitidos por la empresa distribuidora. El sistema permite enviar alertas a los usuarios de un sector residencial para que conmutan la red comercial a su propia red de paneles solares, cuando el precio del KW/h se encuentra en picos de consumo, así mismo, los usuarios pueden distribuir energía a casas cercanas, con líneas de distribución pasivas, ya que en la actualidad no existe regulación colombiana sobre distribución de energía con líneas pasivas [8].

#### **4.2 Marco de referencia tecnológico**

En la siguiente ilustración se describe el proceso de IoT: en la parte inferior se encuentran las "cosas" o las variables que serán medidas y controladas por los diferentes sensores y actuadores, estos serán los encargados de transmitir y recibir los datos o la información al controlador, el cual los re enviara a la plataforma o a la aplicación para su gestión por medio de Internet, haciendo el buen uso de las TIC tecnologías de la información y las comunicaciones; la plataforma y las aplicaciones serán las encargadas de procesar la información recibida y enviar una serie de instrucciones a los actuadores, para verificar que la orden se cumplió a cabalidad los sensores también evalúan el comportamiento de los actuadores logrando una mejor realimentación.

**Figura 1: Requerimientos técnicos para una red IoT.**



**Fuente: Autores.**

En la siguiente tabla se identifican cada uno de los ítems mencionados en la figura anterior.

<b>Requerimientos técnicos generales para la implementación de la red IOT</b>	
Sensores	Recogen la información del mundo 'real' la entrega al sistema de control de forma que este la 'entienda' y pueda procesar para tomar decisiones.
Actuadores	Según las órdenes dadas por la unidad de control provocan un efecto sobre un proceso automatizado, modificando los estados de un sistema.
Fuentes de Energía	Es importante conocer si el dispositivo va a encontrarse aislado y requiere la capacidad de funcionar por batería (en cuyo caso se debe considerar la duración de la misma), o por el contrario va a estar siempre conectado a una fuente de energía
Tarjeta De Adquisición de Datos	Círculo de acondicionamiento que transforme las señales provenientes de los sensores de análogas a digitales y viceversa de forma que la información sea legible para el controlador.

Controlador	Encargado del control de las entradas y salidas del sistema, permite gestionar datos y ejecutar comandos.
Software	Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en un dispositivo electrónico.
Seguridad	El sistema IoT requiere seguridad cibernética y física para la visibilidad de activos físicos y digitales, aumentar la protección y los beneficios operacionales.
Variable a medir o Cosas a medir	Las cosas físicas o del mundo de la información (cosas virtuales) deben tener la capacidad de ser identificados e integradas en las redes de comunicaciones.
Tecnologías de comunicación	Conjunto de instrumentos, herramientas o medios de comunicación como la telefonía, los computadores, el correo electrónico e Internet que permiten comunicarse entre sí a las personas u organizaciones
Acceso a internet	Proporciona un sistema de enlace que permite a cualquier equipo conectarse a la Red y compartir recursos, esto a través de la puerta de enlace o Gateway,
Plataforma	Sistema base para operar determinados módulos de hardware o de software con los que es compatible, además de una interfaz de usuario en la cual se ejecutan las aplicaciones.
Aplicación	Poseen acceso a la base de datos y otros recursos con el fin de realizar el análisis y explotación de la información

- Listado de requerimientos técnicos para una red IOT.
  1. Sensores.
  2. Actuadores.
  3. Fuentes de energía.
  4. Tarjeta de adquisición de datos.
  5. Controlador.
  6. Software.
  7. Seguridad.
  8. Tecnología de comunicación.
  9. Acceso a internet.
  10. Plataforma.
  11. Aplicación.
  12. Variable a medir.

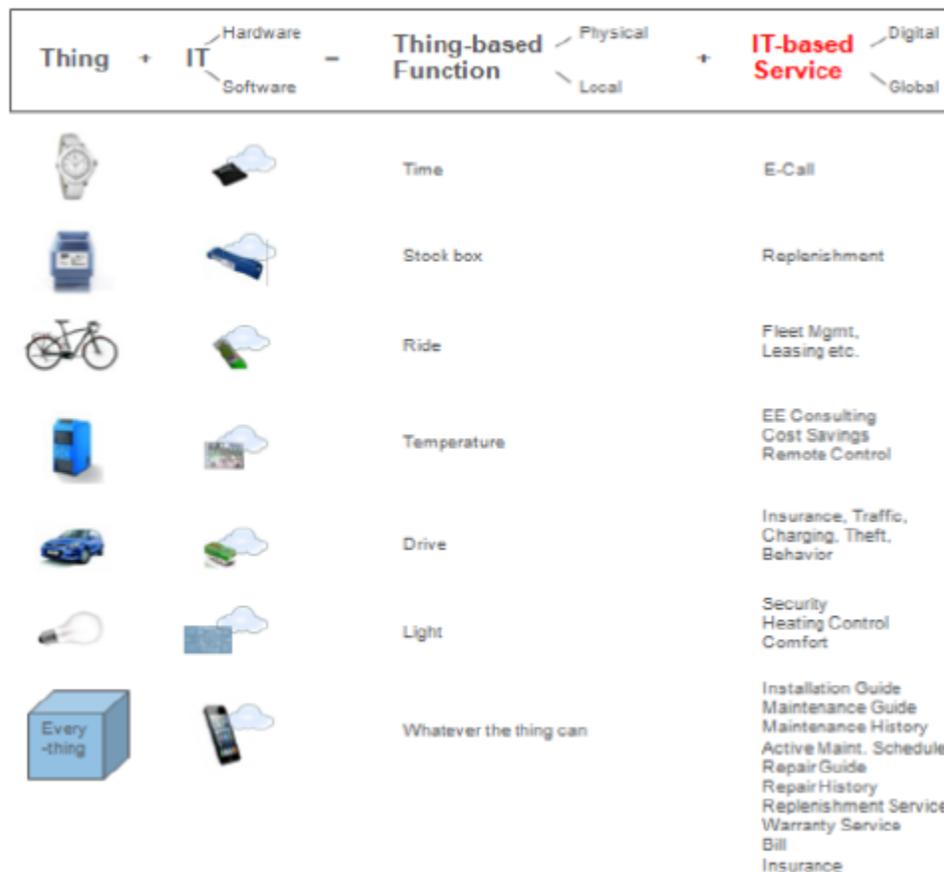
### 4.2.1. Sensores

Su función principal es obtener la información del mundo 'real', sus variables para posteriormente ser entregadas al sistema de control de forma que este la 'entienda' y pueda procesarla para tomar una decisión.

Es necesario que su elección sea acorde a los parámetros que se deseen obtener, ya sea temperatura, movimiento, proximidad flujo etc. además se tiene que considerar la fuente de energía, el medio ambiente y su encapsulamiento.

Es importante tener en cuenta la tarjeta a la cual se va a manejar para que los protocolos sean compatibles, los más utilizados en las oficinas se relacionan a continuación.

**Figura 2: Sensores.**



**Fuente:** Bosch.

#### **4.2.1.1 Sensores Inductivos**

Detectan a diferentes distancias metales como acero, bronce, aluminio. Gracias a su principio físico de funcionamiento. También se encuentran sensores inductivos de especialidad: que funcionan a altas temperaturas, y en ambientes con altas presiones, sensores de anillo, inmunes a campos electromagnéticos, etc.

Ventajas: Ignoran los materiales del entorno que no sean metales, múltiples formas y tamaños de carcasas, carcasa de metal.

Desventajas: Rango de censado corto (desde 0.8mm hasta 120 mm), afectado por campos electromagnéticos.

#### **4.2.1.2 Sensores Capacitivos**

Detectan materiales metálicos y no metálicos. Se utilizan comúnmente para detección de nivel o graduación de materiales, pueden atravesar paredes de plástico de hasta 12 mm de espesor. Es un sensor flexible debido a que su rango de censado ajustable. Ventajas: detección de materiales metálicos y no metálicos, rango de censado ajustable.

Desventajas: La detección de líquidos es afectada por la espuma

#### **4.2.1.3 Sensores Fotoeléctricos**

Detectan los materiales que son capaces de reflejar o interrumpir un haz de luz. De igual forma que los sensores inductivos, los sensores fotoeléctricos son los sensores más usados para la detección de objetos.

Existen 3 tipos de fotoeléctricos: emisor-receptor, retro-reflectivo y difuso. Este tipo de sensores tienen filtros con el fin de evitar que la luz del sol afecte el censado.

Ventajas: Se encuentran sensores de especialidad (sensores de color, sensores de luminiscencia, sensores de contraste, supresión de frente y fondo, etc.), rangos de censado de hasta 100 m, diversos tipos de carcasas tubulares y de bloque.

Desventajas: Las propiedades de los objetos pueden perjudicar la detección, como el brillo y la rugosidad de los materiales, rangos de temperaturas menores comparadas con los sensores inductivos.

#### **4.2.1.4 Sensores Magnéticos**

Detectan magnetos que se encuentran en el rango de censado. Estos sensores se utilizan para la detección de inicio y fin de carrera en cilindros neumáticos e hidráulicos. También se pueden requerir sensores magnéticos para áreas de soldadura.

Ventajas: Ignoran los materiales que no conserven magnetismo, precisos para la detección de principios y finales de carrera.

Desventajas: Se activan con campos electromagnéticos de sus alrededores, rangos cortos de censado (hasta 120 mm).

#### **4.2.1.5 Sensores Ultrasónicos**

Detectan los materiales en los que pueden rebotar las ondas ultrasónicas emitidas por el dispositivo su rango de censado puede llegar a los 8 m.

Ventajas: El nivel de censado es mayor y ajustable, tiene diferentes formas de encapsulamiento y cuenta con diferentes funciones para la activación de las salidas (histéresis, set points, ventanas).

Desventajas: Necesitan mantenimiento en la cara de censado pues se pueden generar falsas detecciones, resolución de detección baja y no es óptimo para ambientes con humedad.

#### **4.2.2 Actuadores**

Se denominan actuadores a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado, modificando los estados de un sistema. Su función es generar el movimiento de los elementos según las órdenes dadas por la unidad de control. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar un elemento final de control, transformando la energía de entrada en energía de salida utilizable para realizar una acción.

Los actuadores generan una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica o gaseosa, por este motivo se requieren dispositivos que realicen funciones de fuerza, movimiento, estabilidad, control de fluidos, temperatura o señales de alarma.

#### **4.2.2.1 Selección de los actuadores**

Para dicha selección se cuenta en función de la aplicación. Es necesario haber identificado el tipo de control de proceso, si es de interrupción, regulación o rotación. Los actuadores son de distintas formas según el tipo de montaje que se quiera realizar.

Para la selección se debe tener en cuenta factores como:

- Potencia
- Control
- Peso y volumen
- Precisión
- Velocidad
- Mantenimiento
- Costo

Cuando se va a automatizar un sistema la selección del actuador se puede hacer de así:

- Si se requiere mover, desplazar o soportar algún peso, se seleccionan de actuadores de movimiento como lo son: el motor pasó a paso, de corriente continua y de corriente alterna.
- Cuando el trazo incluye líquidos se utilizan motobombas y electroválvulas.
- En procesos los cuales, se utilice un indicador que informe el estado de una etapa, para ello se pueden utilizar alarmas e indicadores luminosos.
- Para el control de temperatura se utilizan resistencias, ventiladores y extractores.
- Entre los criterios más importantes de selección para un actuador, se encuentran el tipo de señal, si es de corriente continua o de corriente alterna.
- Para cada tipo de carga hay un determinado tipo de actuador, según se trate de un circuito de iluminación, de un motor o de una válvula, existirá un actuador correspondiente para el funcionamiento del sistema.

#### 4.2.2.2 Actuadores Hidráulicos

Pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, el suministro de potencia es por medio de fluido a presión obteniendo movimiento con una determinada velocidad, fuerza, o bien velocidad angular y momento a partir de la pérdida de presión de un determinado caudal del fluido.

Los actuadores hidráulicos permiten realizar a distancia la maniobra automática de las válvulas y llaves. Conforme a su forma de operación, los actuadores hidráulicos se clasifican en:

- Actuadores lineales llamados cilindros. En esta clasificación podemos encontrar dos tipos:
  - De efecto simple: Utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer.
  - De acción doble: Emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones. El control de dirección se lleva a cabo mediante un solenoide.
- Actuadores rotativos en general denominados motores hidráulicos:
  - En estos actuadores el movimiento es generado por la presión. Estos motores pueden ser rotatorios u oscilantes.

**Figura 3: Actuadores.**



**Fuente:** <http://www.colegionacionesunidasied.com/pdf/competencias/actuadores.pdf>

#### 4.2.2.3 Actuadores Neumáticos

Son los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico por medio de un movimiento lineal de vaivén, o de motores. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad. Los actuadores neumáticos se clasifican en dos grandes grupos:

#### **4.2.2.4 Actuadores o Motores**

Transforman la energía neumática en un movimiento de giro mecánico, funcionan igual que los cilindros de giro, pero el ángulo de giro no está limitado.

Las ventajas más sobresalientes de estos actuadores son:

- Construcción sencilla (peso ligero)
- Arranque y paro muy rápido
- Insensibilidad al polvo, agua, calor y frío.
- La velocidad varía entre 3.000 y 8.500rpm.
- Alta aceleración y baja inercia.

#### **4.2.2.5 Actuadores Eléctricos**

Requieren de energía eléctrica como suministro de potencia. Utilizan cables eléctricos para transmitir las señales eléctricas, es altamente versátil y habitualmente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.

FUENTE (Equipos y Laboratorios de Colombia, 2016)

Dentro de los actuadores eléctricos pueden distinguirse tres tipos diferentes:

- Motores de corriente continua (DC)
- Motores de corriente alterna (AC)
- Motores pasó a paso

**Figura 4: Motores y actuadores.**

**Fuente:** <http://www.colegionacionesunidasied.com/pdf/competencias/actuadores.pdf>

#### 4.2.2.6 Fuentes de energía

Todas estas diferentes fuentes de energía se utilizan principalmente para producir electricidad. El mundo funciona a partir una serie de reacciones eléctricas, ya sea que conduzcas un coche, o enciendas una luz. Todas ellas se transforman de alguna manera en energía eléctrica que luego llega a nosotros por distintos medios.

#### 4.2.2.7 Tarjetas de Datos

Las tarjetas de adquisición de datos (hardware) actúan como la interfaz entre una computadora y señales físicas, es decir, la información recaudada por el sensor se pasa al DAQ, el cual se encarga de transformar los códigos del mundo real a los códigos digitales, como si se tratara de un intérprete que traduce de un lenguaje a otro, con el fin de que el sistema digital (es decir, cualquier computadora o dispositivo electrónico) sea capaz de comprender los signos del analógico.

#### 4.2.2.8 Controlador

Encargado del control de las entradas (Variables o señal medida) y salidas del sistema, permite la gestión de datos y la ejecución de comandos, se puede comprar con software o comprar un ordenador.

Este sistema debe estar operando las 24 horas por tal motivo se recomienda un sistema embebido debido a su robustez para ejecutar funciones específicas, reduciendo costos de energía si se compara con una PC, además este sistema computacional trabaja en tiempo real y está diseñado para cumplir con un amplio rango de necesidades.

Algunos de los más utilizados se relacionan a continuación.

- Raspberry
- Arduino
- FPGA
- DSPs
- RabbitCore
- PLC

#### 4.2.2.9 Software y tipos de software

Es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en un dispositivo electrónico. (Real Academia Española, 2016)

Se tienen los siguientes tipos de software

- **Software de sistema:** Permite tener una interacción con el hardware, es decir, es el sistema operativo. Dicho sistema es un conjunto de programas que administran los recursos del hardware y proporciona una interfaz al usuario. Es el software esencial para una computadora, sin él no podría funcionar, como ejemplo tenemos a Windows, Linux, Mac OS X. Se clasifica en:
  - Sistemas operativos.
  - Controladores de dispositivos.
  - Herramientas de diagnóstico.
  - Herramientas de optimización.
  - Servidores.
- **Software de programación:** Conjunto de aplicaciones que permiten a un programador desarrollar sus propios programas informáticos haciendo uso de sus conocimientos lógicos y lenguajes de programación. Algunos ejemplos:
  - Editores de texto.
  - Compiladores.
  - Interpretes.
  - Enlazadores.
  - Depuradores.
  - Entornos de desarrollo integrados.

- **Software de aplicación:** Son los programas que permiten realizar tareas específicas en nuestro sistema. Está enfocado en un área específica para su utilización. La mayoría de los programas que utilizamos diariamente pertenecen a este tipo de software, ya que nos permiten realizar diversos tipos de tareas en nuestro sistema.

#### 4.2.3 Variables físicas

Las cosas físicas o del mundo de la información (cosas virtuales) deben tener la capacidad de ser identificados e integradas en las redes de comunicaciones.

#### 4.2.4 Tecnologías de comunicación

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC- se definen como el conjunto de instrumentos, herramientas o medios de comunicación como la telefonía, los computadores, el correo electrónico e Internet que permiten comunicarse entre sí a las personas u organizaciones fuente (UIT, 2014).

IoT logra la transferencia de pequeñas cantidades de datos, correspondientes a básicos cambios de estado de un actuador, tenga un bajo costo energético, puesto que la mayoría de objetos generalmente están aislados y no tienen una alimentación de la red eléctrica de forma permanente.

#### 4.2.5 Internet

Para la implementación de IOT y su funcionamiento es importante el acceso a la red ya que es el encargado de brindar sobre la capa de acceso dicha conexión, su objetivo es transportar la información del protocolo utilizado sobre el dispositivo y la red IOT al protocolo usado en el equipo destino, de esto se encargan los ISP Internet Services Provider.

#### 4.2.6 Plataforma

Una plataforma virtual es un sistema que permite la ejecución de diversas aplicaciones bajo un mismo entorno, dando a los usuarios la posibilidad de acceder a ellas a través de Internet, esta dará a la empresa la base para operar los diferentes módulos utilizados, también brindara una interfaz al usuario en la cual se ejecutaran las aplicaciones.

Dicha plataforma será local o externa, ya depende del complejo empresarial Terranvm.

#### 4.2.7 Aplicaciones

Una aplicación es un programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de tareas. Esto lo diferencia principalmente de otros tipos de programas, como los sistemas operativos (que hacen funcionar la computadora), las utilidades (que realizan tareas de mantenimiento o de uso general), y las herramientas de desarrollo de software (para crear programas informáticos). Las aplicaciones pertenecen al software de aplicación.

### 5. Glosario de términos

**2G:** Segunda generación

**3G:** Tercera generación

**4G:** Cuarta generación

**5G:** Quinta generación

**ADC:** Analog-Digital Converter (Convertidor de análogo a digital)

**API:** Interfaz de programación de aplicaciones

**BS:** Estación de base

**DB:** Base de datos

**DSL:** Línea digital de abonado (digital subscriber line)

**GHz:** Gigahercio

**GPS:** Sistema de posicionamiento global

**HTTP:** Abreviatura de la forma inglesa (Hypertext Transfer Protocol), protocolo de transferencia de hipertextos,

**IBSG:** Internet Business Solutions Group

**IEEE:** (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)

**IoT:** Internet de las cosas (Internet of things)

**IP:** Internet Protocol (Protocolo de Internet)

**ISOC:** Internet Society

**ISP:** Internet service provider

**ITU:** International Telecommunication Union

**LAN:** Red de área local

**LED:** Light-Emitting Diode (Diodo emisor de Luz)

**LTE:** Evolución a largo plazo (long term evolution)

**M2M:** Máquina a máquina (machine to machine)

**Mbps:** Megabit por segundo

**MHz:** Megahercio

**MOC:** Comunicación orientada a máquinas (machine-oriented communication)

**OSI:** Open Systems Interconnection (Interconexión de sistemas abiertos)

**PAN:** Red de área personal

**PC:** Computador

**PDA:** (Personal Digital Assistant o Ayudante personal digital)

**PLC:** Controlador lógico programable

**QoS:** Calidad de servicio

**RFID:** Radio Frequency Identifier (Identificación por radiofrecuencia)

**RPL:** Recognition of prior learning (Reconocimiento del aprendizaje previo)

**SSID:** (Service Set Identifier) Servicio conjunto de identificación

**SW:** Software

**TCP/IP:** Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet (transmission control protocol/Internet protocol)

**TIC:** Tecnologías de la información y las comunicaciones

**UDP:** User Datagram Protocol (Protocolo de datagramas de usuario)

**UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones

**URL:** Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos).

**USN:** Red de sensores ubicuos (ubiquitous sensor network)

**WAN:** Red de área amplia

**WEP:** Wired Equivalent Privacy o (Privacidad Equivalente a Cableado)

**WLAN:** Red de área local inalámbrica

**WPA:** Wireless Protected Access (acceso inalámbrico protegido)

**WWAN:** Wireless wide area network (red de área amplia inalámbrica)

**WWW:** World Wide Web (Red mundial)

**LPWAN:** Low Power Wide Area Network.

## **6. Justificación**

Con este proyecto se pretende dar una propuesta de diseño de una red telemática orientada al internet de las cosas (IoT) para la compañía TERRANVM acorde a los beneficios del IoT. El IoT restructurará cada aspecto de los dos edificios desde el ingreso, el control de la temperatura y en control de la iluminación de los nuevos edificios teniendo una gestión de los recursos energéticos evitando el desperdicio de energía eléctrica. Utilizando datos proporcionados por los diferentes sensores de los sistemas conectados a la red IoT se tomará decisiones informadas, se optimizará la experiencia de los ocupantes, el personal y la dirección. Con la optimización de activos, una mejor gestión.

## **7. Objetivos**

### **7.1. General.**

Diseñar una red IoT para dos edificios nuevos de la empresa Terranvm en la sede conecta.

### **7.2. Específicos**

- Documentar información precisa y detallada de los diferentes equipos utilizados en el internet de las cosas utilizados en edificaciones.
- Diseñar una red telemática para la conectividad de los diferentes sensores IoT a un servidor orientado al internet de las cosas.
- Simular y analizar el diseño de red propuesto para las edificaciones asignadas.
- Recomendar equipos relacionados con la red diseñada para las edificaciones nuevas.

## **8. Requerimientos**

Para la finalidad de este proyecto, se planteará a la empresa Terranvm la utilización de diferentes sensores (Temperatura, movimiento, RFID), sistemas embebidos (Raspberry, Arduino). Estos sensores y sistemas embebidos nos proporcionarán los datos de los parámetros necesarios que nos ayudarán al monitoreo y control de los sistemas de iluminación, calefacción y acceso. De acuerdo a las características físicas de las edificaciones a construir, se propondrá una red telemática inalámbrica o alámbrica de comunicaciones para el tráfico de los datos obtenidos por los sensores hacia un servidor el cual se encargará de procesar toda la información obtenida y realizará acciones según lo requiera sobre los sistemas a controlar, manteniendo un óptimo uso

del recurso energético de las edificaciones a construir.

## **9. Metodología**

Para el diseño de este proyecto el cual tiene la finalidad el diseño de una red telemática orientado al internet de las cosas para los sistemas de iluminación, calefacción y acceso en los dos edificios que se están construyendo en la empresa TERRANVM, se propone trabajar en cuatro fases. (I). Fase de documentación, (II). Fase de diseño, (III). Fase de simulación, (IV). Fase de recomendaciones.

- **Fase de documentación**

Para esta fase se realizará una investigación y validación de información con referente a proyectos de internet de las cosas en edificaciones para el ahorro y gestión de los recursos energéticos de las infraestructuras, en esta fase se realizará toda la documentación del marco teórico.

- **Fase de diseño**

En esta fase se realizará el diseño de una red telemática orientada al internet de las cosas teniendo como referencia la documentación obtenida en la fase anterior, al finalizar esta fase se obtendrá el diseño lógico y físico de la red.

- **Fase de simulación**

Para la finalización de esta fase se tendrá el diseño de la red en un simulador para la posterior evaluación de la red diseñada, el simulador que se utilizará es el software libre cisco packet tracer de la empresa de comunicaciones Cisco.

- **Fase de recomendaciones**

Finalmente, después de realizar las fases anteriores se realizará recomendaciones de equipos para el funcionamiento óptimo de la red, estas recomendaciones tendrán costos de equipos e incluso empresas dedicadas a la comercialización de este tipo de redes.

## 10. Diseño de red IoT en los edificios nuevos de Terranvm

### 10.1. Establecimiento de bases y objetivos del proyecto

Se eligen las edificaciones que se están construyendo en la empresa TERRANVM las cuales estarán ubicados en la sede conecta de la ciudad de Bogotá, como localización para realizar el diseño de una red telemática orientada al internet de las cosas que se anticipará a las necesidades del usuario como tal, la cual tendrá la autonomía de gestionar el consumo energético mediante el control y monitoreo de los sistemas de iluminación, calefacción y para la seguridad como tal del sistema de acceso, consiguiendo de esta manera una optimización eficientemente del consumo energético y de la seguridad en el acceso a las edificaciones. A continuación, se realizará el diseño sobre los edificios G8 y G9 los cuales se apreciarán en la siguiente figura donde se muestran los planos arquitectónicos de los mismos.

**Figura 8: Planos de ubicación de los edificios G8 y G9 en la sede conecta.**



**Fuente: TERRANVM**

El diseño, consiste en la combinación de un sistema inteligente y una transmisión sobre una red telemática ya sea inalámbrica o alámbrica que permita el tráfico de datos proporcionados por los sensores hacia un centro de datos donde se alojará un servidor dedicado a los aplicativos de

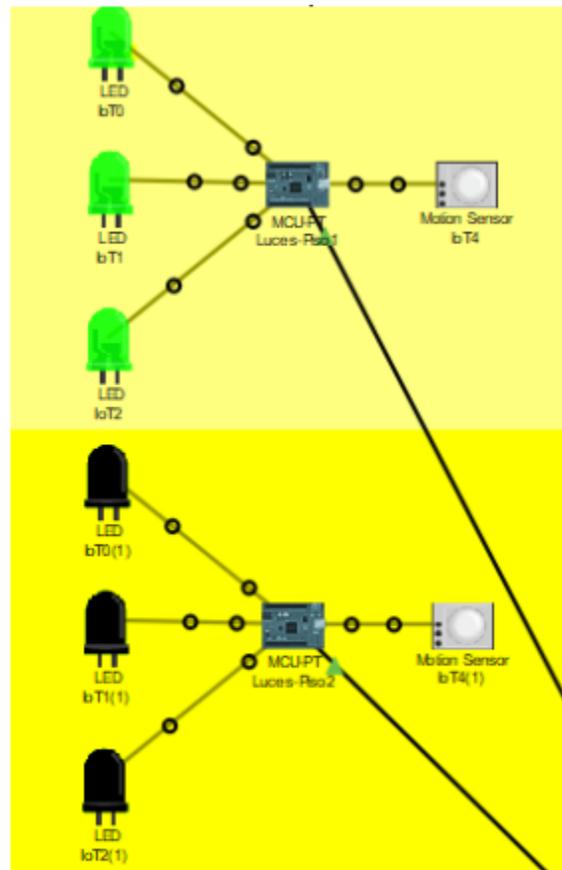
gestión de los diferentes sistemas inteligentes (Iluminación, Calefacción y Acceso).

Una vez conocido los edificios en los cuales se hace la propuesta de diseño de la red IoT para la gestión de los diferentes sistemas inteligentes, se piensa en posibles soluciones para que estos sistemas estén preparados en cuanto la gestión eficiente del consumo energético, lo cual generaría un ahorro sustancial en la tarificación del consumo de energía eléctrica como a su vez la seguridad de la misma enfocándose en el acceso a los edificios por parte de los usuarios. A continuación, se realiza una solución en los sistemas inteligentes para una gestión eficiente del recurso eléctrico.

### **10.1.2. Solución para la gestión del sistema de iluminación**

Una de las soluciones que se propone, consiste en la utilización de sensores de movimiento, sistemas embebidos MCU y actuadores mecánicos para encender las luces en zonas especiales, como pueden ser pasillos, baños públicos, cuartos técnicos etc. Evitando por tanto que estas luces estén encendidas cuando no sea necesario. Para ellos, se obtiene la información física correspondiente de los lugares mencionados en cada una de las plantas de las edificaciones. El funcionamiento de esta solución es la siguiente; los sensores de movimientos se encargaran de proporcionar información al sistema embebido (MCU), los cuales serán los encargados de enviar esa información al servidor dedicado al IoT que a su vez tomará la decisión con base a la configuración que tenga el aplicativo de gestión, una vez que el servidor tomó la decisión con referencia a los datos obtenidos le enviará información al MCU para así mediante los actuadores realizar el encendido o apagado del sistema de iluminación. En la siguiente figura se observará un esquema lógico del sistema de iluminación conectado a una red telemática no inalámbrica.

**Figura 9: Esquema lógico del sistema de iluminación de un pasillo.**



**Fuente: Autores.**

En la figura anterior se observa el comportamiento del sistema de iluminación el cual fue implementado en el simulador libre de la empresa CISCO llamado CISCO PACKET TRACER. En el primer cuadro se ven las luces encendidas cuando el sensor de movimiento ha detectado a un usuario que está caminando por el pasillo, una vez que en el pasillo no se ha detectado un movimiento de otro usuario, las luces se apagan después de un tiempo debidamente configurado en el aplicativo del servidor y en el MCU. Esta simulación puede ser aplicada a los baños, oficinas y demás lugares donde se requiera dicho sistema inteligente. En la siguiente figura se observará la información que llegará al aplicativo de IoT debidamente sincronizado o instalado en el servidor.

**Figura 10: Interface de aplicativo de gestión de sistema de iluminación.**

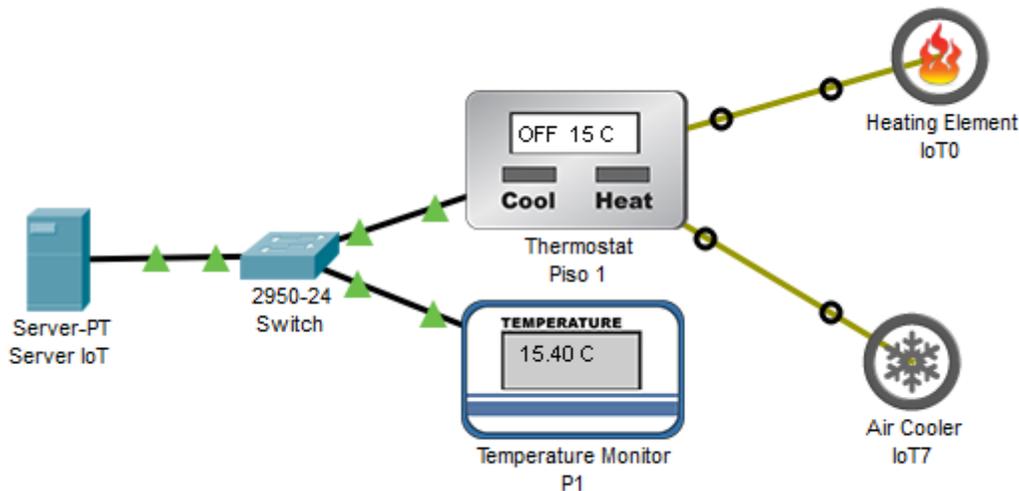


**Fuente: Autores.**

### 10.1.3. Solución para la gestión del sistema de calefacción interno

En este campo de actuación se utilizan principalmente sensores encargados de recopilar información con referente a la temperatura ambiente interna de la edificación, para así poder regular la temperatura de los sistemas de aires acondicionados o bien sea apagarlos en caso de que nadie se encuentre dentro de las instalaciones para evitar desperdicio energético y mal manejo de los aires acondicionados. En la siguiente figura se observa el esquema lógico del sistema de calefacción, el cual consta de un termostato y un monitor de temperatura las cuales son enviadas al servidor IoT para el respectivo procesamiento de los datos y toma de decisiones sobre los aires acondicionados.

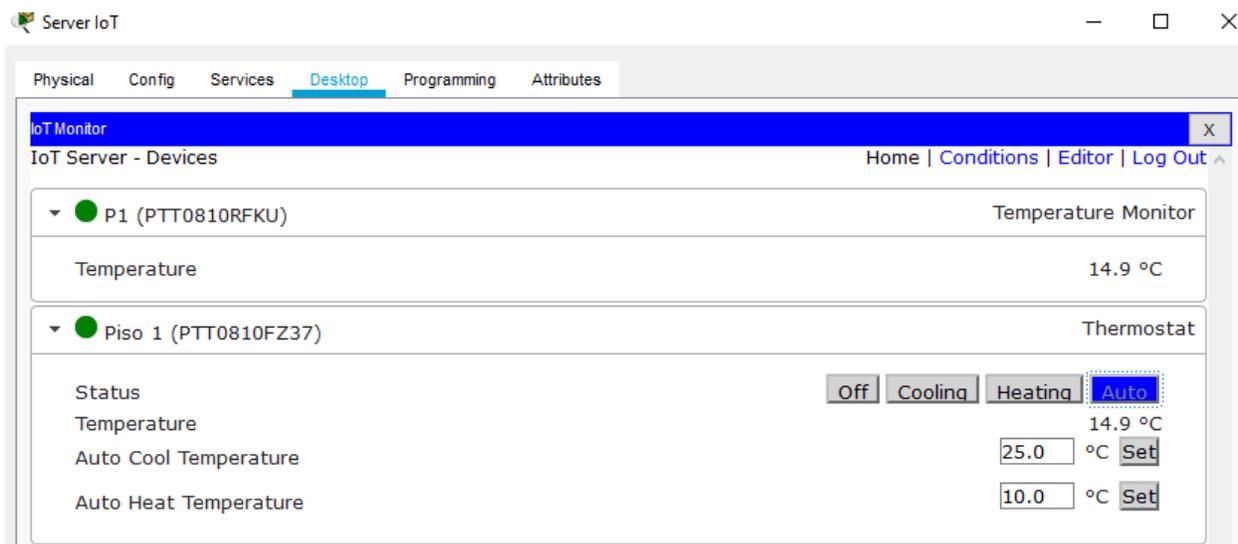
**Figura 11: Esquema lógico del sistema de calefacción.**



**Fuente: Autores.**

En la figura anterior se observa el comportamiento del sistema de calefacción el cual fue implementado en el simulador libre de la empresa CISCO llamado CISCO PACKET TRACER. Este con referente a los datos obtenidos por el monitor de temperatura son enviados mediante la red al servidor el cual se encargará de realizar el procesamiento y toma de decisiones para la gestión de la temperatura del entorno donde esté ubicado el sistema.

**Figura 12: Interface de aplicativo de gestión de sistema de calefacción**



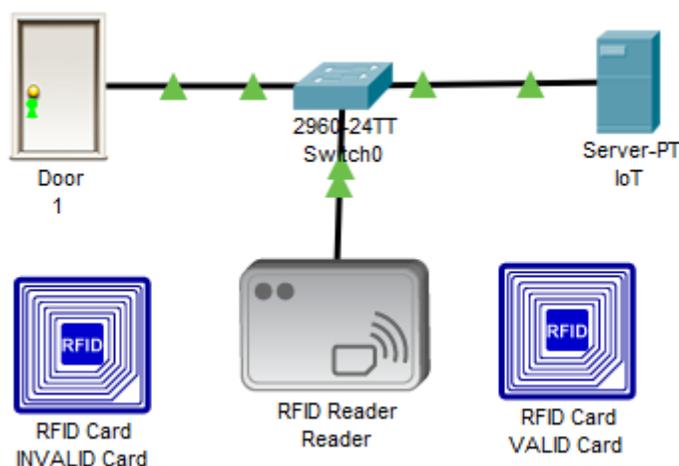
**Fuente: Autores.**

Mediante la gestión del sistema de calefacción se puede tener un control de la temperatura del interior de las instalaciones del edificio, estas validaciones se pueden apreciar en la figura anterior donde se hace una configuración de los rangos de temperatura donde actuaran los aires acondicionados y los calefactores. Todo este proceso se puede realizar mediante aplicaciones orientadas al IoT las cuales estarían integradas en el servidor dedicado al IoT.

#### 10.1.4. Solución para la gestión del sistema de acceso a los edificios.

Una de las soluciones que se propone, consiste en la utilización de sistemas de identificación por medio de la tecnología de comunicación RFID, este tipo de tecnologías es muy usada a la hora de realizar identificación de acceso a lugares específicos que solo poco personal tiene acceso debido a la seguridad del lugar. La finalidad de este tipo de sistema es brindar una gestión del personal que ingresa y sale de la edificación, teniendo en cuenta protocolos de seguridad que Terranvm dispone para su personal. El funcionamiento de este tipo de sistemas consiste en tener lectores de RFID ubicados en las entradas y salidas de los edificios, así como en los lugares de mayor sensibilidad para la empresa tales como (centro de cableado de los edificios, cuarto técnico, oficina de seguridad, etc.) estos lectores recopilaran la información de las tarjetas de identificación que tendría el personal y a su vez serian enviadas al servidor para su posterior tratado. En la siguiente figura se observará un esquema de este sistema.

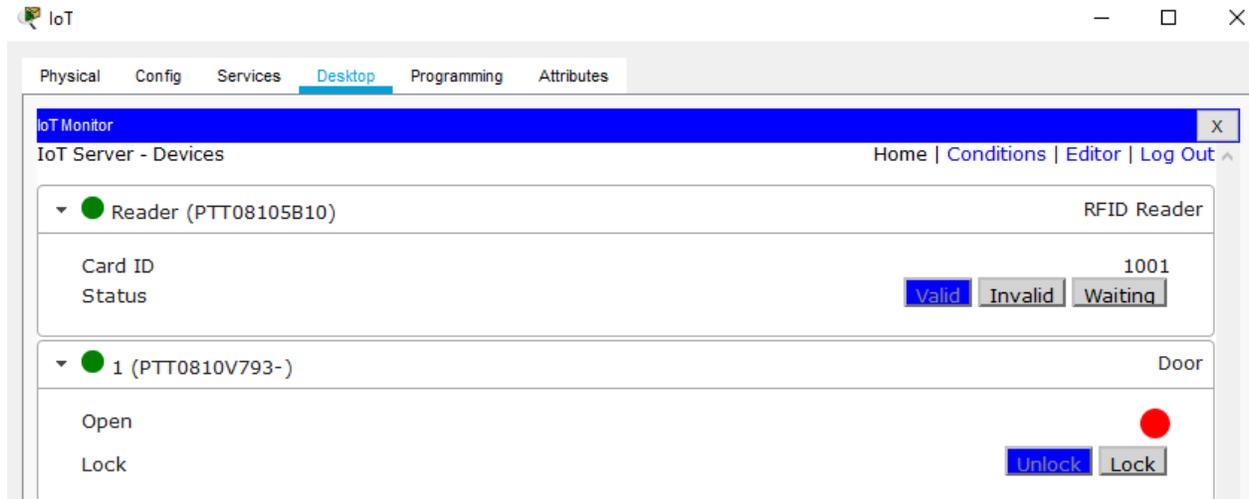
**Figura 13: Esquema lógico sistema de acceso**



**Fuente: Autores.**

En la siguiente figura se observará la información que el lector RFID le proporcionará al servidor con el estado de la puerta como tal. Con este tipo de sistemas se tendrá un mayor control en el acceso del personal, evitando que personas ajenas a la compañía ingresen y no se tenga registro de su ingreso o salida del complejo.

**Figura 14: Interface de aplicativo de gestión de sistema de acceso**

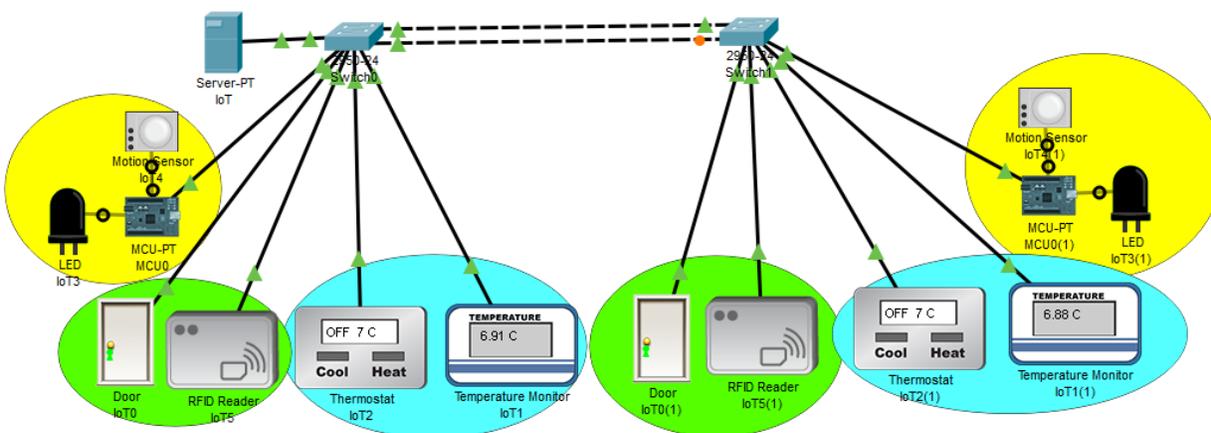


**Fuente: Autores.**

## 10.2 Diseño de red telemática

En los subcapítulos anteriores se explicaron los diferentes sistemas inteligentes de gestión, en este subcapítulo se diseñará la conectividad de todos los sistemas mencionados mediante una red telemática alámbrica o inalámbrica. En la siguiente figura se observará esquema jerárquico de la red IoT.

**Figura 15: Esquema jerárquico de la red IoT.**



**Fuente: Autores.**

En la figura anterior se observa el diseño lógico de una red telemática alámbrica orientada al internet de las cosas, los diferentes sensores tienen la particularidad de poderse conectar a red mediante puertos RJ45, esto hace una fácil conexión a dispositivos de redes, ya sean switches, routers para tener una conectividad total. El esquema muestra dos switches que tendrán la labor de brindar conectividad entre los diferentes sistemas de las dos edificaciones hasta el servidor dedicado al IoT.

### 10.3 Costos y recomendaciones

Para proyectos de esta envergadura en Colombia ya sea para grandes empresas como para pymes y emprendedores depende de aspectos como son las marcas, disponibilidad de dispositivos, plataformas, facilidad de uso, infraestructura y performance de los dispositivos. Los precios para nuestro país son relativamente bajos, ya que se tiene un gran mercado y adelanto de nuevas tecnologías tanto en plataformas libres como las pagas.

Uno de los factores más importantes de este proyecto es el tema del ahorro energético, con este tipo de proyecto y las nuevas tecnologías IOT se busca realizar dos estrategias las cuales puedan mitigar el desperdicio energético ayudando a la reducción del costo de la misma, dado que los edificios van a ser construidos se proponen ciertos dispositivos los cuales fueron cotizados por empresas del sector.

- **Tipo de dispositivos:** Toma corrientes inteligentes o interruptores que interactúen con los sensores y actuadores involucrados para la correcta operación de sistema, estos actuadores e interruptores se conectarán ya sea alámbrica mente o inalámbricamente a un controlador para su gestión.
- **Suministro de potencia:** La potencia suministrada en Colombia es de 120 voltios con conducto a tierra para los sistemas monofásicos, 108 voltios para los sistemas trifásicos. Los dos manejan una frecuencia de 60Hz.
- **Acceso a la red:** El acceso para la red se plantea hacerlo por medio de WIFI el cual funciona a una frecuencia de 2.4GHz y una velocidad de transmisión entre 11-54 Mbps.
- **Seguridad:** Se recomienda a la organización restringir el acceso por medio de usuarios y contraseñas. En lo posible si se desea implementar el sistema, es recomendable que sea sobre una red privada o intranet para evitar brechas de seguridad como tal.

### 10.3.1 Cotización de equipos

Se tienen cotizaciones de las siguientes compañías colombianas en el campo del IoT, a continuación, se realiza una validación de precios ofrecidos por las diferentes compañías.

1. Horus Smart Control. Los siguientes equipos con marca Horus, los cuales tienen la capacidad de conectarse inalámbricamente están constituidos por un dispositivo cerebro, sensor y un actuador integrado. Los precios son mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla 1: Precios dispositivos HORUS**

HORUS	
DESCRIPCION	V/UNIT
Tomacorriente inteligente HORUS ZW15R	\$ 262.900
Interruptor inteligente sencillo HORUS	\$ 289.000
Controlador Z-WAVE HORUS link	\$ 699.000

2. Dispositivos genéricos. Los siguientes equipos son de una gama más baja en cuanto a precio. Sin embargo, cumplen con las mismas características de los equipos de la marca Horus.

**Tabla 2: Precios dispositivos genéricos**

EQUIPOS GENÉRICOS	
DESCRIPCION	V/UNIT
Tomacorriente WI-FI SP2 (AUTOWAVE)	\$ 115.000
Interruptor Inteligente Tc1 Compatible Broad link Android IOS (Electronic Gadgets )	\$ 179.990
Broad link RM PRO	\$ 112.820

3. Life Smart. La siguiente cotización es otra empresa colombiana la cual cuenta con equipos de gama alta media y baja según las necesidades del cliente, cuenta con un amplio portafolio de productos el cual se resumirá con los más óptimos para el proyecto.

**Tabla 3: Cerebros y controles para iluminación**

Smart Station ( CoSS+Zigbee )	LS082ZB		\$ 349.965,00	\$ 416.458,35	CE,ROHS,FCC	Cerebro del sistema LifeSmart. Compatible con todos los dispositivos CoSS / Zigbee y asistentes de voz Amazon Alexa, Google Assistant y HomeKit.
Smart Station ( CoSS+Zwave )	LS090EU		\$ 349.965,00	\$ 416.458,35	CE,ROHS,FCC	Cerebro del sistema LifeSmart. Compatible con todos los dispositivos CoSS / Zwave y asistentes de voz Amazon Alexa, Google Assistant y HomeKit.
Smart Station Mini	LS084WH		\$ 209.965,00	\$ 249.858,35		Cerebro del sistema LifeSmart. Compatible con todos los dispositivos CoSS. Además funciona como alarma.
Enterprise solution server	LS194		\$ 3.499.650,00	\$ 4.164.583,50		Central de gestión para soluciones empresariales. Conecta el mundo virtual con el físico a través de la inteligencia artificial y el internet de las cosas AIoT
Nature pad	LS148		\$ 2.941.092,00	\$ 3.499.899,48	CE	Central de control de casa inteligente. Controla escenas y ajustes de cada dispositivo.

**Tabla 4: Interruptores y sensores**

Dimmer & Motion Sensor	LS174		\$ 335.965,00	\$ 399.798,35		Interruptor inteligente de pared de tipo 118/120 con dimmer y sensor de movimiento incorporado
Dimming Controller(0-10V)	LS180		\$ 178.465,00	\$ 212.373,35		Módulo de control de iluminación. Convierte cualquier lámpara en una inteligente.
CUBE Switch Module (1 way)	LS176		\$ 160.965,00	\$ 191.548,35	CE	Módulo inteligente para interruptores de pared de 1 botón. Convierte cualquier interruptor de luz tradicional en uno inteligente.
CUBE Switch Module (2 way)	LS177		\$ 174.965,00	\$ 208.208,35	CE	Módulo inteligente para interruptores de pared de 2 botones. Convierte cualquier interruptor de luz tradicional en uno inteligente.
CUBE Switch Module Pro (3way)	LS193		\$ 195.965,00	\$ 233.198,35	/	Módulo inteligente para interruptores de pared de 3 botones. Convierte cualquier interruptor de luz tradicional en uno inteligente.

### 10.3.2 Cotización de equipos del sistema de acceso

Equipar los nuevos edificios con un sistema para el control de funcionarios para garantizar la llegada a tiempo a las horas propuestas por la empresa o simplemente para generar los reportes de nómina, o para tener mayor seguridad a la hora del ingreso al complejo. A continuación, se tienen cotizaciones de diferentes empresas colombianas dedicadas a la comercialización de dispositivos de control de acceso.

1. Patnia sistemas de control público. Los siguientes equipos con el cual es un fabricante de tecnología de identificación de huella digital, para el control de acceso, asistencia, validación de identidad y otras aplicaciones de autenticación biométrica por huella o rostro.

**Tabla 5: Control de acceso principal.**

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNITARIO	TOTAL
	<p>Torniquete referencia 3010 sencillo Fabricado en acero inoxidable AISI 304 calibre 18 satinado. Marca: Patria Incluye tarjeta de control lógico y dos pictogramas de guiado. Sistema de brazo fijo. Dimensiones 1100 x 270 x 1000. Ancho del acceso 500 mm. Tasa de Ingreso: 35 a 40 personas x minuto.</p>	1	COP 5.700.000	COP 5.700.000
	<p>Torniquete referencia 3003 sencillo Fabricado en acero inoxidable calibre 18 satinado. Marca: Patria Incluye tarjeta de control y dos pictogramas de guiado. Sistema de brazo fijo. Dimensiones 1100 x 270 x 1000. Ancho del acceso 500 mm. Tasa de Ingreso: 35 a 40 personas x minuto.</p>	1	COP 4.000.000	COP 4.000.000
	<p>Torniquete referencia LTT 303 E Marca: Tansa Fabricado en acero inoxidable AISI 304 Sistema de brazos fijo Incluye tarjeta de control lógico, dos pictogramas de guiado.</p>	1	COP 6.325.000	COP 6.325.000

**Tabla 6: Control de acceso biométrico.**

CODIGO	DESCRIPCION	CANT	UNITARIO	TOTAL
FOH-02 RF/SC 	<p>HUELLA + TARJETAS EM + MIFARE Sensor óptico Resolución 500 dpi Tarjetas Mifare 13,5 Mhz. Interfaz USB 2.0 Tiempo de verificación &lt;1 seg</p>	1	COP 596.700	COP 596.700

<p>AC-5000</p> 	<p>AUTENTICACION POR HUELLA Y/O TARJETA, CLAVE Autenticación por huella sensor LFD/Fake Detection Capacidad de usuarios 5.000 Lector de tarjeta Mifare, (13.5 Mhz) Comunicaciones TCP/IP, RS-485, RS-232, Wiegand In &amp; Out / Bluetooth Proteccion IP65</p>	1	COP 2.557.000	COP 2.557.000
--	--	---	---------------	---------------

2. Ideas Control. La siguiente empresa nos ofrece biométricos marca VIRDI fabricante coreano líder en tecnología la cual nos ofrecen los siguientes equipos de acceso.

**Tabla 7: Control de acceso principal.**

<p>TORNIQUETE DOBLE BIDIRECCIONAL BRAZO ABATIBLE</p> 	<p>AL 4000 Doble bidireccional brazo abatible. 100% acero inoxidable Velocidad de paso Ancho 140 cm largo 102 cm alto 94 cm peso 100 kg</p>	1	\$ 17.753.750	\$ 17.753.750
<p>RETENEDOR DE TARJETAS</p> 	<p>Retenedor de tarjetas incluye sensor IR mecanismo de liberacion de tarjeta por solenoides y una caja colectoras</p>	1	\$ 1.566.250	\$ 1.566.250
<p>Cerramiento</p>	<p>Cerramiento metros incluye soporte y vidrio templado 10 mm Valor metro</p>	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000

**Tabla 8: Acceso biométrico.**

 <p>AC-5000 PLUS</p>	<p>* Valida huella y tarjeta EM O MIFARE y clave  * Capacidad de huellas 15,000  * Teclas de función y pantalla  * TCIP Wiegand In/Out, RS485 bluetooth  * IP 65  * Memoria 100,000 log  * Anti-pass back.  Incluye POF y Tapa metálica</p>	1	\$ 2.482.500	\$ 2.482.500
 <p>Botón No touch</p>	<p>Boton de salida/entrada para puertas con control de acceso eléctrico. Modo de colocar: fijo a pared, o bajo un escritorio para que la recepcionista abra. Apertura momentanea, sostenido, presión para abrir - 86x86x36 mm, NA</p>	1	\$ 135.000	\$ 135.000
 <p>Esclavo SR-100</p>	<p>Terminal esclava para control de acceso  Sensor óptico 500 dpi  Función Anti-Pass Back (RS-485)  Lector de tarjetas 125Khz EM / 13,5Mhz Mifare  Compatible con AC-2100 (V3.0), AC-2200, AC-4000, AC-5000, AC-6000  Tension 5V DC</p>	1	\$ 843.750	\$ 843.750

### 10.3.3 Cotización de equipos del sistema de temperatura.

Para el sistema de temperatura se tiene propuestas de las empresas como control 4 los cuales nos indican que es necesario revisar planos eléctricos y estructurales de cada una de las oficinas para así poder identificar qué equipos y que solución nos pueden brindar para los dos nuevos edificios de la empresa Terranvm, también indican que la ingeniería del ante proyecto correría por cuenta de ellos si se tiene como opción para el desarrollo del mismo.

A continuación, se adjunta correo recibido por parte de control 4 respecto a la solicitud realizada

1. Life Smart. Por otra parte, se tiene la cotización de los productos que brinda la empresa antes nombrada, en comunicación con su gerente de ventas indican que para este tipo de instalaciones no es su fuerte, pero brindan algunos dispositivos de marca HVAC los cuales son de gran consumo por empresas implantadoras de dicho servicio. A continuación, se adjunta cotización de productos.

**Tabla 9: Dispositivos de temperatura.**

Smart Underfloor Thermostat Base and Panel	LS130		\$ 616.000,00	\$ 733.040,00	/	Termostato inteligente de calefacción de piso tipo 80 con diseño alemán
Smart Fan Coil Unit Thermostat Base and Panel	LS131		\$ 675.500,00	\$ 803.845,00	/	Termostato inteligente de unidad de bobina de ventilador tipo 80 con diseño alemán
HVAC Smart Controller	LS175		\$ 1.221.500,00	\$ 1.453.585,00	/	Controlador de sistemas de aire acondicionado central. Ideal para oficinas y hoteles

### 10.3.4 Cotización de equipos de distribución de red

Los diferentes sistemas que se proponen, utilizan switches o Router de fabricación Cisco, que tendrán la labor de brindar conectividad entre los diferentes sistemas de las dos edificaciones hasta el servidor dedicado al IoT.

#### WS-C2960X-24PS-L



Model: WS-C2960X-24PS-L Catalyst 2960-X Switch  
 Detail: Catalyst 2960-X 24 GigE PoE 370W, 4 x 1G SFP, LAN Base  
 Price: \$760.00

#### ISR4321-SEC/K9



Model: Cisco ISR4321-SEC/K9 (2GE,2NIM, 4G FLASH, 4G DRAM, Security Bundle)  
 Detail: 50Mbps-100Mbps system throughput, 2 WAN/LAN ports, 1 SFP port, multi-Core CPU, 2 NIM, Security, Voice, WAAS, Intelligent WAN, OnePK, AVC  
 Price: \$998.00

Fuente: <https://www.router-switch.com/>

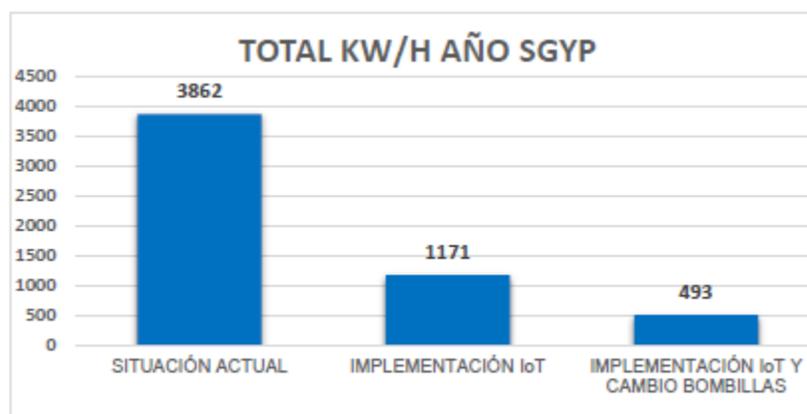
## 11. Resultados

Se toma como referencia el trabajo obtenido en SGYP en el cual se realizó el cambio de las luminarias de bombillas genéricas de 32W a bombillas led de 18W y como resultado se obtuvo una disminución en la huella de carbono del 87% como se muestra en la siguiente figura.

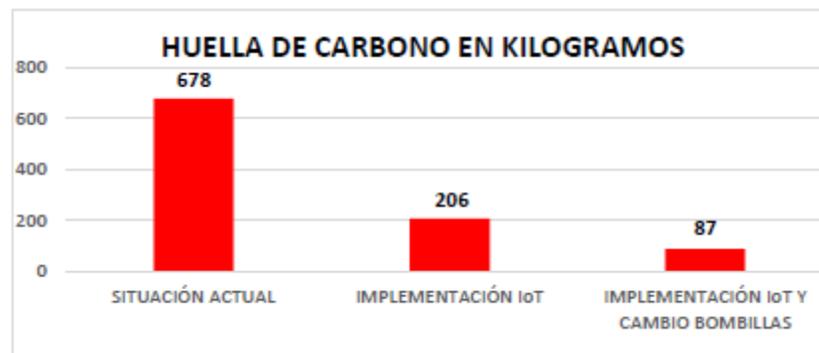
**Figura 16: Resultados de la implementación y disminución de la huella de carbono**

SGYP	SITUACIÓN ACTUAL	IMPLEMENTACIÓN IoT	IMPLEMENTACIÓN IoT Y CAMBIO BOMBILLAS
TOTAL KW/H AÑO	3862	1171	493
HUELLA DE CARBONO EN KILOGRAMOS	678	206	87
AHORRO	0%	70%	87%

**Figura 17: Ahorro de energía en el primer año de implementación en SGYP**



**Figura 18: Disminución de la huella de carbono en el primer año**



## **12. Conclusiones**

1. Haciendo el correcto uso de las nuevas tecnologías IOT se puede contribuir notablemente con la disminución de la huella de carbono
2. Para la implementación de tecnologías IOT es necesario identificar las necesidades de la empresa ver el beneficio y el cómo impactará que tendrá sobre los interesados y el plazo de retorno de la inversión
3. El uso de IoT en los edificios inteligentes es una de las mejores opciones para disminuir el uso de energía y los costos de mantenimiento.
4. Las tecnologías de IoT ofrecen ambientes más seguros y confortables, a la vez que previenen averías de equipo y perturbación de los ocupantes en la edificación. Incluso han comenzado a incrementar la productividad al adaptarse a la manera en la que la gente vive y trabaja.
5. La capacidad de obtención de datos continuos con sensores inteligentes hará que con esos mismos datos se puedan tomar decisiones o ser capaces de realizar acciones con la finalidad de generar un efecto sobre elemento externo.

### 13. Documentación de Referencia

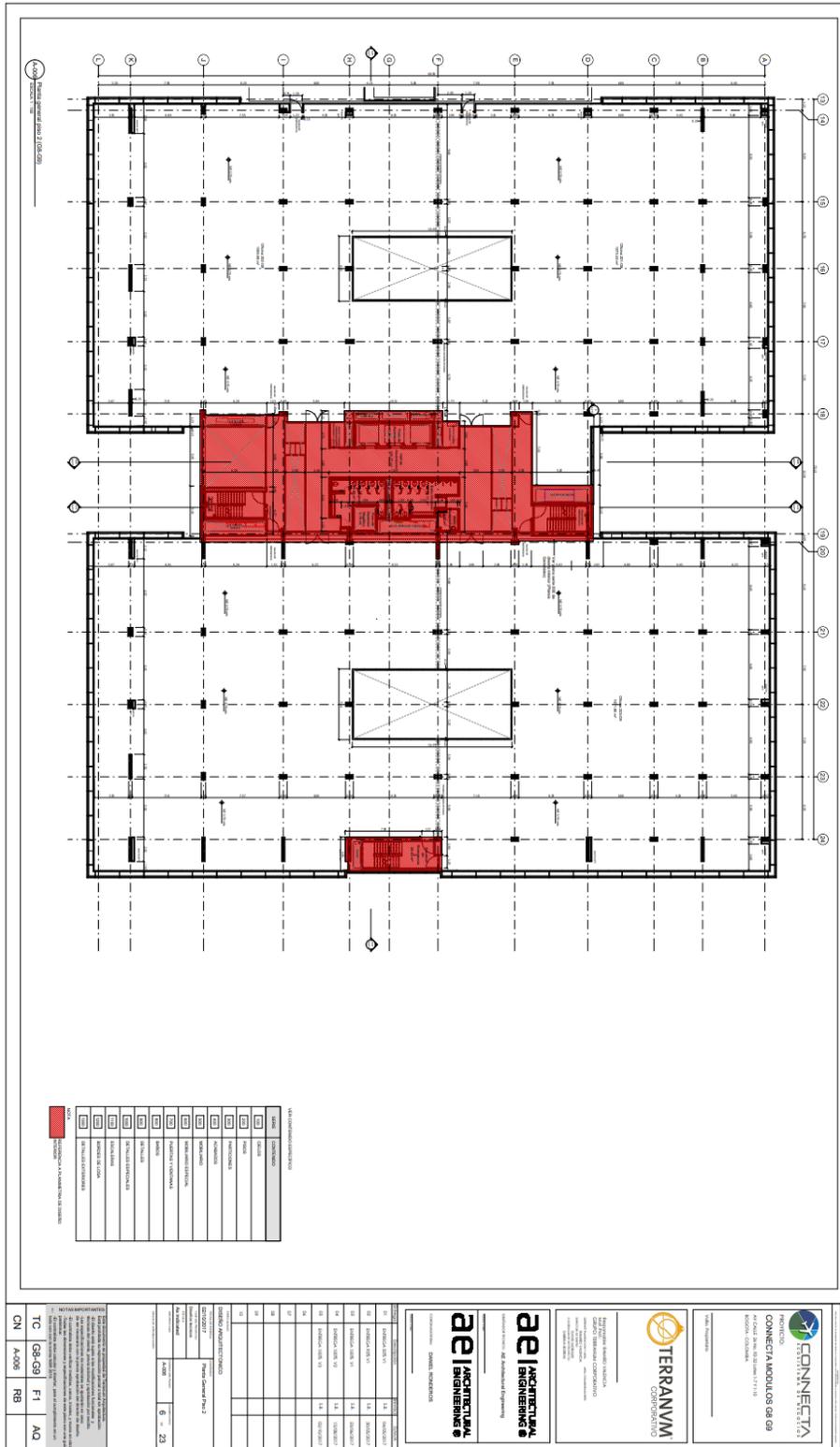
- [1] W. Kastner, G. Neugschwandtner, S. Soucek, and H. M. Newman, "Communication systems for building automation and control," 2005.
- [2] L. Da Xu, W. He, and S. Li, "Internet of things in industries: A survey," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 10, no. 4, pp. 2233–2243, 2014
- [3] "Horus Smart Control." [Online]. Available:<http://horus-sc.com/>.
- [4] D. Evans, "Internet de las cosas Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo," *Cisco Internet Business Solut. Gr. -IBSG*, pp. 4–11, 2011.
- [5] J. P. E. Juan Manuel Cueva Lovelle, *Internet de los objetos*. España: Pocket Innova, 2011.
- [6] Andy Noronha, et. al, "Attaining IoT Value: How To Move from Connecting Things to Capturing Insights. Gain an Edge by Taking Analytics to the Edge", 2014.
- [7] M. IoT, "The Internet of Things begins with a secure foundation today", *Internet of Things*, 18-may-2017.
- [8] M. Ortiz-Rangel, L. Rueda-Vásquez, C. Duarte-Gualdron, J. Petit, y G. Ordóñez-Plata, "Towards a Smart city: Design of a domestic Smart grid", en *Innovative Smart Grid Technologies Latin America*, 2015 IEEE PES, 2015.
- [9] "EFOR." [Online]. Available:<https://www.efor.es/recursos/tecnologias-de-comunicacion-para-iot.html>.
- [10] "Revisión del marco regulatorio para la promoción para la adopción del Internet de las Cosas"
- [11] Caja de herramientas comunitarias [Online] "<http://ctb.ku.edu/es/comprender-mejor-comunidad-o-situacio>", 21-jun-2016
- [12] Sistemas de comunicacion [Online] "<https://sistemascomunic.wordpress.com/redes-de-telecomunicaciones/conceptodefinicion>" 5-Ene-2016
- [13] CRC comunicación de regulación de comunicaciones [Online] "[https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/2014/Actividades\\_Regulatorias/Modif\\_Homologacion/Doc\\_Soport\\_Homolog\\_Parte\\_Tecn\\_15102014-V2.pdf](https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/2014/Actividades_Regulatorias/Modif_Homologacion/Doc_Soport_Homolog_Parte_Tecn_15102014-V2.pdf)" 21-Jul-2016
- [14] Cybercom Redes LAN inalámbricas [Online] "<http://www.crecenegocios.com/consejos-para-tomar-buenas-decisiones/>" 21-Jul-2016
- [15] De conceptos [Online] "<http://deconceptos.com/general/recursos>" 1-Nov-2016
- [16] Deloitte, Gestión [Online] "<http://gestion.pe/inmobiliaria/asi-edificio-mas-inteligente-mundo-2146371>" 10-Oct-2015

- [17] Equipos y laboratorios de colombia, Actuadores [Online]  
["http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos\\_mo.php?it=5181"](http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=5181) 26-Jul-2016
- [18] Huertas, J. M. "Fundamentos de modulación. Valencia: Universidad de València" (2012)
- [19] IEEE, "Design and implementation of the transmission scheme of the sensor data based on the CoAP protocol. Obtenido de" [Online] ["http://ieeexplore.ieee.org/document/7574824/"](http://ieeexplore.ieee.org/document/7574824/) 26-Sep-2016
- [20] Kustra, R. "Fundamentos basicos de telecomunicaciones". [Online] ["http://fuam.es/wp-content/uploads/2012/10/INTRODUCCION.-La-Comunicacion.-Principios-y-procesos.pdf"](http://fuam.es/wp-content/uploads/2012/10/INTRODUCCION.-La-Comunicacion.-Principios-y-procesos.pdf). 2016
- [21] MINTIC. "Resolución 2544. Obtenido de" [Online]  
["http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/modulos/pdfs/Resolucion\\_2544\\_2009.pdf"](http://cnabf.ane.gov.co/cnabf/modulos/pdfs/Resolucion_2544_2009.pdf) 14-Oct-2009
- [22] MINTIC. " Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones". [Online]  
["http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-2350.html"](http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-2350.html) 14-oct-2009
- [23] Mundo, E. h. "IoT:Tecnologías, usos, tendencias y desarrollo futuro". repositorio UOC, 273. 2018
- [24] Pons, R. J. "IoT:Tecnologías, usos, tendencias y desarrollo futuro". Denona, Zagreb, 2008
- [25] Pons, R. J. "IoT:Tecnologías, usos, tendencias y desarrollo futuro". Repositorio UOC,273. 2014
- [26] Metodología Gestión de Requerimientos, "IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES CON EL CLIENTE" [Online] ["https://sites.google.com/site/metodologiareq/capitulo-i"](https://sites.google.com/site/metodologiareq/capitulo-i) 12-Ago-2016
- [27] Universidad de Antioquia "Centro virtual de noticias. Obtenido de Centro virtual de noticias"  
["http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html"](http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html) 2-Ago-2016
- [28] UIT-T X.86/Y.1232. "SERIE X: REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN, SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA" [Online]  
["https://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-X.86-200204-I!Amd1!PDF-S&type=items"](https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-X.86-200204-I!Amd1!PDF-S&type=items) 2-Feb-2001
- [29] UIT. "The Internet of Things. ITU, 5." 2005
- [30] UIT, "All about the Technology". [Online] ["http://www.itu.int/osg/spu/ni/3G/technology/"](http://www.itu.int/osg/spu/ni/3G/technology/) 4-Abr-2011
- [31] Temas tecnologicos. "¿Que son las redes móviles", [Online]  
["http://www.temastecnologicos.com/redes-moviles.html"](http://www.temastecnologicos.com/redes-moviles.html) 5-Oct-2016





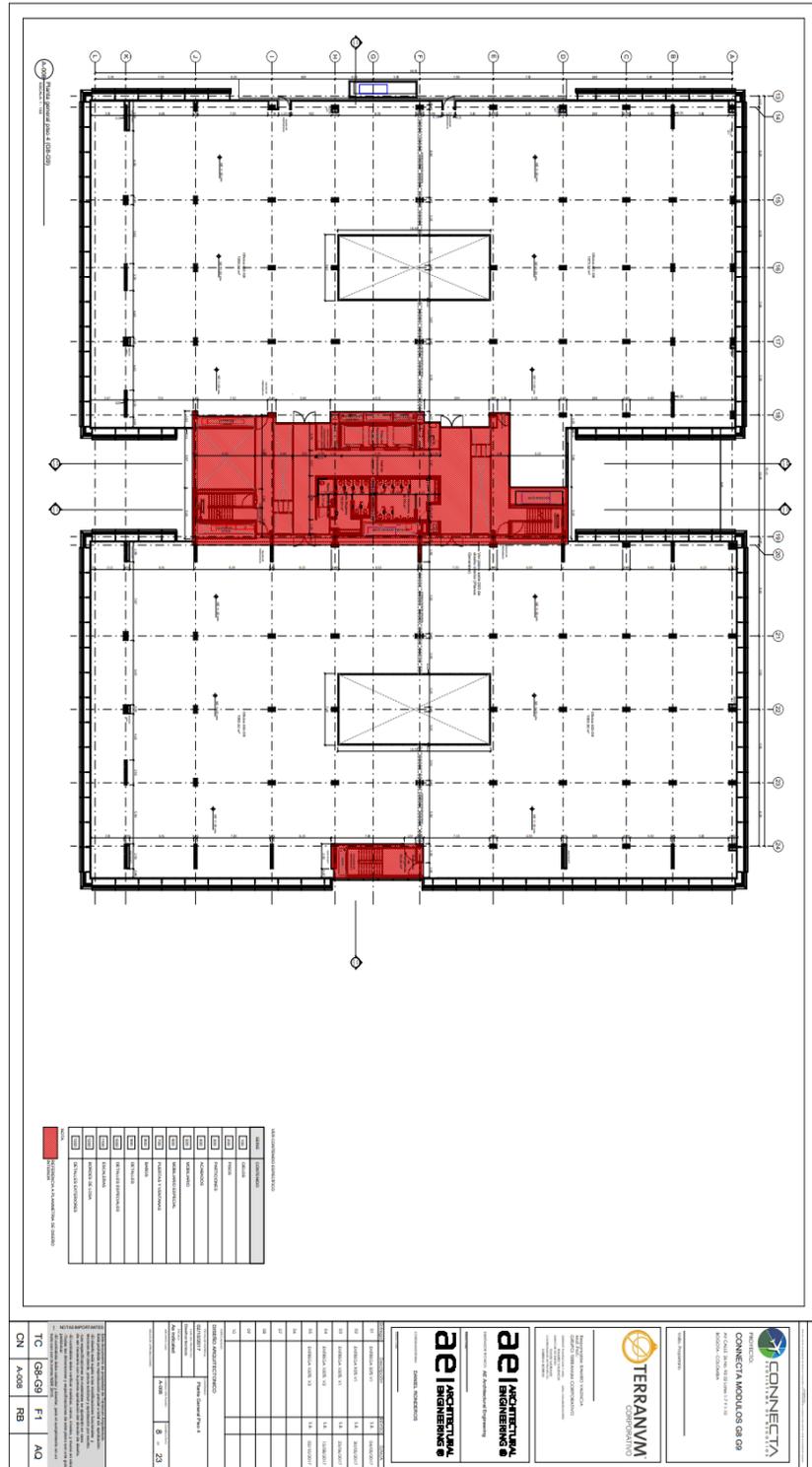
Anexo 3: Planos piso 2 de edificios G8 y G9.



Fuente: TERRANVM.



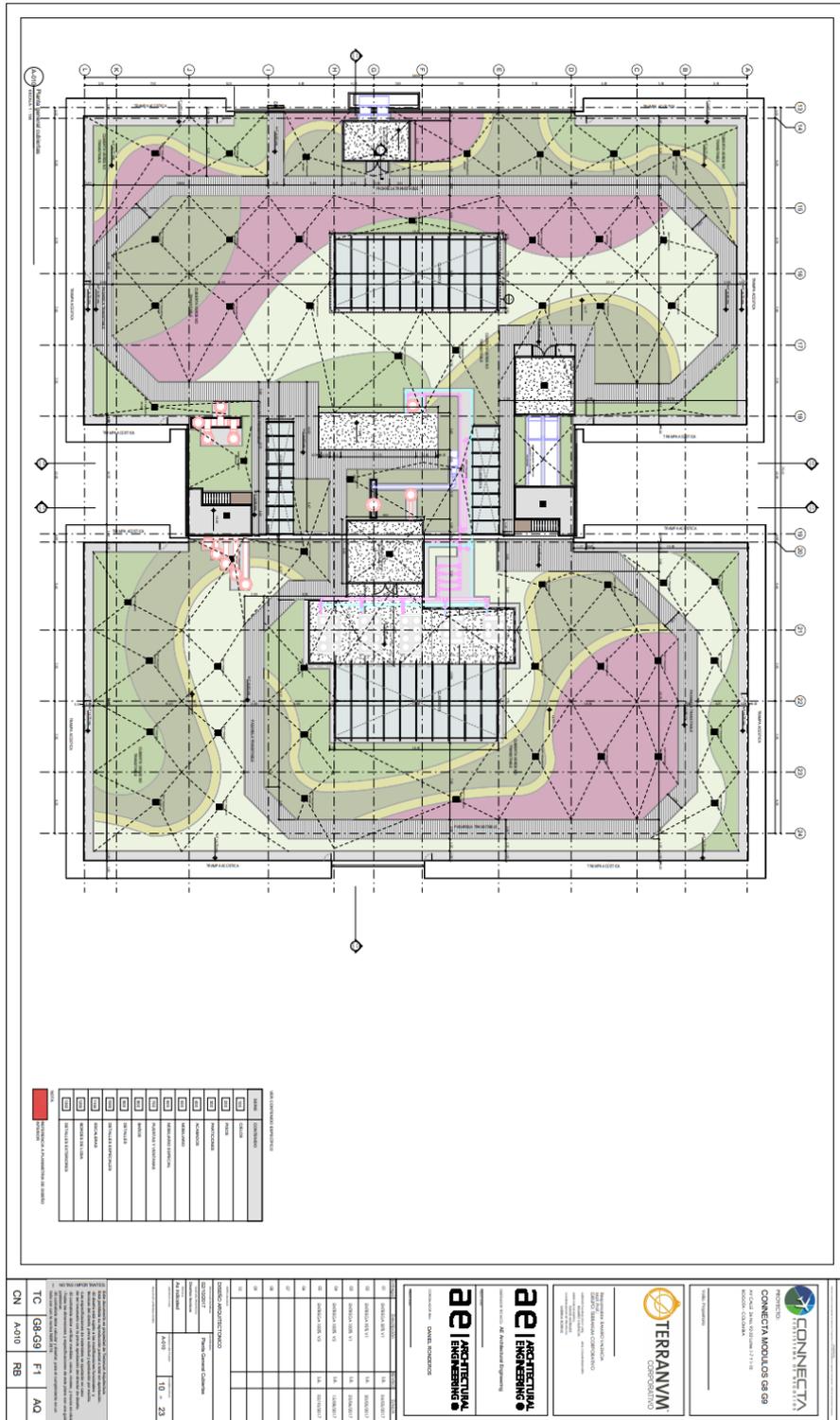
Anexo 5: Planos piso 4 de edificios G8 y G9.



Fuente: TERRANVM.



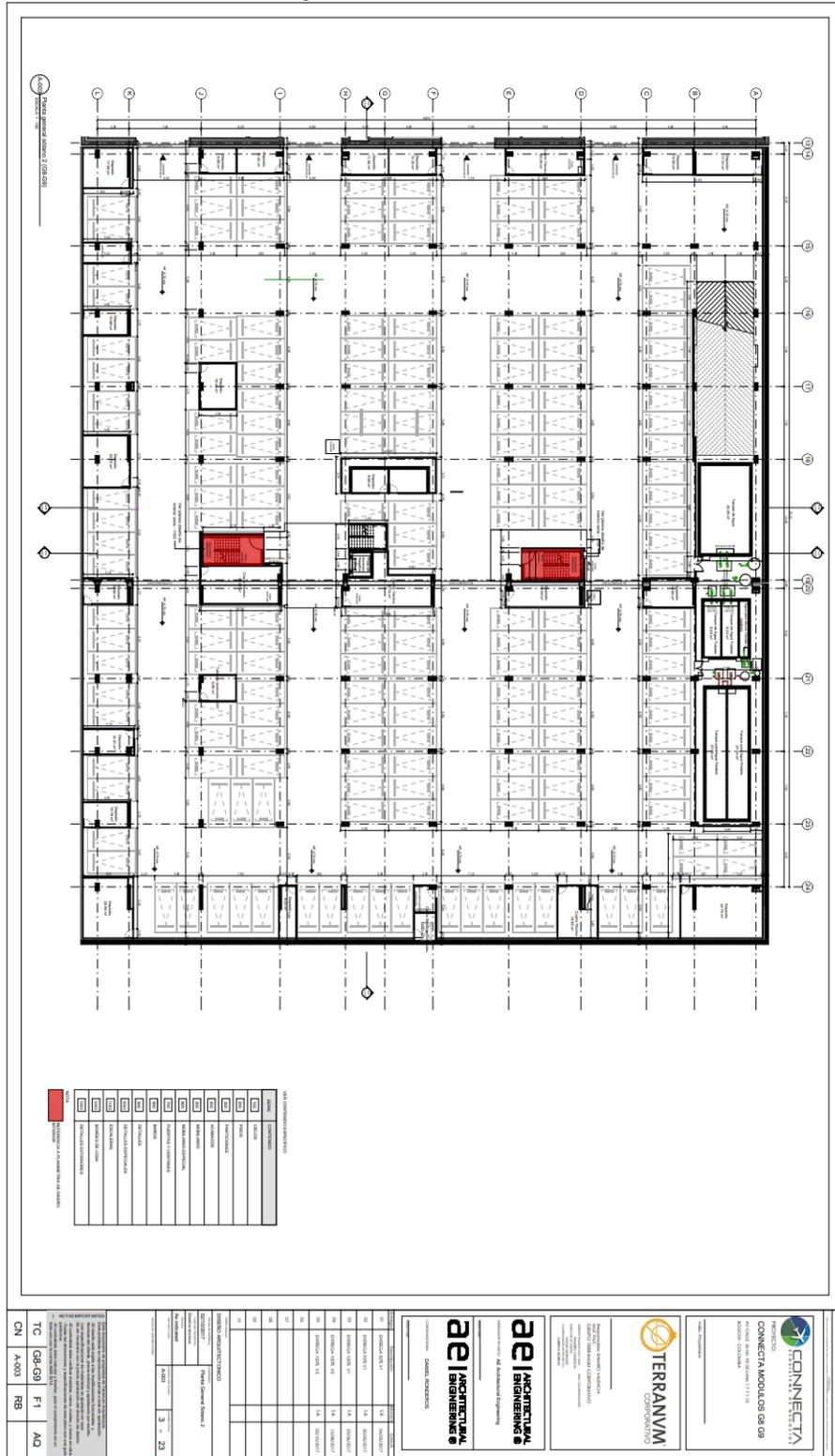
Anexo 6: Planos cubierta de edificios G8 y G9.



Fuente: TERRANVM.



Anexo 8: Planos sótano 2 de edificios G8 y G9.



Fuente: TERRANVM.