



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN SISTEMA BUILDING MANAGEMENT SYSTEM(BMS) CON UNA RED LAN CONVERGENTE PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL COMPLEJO INMOBILIARIO CRECE, ZONA 4 DE MIXCO, GUATEMALA**

**Brayan Alexander Mazariegos Mejía**

Asesorado por el Maestro Ing. Walter Guillen Krische

Guatemala, abril de 2022.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN SISTEMA BUILDING MANAGEMENT SYSTEM(BMS) CON UNA RED LAN CONVERGENTE PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL COMPLEJO INMOBILIARIO CRECE, ZONA 4 DE MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BRAYAN ALEXANDER MAZARIEGOS MEJÍA**  
ASESORADO POR EL MAESTRO ING. WALTER GUILLEN KRISCHE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

GUATEMALA, ABRIL DE 2022



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alberto Navarro Fuentes
EXAMINADOR	Ing. Christian Antonio Orellana López
EXAMINADOR	Ing. Walter Jacobo Galicia García
SECRETARIO	Inga. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN SISTEMA BUILDING MANAGEMENT SYSTEM(BMS) CON UNA RED LAN CONVERGENTE PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL COMPLEJO INMOBILIARIO CRECE, ZONA 4 DE MIXCO, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 23 de noviembre de 2021.

**Brayan Alexander Mazariegos Mejia**







**EEPFI-PP-0173-2022**  
Guatemala, 12 de enero de 2022

Director  
Armando Alonso Rivera Carrillo  
Escuela De Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Presente.

Estimado Ing. Rivera

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **PROPUESTA DE UN SISTEMA BUILDING MANAGEMENT SYSTEM(BMS) CON UNA RED LAN CONVERGENTE PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL COMPLEJO INMOBILIARIO CRECE, ZONA 4 DE MIXCO, GUATEMALA.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: Infraestructura de red - Infraestructura de red, presentado por el estudiante **Brayan Alexander Mazariegos Mejía** carné número **201122989**, quien cotó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Ingeniería Para La Industria Con Especialidad En Telecomunicaciones.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

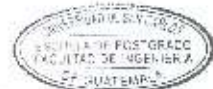
Atentamente,

*"Ir y Enseñar a Todos"*

Mtro. Walther Isai Guillen Krische  
Asesor(a)

Ingeniero  
Walther Guillen Krische  
Colegiado 3395

Mtro. Mario Renato Escobedo Martínez  
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Coli  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EEP-EIME-0173-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE UN SISTEMA BUILDING MANAGMENT SYSTEM(BMS) CON UNA RED LAN CONVERGENTE PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL COMPLEJO INMOBILIARIO CRECE, ZONA 4 DE MIXCO, GUATEMALA.** , presentado por el estudiante universitario **Brayan Alexander Mazariegos Mejia**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo  
Director  
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica

Guatemala, enero de 2022





**Decanato**  
**Facultad de Ingeniería**  
**24889101-24889102**  
**secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt**

LNG.DECANATO.OI.300.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN SISTEMA BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS) CON UNA RED LAN CONVERGENTE PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL COMPLEJO INMOBILIARIO CRECE, ZONA 4 DE MIXCO, GUATEMALA**, presentado por **Brayan Alexander Mazariegos Mejía**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, **autoriza la impresión del mismo.**

IMPRÍMASE:

A blue ink signature of Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada is written over an official stamp. The stamp is circular and contains the text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" around the top edge, "DECANA" in the center, and "FACULTAD DE INGENIERIA" around the bottom edge. There is a small star icon at the bottom right of the stamp.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser mi guía, protector y quien bendice todo momento del camino que he decidido recorrer.
<b>Mi madre</b>	Josefa Francias Mejia Sumpango, por su apoyo desinteresado e incondicional y motivarme en todo mi camino a lograr mis metas.
<b>Mi padre</b>	Gilberto Mazariegos Cuellar, por ser un gran apoyo, ejemplo y motivación en mi camino, cada consejo ha sido un tesoro de sabiduría.
<b>Mi prometida</b>	Estefany Elvira Sinay Estrada, por amarme y apoyarme incondicionalmente y ser mi motivación para alcanzar todas mis metas.
<b>Mis hermanos</b>	Gilberto, Arjuna y Joselyn Mazariegos por estar siempre conmigo, convivir y apoyarme en cualquier momento.
<b>Mi abuelo</b>	Aparicio Mejia (q. e. p. d.), quien tenía su compañía durante muchos años de mi vida de estudios y sus consejos han sido un tesoro.
<b>Mi abuela</b>	Maria Eugenia Cuellar Farfan (q. e. p. d.), quien siempre me daba alegría con su compañía.







## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios, donde más que formarme como profesional me formé como persona.

**Mis amigos**

Por todo su apoyo incondicional y experiencias compartidas durante mi formación académica.

**Ingenieros**

Por todas sus enseñanzas y experiencias compartidas, por compartir sus conocimientos sin envidia alguna para mi crecimiento como persona.





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
3.1. Descripción general.....	7
3.2. Definición del problema .....	8
3.2.1. Especificación del problema .....	8
3.2.2. Delimitación del problema .....	9
3.2.3. Pregunta principal de investigación .....	10
3.2.4. Preguntas complementarias de investigación .....	10
4. JUSTIFICACIÓN .....	11
5. OBJETIVOS .....	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos .....	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17
6.1. Esquema de la solución.....	17

6.3.	Ubicación del área y lugar de estudio .....	21
7.	MARCO TEÓRICO .....	23
7.1.	Gestión de un edificio.....	23
7.1.1.	Sistemas y utilidades.....	23
7.1.2.	Sistema de gestión de un edificio.....	25
7.1.2.1.	Operación y mantenimiento.....	25
7.1.2.2.	Confort y ahorro energético.....	25
7.1.2.3.	Seguridad operacional .....	26
7.1.3.	Servicios de mantenimiento en los edificios .....	26
7.1.3.1.	Mantenimiento preventivo .....	26
7.1.3.2.	Mantenimiento correctivo .....	27
7.1.3.3.	Mantenimiento predictivo.....	27
7.1.3.4.	Mantenimiento de uso .....	27
7.1.3.5.	Seguridad.....	28
7.1.3.6.	Control de acceso .....	29
7.1.3.7.	Sistemas de seguridad de vida .....	29
7.2.	¿Qué es un sistema BMS? .....	30
7.2.1.	Elementos de un BMS.....	30
7.2.1.1.	Elementos de campo.....	30
7.2.1.2.	Elementos de control.....	32
7.2.1.3.	Elementos de gestión.....	34
7.2.1.4.	Elementos de usuario.....	35
7.2.1.5.	Sistemas comunes para integrarse en un BMS .....	36
7.3.	Redes estructuradas en edificios .....	37
7.3.1.	Normas y estándares .....	37
7.3.1.1.	Norma EIA/TIA 568 .....	38
7.3.1.2.	Norma EIA/TIA 569 .....	38

7.3.2.	Cable estructurado .....	39
7.3.2.1.	Área de trabajo (WA) .....	41
7.3.2.2.	Cableado horizontal (HC) .....	41
7.3.2.3.	Gabinete de telecomunicaciones (TR). .....	42
7.3.2.4.	Cableado vertical o back bone.....	42
7.3.2.5.	Cuarto para los equipos (ER) .....	42
7.3.2.6.	Cuarto de entrada para los servicios o entrance facility (EF) .....	42
7.3.2.7.	Cableado del campus .....	43
7.3.2.8.	Main cross connect (MC) .....	43
7.3.3.	Elementos para considerar en la red de edificios ...	43
7.3.3.1.	Diseño de edificio .....	43
7.3.3.2.	Distribución y demanda .....	44
7.3.3.3.	Topología.....	44
7.4.	Redes convergentes.....	45
7.4.1.	Concepto de red convergente.....	45
7.4.2.	Modelo de red de convergencia.....	46
7.4.3.	Infraestructura convergente .....	47
7.4.3.1.	Ventajas del uso de una infraestructura convergente .....	47
7.4.3.2.	Criterios para implementar una red convergente .....	48
7.4.3.3.	Viabilidad de rede de convergencia.....	48
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	51
9.	METODOLOGÍA.....	55
9.1.	Diseño de la Investigación.....	55
9.2.	Paradigma de la Investigación.....	55

9.3.	Enfoque de la Investigación .....	56
9.4.	Población de estudio .....	57
9.5.	Tipo de muestreo .....	57
9.6.	Técnicas de la investigación .....	57
9.7.	Instrumentos de recolección de datos.....	58
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	59
11.	CRONOGRAMA .....	61
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	65
13.	REFERENCIAS .....	67



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Esquema de la solución .....	20
2.	Localización de área en estudio .....	21
3.	Diagrama de las Gestiones principales para un sistema BMS. ....	37
4.	Subsistema de cableado estructurado ANSI/EIA/TIA 568-B .....	41
5.	Topología del cableado estructurado .....	44
6.	Ejemplo de estructura de red convergente.....	50
7.	Cronograma de actividades.....	63

### TABLAS

I.	Matriz de consistencia .....	22
II.	Costo del estudio .....	66



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
ohm	Ohmios
%	Porcentaje
Q	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Back bone</b>	En el ámbito local, es una línea o conjunto de líneas a las que las redes de área local se conectan para tener conexión de red de área amplia (WAN) o dentro de una red de área local (LAN) para abarcar distancias de manera eficiente (por ejemplo, entre los edificios).
<b>Bacnet</b>	Es un protocolo de comunicación de datos para Redes de Automatización y Control de Edificios. Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que gobiernan el intercambio de datos en una red de equipos. Las reglas toman la forma de una especificación escrita que describe que se requiere para conformar el protocolo.
<b>Entrance Facility</b>	Es la habitación encargada de ser el punto de unión entre el proveedor de acceso a internet que viene del exterior del edificio junto con toda la red interna a través de las vías troncales.
<b>Fancoil</b>	Fancoil o ventilador convector es un aparato que recibe su nombre del inglés: fan (ventilador) y coil (batería), ya que está compuesto por una batería que actúa como intercambiador de calor y un ventilador.

<b>HVAC</b>	Sus siglas engloban la calefacción, ventilación y aire acondicionado de las siglas: H (heating, calefacción), V (Ventilating, ventilación) AC (air conditioned, aire acondicionado).
<b>Navegador web</b>	Es un programa que permite ver la información que contiene una página web. El navegador interpreta el código, HTML generalmente, en el que está escrita la página web y lo presenta en pantalla permitiendo al usuario interactuar con su contenido y navegar.
<b>Patch cords</b>	También llamado cable de red, se usa en redes de computadoras o sistemas informáticos o electrónicos para conectar un dispositivo electrónico con otro. Está compuesto por cobre y cubierto de plástico.
<b>Rack</b>	Es un término inglés que se emplea para nombrar a la estructura que permite sostener o albergar un dispositivo tecnológico.
<b>Router</b>	Es un dispositivo que ofrece una conexión Wi-Fi, que normalmente está conectado a un módem y que envía información de Internet a tus dispositivos personales, como PC, teléfonos o tablets.
<b>Red neuronal</b>	Es un modelo simplificado que emula el modo en que el cerebro humano procesa la información: Funciona simultaneando un número elevado de unidades de

procesamiento interconectadas que parecen versiones abstractas de neuronas.

**Tablet**

Es un tipo de computadora portátil, de mayor tamaño que un smartphone, integrado en una pantalla táctil (sencilla o multitáctil) con la que se interactúa primariamente con los dedos, sin necesidad de teclado físico ni ratón

**TIA**

(Asociación industrial de telecomunicaciones) son asociaciones de comercio que desarrollan y publican juntas una serie de estándares que abarcan el cableado estructurado.

**Triple Play**

Se define como el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales (voz, banda ancha y televisión). Es la comercialización de los servicios telefónicos de voz junto al acceso de banda ancha, añadiendo además los servicios audiovisuales (canales de TV y pago por visión).

**VoIP, telefonía IP**

Se utiliza para hacer llamadas de voz a través de Internet. Se trata de un método diferenciado a las llamadas convencionales, y que puede ayudarte a ahorrarte algo de dinero a la hora de comunicarte con otras personas.

**Web server**

Es un dispositivo virtual que le brinda espacio y estructura a los sitios web para que almacenen sus datos y manejen sus páginas.



## RESUMEN

Actualmente los grandes edificios son el equivalente a una ciudad en miniatura que cuenta con muchos servicios para el correcto funcionamiento de todas las instalaciones y servicios que hacen operativo un complejo inmobiliario. Con tantos servicios que operan dentro de un edificio ha surgido la necesidad de gestionar todos los sistemas de operatividad de estos por medio de una plataforma tecnológica llamada Building Management System (BMS).

BMS es una arquitectura de red compuesta por elementos de hardware y software que tiene básicamente las tres capas de una red de comunicaciones, acceso, transporte y core principal, en el core se compone de uno o más servidores con un software o dashboard que monitorea en tiempo real las variables de los sistemas y tiene la capacidad de entregar reportes estadísticos como por ejemplo de predicción de fallas, aprovechamiento de los recursos, y otros reportes de especial interés para el personal de administración y de mantenimiento del edificio.

En el presente diseño de investigación se busca diseñar y proponer un sistema BMS en una red LAN convergente para el complejo inmobiliario CRECE, con el objetivo general de gestionar y mejorar la calidad de los servicios bajo la administración de la junta directiva y el personal administrativo del complejo inmobiliario, así como brindar un ahorro monetario en el consumo de energía y mantenimiento de estos servicios ya que como problema principal el complejo inmobiliario presenta gasto excesivos de consumo de energía de los servicios y de mantenimientos no planificados, generándoles un gasto monetario adicional el cual se espera reducir muy significativamente o eliminar.



## 1. INTRODUCCIÓN

Se desea evaluar como primera fase la gestión actual de los servicios administrados por el inmobiliario, con ello se determinará si cuenta o no con automatización de los servicios en general y la problemática de energía que representa, de no contar con tecnología para el monitoreo y control de los servicios se propondrán alternativas que puedan ser integradas a una red LAN convergente para ser implementadas en cada servicio con el fin de centralizar estos servicios en el sistema BMS.

Para determinar la situación de los servicios se utilizará el método mixto, usando como herramienta la cédula de entrevista con el personal que integra la junta directiva y personal administrativo ya que además de determinar la situación actual con la administración de los servicios del complejo inmobiliario se determinará que tanto es excesivo el consumo de estos servicios lo cual es la base de su problema.

Con la solución BMS que se proponga se espera fomentar la importancia de aplicar la automatización junto con las telecomunicaciones para centralizar distintos tipos de equipos y que esto ayude a que un personal capacitado sea capaz de optimizar la gestión de los servicios de un inmobiliario y que esto pueda aumentar el interés de las personas en invertir en inmobiliarios que cuenten con sistemas BMS ya que según otras investigaciones y sitios que documentan su implementación, estos sistemas garantizan un mayor confort y seguridad en los residentes del inmobiliario así como la comodidad de no pagar cantidades altas de dinero por el uso de estos servicios.



## 2. ANTECEDENTES

Un primer trabajo corresponde a Astudillo (2012). Este trabajo dice que el estudio de distintas arquitecturas de redes, protocolos, normas y sistemas de control para el diseño de edificaciones inteligentes.

También menciona que de lo anterior es importante para poder resolver los siguientes problemas:

- Automatización y control de servicios
- Exceso de consumo de energía eléctrica
- Mejor control de iluminación y confort de un edificio
- Mejor seguridad y vigilancia
- Falta de control de incendios
- Mejora de servicios de comunicaciones
- Control de parqueos
- Control de ventilación

Este trabajo es muy importante ya que se relaciona al trabajo de investigación que se llevará a cabo ya que enfatiza que: los sistemas de control que intervienen en un edificio inteligente para la gestión de diferentes tecnologías de automatización como son: Tecnología X10, protocolos LonWorks, protocolo BACnet, protocolo BIBus. También propone el estudio de diferentes redes de área local inalámbricas (WLANs) las cuales son: Wi-Fi (IEEE 802.11b), IEEE 802.11a, Estándar IEEE 802.11g, Bluetooth (IEEE 802.15.1), Estándar 802.16 –

WiMAX, estándares que son importantes y podrían ser tomados en cuenta en la propuesta a realizar en este trabajo de investigación.

Como segundo trabajo se puede hablar el de Astesana y. Medina (2016). Este expone la posibilidad de controlar los predios de un edificio indicando cuales son las necesidades de este, habla de atender la sustentabilidad, ahorro monetario de inversión y de energía. Se enfoca en los beneficios que puedan brindarles a los residentes, personal que opera los sistemas, lo que respecta a la administración y mantenimiento del edificio.

El objetivo general del trabajo fue mostrar los beneficios en lo Económico-Social que tienen los llamados “Edificios Inteligentes”. Esta investigación esperaba tener como resultado el poder generar políticas que se aplicarán al desarrollo de proyectos que permitan lograr que los edificios antiguos o edificaciones viejas puedan incorporar tecnología moderna que logre que los recursos energéticos o de servicios puedan ser bien aprovechados y con ello lograr reducir los grados de contaminación e impacto al ambiente.

Este trabajo es pertinente con la investigación aquí planteada ya que aborda material educativo que incluye ejemplos de desarrollo de un sistema BMS para algún predio o edificio. Interesa, en sobremanera apreciar el diseño de las estrategias que promueven su desarrollo, adecuado para la implementación real en un edificio comercial.

Un tercer trabajo corresponde a Badillo (2017), este trabajo trata de una propuesta para implementación de un sistema BMS en dicho lugar, tiene como objetivo general ofrecer mejoras por medio del sistema de confort en todas las estancias, seguridad, dotar el lugar con un sistema domótico, estabilidad y

modularidad para que el sistema se pueda actualizar fácilmente sin importar el mercado.

Este trabajo es pertinente con la investigación aquí planteada ya que brinda material informativo de la definición de un proyecto ya realizado en 2015 en el hotel 4\* en Mágala el cual presenta información importante para la propuesta planteada la cual es: El estudio económico, diseño de la red de control, definición de material de campo, algoritmos de programación y planimetría. Lo cual resulta un aporte muy importante ya que el planteamiento de una propuesta para la implementación de un sistema BMS persigue tener todos los elementos necesarios y normas para poder ejecutarlo como un proyecto rentable y beneficioso para el usuario final.

Gómez (2018) recomienda en su estudio sobre BMS que la implementación de estos sistemas de control BMS en instalaciones como hospitales, aeropuertos, universidades, centros comerciales, hoteles, puertos marítimos, etc. Que lleguen a instalar estos sistemas para obtener un alto grado de sostenibilidad energética, destacando el ahorro energético y permitiendo a las personas que habitan o trabajan en esas instalaciones darles un nivel de confort adecuado para realizar sus operaciones mejorando su productividad.

Moreno (2019) indica en su estudio que los sistemas BMS/BEMS pueden mejorar la gestión sobre los edificios al contar con herramientas de monitoreo y control en tiempo real, las cuales ayudan a detectar fallas oportunamente o estados de operación en rangos no deseados de los subsistemas del edificio tales como el sistema de aire acondicionado, sistema de iluminación, sistema de bombeo, equipos de misión crítica, sistema eléctrico, etc., generando eficiencias energéticas y operativas en las edificaciones. Lo anterior teniendo en cuenta la demanda de la construcción de edificios plantea la necesidad de buscar que los

edificios operen de la forma eficiente debido a que estos representan entre el 20 % y el 40 % de la energía eléctrica consumida en las ciudades.

Como último trabajo está el de Huidobro (2007) que sostiene que:

El origen de la domótica se remonta a la década de los setenta, cuando tras muchas investigaciones aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la aún exitosa tecnología X-10. Durante los años siguientes la comunidad internacional mostró un creciente interés por la búsqueda de la casa ideal, comenzando diversos ensayos con avanzados electrodomésticos y dispositivos automáticos para el hogar.

Los primeros sistemas comerciales fueron instalados, sobre todo, en Estados Unidos y se limitaban a la regulación de la temperatura ambiente de los edificios de oficinas y poco más. Más tarde, tras el auge de los PC (Personal Computer), a finales de la década de los 80 y principios de la de los 90, se empezaron a incorporar en estos edificios los SCE. (p.15)

Con esto, claramente estos sistemas de cableados aparte de transmitir los datos permitirán lo que es transporte de voz y a su vez la conexión de dispositivos para seguridad y control, por lo tanto, a estos tipos de edificio se les comenzó a llamar edificios inteligentes.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Descripción general**

En la actualidad las edificaciones son equivalentes a una ciudad en menor escala que cuenta con servicios para el correcto funcionamiento de todas las instalaciones y servicios que hacen operativo un complejo inmobiliario CRECE inmobiliario.

Con tantos servicios que operan dentro de un edificio ha surgido la necesidad de gestionar todos los sistemas y servicios dentro del edificio apoyado de una plataforma tecnológica cuya arquitectura de red compuesta por elementos de hardware y software tiene básicamente las tres capas de una red de comunicaciones, acceso, transporte y core principal, en el core se compone de uno o más servidores con un software o dashboard que monitorea en tiempo real las variables de los sistemas y tiene la capacidad de entregar reportes estadísticos como por ejemplo de predicción de fallas, aprovechamiento de los recursos, y otros reportes de especial interés para el personal de administración y de mantenimiento del edificio.

Actualmente en la capital de Guatemala las edificaciones son construidas de forma tradicional, es decir su infraestructura posee instalaciones no monitoreadas ni controladas, por lo general poseen servicios de:

- Comunicaciones (telefonía, TV digital, Video vigilancia, etc.)
- Instalaciones de gas (Gas natural)
- Instalación de sistema de alarma. (Sistema de seguridad)

- Climatización (ventilación, calefacción y refrigeración)
- Alumbrado y energía eléctrica
- Instalaciones electromecánicas (ascensores, escaleras mecánicas, etc.)

### **3.2. Definición del problema**

El problema principal se relaciona a la necesidad de ahorrar costos de energía de los servicios que presta el complejo inmobiliario CRECE, por lo que se debe tener de forma más específica la problemática que esto ocasiona, así como la delimitación de la problemática que será definida por los alcances de la solución.

#### **3.2.1. Especificación del problema**

Hay algunas edificaciones, que han empezado desde hace unos años a implementar sistemas automatizados de gestión de parqueos y sistemas de enfriamiento o calefacción. Algunos pocos edificios cuentan con un sistema propio de monitoreo y control. Al no contar en Guatemala con un reglamento nacional para la edificación, las desarrolladoras no se ven comprometidas ni siquiera a implementar un sistema contra incendios.

La implementación de estos sistemas conlleva a un gasto de energía elevado, la cual se refleja en el presupuesto de servicios de los condóminos, los sistemas de seguridad obsoletos sin control pueden causar múltiples riesgos ya que trabajan de manera autónoma lo que puede representar peligros. Para los condóminos, la sensación de confort es lo importante, para Los inversionistas y administradores el ahorro en costos de operación y mantenimiento; para el personal de mantenimiento detección temprana de fallas.

Esta problemática afecta directamente al presupuesto administrativo de la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE quienes están a cargo de la administración de los servicios de esta inmobiliaria siendo el problema de la investigación la necesidad de mejorar la calidad de los servicios y reducir su costo excesivo de consumo de energía y mantenimiento ya que todo eso se refleja en el presupuesto de los condóminos.

Por los problemas mencionados es necesario establecer un sistema Building Management System (BMS), para de este modo proteger y brindar seguridad de una manera adecuada a los usuarios que utilizan diferentes edificaciones ya sean privadas o públicas, por medio del control automatizado y monitoreo de las instalaciones y disminuir considerablemente el gasto energético, así como reducir los riesgos y peligros que puedan afectar a los usuarios. Una inversión como esta puede reflejarse positivamente en los presupuestos de servicios, mantenimiento e inversiones.

### **3.2.2. Delimitación del problema**

El sistema BMS que se pretende diseñar se enfoca en la gestión y mejora de la calidad de los servicios y la reducción de costos excesivos por consumo de energía y mantenimiento de estos, delimitado únicamente a los servicios que sean administrados por la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE. Para ello se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- Para los condóminos, la sensación de confort y seguridad es lo importante
- Los inversionistas y administradores el ahorro en costos de operación, de suministro de energía eléctrica, y suministro del vital líquido, el agua; así

como garantizar la seguridad de todos los condóminos y de los activos fijos, inmueble y muebles

- Para el personal de mantenimiento; la detección temprana de fallas y la correcta operación de los sistemas

### **3.2.3. Pregunta principal de investigación**

¿Qué propuesta de diseño de un sistema Building Management System es adecuada para la gestión y mejora de calidad de los servicios generales, ahorro monetario en gastos de energía, mantenimiento y control automatizado de manera eficiente por medio de una red LAN convergente para el complejo inmobiliario CRECE, zona 4 de Mixco, Guatemala?

### **3.2.4. Preguntas complementarias de investigación**

- ¿Cuál es la situación actual con servicios automatizados ya administrados por la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE que no cuentan con un sistema BMS?
- ¿Cuál estructura la red LAN convergente es adecuada para servicios del complejo inmobiliario CRECE?
- ¿Cómo funciona un sistema de control BMS en una edificación con servicios automatizados?

## 4. JUSTIFICACIÓN

Para este trabajo de graduación se diseñará y propondrá un sistema Building Management System(BMS) para la el complejo inmobiliario CRECE, ya que en la actualidad se está convirtiendo en una necesidad con el constante crecimiento de edificaciones en nuestro país, es importante ya que contribuye como una herramienta para facilitar la vida del usuario lo que significa ahorrar tiempo y dinero cada día, disminuye la posibilidad de reclamos en la gestión de servicios en una edificación por alguna falta de mantenimiento o alguna falla, tomando en cuenta el origen o percepción de lo que es un edificio inteligente hay que tomar en cuenta los estudios sobre cómo se origina la domótica.

Hoy en día se tienen tecnologías como estas de una manera más avanzada, en nuestro país el proceso para implementar dispositivos inteligentes y de control para servicios, seguridad y confort es lento, ya que muchas edificaciones luego de construirse solo cuentan con dispositivos autónomos que no cuentan con una automatización para control y gestión de dichos servicios. La gestión de estos servicios por medio de un sistema automatizado y controlado ofrecería una mejor calidad de vida a través de la tecnología, una mejor gestión y racionalización óptima del uso energético. Permitiría en los usuarios una mejor sensación de confort por la reducción del trabajo doméstico y una mejor percepción de seguridad personal.

En la actualidad en nuestro país comienza a surgir en las edificaciones la necesidad de administrar y gestionar distintos servicios automatizados de los cuales se pueden mencionar:

- Sistema de climatización HVAC, calefacción, ventilación y aire acondicionado
- Sistema eléctrico: sistema de iluminación
- Grupo electrógeno (plantas diésel)
- Subestación eléctrica
- Sistema hidráulico
- Sistema de transporte vertical y horizontal, escaleras electromecánicas y elevadores.
- Sistema de audio y vídeo.
- Sistemas especiales (sistema de riego, sistemas neumáticos).
- Otros sistemas electromecánicos (cerramientos, persianas, etc.).

Por todo lo mencionado surge la necesidad de implementar un sistema de gestión y control para tener una total administración de estas tecnologías, que se van integrando de manera rápida en las edificaciones. Implementar este sistema brinda muchos beneficios en los usuarios, personal de mantenimiento y administrativo.

Los beneficios se reflejan en el usuario con el aumento de productividad personal, fiabilidad dentro de la edificación, climatización eficaz, ahorro de energía eléctrica, ahorro de tiempo y costos de mantenimiento gracias a la detección inteligente de cualquier falla, así como una considerable reducción en reclamos de cualquier tipo.

Un beneficio importante con respecto a la administración de consumo de energía eléctrica sería contar con lecturas del servicio brindado ya que con los instrumentos y equipos adecuados se podrá monitorear la calidad del servicio, tomando en cuenta los parámetros establecidos en el reglamento de la ley general de electricidad:

La calidad de servicio se medirá tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Nivel de tensión
- Desequilibrio de fases
- Perturbaciones, oscilaciones rápidas de tensión o frecuencia, y distorsión de armónicas
- Interferencias en sistemas de comunicación. (RLGE, 2007)





## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Proponer un diseño de sistema Building Management System (BMS) que sea adecuado para la gestión y mejora de calidad de los servicios generales, ahorro monetario en gastos de energía, mantenimiento y control automatizado de manera eficiente por medio de una red LAN convergente para el complejo inmobiliario CRECE, zona 4 de Mixco, Guatemala.

### **5.2. Específicos**

- Definir la situación actual de rendimiento y gastos monetarios excesivos que presentan los servicios que están bajo la administración de la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE que no cuenten con la gestión automatizada por medio de un sistema BMS.
- Diseñar una red LAN convergente para todos los sistemas electrónicos encargados del control y medición de los servicios del complejo inmobiliario CRECE.
- Diseñar la arquitectura de un sistema BMS para la administración, gestión y mejora de los servicios bajo la administración de la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE de forma que se garantice su funcionamiento a niveles óptimos de eficiencia para el ahorro de costos de energía y mantenimiento.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

El presente trabajo de graduación consiste en diseñar y brindar una propuesta de un sistema Building Management System (BMS) para la gestión y mejora de calidad de los servicios bajo la administración de la junta directiva y personal de administración del inmobiliario CRECE, servicios que podrían estar ya automatizados y controlados, para que tengan una comunicación desde el sistema central por medio de una red LAN convergente, esto para satisfacer todas las necesidades de seguridad y confort que los residentes del complejo inmobiliario puedan tener, principalmente la necesidad de la junta directiva y administración de ahorro de costos monetarios de energía y mantenimiento ya que para los residentes esto representa gastos adicionales o excesivos en su factura de pago por los servicios.

### **6.1. Esquema de la solución**

El esquema de la solución se divide en seis fases:

En la primera fase tendrá una reunión con la junta directiva y personal administrativo y por medio de entrevistas individuales y colectivas se pretende determinar los servicios que están bajo su administración para delimitar los alcances de la propuesta, se espera definir con datos reales que tengan a su disposición los valores de consumos excesivos que presenta cada servicio y algún otro dato que permita saber si se puede mejorar la calidad de los servicios, se espera determinar qué servicios cuentan con un sistema automatizado con algún protocolo de comunicación, con esto se determinarán cuáles servicios serán parte de la propuesta que se quiere realizar.

En la segunda fase se analizará la información obtenida de la reunión con la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE, se estudiará y definirán los equipos que puedan necesitar los sistemas de los servicios, desde equipos para automatizarlos si no lo están hasta equipos que permitan controlar y monitorear cada equipo con un protocolo de red que pueda integrarse en la red convergente que se diseñará, en esta fase se hará una primera revisión de costos de equipos antes de diseñar esta parte de la propuesta.

En la tercera fase, una vez ya definidos los equipos de automatización y comunicación se hará el diseño de la red LAN convergente que pueda garantizar una comunicación óptima y gestionable de los sistemas de los servicios, teniendo como parte de su objetivo que la red sea un sistema abierto para agregar más dispositivos a esta, se hará su respectiva documentación de cuáles son los alcances de esta red para que el usuario final sepa utilizarla correctamente.

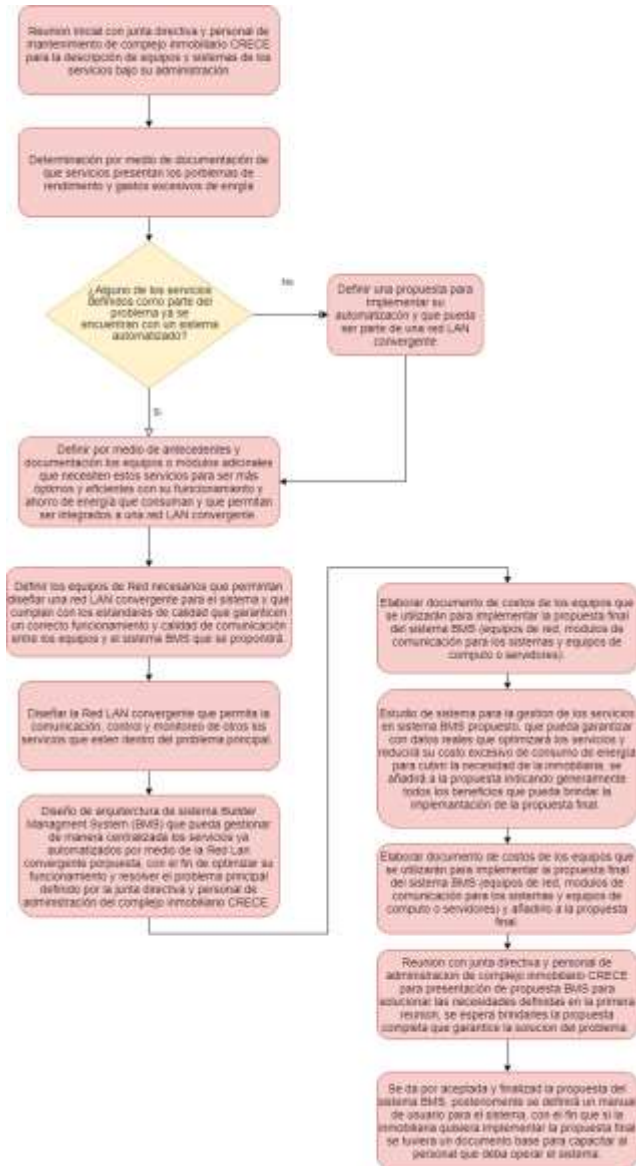
En la cuarta fase se diseñará el sistema BMS que se adecue más a la red y equipos propuestos para los sistemas de los servicios, se definirá que equipos de cómputo o servidores se necesitan para montar el sistema, se investigará qué software es adecuado para la operación de este sistema, de no haber un software estándar con soporte continuo se hará la propuesta de alguno de código abierto.

En la quinta fase se elaborará la documentación del presupuesto general solo de los equipos y recursos necesarios para implementar el sistema BMS, con esto se tendrá la propuesta terminada para mostrarla y discutirla con la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE esperando la aprobación de que el presupuesto sea rentable para ellos por medio de datos financieros que puedan presentar así como la aprobación de la

propuesta general desde el punto de vista que la quisieran implementar a largo o corto plazo en este inmobiliario.

En la sexta y última etapa se elaborará un documento de manual de usuario que tendrá como objetivo brindar las instrucciones de uso del sistema BMS propuesto desde el punto de vista de un operador del sistema, este documento lo podrán utilizar el personal del complejo inmobiliario CRECE si decidiera implementar la propuesta final del sistema en los servicios que administran que fueron definidos en la primera como parte del problema y necesidades que generan.

Figura 1. Esquema de la solución



Fuente: elaboración propia.

### 6.3. Ubicación del área y lugar de estudio

El área en estudio se encuentra localizada en la zona 4, municipio Mixco, departamento Guatemala. Su dirección es la siguiente: Crece, Comunidad de Negocios 23 calle 14-58 Zona 4 de Mixco Condado El Naranjo, Bulevar El Naranjo, Guatemala

Figura 2. Localización de área en estudio



Fuente: Google Maps 2022. Consultado el 13 de marzo de 2022. Recuperado de <https://www.google.com/maps/@14.6501739,-90.5398014,306m/data=!3m1!1e3>

Tabla I. **Matriz de consistencia**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>VARIABLES</b>
<p>“DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PROPUESTA DE UN SISTEMA BUILDING MANAGEMENT SYSTEM(BMS) CON UNA RED LAN CONVERGENTE PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS GENERALES DEL COMPLEJO INMOBILIARIO CRECE, ZONA 4 DE MIXCO, GUATEMALA.”</p>	<p>Proponer un sistema Building Management System para la administración y control automatizado de los servicios del complejo inmobiliario CRECE por medio de una red LAN convergente para la mejora de calidad de servicios y ahorro monetario de consumo de energía.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de iluminación.</li> <li>• Control de presión de agua.</li> <li>• Control de climatización</li> <li>• Control de alarmas.</li> <li>Control de facturación.</li> </ul>
<b>PROBLEMAS SECUNDARIOS</b>	<b>OBJETIVOS SECUNDARIOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la situación actual con servicios automatizados ya administrados por la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE que no cuentan con un sistema BMS?</li> </ul>	<p>Definir la situación actual de rendimiento y gastos monetarios excesivos que presentan los servicios que están bajo la administración de la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE que no cuentan con la gestión automatizada por medio de un sistema BMS.</p>	<p>El sistema de monitoreo de datos permitirá visualizar la información de los equipos conectado en la red LAN, bajo los estándares de sistemas HMI/SCADA.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál estructura la red LAN convergente es adecuada para servicios del complejo inmobiliario CRECE?</li> </ul>	<p>Diseñar una red LAN convergente para todos los sistemas electrónicos encargados del control y medición de los servicios del complejo inmobiliario CRECE.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo funciona un sistema de control BMS en una edificación con servicios automatizados?</li> </ul>	<p>Diseñar la arquitectura de un sistema BMS para la administración, gestión y mejora de los servicios bajo la administración de la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE.</p>	

Fuente: elaboración propia.



## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Gestión de un edificio**

Un edificio por lo general requiere de ciertos servicios para las personas o residentes que lo habitan estos servicios pueden ser mencionados generalmente como servicios generales (Electricidad, agua potable, iluminación, climatización) así como servicios de seguridad en los que puede entrar vigilancia sistemas contra incendios, estos servicios comúnmente son automatizados con el fin de poder suministrar de manera adecuada los servicios a los residentes y poder facturar cada servicio brindado de manera justa.

La desventaja que se tiene es que no existe un sistema centralizado de gestión de los servicios la cual permitirá un ahorro de consumo eléctrico, de consumo de recursos y de costos de mantenimiento para estos servicios. Cabe resaltar que tener estos sistemas es indispensable para la administración de un edificio.

#### **7.1.1. Sistemas y utilidades**

Astesana y Medina (2016) sostienen que los sistemas de servicios para garantizar una buena gestión de los servicios de un edificio son:

- De energía eléctrica:
  - Tableros de energía eléctrica.
  - Subestaciones transformadoras.

- Energía de emergencia y grupos generadores.
- UPS.
- Sistema de iluminación. aire acondicionado
- Equipos de aire acondicionado.
- Calderas.
- Ventilación y presurización.
- Control de gases tóxicos (industrias).
  
- Para seguridad:
  - Control de acceso.
  - Control de intrusos.
  - Detección y extinción de incendio.
  - Auto evacuación (mensajes de coordinación). CCTV.
  
- Utilidades:
  - Cisternas.
  - Bombas sanitarias y pluviales.
  - Ascensores y escaleras mecánicas.
  - Sistema de información.
  - Consumo de gas y agua.
  - Otros”

## **7.1.2. Sistema de gestión de un edificio**

Martínez (s.f.) propone como solución técnica que un sistema de gestión de un edificio según su área cumpla con lo siguiente:

### **7.1.2.1. Operación y mantenimiento**

Se debe dar mantenimiento a las condiciones de confort que se requieren en cada instante, se debe tomar en cuenta el consumo mínimo de energía y el menor costo de personal, de toda la instalación del edificio o sí es un conjunto de edificios, pero de forma local, mediante una forma remota desde un centro de control común.

### **7.1.2.2. Confort y ahorro energético**

Se deben asegurar las operaciones de funcionamiento de todos los equipos supervisados por el sistema de control en horarios preferentes, ya sea por eventos o por la adaptación de horario de operación según las condiciones exteriores del ambiente (temperatura y humedad) del ambiente en relación con el coeficiente de transferencia del edificio (arranque y paro optimizado). Se deben ajustar las consignas de las instalaciones con el objetivo de minimizar el consumo de energía eléctrica en los momentos en que sea más caro. Con esto se deben de tener los equipos de manera cotidiana para evitar excesos en el consumo sí energía, o simplemente limitar el consumo de servicios como lo es agua o gas.

### **7.1.2.3. Seguridad operacional**

Enfocándose al mantenimiento se deben contabilizar las horas y supervisar el correcto mantenimiento de todo equipo relacionado a los servicios. Se debe de monitorear las señales de los sensores de campo que correspondan a cada sistema ya sea mecánico, eléctrico, etc. Con esto se da la posibilidad del control de la eficiencia de las instalaciones por medio de parámetros que puedan definirse. Con esto se obtiene registro de las señales controladas de una forma sencilla, sin necesidad de una programación o configuración compleja, para permitir un uso eficiente e ilimitado para el personal de operación correspondiente.

### **7.1.3. Servicios de mantenimiento en los edificios**

Cualquier inmueble necesita de mantenimiento tanto las empresas, las casas y los edificios entre otros. El mantenimiento es un proceso que es realizado por profesionales cuyo objetivo es el cuidado, reparación o la limpieza de los bienes del edificio.

Los tipos de mantenimiento para edificio pueden clasificarse en los siguientes tipos:

#### **7.1.3.1. Mantenimiento preventivo**

Es uno de los más conocidos, tiene como objetivo mantener un buen nivel de servicio ya determinado previamente en los equipos. Actúa para gestionar y cuidar lo más vulnerable en el momento adecuado y es de carácter sistemático, de tal forma que interviene, aunque el equipo no dé señales de necesitar mantenimiento.

### **7.1.3.2. Mantenimiento correctivo**

Se encarga de distintas tareas, destinadas a corregir los defectos o problemas que se presentan en un edificio, incluye los equipos y todo lo que se relaciona a lo que pueda afectar cualquier actividad normal que se presenta en un edificio.

### **7.1.3.3. Mantenimiento predictivo**

Pretende informar de forma constante la operatividad y el estado de las instalaciones. Esto es logrado mediante los datos conocidos de determinadas variables, respectivas a lo que es el estado y operatividad.

Demuestra lo que son los servicios más conocidos de los edificios, para así al menos aplicar este tipo de mantenimiento donde es necesario conocer las variables físicas puntuales o estadísticas que pueden presentar un problema, como lo pueden ser: la temperatura, consumo de energía, vibración, entre otras. Es de tipo tecnológico, por lo que requiere en muchas ocasiones de la matemática, la física y uno que otro o que técnico.

### **7.1.3.4. Mantenimiento de uso**

Es uno de los mantenimientos más básicos para un equipo ya que es realizado por sus usuarios. Se trata de una serie de tareas elementales como lo es toma de datos, inspecciones visuales, lubricaciones, limpieza y el buen armado del equipo (reapriete de tornillos). Para esto no es necesario tener una gran formación sino más bien un entrenamiento no muy extenso

### **7.1.3.5. Seguridad**

Astudillo (2012) indica que para un sistema de seguridad puede haber generalmente en tres subcomponentes:

- Control de acceso.
- Control de intrusión
- Vigilancia.

Donde afirma que: efectivamente los sistemas de seguridad integran estas 3 áreas, teniendo en cuenta como primera instancia la función y operación del edificio ya con una previa programación de los controles y las respuestas de acceso individual.

Un sistema típico de seguridad involucra:

- Tarjetas de acceso
- Interfaces en ascensores
- Interfaces en puertas
- Detección de intrusión
- Sensores de temperatura, movimiento, rotura de vidrios, presión, etc.
- Aviso a guardias
- Control de estacionamientos

### **7.1.3.6. Control de acceso**

Astesana y Medina (2016) especifica que un control de acceso es un sistema de seguridad que permite lo siguiente:

- Controlar el acceso a áreas seguras
- Definir quiénes pueden entrar a determinadas áreas (grupos de acceso)
- Definir cuando es permitido ingresar a determinadas áreas (según bandas horarias)
- Saber quiénes se encuentran en determinadas áreas
- Integración con otras tecnologías (Centrales de Incendio, Alarmas, CCTV).

También indica que el hardware que se implementa al control de seguridad depende de lo que quiere controlarse, por ejemplo: Puertas, Molinetes, Barreras. También enfatiza que todas deben tener las mismas características en cuanto a lectores y controladores. el sistema se puede dividir también:

- Controladores y lectores para control de acceso
- Puertas
- Molinetes
- Barreras para ingreso de vehículos

### **7.1.3.7. Sistemas de seguridad de vida**

Astudillo (2012) afirma que: un sistema de seguridad de vida como es comúnmente llamado “sistema contra incendios”, son regulados por el cuerpo de bomberos según la localidad en donde se encuentra ubicado el edificio. Los sistemas de seguridad tienen la exigencia de los sistemas contra incendios la apertura de todas las puertas incluso las que se protegen con código de

seguridad bajo condiciones de emergencia, pues en un momento de una emergencia los ocupantes del edificio lo que más van a necesitar es evacuar el edificio. Los sistemas de HVAC también son utilizados para salvar vidas, un ejemplo claro es la extracción de humo y ventilación en espacios confinados como lo es un elevador.

## **7.2. ¿Qué es un sistema BMS?**

TREND citado en Gómez (2018) indica que Building Management System (BMS) es un sistema para la gestión de edificaciones, sin carga de supervisar y controlar servicios como lo son la climatización, forma que garantice su sistema de control a niveles máximos de eficiencia de ahorro, estos servicios se pueden dividir en lo que es la calefacción, ventilación y aire acondicionado. Esto lo consigue manteniendo un equilibrio óptimo entre las condiciones como uso energético y requisitos de operación.

### **7.2.1. Elementos de un BMS**

Para el desarrollo y funcionamiento de un sistema BMS se deben tomar en cuenta los siguientes elementos:

#### **7.2.1.1. Elementos de campo**

Estos elementos están formados por distintos dispositivos que se comprenden que pueden estar en campo para un sistema BMS.

Un sensor es el dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas por medio de un transductor, a estas magnitudes se le llaman variables de instrumentación las cuales son transformadas en variables eléctricas.



- Si se habla de las variables de instrumentación, estas pueden ejemplificarse como lo que es: “Intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc.”
- Un ejemplo de una magnitud física es una “resistencia eléctrica” (utilizada para un control resistivo de temperatura), una capacitancia eléctrica (puede usarse para medir la humedad), un voltaje eléctrico (puede utilizarse para un control avanzado de temperatura o de alguna otra magnitud física), una medición corriente eléctrica (para detección de luz por medio de fototransistores), etc.

Badillo (2017) indica en la página 8 que cuando se desea implementar y utilizar un sensor es necesario tener en cuenta las siguientes características:

- Rango de medida: dominio con el que cuenta el sensor para medir la magnitud física
- Sensibilidad: variación mínima que puede ser reconocida por el sensor
- Precisión: error o porcentaje de error máximo que puede contener el sensor
- Offset: valor de salida del sensor que brinda cuando su medición es nula o cero

También define que un actuador puede transformar la energía eléctrica en un accionamiento o movimiento, es un dispositivo que genera esto en un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre este proceso, pero de forma automática.

Siguiendo con Badillo también recomienda que cuando se quiere implementar algún actuador se debe tener en cuenta las siguientes características:

- Rango de actuación: dominio en el actuador para ejecutar su magnitud de accionamiento
- Sensibilidad: variación mínima que puede ser generada por el actuador
- Precisión: error o porcentaje máximo esperado por el actuador
- Offset: valor de salida del actuador que brinda cuando su instrucción es nula o cero.

#### **7.2.1.2. Elementos de control**

Están formados por múltiples dispositivos que comprenden la parte de control o del nivel de control en un sistema BMS.

- Controlador lógico programable: Se conocen comúnmente por las siglas PLC (*Programmable Logic Controller*), es un dispositivo electrónico en el cual se pueden programar procesos de automatización con fines electromecánicos, como lo es el control de una maquinaria o un control secuencial por relés.

Badillo (2017) define que un PLC se compone de un CPU (unidad central de procesamiento) el cual contiene interfaces de entradas y salidas. El CPU se puede describir como el cerebro de un PLC o computadora ya que está formado por un procesador y su memoria. “El procesador es el encargado de ejecutar el programa escrito por el programador o usuario, este programa se encuentra almacenado en la memoria”. El procesador puede comunicarse con lo que se

entiende como exterior mediante puertos de comunicación, es capaz de realizar funciones de autodiagnóstico.

Badillo (2017) también dice que:

La interfaz de entrada se ocupa de adaptar las señales provenientes de los elementos de entrada para que la CPU pueda interpretar esa información. Mediante las señales de entrada captadas y el programa interno, la CPU genera las salidas que activan algún elemento de campo mediante la interfaz de salida. Esta interfaz es la encargada de administrar la potencia necesaria para actuar sobre el elemento de campo. (p. 9)

También habla sobre el control parametrizable, integraciones y pasarelas indicando los siguientes conceptos:

- Controlador parametrizable: se diferencia con el PLC en el sentido que no es completamente programable. Quién fabrica estos controladores parametrizables comúnmente incluyen una programación de forma gráfica mediante bloques de operaciones u operacionales. Este tipo de programación brinda diferentes soluciones ante casos muy generales de un problema en específico. Brinda la opción de configurar diferentes parámetros del programa para adecuar el controlador a cualquier panorama que se encuentre y se quiera abarcar. Un caso en particular es un controlador de fancoil, donde el fabricante permite parametrizar sus características básicas para ajustar el controlador al sistema presente.”
- Integraciones: un sistema como estos puede conectarse con dispositivos de terceros mediante el bus de comunicaciones. Esta integración es bajo

un protocolo determinado, se puede incluir los parámetros y rutinas que el fabricante del dispositivo que se quiere integrar haya establecido.

- Pasarelas: permiten la intercomunicación entre dispositivos que integran protocolos distintos. Por ejemplo, una pasarela permite la comunicación con un elemento que fuese integrado con un protocolo ModBus RTU con un sistema cuya comunicación esté bajo el protocolo Bacnet TP.

### **7.2.1.3. Elementos de gestión**

Se componen por diferentes dispositivos comprendidos a nivel de gestiones para un sistema BMC.

Orellana (2017) indica que “Software de Gestión” se comprende como un PC o servidor con un software dedicado a gestión el cual podrá ejercer funciones de gestión en una red BMS, siendo común que sea el único en la red, aunque puede tener servidores de redundancia.

Por último, indica que, para un sistema BMS el software debe brindar al equipo la posibilidad de controlar por medio de comandos la red del control general del sistema, así como adquisición de datos:

- Web server: brinda la oportunidad al usuario de conectarse de forma remota o local sistema BMS, maneja niveles de accesos y debe tener una correcta configuración de la red de datos, es integrado al sistema mediante una red IP.

- Software Gráfico: permite al usuario visualizar el sistema mediante paneles sinópticos los cuales presentan estados, estadísticas, acciones posibles, etc.
- Software de reportes: está abajo una PC o servidor, se encarga de la gestión de datos estadísticos obtenidos mediante la red BMS. Este software de reporte gestiona la base de datos bajo la coordinación del software de gestión, gestionando la base de datos, generando estadísticas, generando informes para dar formatos de impresión.

#### **7.2.1.4. Elementos de usuario**

Badillo (2017) también indica los siguientes elementos de usuario para un sistema BMS:

- PC de usuario: es un PC convencional que mediante su software de cliente el cual accede a un navegador web accede al llamado web Server que aloja el sistema de visualización del sistema BMS. Una vez que el cliente acceda a su plataforma aparece un portal de bienvenida donde solicita un usuario y contraseña para acceder correspondientemente. Con este acceso el usuario final tendrá una visualización acorde al nivel de acceso de usuario con el que ingresó al sistema.
- Dispositivos móviles: puede ser desde un teléfono móvil hasta una llamada tablet o dispositivos finales inalámbricos, mediante una aplicación de software ya diseñada directamente para sistema BMS se puede acceder él, y se tendrá una más simple hoy igual visualización que con el usuario de la PC.

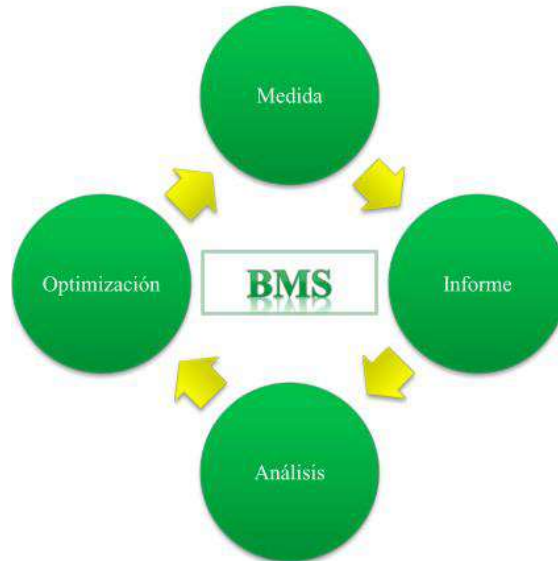
### **7.2.1.5. Sistemas comunes para integrarse en un BMS**

Un sistema BMS puede aplicarse en múltiples tipos de sistemas, en el sistema que pueda integrarse siempre debe haber una gestión por medio de un software centralizado.

Gómez (2018) define que los sistemas que suelen integrarse a un BMS son:

- Iluminación
- Calefacción
- Ventilación
- Sistemas de subestación eléctricas
- Aire acondicionado y calefacción
- Sistemas de seguridad
- Sistemas contra incendio
- Comunicación
- Control de accesos
- Suministros energéticos
- Sistema hidráulico
- sistemas especiales (sistema de riego, sistema neumático)
- Sistemas de transporte vertical (ascensores, escaleras electromecánicas)

Figura 3. Diagrama de las gestiones principales para un sistema BMS.



Fuente: Carnero (2014). *Sistemas de Automatización y Control de Instalaciones de Hospitales*

### 7.3. Redes estructuradas en edificios

Toda edificación debe tener una red estructurada, por lo que se deben seguir distintas normas y estándares para tener una conexión eficiente a los sistemas y dispositivos que se quieran integrar al sistema BMS, dichas normas y estándares son los siguientes:

#### 7.3.1. Normas y estándares

Szymanczyk (2014) afirma que las normas de referencia sobre los temas de edificios corresponden a la serie de EIA/TIA, emitidas en Estados Unidos. Estas normas son utilizadas mundialmente como un patrón, están compuestas principalmente por el estándar 568, particularmente sirve para administrar cableados estructurados en edificios comerciales, el estándar 569 cubre lo

relacionado a diseños de drenajes internos, pasajes de cables y espacios para equipos de red.

El estándar 570 involucra todo lo referido a cableados de viviendas residenciales y pequeños comercios, se compara con el estándar EIA/TIA 606 que trata sobre la organización administrativa de infraestructuras en edificios.

La norma EIA/TIA 568-A habla de la categorización de instrumentos de prueba, de cables, sus accesorios y parámetros que lo regulan. Es importante destacar que estas normas fueron emitidas en los años 1990, 1991 y 1993, prevén publicar versiones cada 5 años.

#### **7.3.1.1. Norma EIA/TIA 568**

[Revisión de la TIA/EIA 568-A]. (2001). Establece que en 1988 TIA (Telecommunications Industry Association) sí incorporó a estos trabajos de normativa para finalizar y publicar su primera versión de una norma en 1991 llamada: TIA/EIA-568 - Norma para Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

Lo más se distingue de esta norma, es la asignación de pines para cable de par trenzado equilibrado de conductores de 100 ohm y 8 ohm. Dicha asignación se denomina T568A y T568B.

#### **7.3.1.2. Norma EIA/TIA 569**

López (2004) indica que ANSI/TIA/EIA-569 es el estándar de "*Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales*". Este estándar tiene tres conceptos fundamentales relacionados con las telecomunicaciones y



edificaciones, determina que los edificios son dinámicos. A lo que se refiera a un edificio como todo lo que sea una remodelación es más una regla que la excepción. El estándar reconoce de manera positiva que el cambio ocurre.

Indica que los sistemas de telecomunicaciones y medios también son dinámicos. Los equipos de telecomunicaciones cambian también durante la existencia de un edificio. Reconoce también este hecho, siendo tan independiente como sea posible de proveedores de equipos. Las telecomunicaciones son más que datos y voz, pueden componerse de otros sistemas como lo es el control ambiental, entretenimiento, seguridad, alguna alarma de emergencia y sonido.

Este estándar menciona un concepto de fundamental de mucha importancia, López (2004) lo indica con su siguiente frase “De manera que un edificio que exitosamente diseñado, y equipado para telecomunicaciones, es imperativo que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar del diseño arquitectónico.” (p.23)

Este estándar debe ser central cuando se quiera diseñar un sistema de cableado estructurado, ya que se enfoca centralmente en lo que son las rutas y espacios donde se instalan los cables. Permite que se pueda generar un diseño en que todas las rutas o su mayoría sean las óptimas para cada subsistema, por medio de especificaciones de material, ductos y su ejecución de buenas prácticas de instalación.

### **7.3.2. Cable estructurado**

Se clasifica en cable protegido o con las siglas STP o no protegidos UTP y cables de fibras ópticas, son instaladas ordenadamente en para distintas

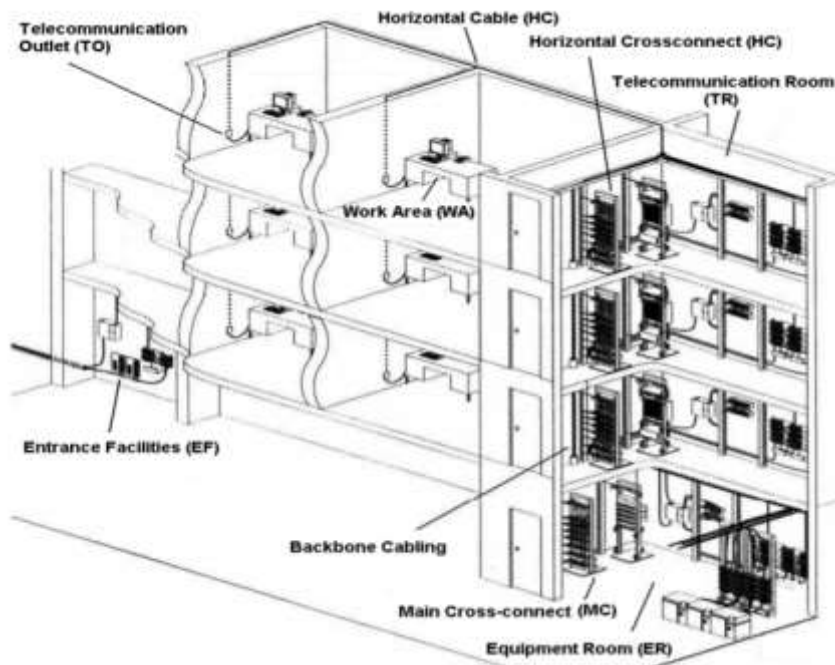
aplicaciones en el caso de esta investigación en el interior de un edificio con el fin de poder implementar algún tipo de red de área local LAN.

Para las normas de cableado estructurado Ribero, (s.f.) indica que: ANSI/EIA/TIA 568 B para cableado estructurado para edificios, maneja los siguientes aspectos:

- Materiales reconocidos
- Topología
- Longitud y desempeño de cables y conectores
- Interfase del usuario en el área de trabajo
- Métodos de cableado
- Desempeño de elementos y cables de conexión

Elementos que maneja principalmente un subsistema de cableado estructurado se muestran en la siguiente figura:

Figura 4. **Subsistema de cableado estructurado ANSI/EIA/TIA 568-B**



Fuente: Ribero (s.f.). *Cableado estructurado*. Consultado el 10 de septiembre de 2021. Recuperado de [http://www.nfcelectronica.com/files/DocTec\\_CABLEADO\\_ESTRUCTURADO.pdf](http://www.nfcelectronica.com/files/DocTec_CABLEADO_ESTRUCTURADO.pdf)

### **7.3.2.1. Área de trabajo (WA)**

Abarca desde el conector del sistema de cableado horizontal hasta el equipo en el área de trabajo. Los componentes utilizados en esta área suelen incluir equipos de estación, cables de conexión, y tomas de comunicación.

### **7.3.2.2. Cableado horizontal (HC)**

Es la porción del sistema de telecomunicaciones cableado que puede extenderse desde el cuarto de telecomunicaciones hacia el área de trabajo o viceversa.

### **7.3.2.3. Gabinete de telecomunicaciones (TR)**

Alberga la terminación de los cables horizontales y la estructura para conectar el hardware, incluyendo cualquier conmutador de distribución en nivel.

### **7.3.2.4. Cableado vertical o back bone**

Brinda interconexiones entre los cuartos asignados como entrada de servicios de un edificio, cuartos asignados para las telecomunicaciones y cuartos asignados para los equipos. Generalmente puede incluir componentes tales como cables dorsales, alguna interconexión intermedia y principal, cables parche o “patch cords”.

### **7.3.2.5. Cuarto para los equipos (ER)**

Es un espacio para los equipos de telecomunicaciones, puede ser conocido como núcleo de red, en este cuarto únicamente deben guardarse equipos directamente relacionados con todo lo que sea telecomunicaciones y debe cumplir con las buenas prácticas como todo plasmado mediante normas específicas.

### **7.3.2.6. Cuarto de entrada para los servicios o entrance facility (EF)**

Está formado por cables de conexiones de comunicación o eléctricas, dispositivos de protección eléctrica, accesorios para la conexión para comunicación y otros equipos. Es necesario para la conexión a los servicios del edificio. Brindan protección eléctrica a los equipos, que deben llevar normas y

estándares por medio de códigos eléctricos. Debe ser diseñado siguiendo lo que indica la norma EIA/TIA-569-A.

#### **7.3.2.7. Cableado del campus**

Es la extensión de cable que va desde el gabinete de telecomunicaciones hasta el área de trabajo entre edificios. Llegan a las acometidas de entrada a cada edificio.

#### **7.3.2.8. Main cross connect (MC)**

Es un Sistema que permite administrar y la terminación de los cables del Backbone.

### **7.3.3. Elementos para considerar en la red de edificios**

Para una edificación se debe considerar los siguientes aspectos para implementar una red de telecomunicaciones:

#### **7.3.3.1. Diseño de edificio**

Se debe considerar como un concepto ordenado para la red manteniendo una verticalidad y espacio necesario para la red, también se debe considerar que se debe de convertir estructuralmente el sistema de red como una topología o estructura neuronal para su funcionamiento eficiente.

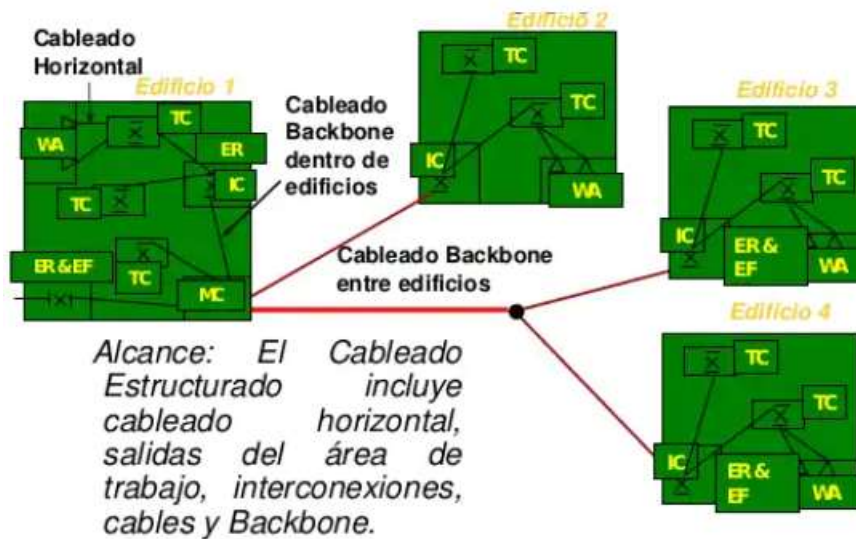
### 7.3.3.2. Distribución y demanda

La red debe ser como un sistema neuronal para su mejor funcionalidad por lo que debe extenderse estructuradamente hasta cada edificio o área de trabajo.

### 7.3.3.3. Topología

Como un sistema neuronal de red, para su funcionalidad debe extenderse estructuradamente hacia cada edificio o área de trabajo con su adecuada protección y redundancia.

Figura 5. **Topología del cableado estructurado**



Fuente: Universidad Evangélica de El Salvador. *Cableado estructurado*. Consultado el 10 de septiembre de 2021. Recuperado de <https://es.slideshare.net/vidalsancaramos/cableado-estructurado-51978625>

## **7.4. Redes convergentes**

En un sistema BMS como ya se ha mencionado, se pueden integrar distintos sistemas con el fin de gestionarlos para que ello pueda ser efectivo se debe aplicar el concepto de redes convergentes:

### **7.4.1. Concepto de red convergente**

Yépez (2018) indica que un concepto formal para red convergente es una coordinada evolución de redes que anteriormente eran independientes, con una tendencia hacia una uniformidad que permita el soporte de servicios (por ejemplo, voz, vídeo, o datos), y sus aplicaciones.

Menciona también que el enfoque de una red convergente será una alternativa ideal, ya que en ella se pueden integrar múltiples tecnologías y sus aplicaciones a través de una misma infraestructura que puede implicar lo que es calidad de servicio para el tráfico de voz, datos y vídeo, con ello logra imponerse como una solución integral a muchas de las necesidades en la comunicación.

Actualmente las redes convergentes son muy utilizadas por la capacidad tecnológica que tienen y la baja facturación, ya que su infraestructura en uno de sus recursos como lo es el internet permite optimizar recursos.

#### **7.4.2. Modelo de red de convergencia**

Mejía (2004) afirma que:

Una red de convergencia basada en IP se construye sobre tres elementos claves:

- Tecnologías que permitan ofrecer múltiples servicios sobre una red de datos
- Una red multipropósito, construida sobre una arquitectura de red funcionalmente distribuida y basada en IP
- Un sistema abierto de protocolos estándares, maduro e internacionalmente aceptado. (p. 4)

Un ejemplo de una red de convergencia es a lo que se le llaman servicios de voz sobre redes IP también conocido como (VoIP), telefonía IP, servicios celulares, internet por medio de una red eléctrica y “Triple Play”.



### **7.4.3. Infraestructura convergente**

Según NetApp. (s.f.) la convergencia de infraestructura de computación, almacenamiento y redes en un centro de almacenamiento de datos. Si se habla de una puesta en marcha para una infraestructura de datos como como sistema completo puedes simplificar y que sea más rápida dicha puesta en marcha de los recursos. También proporciona plataformas para que se pueda hacer una implementación continua y eficiente de los recursos de este centro de datos para una escala rápida con rendimiento más coherente. Esto se hace a través de entornos virtualizados que requieren bases estándar para recursos virtuales.

#### **7.4.3.1. Ventajas del uso de una infraestructura convergente**

NetApp. (s.f.) indica que el principal beneficio es, la capacidad de escalar e integrar rápidamente nuevos servicios al mercado. Para realizar esto se debe hacer una simplificación de las integraciones, validación de configuraciones y reducción de costos. Simplificar esto con configuraciones modulares ya predefinidas puede proporcionar velocidad y agilidad para nuevas integraciones de servicios. Validar configuraciones reduce las conjeturas proporcionando plantillas para nuevas instancias en aplicaciones. Los costos pueden reducirse al necesitar menos tiempo para los procesos de instalación repetitivos y pruebas del sistema. Tener componentes estandarizados también puede reducir los costos al disminuir sí los de infraestructura, por lo tanto, consolidar la infraestructura.

### **7.4.3.2. Criterios para implementar una red convergente**

NetApp. (s.f.) puntualmente menciona que las principales formas de implementar la infraestructura convergente pueden ser descritas como una arquitectura de referencia y también como una configuración hecha previamente a los ataques en rack.

- Arquitecturas de referencia

Son directrices pre validadas de configuración que brindan planos para el tipo, y conectividad de los recursos de un sistema convergente. Tomando en cuenta mucho este enfoque se permiten configuraciones más rápidas y fiables que puedan aprovechar todos los equipos existentes en la red. Tomando en cuenta recursos de computación, almacenamiento y red se implementan y asignan de acuerdo con requisitos y recomendaciones de un plan del proveedor. Los componentes individuales se pueden ampliar o reducir de forma fácil según se requiera por los administradores de aplicaciones si se tiene este enfoque.

- Las configuraciones en rack

También tienen componentes de computación, almacenamiento y red. Son preinstalados en un rack de centro de datos. Estos componentes suelen estar ya conectados y cableados para una rápida gestión. Si se tiene este enfoque se aceleran más las implementaciones, pero comúnmente sólo permite escalabilidad horizontal.

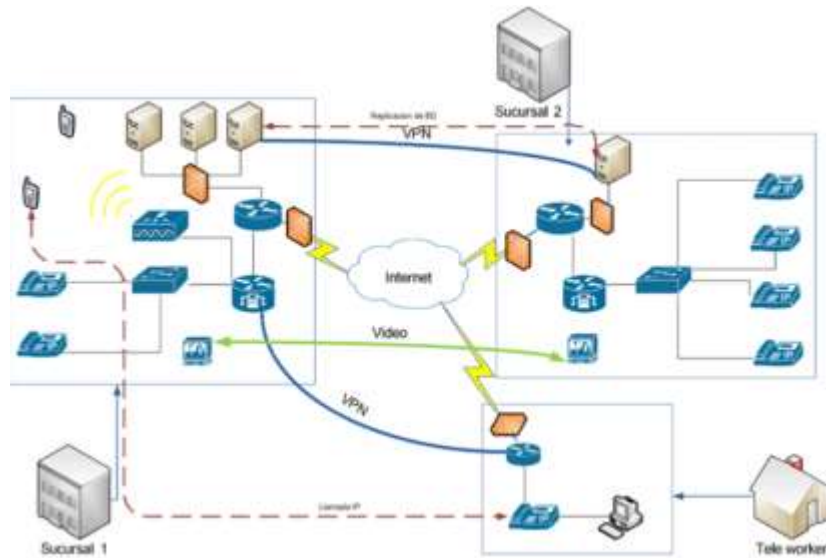
### **7.4.3.3. Viabilidad de red de convergencia**

García (2010) indica en su blog que: “en lo general, el personal de IT presenta grandes proyectos de convergencia los cuales enfrentan múltiples problemas de su justificación por lo que se recomienda, tener una visión de la red convergente de la empresa y empezar resolviendo como etapa de visión.” (párr. 1). Por lo que recomienda lo siguiente:

- Comenzar por la red WAN de una empresa si es que la tuviera, se debe unificar en una misma red de la voz, los datos y vídeo. Con ello se logrará administrar un solo equipo de administración de red, con esto se logrará aprovechar el ancho de banda que suele ser desperdiciado por la demanda de cada servicio y por su uso por horarios. Con esto se eliminan costos de servicios medidos o de larga distancia.
- Se debe prever la adquisición de una nueva “infraestructura por crecimiento de nuevas necesidades” lo cual se realiza por medio de una red de convergencia, mejor dicho, adquirir dispositivos para uso de la telefonía IP.
- La sustitución tecnológica se estará realizando en función del equipo obsoleto y ya inutilizable.
- Tomar en cuenta las necesidades de seguridad en conversaciones por voz llamadas entre teléfonos IP, la voz debe mediante esto debe estar encriptada.
- Se reducen para los usuarios y administración la pérdida de información y de la conectividad que puedan afectar cualquier proceso productivo en una empresa.

- Se justifica en el uso de nuevas aplicaciones y servicios que lograrán el aumento en la rentabilidad y de la productividad de una empresa.

Figura 6. **Ejemplo de estructura de red convergente**



Fuente: García (2010). *Viabilidad de redes convergentes*. Consultado el 10 de septiembre de 2021. Recuperado de <http://convergenciaderedes.blogspot.com/2010/04/viabilidad-de-redes-convergentes.html>

## **8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS**

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

### **1. MARCO TEORICO**

1.1. Gestión de un edificio

1.2. Sistemas y utilidades

1.3. Sistema de gestión de un edificio

1.4. Servicios de mantenimiento en los edificios

1.4.1. Mantenimiento preventivo

1.4.2. Mantenimiento correctivo

1.4.3. Mantenimiento predictivo

1.4.4. Mantenimiento de uso

## 2. ESTUDIO TÉCNICO

- 2.1. Seguridad
- 2.2. Control de acceso
- 2.3. Sistemas de seguridad de vida
- 2.4. ¿Qué es un sistema BMS?
- 2.5. Elementos de un BMS
  - 2.5.1. Elementos de campo
  - 2.5.2. Elementos de control
  - 2.5.3. Elementos de gestión
  - 2.5.4. Elementos de usuario
- 2.6. Sistemas comunes para integrarse en un BMS

## 3. TRABAJO DE CAMPO

- 3.1. Redes estructuradas en edificios
- 3.2. Normas y estándares
  - 3.2.1. Norma EIA/TIA 568
  - 3.2.2. Norma EIA/TIA 569
- 3.3. Cable estructurado
  - 3.3.1. Área de trabajo (WA)
  - 3.3.2. Cableado horizontal (HC):
  - 3.3.3. Gabinete de telecomunicaciones (TR):
  - 3.3.4. Cableado vertical o back bone
  - 3.3.5. Cuarto de equipos (ER)

- 3.3.6. Cuarto de entrada de servicios o entrance facility (EF)
- 3.3.7. Cableado del campus
- 3.3.8. Main cross connect (MC)
- 3.4. Elementos para considerar en la red de edificios
  - 3.4.1. Diseño de edificio
  - 3.4.2. Distribución y demanda
  - 3.4.3. Topología
- 3.5. Redes convergentes
  - 3.5.1. Concepto de red convergente
- 3.6. Modelo de red de convergencia
  - 3.6.1. Infraestructura convergente
  - 3.6.2. Ventajas de una infraestructura convergente
  - 3.6.3. Criterios para implementar una red convergente
  - 3.6.4. Viabilidad de redes convergentes

#### 4. ESTUDIO ECONÓMICO

- 4.1. Equipo a utilizar
- 4.2. Mano de obra
- 4.3. Costos
- 4.4. Indicadores económicos

#### 5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 5.1. Análisis de propuesta
- 5.2. Análisis económico

## 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 6.1. Discusión estudio técnico
- 6.2. Discusión estudio económico
- 6.3. Discusión de propuesta

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS



## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Diseño de la Investigación**

Dado que el objetivo del estudio es hacer una propuesta de un sistema BMS con una red LAN convergente para la gestión de los servicios generales de complejo inmobiliario CRECE zona 4 de Mixco, Guatemala, se utilizará un diseño no experimental que se aplicará de manera transversal ya que únicamente se diseñará una propuesta de implementación de un sistema BMS que mejore la calidad de servicios en el edificio, así como el ahorro de costos energía y mantenimiento.

La investigación no experimental según (Tipos de investigación, 2018) se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, en otras palabras, sin que el investigador altere el objeto de investigación. Habla que la investigación no experimental, se pueden observar los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Este documento afirma que el estudio no experimental no se construye en ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes.

### **9.2. Paradigma de la Investigación**

La investigación tendrá como base epistemológica el paradigma sociocrítico y el método cualitativo como guía de su elaboración, se elige este paradigma ya que se adapta a las características y necesidades de la investigación.

La definición que más se adecúa a esta investigación sobre este paradigma es que: “El paradigma Sociocrítico tiene como objetivo promover las transformaciones sociales, dando respuestas a problemas específicos presentes en el seno de las comunidades, pero con la participación de sus miembros” (Alvarado y García, 2008, p. 190). Se fundamenta en la crítica social con un severo sentido auto reflexivo, considera que el conocimiento se construye siempre por intereses de los grupos.

El paradigma sociocrítico y su consecuente enfoque cualitativo permitirá comprender la percepción del personal en cuanto a la calidad de los servicios automatizados en el complejo inmobiliario CRECE con el objetivo de proponer una solución BMS que mejore dicha percepción y brinde mejor confort en todo el personal, así como una percepción positiva con el ahorro en costos monetarios excesivos del consumo de energía y mantenimiento gracias a su implementación.

### **9.3. Enfoque de la Investigación**

El enfoque de la investigación es mixto debido a que se realizarán entrevistas a la junta directiva del edificio y personal administrativo del complejo inmobiliario CRECE con la finalidad de determinar la necesidad de la gestión de los servicios automatizados y desde el punto de vista cuantitativo se determinará el número de servicios actuales que ocasionan un excesivo consumo de energía eléctrica y necesitan mejora en su eficiencia para bajar costos monetarios mensuales por consumo.

QuestionPro. (s.f). define la investigación mixta como una metodología de investigación que consiste en recopilar, analizar e integrar tanto investigación cuantitativa como cualitativa.

Indica que este enfoque se utiliza cuando se requiere una mejor comprensión del problema de investigación.

#### **9.4. Población de estudio**

La población de estudio estará conformada por los miembros de la junta directiva y empleados de la parte administrativa del complejo inmobiliario CRECE, ubicado en zona 4 de Mixco, Guatemala.

#### **9.5. Tipo de muestreo**

Se usará el muestreo por conveniencia ya que se tiene disponibilidad de las personas que forman la población en un tiempo determinable, se elige este muestreo ya que se adapta a las características y necesidades de la investigación ya que no es probabilística.

QuestionPro. (s.f). indica en su página web que el muestreo por conveniencia tiene como característica ser una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio, por ello es utilizada para obtener poblaciones o muestras de acuerdo con la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas de formar parte de la población o muestra, en cualquier especificación práctica de un elemento particular.

#### **9.6. Técnicas de la investigación**

Se utilizará la entrevista como técnica de investigación ya que se desea conocer la percepción de la junta directiva y personal administrativo del complejo inmobiliario CRECE sobre la calidad de los servicios que administran y los consumos excesivos monetarios que puedan tener.

## **9.7. Instrumentos de recolección de datos**

Como instrumento de recolección de datos se utilizará la cédula de entrevista para identificar las necesidades y problemáticas para los miembros de la junta directiva y la administración del complejo inmobiliario CRECE sobre la calidad de los servicios y costos excesivos de consumo de energía que administran. Se pretenderá hacerlas en dos etapas: una entrevista individual y posteriormente una colectiva con el fin de determinar más certeramente las necesidades y problemas que manejan.

## **10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Se utilizará Excel como herramienta de análisis de datos ya que tiene una amplia capacidad para análisis de datos, así como elaboración de gráficos, el objetivo de utilizarlo será analizar los datos de consumos excesivos que presente cada servicio que sea administrado por la junta directiva o personal administrativo del complejo inmobiliario CRECE.



## 11. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta la organización cronológica del proceso de la elaboración de la propuesta final que da solución al problema de investigación, estará organizado por semanas, abarcando un total de 35 semanas, desde el inicio hasta la presentación del informe final.

En la primera fase tendrá una reunión con la junta directiva y personal administrativo y por medio de entrevistas individuales y colectivas donde se determinará los servicios que están bajo su administración para delimitar los alcances de la propuesta, se definirá con datos reales que tengan a su disposición los valores de consumos excesivos que presenta cada servicio y algún otro dato que permita saber si se puede mejorar la calidad de los servicios, se definirá qué servicios serán parte de la propuesta final de esta investigación con una duración de 4 semanas.

En la segunda fase se analizará la información obtenida de la reunión con la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE, con una duración de 3 semanas, se estudiará y definirán los equipos que puedan necesitar los sistemas de los servicios para poder integrarse a la propuesta de solución BMS, en esta fase se hará una primera revisión de costos de equipos antes de diseñar esta parte de la propuesta, esto con una duración de 4 semanas.

En la tercera fase, se hará el diseño de la red LAN convergente que pueda garantizar una comunicación óptima y gestionable de los sistemas de los servicios, se hará su respectiva documentación para definir los alcances de esta

red para que el usuario final sepa utilizarla correctamente con una duración de 4 semanas.

En la cuarta fase se diseñará el sistema BMS que se adecue más a la red y equipos propuestos para los sistemas de los servicios, se definirá qué equipos de cómputo o servidores se necesitan para montar el sistema, se investigará y definirá qué software es adecuado para la operación de este sistema, de no haber un software estándar con soporte continuo se hará la propuesta de implementar alguno. Con una duración de 6 semanas.

En la quinta fase se elaborará la documentación del presupuesto general solo de los equipos y recursos necesarios para implementar el sistema BMS, con esto se tendrá la propuesta terminada para mostrarla y discutirla con la junta directiva y personal de administración del complejo inmobiliario CRECE esperando la aprobación de que el presupuesto sea rentable para ellos por medio de datos financieros que puedan presentar así como la aprobación de la propuesta general desde el punto de vista que la quisieran implementar a largo o corto plazo en este inmobiliario, con una duración de 4 semanas.

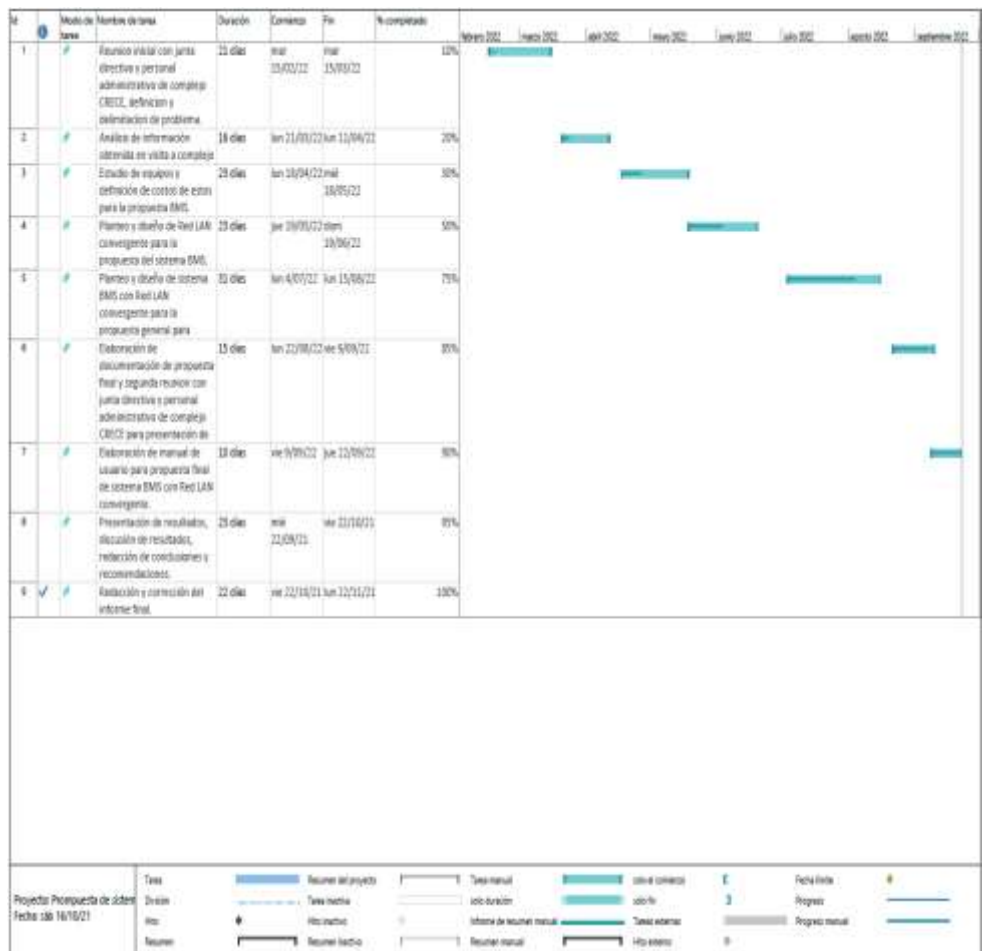
En la sexta y última etapa se elaborará un documento de manual de usuario que tendrá como objetivo brindar las instrucciones de uso del sistema BMS propuesto desde el punto de vista de un operador del sistema, el fin de este documento será que esté a disposición en cualquier momento que el inmobiliario u otro deseen implementar la propuesta final planteada, con una duración de 2 semanas.



En las siguientes 4 semanas se realizará la presentación de resultados, la discusión de resultados, redacción de conclusiones y la redacción de las recomendaciones.

En las últimas 4 semanas de la investigación se realizará la redacción y corrección del informe final.

Figura 7. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## **12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

La investigación será financiada por el investigador, dentro de los recursos humanos necesarios se encontrará el tiempo necesario del investigador y el costo del asesor. Dentro de los recursos físicos necesarios para la investigación está la designación de un área en la empresa para el análisis y la recolección de datos de los servicios del complejo inmobiliario CRECE la cual no tendrá un costo por ya que será un análisis de solo un día. Dentro de los materiales necesarios para llevar a cabo la investigación están los equipos de cómputo del investigador, papelería, una cámara fotográfica, una impresora, internet móvil y los viáticos para las visitas al complejo inmobiliario CRECE.

Tabla II. **Costo del estudio**

	<b>Recurso</b>	<b>Costo</b>
<b>Material</b>	Dos resmas de hojas	Q. 100.00
<b>Material</b>	Viáticos (combustible y alimentación)	Q. 2,000.00
<b>Físico</b>	Impresora de tinta recargable	Q. 1,600.00
<b>Humano</b>	Asesor	Q. 2,500.00
<b>Físico</b>	Computadora Personal	Q. 1,500.00
<b>Material</b>	Pizarra de marcadores de tinta	Q. 200.00
<b>Material</b>	3 marcadores de pizarra recargables	Q. 75.00
<b>Material</b>	3 botes de tinta para marcador	Q. 100.00
<b>Material</b>	Gastos imprevistos	Q. 1,500.00
<b>Físico</b>	Servicios Telefonía Móvil e internet	Q. 6,400.00
<b>Físico</b>	Cámara Fotográfica	Q. 1,400.00
<b>Financieros</b>	Financiada por investigador	Q. 17,375.00
	<b>TOTAL</b>	<b>Q. 17,375.00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 13. REFERENCIAS

1. Alvarado, L. y García, M. (2008). *Características más relevantes del paradigma sociocrítico*. Revista universitaria de Investigación, p. 190. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41011837011>
2. Astesana, I. y Medina A. (2016). *Sistema de control centralizado de edificios B.M.S.* (Tesis de licenciatura). Universidad de Católica de Córdoba. Recuperado de [http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1370/1/TF\\_Astesana\\_Medina.pdf](http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1370/1/TF_Astesana_Medina.pdf)
3. Astudillo, M. (2012). *Diseño de un edificio inteligente* (Tesis de licenciatura). Universidad Cuenca. Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2575/1/tm4649.pdf>
4. Badillo, J. (2017). *Instalación del Sistema BMS para Hotel 4\* en Málaga* (Tesis de licenciatura). Universidad de Sevilla. Recuperado de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/12406/fichero/17-09-10+PFC-Control+Hotel-Trabaja.pdf>
5. Carnero, V. (2014). *Sistemas de Automatización y Control de Instalaciones de Hospitales*.

6. Cruz, S. (2018). *Aplicación del sistema de BMS para mejorar la productividad en la empresa Mava Proyecta SAC* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, San Isidro. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55850/Cruz\\_CSK-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55850/Cruz_CSK-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
7. Domínguez H. y Sáez F. (2006). *Domótica: Un enfoque sociotécnico*. Madrid, España: Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones Ciudad Universitaria. Recuperado de [https://www.academia.edu/30296537/Dom%C3%B3tica\\_Un\\_enfoque\\_sociot%C3%A9cnico](https://www.academia.edu/30296537/Dom%C3%B3tica_Un_enfoque_sociot%C3%A9cnico)
8. Filali S. (2014). *Evaluación de estándares HMI/SCADA y aplicación de la guía GEDIS a los Sistemas SCADA del NAP (Network Access Point) de Canarias* (Tesis de licenciatura). Universidad de la Laguna. Recuperado de <https://www.coursehero.com/file/60307821/Evaluacion-de-estandares-HMI-Aplicacion-de-la-guia-GEDIS-a-los-Sistemas-SCADA-del-NAP-Network-Access/>
9. García, M. (2010). *Convergencia de redes* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://convergenciaderedes.blogspot.com/2010/04/viabilidad-de-redes-convergentes.html>

10. Gómez O. (2018). *Diseño de un sistema de control BMS (building management system), para la gestión del bus domótico HDL bus pro, para la generación de macrodatos basado en software libre* (Tesis de maestría). Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8552/1/20T01050.PDF>
11. Huidobro, J. (2007). *La Domótica como Solución de Futuro*. Madrid, España: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Recuperado de <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005729.pdf>
12. *Investigación tipos importantes y relevantes*. (2018). Recuperado de [https://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/CIPS/2018\\_1/Documentos/INVESTIGACION\\_NO\\_EXPERIMENTAL.pdf](https://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/CIPS/2018_1/Documentos/INVESTIGACION_NO_EXPERIMENTAL.pdf)
13. López, M. (2004). Estudio de estándares de diseños físicos de LAN y su adecuación a la topología del lugar. *Revista Digital Universitaria* Vol. 5, No. 5. Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num5/art28/art28-1b.htm#a>
14. Mejía A. (2004). Redes convergentes. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* (14), 1-15. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101407>
15. NetApp. (s.f.). *¿Qué es la infraestructura convergente (CI)?* Recuperado de <https://www.netapp.com/es/data-storage/flexpod/what-is-converged-infrastructure/>

16. QuestionPro. (s.f). *¿Qué es el muestreo por conveniencia?* Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia/>
17. Reglamento de la Ley General de Electricidad [RLGE]. Art 103. 6 de marzo de 2007 (Guatemala).
18. Revisión de la TIA/EIA 568-A (2001). *Norma de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales*, Escuela Politécnica Nacional, biblioteca digital. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9268/5/Cap%204.pdf>
19. Ribero, A. (s.f.). *Cableado Estructurado para Edificios Comerciales. Soluciones Integrales en Infraestructura para Redes y Telecomunicaciones.* Recuperado de [https://nfcelectronica.com/sitio/images/stories/pdf/documentostecnicos/DocTec\\_CABLEADO\\_ESTRUCTURADO.pdf](https://nfcelectronica.com/sitio/images/stories/pdf/documentostecnicos/DocTec_CABLEADO_ESTRUCTURADO.pdf)
20. Szymanczyk, O. (2014). *Redes de Cables Estructurados.* Redes de Telecomunicaciones e informática, Argentina. Recuperado de <https://docplayer.es/34526541-Anexo-14-redes-de-cables-estructurados-a-cables-estructurados.html>
21. Yépez M. (2018). *Diseño de una infraestructura de red convergente para la empresa uniphone S.A.* (Tesis de licenciatura). Escuela politécnica nacional, Quito. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/617/1/CD-1579%282008-06-30-03-32-18%29.pdf>