

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería



**Solución tecnológica a través de la domótica para una mejor gestión energética y confort en viviendas ya construidas**

Trabajo de graduación presentado por Osman Alexander López Rivera  
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala, 2021

**Solución tecnológica a través de la domótica para una mejor gestión energética y confort en viviendas ya construida**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería



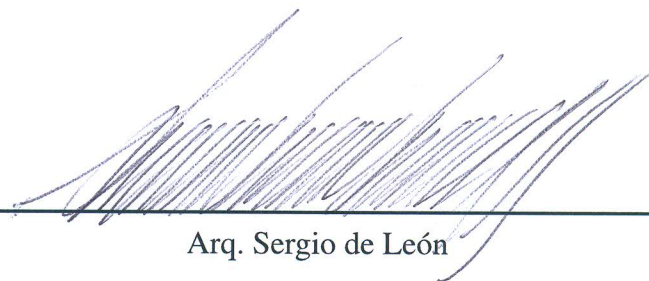
**Solución tecnológica a través de la domótica para una mejor gestión  
energética y confort en viviendas ya construidas**

Trabajo de graduación presentado por Osman Alexander López Rivera  
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala, 2021

Vo.Bo.:

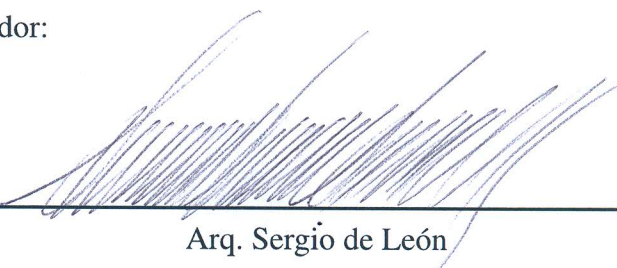
(f)



Arq. Sergio de León

Tribunal Examinador:

(f)



Arq. Sergio de León

(f)



Ing. Roberto Godo

(f)



Ing. Jonathan Mansilla

Fecha de aprobación: Guatemala, 08 de diciembre de 2021.

## **PREFACIO**

Los recursos que utilizamos día con día en nuestras viviendas, como la electricidad, gestionándolos de la manera correcta pueden buscar un ahorro económico y brindar la sensación de estar en control del hogar sin estar presente. Esto es posible gracias a los principios de domótica los cuales se investigan y utilizan en este trabajo para proponer una solución capaz de gestionar el recurso eléctrico dentro de la vivienda haciendo que ciertos equipos existentes sean reemplazados por unos que puedan ser centralizados por un controlador y lleven la información deseada hasta un teléfono inteligente para informar al usuario de cualquier acontecimiento dentro de la vivienda e incrementa el confort en las actividades cotidianas como levantarse de la cama a apagar una luminaria. Es importante dar a conocer a las personas que ya tienen una casa construida dentro de la ciudad de Guatemala cual sería una posible solución al simple problema de dejar encendido un aparato y que suba la factura del servicio de luz.

Este trabajo de graduación primeramente se lo dedico a Dios quien ha sido la guía en cada una de las etapas de mi vida y mi madre por seguirme formando como persona cada día que pasa y por haber estado presente apoyándome y velando por mis necesidades durante toda mi vida dejándome nada más que un legado sabiduría y amor.

Agradezco a la Universidad del Valle de Guatemala y a cada uno de los catedráticos con los que tuve la oportunidad de aprender no solo conocimiento intelectual si no también crecimiento personal por haberme acompañado en estos cinco años de carrera durante los cuales no pude imaginar algo mejor.

Por último, a mi país Guatemala por haberme visto nacer y crecer hasta el día de hoy, estoy orgulloso de servir a Guatemala como profesional.

## CONTENIDO

<b>PREFACIO</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>X</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>3</b>
<b>IV. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
A. Objetivo general	4
B. Objetivos específicos	4
<b>V. ALCANCE</b>	<b>5</b>
<b>VI. MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
A. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA DOMÓTICA	6
1. Origen e historia.	6
B. INTRODUCCIÓN A LA DOMÓTICA	7
1. Definición y características.	7
C. APLICACIONES DE LA DOMÓTICA PARA EL HOGAR	8
1. CONFORT.	8
2. SEGURIDAD.	9
3. COMUNICACIONES.	11
D. ALCANCE DE LA AUTOMATIZACIÓN	11
E. CONCEPTO INMÓTICA	12
F. GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA	13
G. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DOMÓTICO	14
1. CONTROLADOR	14
2. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.	17
3. ACTUADORES	26
4. SENSOR	27
5. INTERFASE.	30
H. NORMATIVAS EN OTROS PAÍSES	31
1. REBT.	31
2. CTE.	31
3. TELECOMUNICACIONES.	31
4. GAS.	31
5. UNE.	31

6. Certificación voluntaria.	33
<b>I. DATOS TÉCNICOS</b>	<b>33</b>
1. Iluminación.	33
2. Climatización.	33
3. Persianas.	33
4. Seguridad.	33
<b>VII. METODOLOGÍA</b>	<b>34</b>
A. DIGITALIZADO DE PLANOS	34
B. LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS EXISTENTES	34
C. DISPOSITIVOS PROPUESTOS PARA SOLUCIÓN	34
<b>VIII. ANÁLISIS DE DISCUSIÓN Y RESULTADOS</b>	<b>35</b>
A. DIGITALIZADO DE PLANOS	35
B. LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS EXISTENTES	38
C. DISPOSITIVOS PROPUESTOS PARA SOLUCIÓN	42
D. CAMBIO EN EL CONSUMO	54
E. PRESUPUESTO	60
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>X. RECOMENDACIONES</b>	<b>64</b>
<b>XI. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>65</b>
<b>XII. APÉNDICES</b>	<b>66</b>
A. Cronograma del trabajo de graduación	66
B. Planos realizados para el trabajo	66

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tabla: Comparación de controladores	16
2	Tabla con todos los equipos nuevos propuestos para el sistema domótico en Figuras No. 38,39,40,41,42.	48

## LISTA DE GRÁFICOS

Ilustración		Página
1	Definición teórica de Domótica mediante la disponibilidad de un bus doméstico. . .	7
2	Principales aplicaciones de la domótica	9
3	Ahorro de energía	12
4	Dispositivos de un sistema domótico	13
5	Ejemplo controlador cableado	14
6	Ilustración de controlador eedomus+	15
7	Ilustración de controlador Vera Plus	15
8	Ilustración de controlador Vera Edge.	15
9	Ilustración de controlador Home Center Lite	16
10	Áreas que abarca Zigbee	18
11	Áreas cubiertas por el protocolo Zigbee	19
12	Red de malla en Zwave	21
13	Diagrama de funcionamiento de protocolo LonWorks.	22
14	Ejemplo de cerradura eléctrica	23
15	Ejemplo de sensor crepuscular	24
16	Ejemplo de sensor de presencia.	24
17	Ejemplo contacto magnético perimetral	25
18	Ejemplo detector de humos	25
19	Ejemplo sensor de inundación	26
20	Vista isométrica planta baja	30
21	Vista isométrica planta alta.	30
22	Vista posterior de la vivienda.	31
23	Vista frontal de la vivienda.	31
24	Plano de distribución de áreas planta baja.	32
25	Plano de distribución de áreas planta alta.	32
26	Tabla de luminarias actuales junto a consumo aparente.	33
27	Tabla de luminarias actuales junto a consumo aparente.	34
28	Tabla de luminarias actuales junto a consumo aparente.	35
29	Tabla de luminarias actuales junto a consumo aparente.	36
30	Tabla de luminarias y tomacorrientes actuales junto a consumo aparente.	36
31	Imagen de referencia Wik Hub 2©	38
32	Imagen de referencia productos Philips Hue© dentro del web Wik©	39
33	Imagen de referencia producto ConnectSense Smart Outlet 2©	40
34	Imagen de referencia producto Wyze Plug©	40
35	Imagen capturada dentro de la vivienda mostrando el motor ya instalado en persianas	41

36	Imagen capturada dentro de la vivienda mostrando como se conectan las persianas motorizadas a los tomacorrientes existentes	42
37	Imagen capturada dentro de la vivienda al mando que controla las persianas.	42
38	Imagen de referencia producto Yale Assure Lock ©	43
39	Imagen de referencia producto Arlo Pro 4 Spotlight Camera ©	43
40	Imagen de referencia Sensor Insteon Open/Close ©	44
41	Imagen de referencia de producto Insteon Motion Sensor II ©	45
42	Imagen de referencia de producto Smoke Bridge ©	45
43	Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades	46
44	Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades	47
45	Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades	47
46	Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades	48
47	Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades	48
48	Tabla de consumos totales al mes	51
49	Tabla de consumos totales al mes	52
50	Tabla de consumos totales al mes	53
51	Tabla de consumos totales al mes	54
52	Cálculo de cuota de luz actual y nueva	54
53	Precio de equipos propuestos.	55
54	Precio de equipos propuestos.	56
55	Precio de equipos propuestos.	56
56	Precio de equipos propuestos.	57
57	Precio de equipos propuestos.	57
58	En este cronograma se muestra la duración de cada actividad durante el trabajo de graduación	
	61	
59	Plano de posibles ubicaciones para las cámaras de seguridad propuestas	61
60	Plano de nuevo cableado para instalación de cámaras de seguridad dentro de la vivienda	
	62	

## RESUMEN

El siguiente trabajo de graduación denominado, *Solución tecnológica a través de la domótica para una mejor gestión energética y confort en viviendas ya construidas*, consiste en el estudio de la domótica aplicada en otros países, principalmente en España, y cómo podría ser aplicada esta metodología en Guatemala. Este trabajo no solo se centra en el estudio de la domótica en otros países, sino también en proponer un sistema adaptable que cumpla los objetivos de automatizar e incrementar la comodidad del usuario facilitando la administración de recursos dentro del hogar.

Primero, se expone la situación actual que tiene la vivienda a analizar, esta es una casa de 350 metros cuadrados ubicada en la ciudad de Guatemala, con más de 20 años construida con ningún sistema automatizado ni domótico. La vivienda cuenta con planos que tendrán que ser digitalizados en un modelo REVIT©, para poder realizar las cuantificaciones y planificación de equipos que se agreguen o reemplacen, previo a la propuesta de actualización.

Luego, se propone un modelo de actualización de sistemas aplicable en una vivienda ya construida, puesto que el trabajo pretende realizar un sistema domótico combinado que sea capaz de funcionar tanto conectado a la red y de manera manual. Esto permitirá que el usuario pueda utilizar el sistema domótico tanto desde un aparato centralizado tan simple como el teléfono celular para poder controlar desde los apagadores comunes y corrientes, porque puede ser que se programen comandos que no sean accesibles a primeras si sucediera algo que impida el paso de corriente en el hogar.

El trabajo comienza con una investigación previa general donde se obtiene la mayor cantidad de información acerca de cómo actualizar el sistema en una vivienda familiar ya construida, luego se abarca el proceso paso a paso que se debería de seguir para llevar a cabo la actualización en la vivienda, finalizando con el análisis de datos para presentar el incremento o disminución de consumo eléctrico que se tendrá.

## I. INTRODUCCIÓN

Las limitaciones que tiene la población guatemalteca en cuanto al acceso a la última tecnología ha retrasado el desarrollo de la domótica en comparación con otras naciones. Debido a esto los guatemaltecos se han convertido únicamente en espectadores de los avances tecnológicos que suceden globalmente, no solo con el propósito de un mayor desarrollo sino de conseguir la comodidad de sus consumidores, mediante sistemas domóticos. Estos no solo permiten un exclusivo acceso a un nivel de comodidad que no ha sido explorado por la población guatemalteca sino también es un medio por el cual se puede mejorar la gestión energética.

Las observaciones anteriores justifican este trabajo de investigación, cuyo objetivo principal es presentar soluciones tecnológicas a través de la domótica para mejorar la gestión energética y el confort en viviendas ya construidas.

El impulso de la automatización de viviendas es un instrumento tecnológico que facilita la vida del ser humano. La domótica como rama de la ingeniería debe asegurar la resolución de problemas que afectan la actividad cotidiana de la sociedad. Es así como la domótica tiene un enfoque directo en la sociedad aportando principalmente seguridad y confort a los receptores de dicha tecnología, y la posibilidad de mejorar la calidad de vida del consumidor y ahorro en recursos.

La calidad de vida es un concepto interpretado de maneras diferentes, cada una se diferencia o se relaciona con actividades dentro del entorno. El concepto que nos interesa para esta investigación son los factores que permiten la realización plena de todas las necesidades, confort y adaptabilidad a construcciones previamente realizadas.

## II. ANTECEDENTES

Es importante para este trabajo de graduación conocer el contexto de la domótica y sus aplicaciones en otros países comenzando por información en nuestro mismo idioma se puede encontrar en todos los manuales de (ZIGURAT., 2018) información de cómo se aplica esta tecnología en España, y con base en estos conceptos básicos, proponer un modelo que se adapte a una vivienda ya construida en Guatemala funcionando de manera tradicional y digital. En estos documentos puede encontrarse información acerca de cuáles son los elementos esenciales para cualquier sistema domótico y también sugerencias sobre la instalación de los mismos.

Siguiendo con la línea de investigación acerca del tema domótica dentro del departamento de ingeniería civil de la Universidad del Valle de Guatemala, se tomó como punto de partida información recolectada por la colega de carrera la Ing. María Fernanda Solís en su trabajo de graduación denominado Catálogo con productos de domótica e inmótica aplicados a la Ciudad de Guatemala presentado en el año 2020, donde se pueden encontrar encuestas realizadas a la población guatemalteca las cuales muestran las principales áreas de domótica de interés, opiniones acerca de costos al implementar domótica , definiciones, etc.

Para la selección de equipos se toman como referencia páginas estadounidenses donde se ponen a prueba los equipos más recientes, esto con el objetivo de presentar la solución domótica lo más actualizada posible a su fecha de entrega, en distintos artículos escritos por expertos en tecnología como (Colon, 2021) se pueden ver a profundidad las especificaciones técnicas que cada equipo posee y así dar una propuesta más acertada en cuanto a equipos que cumplan con los objetivos del trabajo.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

Este trabajo se ha realizado debido a que la domótica es un campo que no se ha explorado de manera profunda y la información no está al alcance de todos de una manera simplificada. De modo que, se quiere informar a usuarios, proveedores, técnicos, profesionales, etc, los beneficios que podrían tener implementando domótica a un nivel accesible para cualquier persona.

Además, se tiene como objetivo dar a conocer a las personas que estén buscando implementar domótica e inmótica en sus hogares, una solución que les permita guiarse para poder escoger de la mejor manera qué software y hardware cubren las necesidades de cada familia resaltando principalmente el cambio que se debería de llevar a cabo en cuanto a dispositivos eléctricos existentes y cableado nuevo si se es necesario.

Por lo tanto la domótica se presenta como una estrategia de ahorro en las diferentes actividades realizadas en una casa, desde el tiempo de apertura y cierre de persiana hasta el propio ahorro energético, creando distintas soluciones que disminuyan la interacción directa entre el usuario y los dispositivos. Al tener un mejor control de los recursos del hogar también se logrará que el usuario pueda reducir su consumo energético y pueda tener ahorro monetario o y llevar un mejor control de su vivienda sin tener que estar en ella.

## **IV. OBJETIVOS**

### **A. Objetivo general**

Proponer una actualización de dispositivos eléctricos dentro de una vivienda ya construida, aplicando los conceptos de Domótica, lo cual facilite la gestión de los recursos utilizados en la vivienda además de permitir el incremento en comodidad, seguridad y automatización de tareas cotidianas.

### **B. Objetivos específicos**

- Cuantificar el cambio en el consumo energético que se tendrá al implementar el sistema domótico propuesto.
- Presentar el conjunto de equipos que conformarán el nuevo sistema domótico.
- Definir las ventajas y desventajas de realizar esta implementación en una vivienda ya construida.
- Presentar un modelo combinado de domótica que pueda funcionar de manera analógica y digital.

## V. ALCANCE

En Guatemala actualmente existen muy pocas empresas que se dediquen a implementar domótica e inmótica, por lo que este trabajo de graduación pretende en el sector privado, incentivar a las personas que les interese el tema puedan expandir sus conocimientos previos con esta investigación.

A los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle de Guatemala, pretende funcionar como referencia, para una aplicación más detallada de un sistema domótico dentro de Guatemala.

## VI. MARCO TEÓRICO

### A. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA DOMÓTICA

La historia de la domótica está conformada por una serie de etapas, las cuales surgen desde los primeros protocolos orientados al control remoto, hasta los grandes protocolos capaces de realizar funciones lógicas complejas y están en continua evolución.

#### 1. Origen e historia.

La aparición de la PC u ordenador personal en el mercado a finales de la década de 1980, abrió posibilidades con la fabricación masiva de microprocesadores (microCPU) integrados con otros componentes llamados microcontroladores. Estos pueden gestionar datos binarios y analógicos a nivel de prestaciones técnicas en viviendas, con un criterio más integrador que el de los módulos autómatas o relés inteligentes. Luego de que la PC se instalará como herramienta de uso cotidiano y el internet se impusiera revolucionando las telecomunicaciones, como paso siguiente se intentó que esta tecnología unida hiciera desaparecer los obstáculos para la integración de los sistemas de control aplicado a viviendas y edificios. Se denominó así a los edificios inteligentes y se adoptó el vocablo Inmótica para edificios terciarios y Domótica para residencias y viviendas. (D’Inca, 2013)

Ya que el desarrollo histórico de la domótica y de la inmótica han seguido caminos casi paralelos, vamos a enfocar todas las explicaciones en la historia de la domótica. Inicia a finales de los años 80 y principios de los 90, ya que es cuando aparecen las primeras iniciativas para implantarla en la promoción de vivienda; sin embargo debido a que los sistemas que no responden a las expectativas de los usuarios los avances no fueron significativos. Esto enlazado con que la principal característica de esta etapa era el desconocimiento de la domótica como disciplina, posibilidades y usos así como por la presencia de un reducido número de empresas especializadas en el sector. (EPSIG, 2014)

Por otro lado es importante mencionar las deficiencias que se presentaron al inicio de la domótica como la oferta reducida en la que existían sistemas poco integrados, difíciles de instalar y de utilizar por el usuario final y excesivamente caros. En la mayoría de ocasiones los sistemas disponibles en el mercado se basan en productos diseñados y fabricados para otros mercados con otras características y necesidades distintas. Y una ausencia de normativa que regulará la instalación de sistemas domóticos; la ausencia de formación para los diferentes profesionales implicados. En la misma etapa aparecen otros sistemas que son propietarios, de cada una de las casas fabricantes de material eléctrico; ellos diseñaron y crearon su propio sistema y por supuesto generaban incompatibilidad con otros sistemas. Esto generó como consecuencia una falta de motivación por parte de las áreas demandantes del producto para adquirirlos. (EPSIG, 2014)

Clasificando finalmente dichas tecnologías se puede concluir que en grandes edificaciones, los proyectos se ejecutan con controladores industriales, que básicamente ya se utilizaban para los diferentes aspectos de la edificación, como puede ser el caso de la climatización seguridad, etc; que son ensambladas mediante un controlador u ordenador de nivel superior. Mientras que en las viviendas se utilizaban pequeños productos que los propios fabricantes de material eléctrico han incluido en sus catálogos como producto eléctrico de gama alta. (EPSIG, 2014)

## B. INTRODUCCIÓN A LA DOMÓTICA

El avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y su ingreso en prácticamente todos los ámbitos de la vida ha hecho que en los últimos tiempos se hable de edificios inteligentes, viviendas domóticas, ciudades inteligentes, etc. Esto se debe a que el hombre siempre ha venido desarrollando y adaptando nuevas tecnologías para su hogar, los motivos varían con el tiempo, pueden ser desde incrementar la seguridad hasta hacer del hogar un lugar más confortable. (Junestran Stefan, 2005)

Si se analiza una vivienda en detalle es posible determinar un buen número de sistemas y aplicaciones que pueden complementar las instalaciones básicas (electricidad, telefonía y la televisión). Por ejemplo, es posible hablar del control de la iluminación, el control de la climatización, la motorización de persianas, los sistemas de control de acceso, riego automático y muchas otras más. Estos pueden ser centralizados. (Junestran Stefan, 2005)

Los aparatos o dispositivos autónomos, por ejemplo, línea blanca, videoconsolas, ordenadores personales, impresoras, etc. Se les llama de esta manera ya que a pesar de que son tecnología para el hogar estas carecen de integración entre sí por lo que será más complicado centralizarlas en un mismo dispositivo. (Junestran Stefan, 2005)

### 1. Definición y características.

La vivienda domótica podría ser definida como sigue: "Vivienda domótica es aquella que permite una mayor calidad de vida a través de la tecnología, ofreciendo reducción del trabajo doméstico, un aumento del bienestar y de la seguridad de sus habitantes, y una racionalización de los consumos". (ZIGURAT., 2018)

Desde el punto de vista tecnológico, la definición podría ser la siguiente: "Vivienda domótica es aquella en la que se integran los distintos aparatos domésticos que tienen la capacidad de comunicarse entre ellos a través de un soporte de comunicaciones, de modo que puedan realizar tareas que hasta ahora venían haciendo de forma manual". (ZIGURAT., 2018)

Es importante destacar que la domótica no son servicios ni productos aislados, si no que todos los integrantes domóticos funcionan y se comunican en una red. Por ejemplo, un sensor de presencia aislado puede servir para abrir una puerta siempre que alguien se acerque, pero si está integrado en una red proporciona información sobre frecuencia de uso, horas punta de entrada, etc., una información muy valiosa para otras aplicaciones y así, no abriría la puerta fuera de horario designado, para evitar la entrada de intrusos, o la mantendría permanentemente abierta en las horas de mayor afluencia al recinto.



Figura 1. Definición teórica de Domótica mediante la disponibilidad de un bus doméstico multimedia. (Junestran Stefan, 2005)

## **C. APLICACIONES DE LA DOMÓTICA PARA EL HOGAR**

### **1. CONFORT.**

La comodidad conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo para mejorar el confort en una infraestructura. Ya sea de forma activa o pasiva. Dependiendo de las necesidades e ideas del usuario. (Vargas Marcos F, Gallego Pulgarín I. S, 2005)

La domótica proporciona una gran cantidad de comodidades en cada una de las áreas del hogar, de manera que es una de las aplicaciones más utilizadas y de mayor impacto en la manera de vivir de una sociedad moderna. Es tan vasta la cantidad de procesos relacionados a la comodidad en los que se puede implementar en ella, tanto así que muchos profesionales tienen el concepto que se utiliza solamente para la comodidad en un hogar y no para otras aplicaciones también importantes. (Vargas Marcos F, Gallego Pulgarín I. S, 2005)

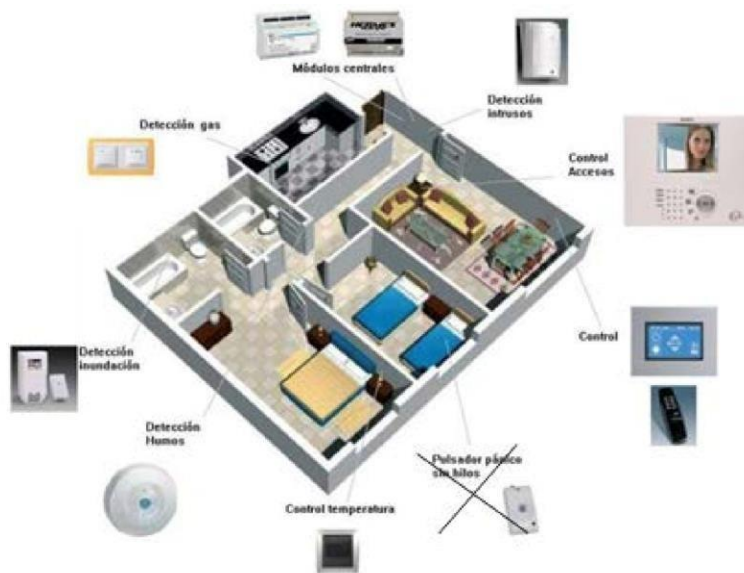
Entre los servicios enfocados a la comodidad que pueden ser controlados de manera automática por la domótica se encuentran los siguientes:

#### a) iluminación:

1. Apagado general de todas las luces de la vivienda.
2. Automatización del apagado y encendido en cada punto de luz.
3. Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente.
4. Control a distancia o automatización de una zona de iluminación.
5. Programación de escenas de simulación antirrobo, para periodos vacacionales donde el dueño no se encuentre en la vivienda.

#### b) Elementos de accesos:

1. Sistema de acceso a puertas.
2. Integración del portero al teléfono.
3. Video portero al televisor.
4. Gestión de persianas, toldos y ventanas.
5. Riego automático
6. Gestión multimedia y del ocio electrónico.



**Figura 1.1 Principales aplicaciones de la domótica**

*Figura 2. Principales aplicaciones de la domótica*

(ZIGURAT., 2018)

## 2. SEGURIDAD.

Otra de las principales características que nos ofrece la automatización y la más conocida por los usuarios es el tema de la seguridad. Esta permite al usuario de una vivienda tener una menor interacción con los aparatos tecnológicos con los que cuenta y se estará obteniendo una mayor seguridad, esto se logra implementando sistemas automatizados como alarmas de incendios, controles de intrusión, y otros. (Rodríguez A., 2014)

En una vivienda, la seguridad es lo más importante para la protección del usuario, debido a los grandes peligros que se presentan a diario principalmente en un entorno como nuestro país. Mediante la domótica aplicada en el campo de la seguridad existen gran variedad de sistemas con los cuales se puede proteger el bienestar tanto del usuario como de la familia y demás personas dentro de casa, además de mantener sus bienes materiales seguros. (Rodríguez A., 2014)

Existen cuatro tipos de niveles de seguridad detallados individualmente en las siguientes secciones:

- a. Protección exterior:
  1. Sensores de movimiento.
  2. Sensores de apertura por contacto.
  3. Sensores de sonido.
  4. Barra de rayos infrarrojos.
- b. Protección interior:

1. Simulador de presencia.
2. Sistema de vigilancia en circuito cerrado.

c. Alarmas técnicas o de detección:

1. Alarma contra incendios.
2. Alarma contra inundaciones,
3. Alarma contra fuga de gas.

d. Protección personal

1. Botón de pánico.
2. Alertas de asistencia.

### **3. COMUNICACIONES.**

Los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el hogar son los que hacen posible el buen funcionamiento de cada uno de los módulos conectados ya que permiten la comunicación externa con la infraestructura, mediante internet, bluetooth o cualquier otro tipo de comunicación remota.(Rodríguez A., 2014)

Estos se pueden controlar por medio de controles con conexión a la red, teleasistencia, informes de consumos y costos, alarmas en tiempo real en cualquier lugar hacia dispositivos conectados. (Rodríguez A., 2014)

## **D. ALCANCE DE LA AUTOMATIZACIÓN**

Dependiendo del alcance de aplicación al estar aplicando automatización se pueden distinguir tres términos que se corresponden con tres sectores distintos:

- Domótica, para el sector doméstico
- Inmótica, para el sector terciario.
- Urbótica, para las ciudades. Como puede ser el control de la iluminación pública, la gestión de semáforos, etc.

## **E. CONCEPTO INMÓTICA**

La palabra domótica se aplica al hogar, por inmótica se entiende la incorporación de sistemas de gestión técnica automatizada a las instalaciones del sector terciario como son las plantas industriales, hoteles, hospitales, aeropuertos, edificios de oficinas, parques tecnológicos, universidades, etc. En los cuales encontramos una serie de instalaciones comunitarias susceptibles de ser gestionadas de forma eficiente. (ZIGURAT., 2018)

Un edificio es inteligente o inmótico si incorpora sistemas de información en todo el edificio y aprovecha la infraestructura de comunicaciones del edificio para conocer el estado del mismo en tiempo real. Debe disponer de controles automatizados, elementos de monitorización, gestión y

mantenimiento de los distintos subsistemas o servicios que componen el edificio. El diseño deberá ser realizado con suficiente flexibilidad como para que sea sencilla y económicamente rentable la implantación de futuros sistemas. (ZIGURAT., 2018)

Gracias a la inmótica se puede lograr un ahorro energético en las instalaciones de una empresa de hasta el 40 por ciento, un ahorro en servicios de mantenimiento porque todo está automatizado. Dotar a unas instalaciones de inmótica contribuye a hacerlas más sostenibles con el medio ambiente, además de ofrecer una atractiva apariencia de modernidad y progreso. (ZIGURAT., 2018)

A continuación se mencionan los subsistemas más habituales que componen un sistema inmótico:

#### **1. SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS.**

- Estos están compuestos por elementos como tarjetas magnéticas personalizadas, RFID (identificación por radiofrecuencia).
- Entre otras funciones está la monitorización del estado de la estancia mediante cámaras y sensores de presencia.
- Almacenar todos los accesos en registros de Bases de Datos.

#### **2. CONTROL DE LA ILUMINACIÓN.**

- Sensores crepusculares exteriores y sensores de iluminación en el exterior y sensores de iluminación en el interior, de manera que en función de la luminosidad del exterior se regule la intensidad de la luz en el interior para mantener un nivel de luminosidad constante.
- Sensores de presencia para encender luces al paso.
- Creación de escenas, para proyección de imágenes, etc.

#### **3. SISTEMA DE SEGURIDAD**

- Sensores de presencia y de intrusión.
- Activación y armado de la alarma tras abandonar las dependencias.
- Aviso en tiempo real por intrusión.

#### **4. ALARMAS TÉCNICAS**

- Alarmas de incendios.
- Supervisión del cuadro eléctrico.
- Atención rápida sin esperar aviso personal.

#### **F. GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA**

Mediante la incorporación de sistemas domóticos, se pueden gestionar inteligentemente la iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, el riego, los electrodomésticos, etc., aprovechando mejor los recursos naturales, utilizando las tarifas horarias de menor coste, y de esta manera reducir la factura energética.



Figura 3. Ahorro de energía.

(ZIGURAT., 2018)

Por ejemplo, un grifo inteligente que regula y elimina el agua transitoria, permite ahorrar hasta un 25 por ciento más de agua que si se utiliza un grifo monomando. Para hacer el estudio de la rentabilidad de una inversión, no solo hay que tener presente los gastos de inversión de la instalación si no también los gastos de explotación serán menores que en una instalación eléctrica convencional.

El periodo de retorno de la inversión en domótica suele ser bastante reducido, gracias sobre todo a los ahorros energéticos que se consiguen. Así, una vez el cliente haya conseguido el retorno de la inversión los ahorros económicos serán considerables.

## G. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DOMÓTICO

Un sistema domótico puede ser constituido de una cantidad específica de redes, estas pueden ser tanto de control como de comunicación, que se pueden encontrar en el interior o exterior de la vivienda. Gracias a la integración de los servicios de comunicación, un sistema domótico puede ser controlado desde cualquier parte del mundo.

Los elementos principales de un sistema domótico son: el controlador, actuador, sensor, bus, interface (ZIGURAT., 2018).

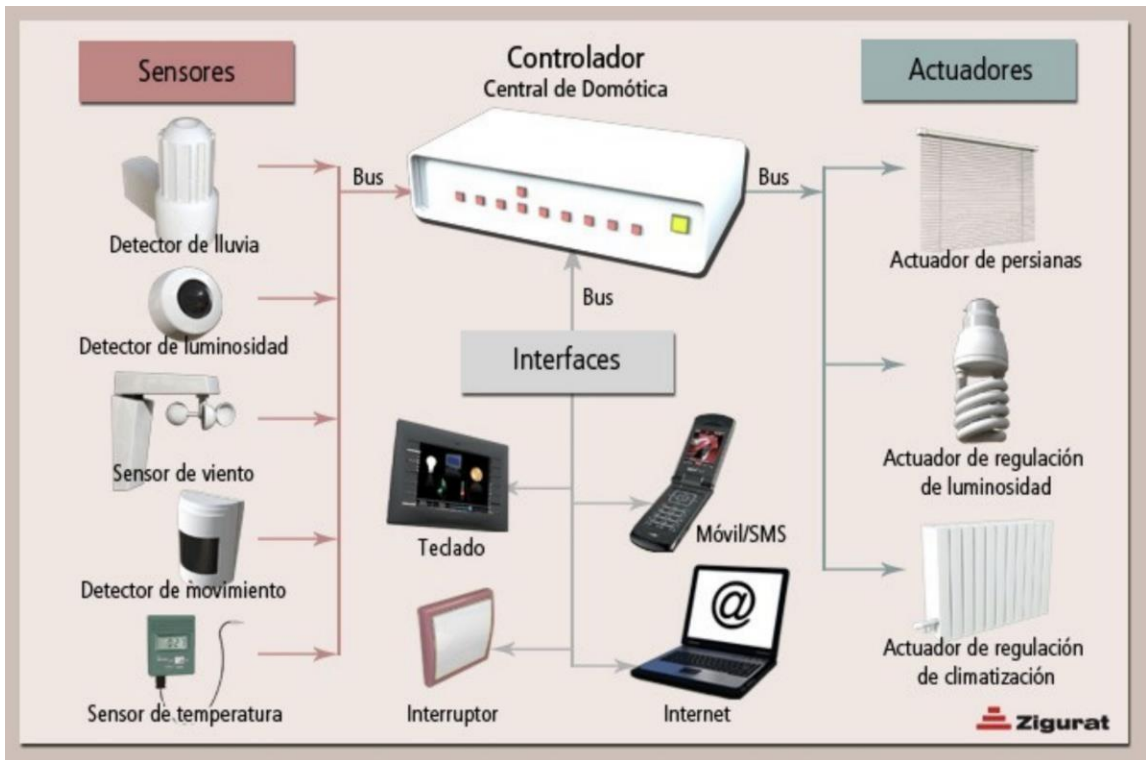


Figura 4. Dispositivos de un sistema domótico.

(ZIGURAT., 2018)

## 1. CONTROLADOR

El controlador es la central que gestiona el sistema en instalaciones centralizadas. En este reside toda la inteligencia del sistema y suele tener los interfaces de usuario necesarios para presentar la información a este (pantalla, teclado, monitor, etc.). (Calloni, 2010)

La funcionalidad que ofrece un controlador puede variar enormemente, desde un termostato para un sistema de aire acondicionado, hasta sofisticados sistemas basados en escenarios que regulan de una manera coordinada todos los elementos de la vivienda, en base a los valores de multitud de variables: Temperatura, humedad, luminosidad, ruido ambiente...

Se pueden clasificar en tres tipos a nivel tecnológico:

### a. Cableados:

Todos los sensores y actuadores (sirenas, etc.), están cableados a la central, la cual es el controlador principal de todo el sistema. Éste tiene normalmente una batería de respaldo, para en caso de fallo del suministro eléctrico, poder alimentar a todos sus sensores y actuadores y así seguir funcionando normalmente por unas horas. (ZIGURAT., 2018)

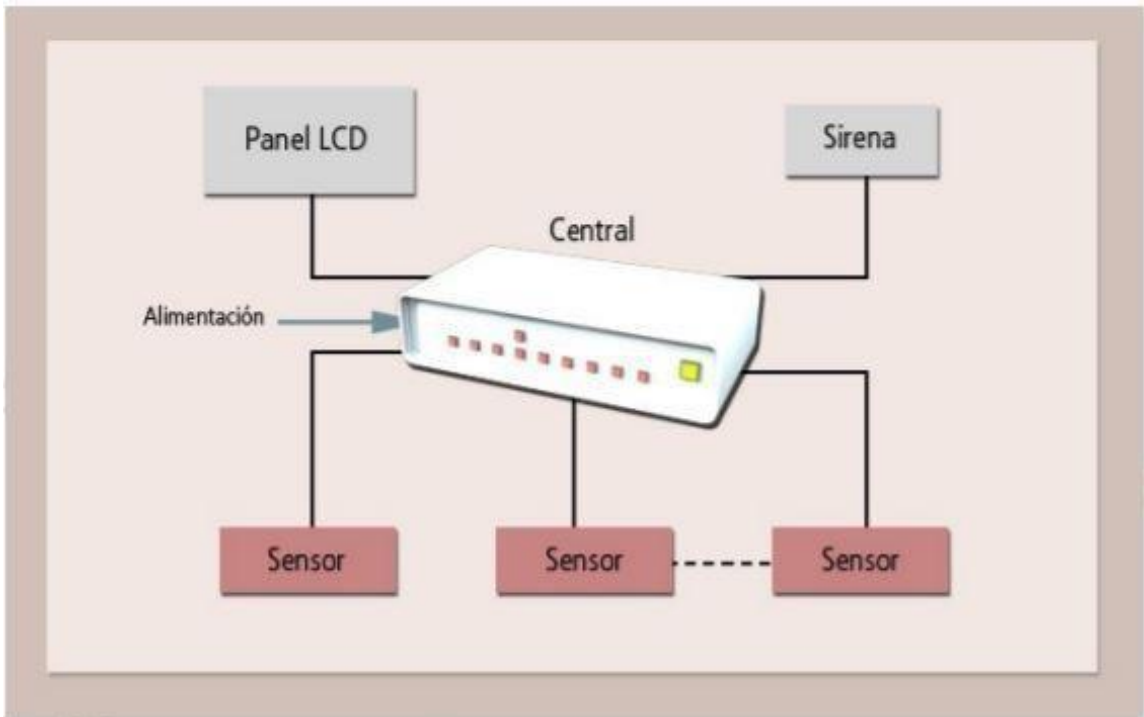


Figura 5. Ejemplo controlador cableado.

(ZIGURAT., 2018)

A continuación, se encuentran descritos a profundidad los dos controladores más acordes con la finalidad del trabajo, además de dos controladores adicionales para proveer la mayor cantidad de información que se pueda a la hora de realizar la propuesta domótica.

b. Eedomus Plus.

El eedomus plus tiene una interfaz amigable y en perfecto español, también recibe frecuentes actualizaciones que le añaden nuevas funcionalidades. Tiene varios puertos USB con los que se puede añadir Dongle o Stick USB para que sea compatible con otros protocolos. Este es compatible con Amazon Alexa, Google Home y Apple Homekit. (Domoconnect, 2020)

Si el usuario ya cuenta con alguno de estos servicios se recomienda este dispositivo ya que no generará ningún problema para emparejar dispositivos y hacer uso del asistente de voz. Además, el eedomus+ es lo mejor para controlar una red "Z-Wave+", más adelante se explicará la diferencia de redes, los dispositivos son fáciles de emparejar y funcionan como repetidores entre sí por lo que la distancia con el controlador nunca será un problema.



*Figura 6.* Ilustración de controlador eedomus+.

(Domoconnect, 2020)

c. Vera Plus.

A diferencia del eedomus+, si se desea que la red domótica tenga como base el protocolo Zigbee (del cual se habla en el siguiente capítulo). La opción más conveniente es el equipo Vera Plus. Este funciona sin necesidad de añadir ningún componente externo.

Este se sincroniza con dispositivos en Bluetooth. Las conexiones funcionarán sin ningún problema, con una configuración visual fácil e intuitiva, es una muy buena opción,



*Figura 7.* Ilustración del controlador Vera Plus.

(Domoconnect, 2020)

d. Vera Edge.

Se menciona este controlador como referencia para la tabla que se verá a continuación para que el usuario tenga más opciones de las cuales disponer al momento de decidir cual satisface sus necesidades.



*Figura 8.* Ilustración de controlador Vera Edge.

(Domoconnect, 2020)

e. Home Center Lite.

Este controlador aunque sea el más caro de los que se mencionan podemos ver que existen otros con funcionalidades que permiten el fácil acceso a distintas aplicaciones de distintos desarrolladores.



Figura 9. Ilustración de controlador Home Center Lite.

(Domoconnect, 2020)

f. Comparativa entre controladores.

A continuación se muestra un cuadro comparativo de los controladores disponibles en el mercado y algunas de sus características más importantes que nos ayudarán a escoger cuál se adecua más a las necesidades de los guatemaltecos que desean comenzar con Domótica.

Modelo	cedomus+	Vera Plus	Vera Edge	HomeCenter Lite
Fabricante	Connected Object	Vera Control LTD	Vera Control LTD	Fibaro
Protocolo abierto	Si	Si	Si	Si
Servicio en la nube	Si	Si	Si	Si
Consumo	2W	2W	2W	2.5W
Alimentación	5 VDC 2A (externa)	12V/1.5A (externa)	12V/1A (externa)	9-12 VDC
Procesador	ARM Cortex 1Ghz	880MHz MIPS	600MHz MIPS	ARM Cortex 720Mhz
RAM	512 Mb	256 Mb	128 Mb	128 Mb
Rango Exterior	> 50m	< 50m	> 50m	> 50m
Rango Interior	> 30m	< 50m	> 30m	> 30m
Alarma	Si	Si	Si	Si
Video Vigilancia	Si	Si	Si	Si
Geolocalización	Si	No	No	Si
En español	Si	No	No	Si
Aplicación iOS	Si	Si	Si	Si
Aplicación Android	Si	Si	Si	Si
Wifi	No	Si	Si	Si
Z-Wave+	Si	Si	Si	Si
Zigbee	Si	Si	No	No

Cuadro 1

Cuadro descriptivo y comparativo de los distintos controladores no propio extraído de fuente (Domoconnect, 2020)

## 2. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

a. ZIGBEE.

La alianza Zigbee es un ecosistema internacional de compañías (Motorola, Philips, Samsung, Honeywell y Siemens entre otras) cuyo objetivo es habilitar redes inalámbricas con capacidades

de control y monitoreo que sean confiables, de bajo consumo de energía y de bajo costo; todo basado en un estándar público global que permita a los fabricantes alrededor del mundo crear productos que sean compatibles entre ellos. Una de las tareas más importantes de la alianza es definir el conjunto de protocolos que habilitarán la comunicación entre los dispositivos, y es a esta definición de protocolos a la que se le conoce como Zigbee. En otras palabras: ZigBee es un protocolo de comunicaciones inalámbricas basado en el estándar para redes inalámbricas de área personal (WPANs).

Zigbee es una tecnología inalámbrica que opera en las bandas libres ISM (Industrial, Scientific and Medical) de 2,4 GHz, 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EEUU). Tiene una velocidad de transmisión de 250 Kbps y un rango de cobertura de 10 a 75 metros. A pesar de coexistir en la misma frecuencia con otro tipo de redes como WiFi o Bluetooth su desempeño no se ve afectado, esto es debido a su baja tasa de transmisión y, a características propias del estándar IEEE Como se puede apreciar en la Figura 1, Zigbee cubre un área en la que otras tecnologías no desempeñan un buen papel, ya que fueron diseñadas a partir de diferentes requerimientos. Como es el caso de UWB (Ultra Wide Band) alta velocidad de transmisión sin importar el poco alcance, o bien el caso de las redes celulares donde el alcance es lo que más importa. El mismo Bluetooth que se compara constantemente con Zigbee tiene diferentes capacidades en cuanto a velocidad de transmisión y rango de cobertura.

Zigbee se caracteriza por la capacidad de operar redes de gran densidad, situación que ayuda a aumentar la confiabilidad de la comunicación, ya que entre más nodos existan dentro una red, mayor número de rutas alternas existen para garantizar que un paquete llegue a su destino. Cada red Zigbee tiene un identificador de red único, lo que permite que coexistan varias redes en un mismo canal de comunicación sin problema alguno. Teóricamente pueden existir hasta 16,000 diferentes redes en un mismo canal y cada red puede estar constituida por hasta 65,000 nodos, obviamente estos límites se ven truncados por algunas restricciones físicas (memoria disponible, ancho de banda). Por otra parte, Zigbee también delimita las características de la red y esto lo hace en función del área de aplicación en la que se utilice. Es también un protocolo de comunicación multi-salto, esto quiere decir que existe comunicación entre dos nodos aun cuando estén fuera del rango de transmisión, siempre y cuando existan otros nodos intermedios que los interconecten. Esta propiedad incrementa significativamente el área de cobertura de la red. Una de las características de mayor valor de Zigbee es su topología de malla (MESH), que permite a la red auto recuperarse de problemas en la comunicación aumentando su confiabilidad. (Christian, 2019)

Zigbee define tres tipos de dispositivos diferentes:

- Coordinador: es el dispositivo que inicia una red, y forma la raíz de esta. Es capaz de almacenar información de su red, y puede actuar como “centro de confianza” al almacenar y administrar las llaves de seguridad. Solamente puede haber un coordinador por red.
- Ruteador: además de ejecutar alguna función aplicativa, un ruteador puede funcionar como intermediario, sirviendo como puente de datos hacia otros dispositivos.
- Dispositivo final: contiene solamente la funcionalidad necesaria para hablar con su nodo padre; no puede pasar datos a otros dispositivos. Por lo general este tipo de dispositivo mantiene desactivado el radio transmisor la mayor parte del tiempo, con la finalidad de consumir la menor cantidad de energía posible y así obtener una larga vida de las baterías, lo cual es uno de los principales beneficios de Zigbee.

En cuanto a seguridad se refiere, se utiliza el estándar estadounidense AES128 para cifrado y

autenticación de los paquetes que viajan por el aire.



Figura 10. Áreas que abarca Zigbee.

(Domoconnect, 2020)

Arquitectura: Zigbee es una pila (stack) de protocolos, que semejante al modelo de referencia OSI está constituido por diferentes capas independientes una de otra, y cada una de ellas cumple funciones específicas. La Figura 2 ilustra las diferentes capas que conforman la pila.

- La capa de más bajo nivel es la capa física, que en conjunto con la capa de acceso al medio, brindan los servicios de transmisión de datos por el aire, punto a punto. Estas dos capas están descritas por el estándar IEEE 802.15.4.
- La siguiente es la capa de red, la cual brinda los métodos necesarios para: iniciar la red, unirse a la red, enrutar paquetes dirigidos a otros nodos en la red (el algoritmo de enrutamiento de malla está basado en el protocolo Ad Hoc On-Demand Vector Routing – AODV), proporcionar los medios para garantizar la entrega de paquete al destinatario final, filtrar paquetes recibidos, cifrarlos y autenticarlos.
- La siguiente capa es la de soporte a la aplicación que es la responsable de mantener el rol que el nodo juega en la red, filtrar paquetes a nivel de aplicación, mantener la relación de grupos y dispositivos con los que la aplicación interactúa y simplificar el envío de datos a los diferentes nodos de la red. En el nivel conceptual más alto, se encuentra la capa de aplicación que no es otra cosa que la aplicación misma. (Christian, 2019)

Cada capa se comunica con sus capas subyacentes a través de una interfase de datos y otra de control, las capas superiores solicitan servicios a las capas inferiores y las inferiores reportan resultados a las superiores. Además de las capas mencionadas, a la arquitectura se integran otro par de módulos que realizan tareas específicas: el módulo de seguridad que es quien provee los servicios para cifrar y autenticar los paquetes, y el módulo de administración del dispositivo Zigbee, que es quien se encarga de administrar los recursos de red del dispositivo local, además de proporcionar a la aplicación funciones de administración remota de la red.

Áreas de Aplicación: El mercado para las redes Zigbee comprende una amplia variedad de aplicaciones que sería imposible enumerar en unos cuantos párrafos. Cada vez que platico con alguien sobre este tema terminamos la conversación con un nuevo escenario de aplicación,

algunos quizás un tanto ficticios pero la mayoría completamente realizables. El detalle está en encontrar quien financie el desarrollo. Actualmente cerca de 300 compañías se han integrado a la alianza Zigbee; un gran número de ellas se encuentran desarrollando productos que van desde electrodomésticos hasta teléfonos celulares, impulsando el área que les interesa respectivamente. En la Figura 3 se presentan los grupos más dominantes de aplicaciones que están en la mira de Zigbee.

Hay que recordar que Zigbee está diseñado para aplicaciones que transmiten unos cuantos bytes esporádicamente, que es el caso de una aplicación para automatizar el hogar. Al usar esta tecnología no tendrías que cablear los interruptores y los podrías cambiar de lugar sin problema alguno, sin contar que podrías apagar o prender las luces de tu casa a través de Internet o utilizando tu teléfono celular cuando estás de vacaciones.(Christian, 2019)

Otra de las aplicaciones que ha tomado fuerza, es la de los sistemas de medición avanzada, medidores de agua, luz y gas que forman parte de una red con otros dispositivos como displays ubicados dentro de las casas, que pueden monitorear el consumo de energía y no sólo eso, sino que también pueden interactuar con electrodomésticos o cualquier otro sistema eléctrico como bombas de agua o calefacción, con la finalidad de aprovechar mejor la energía. Zigbee goza de un importante respaldo para la gestión energética y para las soluciones de consumo eficiente por parte de la industria de los servicios públicos; y por parte de los patrocinadores de las redes energéticas inteligentes en varios países.

Otra área de aplicación prometedora es el rastreo de bienes, también está en la lista la identificación vehicular, nodos ubicados en vehículos que permiten identificar al vehículo a distancia y descargar información que ha recopilado por un periodo de tiempo determinado. Este tipo de escenarios se encuentran al alcance de la tecnología actual. Las anteriores son sólo algunas de las múltiples aplicaciones que se le pueden dar a las redes en cuestión. (Christian, 2019)



Figura 11. Áreas cubiertas por el protocolo Zigbee

(Christian, 2019)

b. Z-Wave.

Con una lista impresionante de más de 3.000 dispositivos domésticos inteligentes disponibles, el protocolo Z-Wave es una de las opciones más utilizadas en los mercados actuales de automatización y seguridad del hogar debido a su rango superior. Z-Wave es completamente inalámbrico y funciona con una frecuencia de radio baja, lo que significa que no interferirá con las señales de Wi-Fi, los teléfonos portátiles y los hornos microondas. Z-Wave crea una red de malla que permite que las señales salten de un dispositivo a otro, y cada red puede admitir hasta 232 dispositivos. Estos incluyen enchufes inteligentes, sensores de puertas y ventanas, cerraduras de puertas, abrepuertas de garaje, termostatos y más.

Z-Wave es un protocolo de comunicaciones inalámbricas, desarrollado especialmente para la domótica. Es una red de malla, que utiliza ondas de radio de baja energía en una frecuencia de 800-900 MHz. Está diseñado para asegurar una transmisión fiable y de baja latencia de pequeños paquetes de datos. Otra característica importante de este protocolo es la interoperabilidad; esto significa que los dispositivos certificados Z-Wave son siempre compatibles entre sí. (Domoticalia, 2019)

El protocolo de comunicación Z-Wave utiliza La red de malla (mesh) es una red en la que todos los nodos están conectados directa y no jerárquicamente a tantos otros nodos como sea posible. Estos nodos cooperan entre sí para transmitir datos eficientemente desde y hacia diferentes clientes.

En una red Z-Wave, cada dispositivo representa un nodo, y cada dispositivo está conectado a todos los demás dispositivos a su alcance. Esta configuración tiene dos ventajas principales:

- No es necesaria la conexión a través de una pasarela – en una red WiFi, cada dispositivo tiene que conectarse primero a un dispositivo común (normalmente el router) para obtener acceso a la red. En una red Z-Wave, un nuevo dispositivo se conecta directamente a otros dispositivos y obtiene acceso instantáneo a la red.
- Alcance – Los dispositivos Z-Wave tienen un alcance de unos 30 metros (incluso más con versiones más recientes), pero el alcance de toda la red Z-Wave es mucho más amplio. Este protocolo incluye saltó de información de nodo a nodo hasta cuatro veces. Esto permite la comunicación entre dos dispositivos, que de otro modo estarían fuera del alcance del otro. Estas propiedades distinguen a Z-Wave de otros protocolos de comunicación más utilizados, como WiFi, y la hacen más apropiada para su uso con aplicaciones de control y sensores.

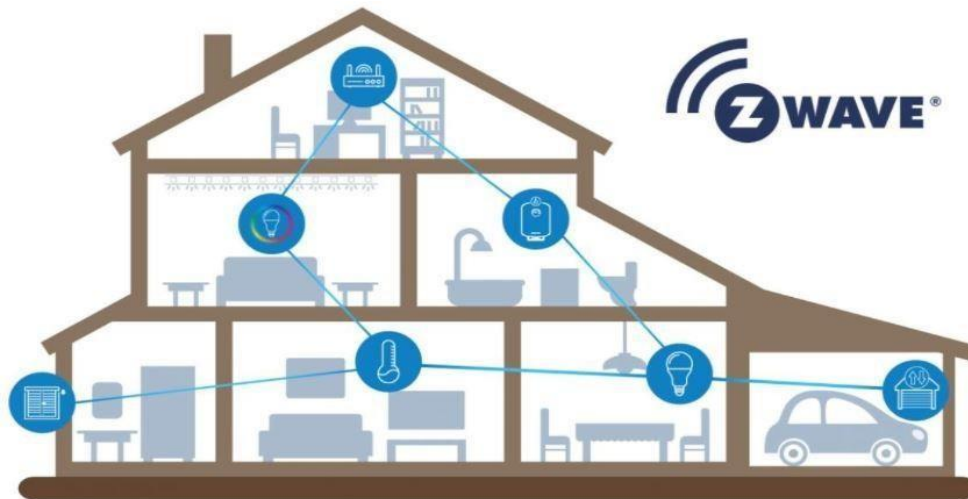


Figura 12. Red de malla en Zwave

(Domoticalia, 2019)

c. Protocolos KNX, X10 Y LonWorks.

A continuación se presentan las ventajas y desventajas resumidas de los protocolos KNX, X10 Y LonWorks, los cuales ya llevan tiempo en el mercado y tienden a ser más robustos por lo que no es recomendable aplicarlos en una vivienda si se quiere comenzar a utilizar domótica.

X10 (VENTAJAS): -El más extendido -Aprovecha la red eléctrica -El montaje se puede hacer posterior a la construcción de la casa -No se necesitan altos conocimientos para montarlo

X10 (DESVENTAJAS): -Solo permite conectar 256 dispositivos -No se pueden enviar comandos de alto nivel de abstracción -Velocidad de transmisión baja -No es recomendable para superficies de más de 100 m<sup>2</sup>

LONWORKS(VENTAJAS): -Robusta y fiable -Ideal para entornos industriales -Gran variedad de medios de transmisión -Mayor rango de aplicaciones -Mayor velocidad de transmisión -Protocolo seguro -Buen autoinstalador pero es mejor que el EIB porque utiliza el mismo protocolo para instalar que para mantener o configurar. -La herramienta de desarrollo (NodeBuilder) tiene tiempos de desarrollo más cortos aunque la variedad de dispositivos sea mayor. -Bueno en lo relacionado con el mundo de internet

LONWORKS(DESVENTAJAS): -Utiliza un bus de cuatro hilos -Poco estandarizado -Problemas con comunicaciones Wireless -Dificultad de integrar soluciones de otros fabricantes -Más introducida en el mercado estadounidense -Peor diseño en los productos

KNX (VENTAJAS): -Permite integrar soluciones de otros fabricantes -Gran variedad de medios de transmisión -Gran velocidad de transmisión pero menor al LONWORKS -Mejor diseño en los productos -Bueno en lo relacionado con el mundo de internet -No centralizada, desde cada punto se puede controlar la red completa

KNX (DESVENTAJAS): -Se necesita instalarlo en la etapa de construcción de la casa  
 -Protocolode baja seguridad -Peor herramienta de desarrollo que el LONWORKS.

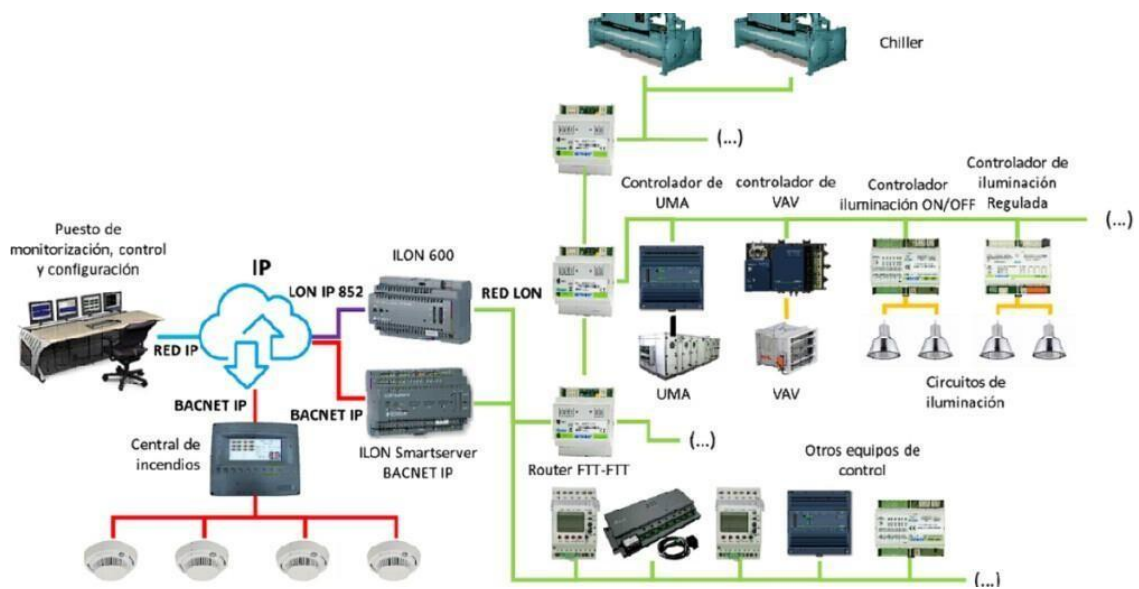


Figura 13. Diagrama de funcionamiento de protocolo LonWorks.

(Domoticalia, 2019)

### 3. ACTUADORES

Los actuadores son instrumentos que reciben las órdenes que la unidad de control les envía, y las interpretan transformándolas en acciones físicas (corte de suministro del agua, bajada de persianas, etc.) A continuación se detallan los más habituales en las instalaciones domóticas: (ZIGURAT., 2018)

Algunos enchufes cuentan con soporte nativo para una marca particular de productos para el hogar inteligente, mientras que otros pueden interactuar con casi cualquier cosa a través de IFTTT. Hemos anotado qué funciones son compatibles con cada enchufe en la tabla a continuación para ayudar a determinar cuál se adapta mejor a sus necesidades.

#### a. Motores.

En los ámbitos de la domótica y la inmótica, los motores forman parte como accionamiento lineal o rotatorio de algún tipo de equipo con el que gobernar las múltiples instalaciones, cubriendo determinadas funcionalidades: climatización, bombeo, apertura y cierre de portones, persianas, cortinas y toldos, sistemas de elevación, ventilación, etc. (ZIGURAT., 2018)

#### b. Avisadores acústicos.

Generalmente están asociados a sistemas de alarmas, para alertar de eventos y conseguir que los responsables atiendan el suceso. Sin embargo, la utilización de este tipo de señales también puede cubrir en ocasiones funciones de aviso horario, presencia de visitas, llamadas telefónicas, u otro tipo de eventualidades. (ZIGURAT., 2018)

c. Electroválvulas.

En el entorno de la domótica y la inmótica, estos elementos son habituales para permitir el corte o suministro de fluido (gas, agua, gasolina, etc.) a las diversas instalaciones y equipos que los utilizan como agua potable, agua caliente sanitaria, calefacción, riego, piscinas y electrodomésticos. (ZIGURAT., 2018)

En pocas palabras estas válvulas domóticas son actuadores de corte mecánico que se sitúan sobre la llave de cierre de suministro con el fin de poder cerrar ésta ante detecciones de escape.

d. Cerraduras eléctricas.

Este tipo de actuadores se utilizan para facilitar el acceso a viviendas y edificios en combinación con otros elementos para el control de accesos que identifican al usuario o simplemente detectan o avisan de la intención de entrar.



Figura 14. Ejemplo de cerradura eléctrica.

(ZIGURAT., 2018)

#### 4. SENSOR

Es el dispositivo que monitoriza el entorno captando información que transmite al sistema (sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.) (ZIGURAT., 2018)

Los sensores son dispositivos formados por células sensibles que detectan variaciones en una magnitud física y las convierten en señales útiles para un sistema de medida o control. Son los elementos físicos que transmiten una señal al sistema cuando hay una variación de algún parámetro. Se podría decir que estos son los "sentidos" de un hogar, a través de ellos podemos percibir si hay alguien en una habitación, si hay humo en la casa, etc.

A continuación se describen los más habituales:

a. Sensor crepuscular:

El sensor crepuscular mide la intensidad de la luz ambiente y envía una señal cuando esta es inferior a una luminosidad patrón previamente marcada. En un sensor crepuscular configurado por ejemplo a 50 lux, cuando la luminosidad baje de 50 (es decir si se "hace de noche") se cierra el circuito y de la misma forma cuando la luminosidad supere los 50 luxes el circuito se abre y desactiva la señal. (ZIGURAT., 2018)



*Figura 15.* Ejemplo de sensor crepuscular.

(ZIGURAT., 2018)

b. Detector de presencia:

El detector de presencia (PIR), PASIVO INFRA-ROJO, reacciona sólo ante determinadas fuentes de energías tales como el cuerpo humano. Estos captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor. (ZIGURAT., 2018)

Cuando un sensor de presencia se activa (ej: una persona pasa cerca de su radio de acción), se cierra el circuito y envía una señal al sistema domótico que esté conectado.



*Figura 16.* Ejemplo de sensor de presencia.

(ZIGURAT., 2018)

Utilidades: Muy útil tanto para la detección de intrusión (seguridad) como para el automatismo en luces (confort y ahorro energético). El ahorro energético que nos proporciona este tipo de instalaciones se hace palpable desde el primer momento.(ZIGURAT., 2018)

c. Contacto magnético perimetral:

Los contactos magnéticos producen una señal (abren o cierran un circuito) cuando se alejan uno del otro, debido a que el campo magnético varía, y envían la señal al circuito al que están conectados. Cuando un contacto magnético se activa (ej: se abre una ventana), se abre el circuito y envía una señal al sistema domótico al que esté conectado.(ZIGURAT., 2018)



*Figura 17.* Ejemplo contacto magnético perimetral.

(ZIGURAT., 2018)

Utilidades: Es muy útil tanto para la detección de intrusión perimetral (seguridad independiente de los sensores PIR o complementaria a los mismos) y control de climatización (desactivar una zona si la ventana/puerta está abierta). (ZIGURAT., 2018)

El ahorro energético que proporciona este tipo de instalaciones sobre todo como apoyo al control de la climatización de la zona. (ZIGURAT., 2018)

d. Detector de humos.

El detector de humos es un dispositivo que detecta la presencia de humo en el aire y emite una señal que podemos llevar al módulo de control domótico y mediante la programación adecuada lanzar las salidas correspondientes: activar una señal acústica (sirena) avisando del peligro de incendio, emitir un aviso telefónico a una central de alarmas, poner en marcha el sistema de extinción, de manera aislada o combinada. (ZIGURAT., 2018)



*Figura 18.* Ejemplo detector de humos.

(ZIGURAT., 2018)

Según el método de detección que usan pueden ser de dos tipos: Ópticos o Iónicos, aunque algunos usen los dos mecanismos para aumentar su eficacia.

Utilidades: La utilidad principal es la de aviso de incendio, la señal que emite cuando se activa puede ser tratada posteriormente por un sistema domótico que active una sirena, emita un aviso telefónico al particular y a una central de alarmas e incluso puede activar sistema contra incendios como lo son extintores automáticos o rociadores. (ZIGURAT., 2018)

e. Detector de inundación.

Un detector de inundación es un dispositivo que detecta las fugas de agua (por ejemplo un grifo mal cerrado en el baño), empleando para ello una sonda de nivel. El detector analiza la señal procedente de la sonda y este, en caso de inundación, emite una señal al sistema domótico, que mediante la programación adecuada lanzará las salidas correspondientes: cortar el suministro de agua cerrando electroválvulas de paso de agua, enviar avisos a sirenas, emitir aviso telefónico a una central de alarmas. (ZIGURAT., 2018)



*Figura 19.* Ejemplo sensor de inundación.

(ZIGURAT., 2018)

Utilidades: Es un elemento más del sistema de seguridad de la vivienda (junto al de incendios, intrusión y fugas de combustibles). Integrado en un sistema domótico y usando como complementos una válvula de corte de agua y una sirena, se puede actuar sobre la señal que envía cuando detecta inundación cerrando el paso de la electroválvula y enviando las respuestas. (ZIGURAT., 2018)

## **5. INTERFASE.**

Se refiere a los dispositivos (pantallas, celular, internet, conectores) y los formatos (binario, audio) en que se muestra la información del sistema para los usuarios (u otros sistemas) y donde los mismos pueden interactuar con el sistema.

## **H. NORMATIVAS EN OTROS PAÍSES**

Con la evolución y la demanda de la domótica surgieron reglamentos a aplicar de forma obligatoria, algunos de ellos son:

### **1. REBT.**

El primer reglamento europeo en el que se indica cómo deben realizarse correctamente las instalaciones es el reglamento de baja tensión fue aprobado por el RD 842/2002. (ZIGU-RAT., 2018)

En este reglamento se encuentran las siguientes instrucciones:

- a. ITC-BT-03. Instaladores autorizados en baja tensión.
- b. ITC-BT-51. Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.
- c. ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.

### **2. CTE.**

El documento básico HE de ahorro de energía aprobado por el RD 314/2006 su objetivo es el uso racional de la energía y fomentar las energías renovables, como a la vez exigir lo básico en la calidad de los edificios y sus instalaciones. Es de uso obligatorio para todos los proyectos desde que entró en vigor, este va acompañado de la orden FOM/588/2017 y el RD 235/2013 los cuales son obligatorios para la obtención de la calificación energética de cualquier edificio o vivienda ya sea nueva construcción o ya construida. (ZIGURAT., 2018)

### **3. TELECOMUNICACIONES.**

RD 346/2011 es el reglamento regulador, su objetivo principal es el uso racional de la energía y fomentar las energías renovables, al mismo tiempo que exigir lo básico en la calidad de los edificios y sus instalaciones de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones. (ZIGURAT., 2018)

### **4. GAS.**

RD 919/2006 es el reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11. (ZIGURAT., 2018)

### **5. UNE.**

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de seguridad y compatibilidad electromagnética que le sean de aplicación, de acuerdo a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la directiva de baja tensión 72/23/CEE y la directiva de compatibilidad electromagnética 2004/1008/CE. La norma UNE-EN 50090-2-2:1998 está en la lista de normas armonizadas que otorgan presunción de conformidad con los requisitos esenciales establecidos en la directiva de compatibilidad electromagnética y de seguridad que son aplicables a componentes y subsistemas de la red de control del sistema domótico. (ZIGURAT., 2018)

## **6. Certificación voluntaria.**

Norma AENOR EA0026:2006 “Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas, prescripciones generales de instalación y evaluación”. Esta norma es voluntaria, define el tipo de documentación que debe constar en una instalación domótica, para el correcto proceso de implantación. También permite certificar instalaciones domóticas de forma que se garantice la solvencia técnica de los profesionales y de un adecuado proceso de implantación, mantenimiento y trazabilidad del sistema domótico instalado (ZIGURAT., 2018).

### **I. DATOS TÉCNICOS**

Los datos técnicos que más se registran en las instalaciones domóticas e inmóticas son:

#### **1. Iluminación.**

##### **a. Tipo de luminarias distribuidas en la vivienda.**

- Número de punto de luz (en base al plano de ubicación).
- Tipos de luminarias a instalar.
- Cambio en consumo energético.

(ZIGURAT., 2018)

#### **2. Climatización.**

Distribución de canales en actuadores de climatización.

##### **a. Canales ocupados.**

##### **b. Tipo de actuador.**

##### **c. Ubicación del termostato.**

(ZIGURAT., 2018)

#### **3. Persianas.**

Distribución de canales en actuadores de persianas.

##### **a. Canales ocupados.**

##### **b. Tipo de actuador.**

##### **c. Número de persianas.**

##### **d. Ubicación**

(ZIGURAT., 2018)

#### **4. Seguridad.**

5. Distribución de canales en actuadores para el corte de suministro de agua y gas.
  - a. Lugar de detección.
  - b. Suministro.
  - c. Canales ocupados.
  - d. Tipo de actuador. (ZIGURAT., 2018)

## **VII. METODOLOGÍA**

Para comenzar el trabajo se procede a modelar una vivienda de ejemplo de 350 mts<sup>2</sup> de construcción ubicada en la ciudad de Guatemala. Se investigará acerca de sistemas domóticos para viviendas y cómo aplicarlos, a partir de este conocimiento adquirido, se propondrán los dispositivos que se cree más apropiados tanto en iluminación, seguridad, comunicaciones, etc. Para presentar un sistema domótico que pueda funcionar tanto de manera analógica y digital. Con la finalidad de que la automatización de sistemas permite gestionar de mejor manera los recursos de la vivienda.

Refiriéndose a que el usuario podrá seguir encendiendo y apagando, por ejemplo, sus luminarias tanto desde su teléfono celular como desde los apagadores previamente existentes en la vivienda.

A continuación, se describe el proceso que se llevó a cabo para los archivos finales necesarios para presentar los resultados.

### **A. DIGITALIZADO DE PLANOS**

REVIT© permitió que se modelará una vivienda ubicada actualmente en la ciudad de Guatemala, no se entra mucho en detalle de los pasos a seguir en cuanto a modelar una vivienda en el software ya que este no es el fin del trabajo, de igual manera se incluyen algunos planos y vistas arquitectónicas de la vivienda para poner en contexto a los lectores de la distribución de áreas, cableado actual, equipos actuales y sus reemplazos.

### **B. LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS EXISTENTES**

Se procede a ubicar los dispositivos actualmente instalados en la vivienda enumerándolos y en un cuadro se resalta la siguiente información: foto de referencia, carga aparente, ubicación en la vivienda, cantidad, descripción. Con esto se obtendrá el consumo actual que está teniendo la vivienda solo por luminarias y tomacorrientes. Además de analizar las condiciones actuales de la vivienda y a partir de eso proponer dispositivos que conformen el sistema domótico.

### **C. DISPOSITIVOS PROPUESTOS PARA SOLUCIÓN**

Se proponen los dispositivos para el reemplazo dentro de la vivienda los cuales tendrán las características domóticas que se buscan con la finalidad de tener todo centralizado ya sea por medio del

celular o interfaz que permita administrar estos dispositivos de la manera más sencilla.

Se definen niveles de instalación, estos expresan el tipo de instalación que se requiere para el reemplazo, según la dificultad o necesidad de un técnico para lograrlo.

## VIII. ANÁLISIS DE DISCUSIÓN Y RESULTADOS

### A. DIGITALIZADO DE PLANOS

Se modeló toda la vivienda de manera que se acercara lo más posible a la realidad que se está analizando. Esto con el fin de poder mostrar los cableados necesarios que se deben agregar para obtener información como longitudes de cable para nuevas instalaciones eléctricas, agregados, cantidad, etc.

A continuación se muestran los planos arquitectónicos por áreas y las vistas isométricas de ambas plantas. Se adjuntan en el apartado de anexos todos los planos arquitectónicos.



*Figura 20.* Vista isométrica planta baja.



*Figura 21.* Vista isométrica planta alta.



*Figura 22.* Vista posterior de la vivienda.



*Figura 23.* Vista frontal de la vivienda.



Figura 24. Plano de distribución de áreas planta baja.

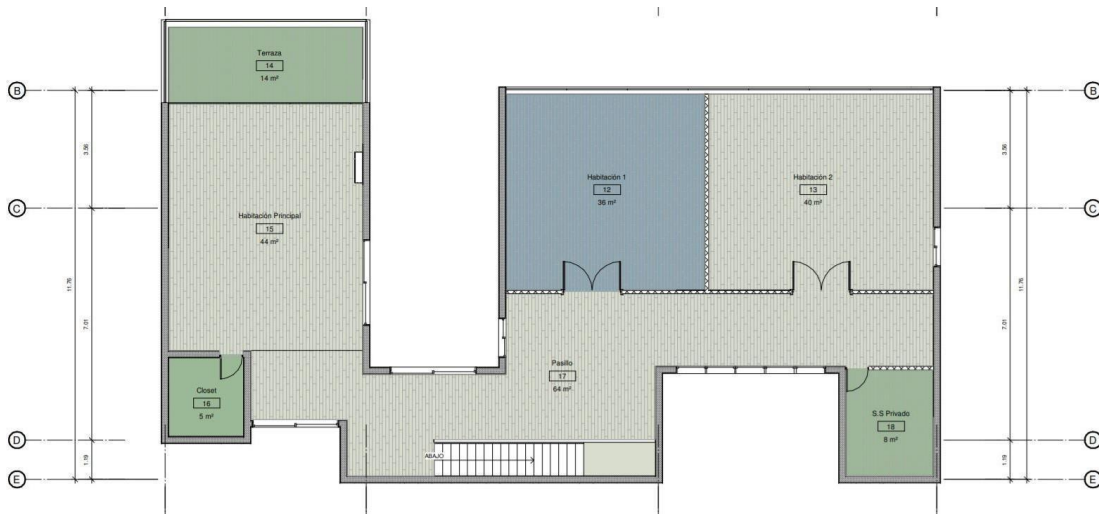


Figura 25. Plano de distribución de áreas planta alta.

## B. LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS EXISTENTES

### 1. CONTROLADOR.

La vivienda analizada no posee ningún tipo de controlador domótico. Por lo que se prosigue en ubicar otros dispositivos.

### 2. ACTUADORES.

Se ubican los dispositivos eléctricos instalados dentro de la vivienda analizada tanto luminarias como enchufes. En las siguientes Figuras de una tabla indican los equipos que se estarán actualizando además de el ambiente donde se encuentra, imagen, cantidad y consumo aparente de cada una.

Se puede observar a partir del Cuadro No.2 hasta el Cuadro No. 6 los equipos se dividieron en dos grupos, luminarias para todas aquellas lámparas dentro de la vivienda se denominaron L\*, a los tomacorrientes se les denominó T\* ambos seguidos de su numeración.

Además del proceso de localización de dispositivos existentes, se realizó una observación de las condiciones actuales de instalaciones eléctricas, esto con el fin de poder determinar qué tipo de actualización se propondrá en el siguiente paso.

Ambiente	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del foco	Carga Aparente (en W)
Cuarto Principal	1		ECO MAX COLGANTE MADERA	7,00
Baño Principal	3		LÁMPARA 3 FOCOS ACERO INOX	9,00
Ducha Principal	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	15,00
Walk-In Principal	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	15,00
Estudio	4		LÁMPARA ESTUDIO COLOR AZUL Y AMARILLO	20,00
Pasillo Estudio	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	17,00

Figura 26. Tabla de luminarias actuales junto a consumo aparente.

En la búsqueda de todos los dispositivos existentes, se notó que existen diferentes tipos de luminaria las cuales tienen características especiales como ejemplo las barras de luz LED. Es importante definir correctamente los equipos para que su reemplazo sea tanto un equipo con características domóticas como lo más parecido posible al anterior para no cambiar el gusto del cliente actual.

Ambiente	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del foco	Carga Aparente (en W)
Baño visitas	3		LÁMPARA 3 FOCOS ACERO INOX	18,00
Lobby	1		TIRAS LED DECORACIÓN SALA	15,00
Sala principal	3		LÁMPARA SALA CON ESFERA DE VIDRIO	15,00
Comedor principal	5		LÁMPARA COMEDOR CON CRISTALES	9,00
Comedor de cocina	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	15,00
Cocina principal	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	15,00

Figura 27. Tabla de luminarias actuales junto a consumo aparente.

En cuanto a los dispositivos existentes se notó que ninguno cuenta con características domóticas por lo que se realizará una propuesta completa para cambiar todas las luminarias y tomacorrientes. Se propone un cambio para todos los tomacorrientes debido a que actualizarlo a uno con comunicación directa en el celular o puente puede facilitar la acción de conectar algún equipo desde cualquier parte.

Como ejemplo, suponga que el usuario dejó la cafetera encendida y conectada al momento de salir de la vivienda por llevar prisa o cualquier motivo, es posible para el usuario apagar la cafetera desde el teléfono estando ya en su lugar de trabajo y volverla a encender cuando está por regresar a su hogar y tener preparado el café.

Dentro de la observación realizada se tuvo el apoyo de un técnico electricista quien resaltó distintos puntos a tomar en cuenta para escoger adecuadamente el tipo de protocolo y dispositivos a utilizar. Los cuales son:

- La vivienda actualmente cuenta con tuberías de metal para cableado de iluminación y fuerza, el metal se encuentra oxidado y presenta corrosión, por lo que esto impide el ingreso de nuevo cableado por el mismo ducto.
- Existen tramos donde la tubería no tiene el suficiente diámetro para soportar otro cable.

Ambiente	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del foco	Carga Aparente (en W)
Lavanderia principal	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	15,00
Cuarto visitas	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	10,00
Baño cuarto de visitas	1		BOMBILLO AMARILLO	7,00
Cuarto de herramientas	1		BOMBILLO AMARILLO	7,00
Garage Principal	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	15,00
Ingreso	1		LÁMPARA LED AMARILLA EMPOTRABLE	18,00

Figura 28. Tabla de luminarias actuales junto a consumo aparente.

Con todas las condiciones observadas dentro de la vivienda se puede comenzar a analizar los diferentes elementos que necesitamos dentro del sistema domótico. Primero analizaremos qué protocolos de comunicación pueden adaptarse, se descarta el protocolo X10 ya que este aprovecha la red eléctrica, los restantes Zigbee© y Z-Wave© si son compatibles con el caso analizado.

En cuanto a los demás sistemas que deben estar en una vivienda que quiera implementar domótica: Confort, Seguridad y Comunicaciones. En este estudio se determinó que no existe ninguno de ellos por lo que se propondrán nuevos equipos en la siguiente sección.

Ambiente	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del foco	Carga Aparente (en W)
Pasillo Entrada	1		LÁMPARA LED CON SENSOR DE MOVIMIENTO	20,00
Jardin 1	1		LÁMPARA LED CON SENSOR DE MOVIMIENTO	20,00
Gradas Planta baja	1		LÁMPARA CON FOCO LED	10,00
Cuarto 2	3		LÁMPARA COLGANTE CRISTALES	45,00
Vestidor 2	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	15,00
Baño 2	1		LÁMPARA LED EMPOTRABLE	10,00

Figura 29. Tabla de luminarias actuales junto a consumo aparente.

Ambiente	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del foco	Carga Aparente (en W)
Gimnasio	8		LÁMPRA COLGANTE CRISTALES	56,00
Varias ubicaciones	15		LUCES LED TIPO OJO DE BUEY	2,00
varias ubicaciones	38		TOMACORRIENTE TRADICIONAL	

Figura 30. Tabla de luminarias y tomacorrientes actuales junto a consumo aparente.

### 3. SEGURIDAD.

A través de la observación de los equipos existentes se determinó que la vivienda no cuenta con ningún tipo de dispositivo que se categorice como seguridad.

## C. DISPOSITIVOS PROPUESTOS PARA SOLUCIÓN

### 1. CONTROLADOR.

A partir de la investigación realizada de domótica y su uso se comienza por proponer un controlador, en algunos casos solo un teléfono podría funcionar, pero si usa varios productos o servicios diferentes, es posible que desee un centro de automatización del hogar para controlar todo y hacer que los dispositivos interactúen entre sí. Gracias a la investigación se pudo concluir que no hay un solo controlador disponible que pueda controlar todos los diferentes dispositivos domésticos inteligentes que existen.

Se puede optar por escoger solo una marca de productos como puede ser lo INSTEON©, descrita más a profundidad en el marco teórico del trabajo, la cual incluye su propio controlador INSTEON HUB© el cual cumplirá la función de integrar todo en una misma interfaz pero no permitirá la interacción con otros dispositivos que usen un protocolo distinto como lo es Zigbee© o Z-Wave©.

Muchos dispositivos inteligentes se controlan mediante una aplicación móvil y, por lo general, interactúan con otros dispositivos Wi-Fi, ya sea a través de una plataforma como HomeKit de Apple o mediante el servicio de Internet IFTTT (If This Then That) que vincula dispositivos compatibles. Los dispositivos inteligentes Wi-Fi suelen ser muy fáciles de instalar, pero consumen más energía que los dispositivos Z-Wave y Zigbee. Además, la instalación de demasiados dispositivos Wi-Fi puede afectar el rendimiento de la red. Muchas cámaras de seguridad y timbres utilizan Wi-Fi, y cualquier controlador tendrá una radio Wi-Fi para que pueda conectarse a su red doméstica y controlar sus dispositivos inteligentes desde cualquier lugar.

La tecnología Bluetooth es popular en dispositivos que se controlarán localmente mediante una aplicación móvil, como cerraduras de puertas. Es más eficiente energéticamente que el Wi-Fi, pero su alcance limitado significa que no puede controlar estos dispositivos de forma remota (fuera del alcance de Bluetooth) sin el uso de un controlador. Dicho esto, los dispositivos Bluetooth son fáciles de instalar y, al igual que el Wi-Fi, la tecnología se puede encontrar en casi todos los dispositivos móviles.

Por lo que en este trabajo se recomienda al usuario instalar como controlador, el dispositivo Wink Hub 2© de la marca Wink, se escogió este dispositivo por las siguientes razones:

- Se recomienda evitar los controladores que solo admitan un protocolo; cuantos más protocolos admita su concentrador, más espacio tendrá para crecer.
- Es capaz de soportar dispositivos con protocolos Bluetooth LE©, Kidde©, Clear Connect©, Z-Wave©, ZigBee©.
- Se adapta a los dos sistemas operativos de móviles más usados en Guatemala Android y iOS.



*Figura 31.* Imagen de referencia Wik Hub 2©

(WINK, 2019)

Dentro de la página web oficial de la compañía Wik© se puede visualizar una fracción de los productos compatibles con el controlador escogido, sin olvidar que el producto escogido puede soportar cualquier dispositivo que tenga los protocolos ya mencionados.

## 2. ACTUADORES.

A partir de la selección del controlador para este sistema domótico se procede a analizar todos los equipos que funcionarán en el sistema como actuadores entre ellos:

- Actuadores de iluminación
- Tomacorrientes
- Actuadores de persianas
- Cerraduras eléctricas

Los equipos de luminarias, los cuales son la mayoría de dispositivos requeridos para la automatización de esta vivienda, en caso el usuario opte por comprar el controlador sugerido podrá estar en la libertad de escoger entre un basto catálogo de luminarias ya que se tiene la aceptación de distintas marcas en el mercado.

Se resaltan las marcas compatibles con el controlador escogido entre ellas las más populares:

- Amazon©
- Arlo©
- Google©

A través de los conocimientos adquiridos de la investigación se propone al usuario optar por luces Philips Hue®, la mayoría de las bombillas enumeradas aquí se pueden programar o controlar de forma remota, lo cual es excelente si desea ahorrar en costos de energía o, a menudo, se olvida de apagar las luces antes de salir de la casa. Algunas bombillas usan geofencing, lo que significa que funcionan con el GPS de su teléfono inteligente para señalar su ubicación exacta, y pueden encender o apagar las luces automáticamente cuando el usuario llega o sale de casa.

## PHILIPS HUE LIGHTING

A19 Single Bulb



*Figura 32.* Imagen de referencia productos Philips Hue® dentro del web Wik®

(WINK, 2019)

Continuando con la selección de actuadores que tendrá el sistema domótico se presentan a continuación dos opciones de toma corrientes los cuales podrán darle el beneficio de convertir cualquier cosa que se conecte a la pared, ya sea una lámpara, un calentador de espacio, una televisión o incluso un árbol de Navidad, en un dispositivo conectado que el usuario puede controlar desde su teléfono.

ConnectSense Smart Outlet 2® es una de las opciones más completas que se pudo encontrar actualmente. Permite al usuario controlar de forma independiente dos tomacorrientes, indicando cuánta energía consume cada uno.



Figura 33. Imagen de referencia producto ConnectSense Smart Outlet 2©  
(Colon, 2021)

Durante la investigación se encontró que este y otros dispositivos le permiten al usuario crear escenas. Algunos le permiten programar escenas en función de condiciones como la temperatura, la humedad y las horas de salida o puesta del sol, gracias a la compatibilidad con otros sistemas. Otros tienen escenas (ausentes) preestablecidas para cuando el usuario se encuentra de vacaciones, que encienden y apagan los dispositivos conectados para que parezca que hay alguien en casa. Las opciones de escena varían de un enchufe a otro, por lo que es bueno tener en cuenta las opciones de automatización que se adaptan a la necesidad de cada usuario.

Como segunda opción para tomacorrientes se propone el equipo Wyze Plug© debido a que este es más económico en comparación al ConnectSense Smart Outlet 2©. Es comparable el precio debido a las características ya mencionadas de la primera opción, pero en lugares donde el usuario no necesite tener el control de dos salidas de corrientes, es una mejor opción optar por este equipo.



Figura 34. Imagen de referencia producto Wyze Plug©  
(Colon, 2021)

Buscando uno de los objetivos del trabajo de ahorro energético, se recomienda al usuario buscar un enchufe que admita el monitoreo de energía, como ambos de los equipos propuestos. Se debe considerar que los datos de energía recopilados no son uniformes en todos los enchufes. Algunos equipos brindan un desglose detallado de cuánto tiempo ha estado encendido su dispositivo durante todo el día, su tiempo promedio diario de encendido, sus costos de energía (estimados) mensuales y diarios, y su uso promedio de energía en vatios. Otros simplemente brindan una descripción general rápida de las horas utilizadas durante un período de tiempo. Y muchos no informan el uso de energía en absoluto.

En última instancia, el mejor enchufe inteligente para el usuario es el que interactúe fácilmente con los productos que ya se tiene en el sistema domótico, especialmente los altavoces y pantallas inteligentes. Por ejemplo, si el usuario utiliza Siri o es un ávido usuario de iPhone, obtendrá la mejor experiencia con un enchufe que admita el protocolo HomeKit de Apple. Del mismo modo, si ya utiliza Amazon Alexa o el Asistente de Google, se recomienda obtener un enchufe que admita el asistente de voz de su elección. Los enchufes inteligentes hacen que automatizar casi cualquier cosa en su hogar sea simple y asequible.

Para los actuadores de persianas se encontró que dentro de la vivienda ya existen persianas motorizadas como se aprecia en la Figura No. 28 tomada dentro de la vivienda, afortunadamente estos motores instalados, funcionan estando conectados en un tomacorriente como se muestra en la Figura No.29 lo que permite que acoplarlas al sistema domótico sea más sencillo con tan solo reemplazar los toma corrientes por los recomendados en la selección previa.



*Figura 35.* Imagen capturada dentro de la vivienda mostrando el motor ya instalado en persianas.



*Figura 36.* Imagen capturada dentro de la vivienda mostrando como se conectan las persianas motorizadas a los tomacorrientes existentes.

Los motores instalados cuentan con un control pequeño el cual deja controlar las persianas screen (estas se refieren a persianas que aún dejan pasar un poco de luz) y las persianas black out (estas son las que no permiten el ingreso de luz). Es decir que el usuario puede escoger cuál de las dos bajar o subir, por lo que se procederá a separar en dos espacios diferentes dentro del toma corriente las persianas para facilitarle al usuario a tener control desde el celular ambas persianas de todas las habitaciones donde se encuentran instaladas.



*Figura 37.* Imagen capturada dentro de la vivienda al mando que controla las persianas.

Por último se propone una cerradura eléctrica de la marca YALE©, específicamente el modelo Yale Assure Lock© que se muestra en la Figura No. 33, primero porque trabaja con el protocolo Zig- bee por lo que eso lo hace compatible con el controlador escogido para el sistema. Al igual que el proveedor YALE© muestra en las especificaciones del equipo que este funciona con controladores de la marca WINK©, esto hace a la cerradura escogida, ideal para integrarse.



Figura 38. Imagen de referencia producto Yale Assure Lock©

(Colon, 2021)

### 3. SEGURIDAD.

Como parte esencial de un sistema domótico se encuentran las cámaras de vigilancia exteriores estos dispositivos domésticos inteligentes resistentes, diseñados para resistir la lluvia, la nieve y las temperaturas extremas, generalmente se conectan a la red Wi-Fi de su hogar y le permiten al usuario ver secuencias de vídeo en vivo de las actividades que ocurren fuera de su hogar. También enviarán una alerta a su teléfono cuando alguien o algo esté en su rango de visión, grabarán un vídeo del evento y, según las características, le permitirán hablar con quien esté en su propiedad, todo sin tener que abrir la puerta (o incluso estar dentro de su casa, para el caso).



Figura 39. Imagen de referencia producto Arlo Pro 4 Spotlight Camera©

(Colon, 2021)

La cámara Arlo Pro 4 Spotlight es una cámara de seguridad inalámbrica para exteriores que se instala en minutos, ofrece un video 2K y ofrece una gran cantidad de funciones con muchas opciones de integración. Teniendo en cuenta que estas cámaras son compatibles con el controlador escogido.

Por último se proponen distintos tipos de sensores lo cuales permitirán que el equipo domótico propuesto pueda recibir más información sobre la vivienda y su entorno para posteriormente enviarla hacia el controlador y que el usuario la reciba desde su teléfono celular. Se proponen tres sensores principales los cuales son:

Primero, el Sensor INSTEON Insteon Open/Close© es un sensor de contacto magnético que controla de forma inalámbrica las luces y los accesorios en toda su casa dando la posibilidad para que el usuario programe el encendido automático de ciertas luminarias cuando el sensor reciba la señal de apertura de una puerta principal. Cuando se combina con Insteon Hub© que es el controlador escogido, puede recibir alertas instantáneas en su teléfono inteligente cuando se abren puertas o ventanas mientras está fuera de casa. Incluso se puede agregar una sirena Insteon© para hacer sonar la alarma y ahuyentar a posibles intrusos.



*Figura 40.* Imagen de referencia Sensor Insteon Open/Close©

(WINK, 2019)

Segundo, se propone el sensor de movimiento Insteon Motion Sensor II©, este sensor al igual que el anterior tiene la capacidad de poder comunicarse con el controlador escogido y por lo tanto hacer que éste traslade la señal a ciertas luminarias para que se enciendan al detectar movimiento en un área determinada. Además de esto el sensor escogido contribuye a los objetivos planteados en este trabajo ahorrando energía a través de apagar los equipos de una habitación cuando ésta se encuentre desocupada.



Figura 41. Imagen de referencia de producto Insteon Motion Sensor II©

(WINK, 2019)

Tercero, se propone el sensor de detección de humo Insteon Smoke Bridge© el cual brindará al usuario el estado de su hogar y esté alerta ante el humo, el fuego y el monóxido de carbono. Cuando se usa con un Insteon Hub© como en este sistema propuesto, el Smoke Bridge© puede enviar alertas a su teléfono inteligente por correo electrónico o notificaciones automáticas para informarle al usuario que algo anda mal, brindándole el conocimiento para actuar para salvar su hogar y su familia de un posible desastre.



Figura 42. Imagen de referencia de producto Smoke Bridge©

(WINK, 2019)

#### 4. NIVELES DE INSTALACIÓN.

A continuación se presentan los equipos propuestos para la solución, algunos equipos haciendo reemplazo de los existentes y otros serán instalados por primera vez dentro de la vivienda. Se escogieron todos los equipos para actualización con la característica de ser compatibles con el controlador propuesto para este trabajo. Junto con esto se incluye su consumo aparente (expresado en W) y a que sistema reemplazarán dentro de la vivienda ubicándolos a través de los nombres definidos en el inciso anterior. A estos dispositivos se les agrega una R en su ID significando el reemplazo que estarán haciendo.

Como se mencionó al inicio del capítulo se definen niveles de instalación específicos para este trabajo, no deben tomarse como guía para un trabajo diferente a este, enumerados desde el más simple hasta donde el usuario puede precisar de la ayuda de un técnico experto.

Nivel 1 (N1): No requiere de ningún conocimiento previo sobre electricidad, solo se requiere cambiar un equipo como por ejemplo, un bombillo.

Nivel 2 (N2): Requiere de conocimiento sobre electricidad previo, se cambia una instalación como por ejemplo, cambio de enchufe por uno inteligente, requiere conocimiento sobre líneas de corriente, tierra, etc.

Nivel 3 (N3): Se requiere de un técnico, este caso es para cuando se necesite realizar cambio de cableado o instalación de nuevos apagadores u enchufes.

Ambiente	Num	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del equipo nuevo	Carga Aparente (en W)	Reemplaza	Instalación
Cuarto Principal	LR1	1		BOMBILLO A19 Hue®	10,00	L1	N1
Baño Principal	LR2	3		BOMBILLO PAR16 Hue®	7,00	L2	N1
Ducha Principal	LR3	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI®	10,00	L3	N1
Walk-In Principal	LR4	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI®	10,00	L4	N1
Estudio	LR5	4		LÁMPARA COLGANTE Ascend Hue®	10,00	L5	N1
Pasillo Estudio	LR6	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI®	15,00	L6	N1
Baño visitas	LR7	3		BOMBILLO PAR16 Hue®	7,00	L7	N2

Figura 43. Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades

Ambiente	Num	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del equipo nuevo	Carga Aparente (en W)	Reemplaza	Instalación
Lobby	LR8	1		LED Lightstrip Plus Hue©	11,00	L8	N1
Sala principal	LR9	3		BOMBILLO PAR16 Hue©	7,00	L9	N1
Comedor principal	LR10	5		BOMBILLO PAR16 Hue©	7,00	L10	N1
Comedor de cocina	LR11	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	15,00	L11	N1
Cocina principal	LR12	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	15,00	L12	N1
Lavanderia principal	LR13	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	15,00	L13	N1
Cuarto visitas	LR14	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	15,00	L14	N1

Figura 44. Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades








Ambiente	Num	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del equipo nuevo	Carga Aparente (en W)	Reemplaza	Instalación
Baño cuarto de visitas	LR15	1		BOMBILLO A19 Hue©	10,00	L15	N1
Cuarto de herramientas	LR16	1		BOMBILLO A19 Hue©	10,00	L16	N1
Garage Principal	LR17	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	15,00	L17	N1
Ingreso	LR18	1		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	15,00	L18	N1
Pasillo Entrada	LR19	1		LAMPARA LID CON SENSOR 10w	10,00	L19	N2
Jardin 1	LR20	1		LAMPARA LID CON SENSOR 10w	10,00	L20	N2
Gradas Planta baja	LR21	1		BOMBILLO A19 Hue©	10,00	L21	N1

Figura 45. Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades

Ambiente	Num	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del equipo nuevo	Carga Aparente (en W)	Reemplaza	Instalación
Cuarto 2	LR22	3		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	15,00	L22	N1
Vestidor 2	LR23	1		lampara de techo inteligente 10w	3,60	L23	N1
Baño 2	LR24	1		lampara de techo inteligente 10w	2,40	L24	N1
Gimnasio	LR25	8		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	15,00	L25	N1
Varias ubicaciones	LR26	15		BOMBILLO PAR16 Hue©	7,00	L26	N1
varias ubicaciones	TR1	38		ConnectSense Smart Outlet 2©		E1	N3
Sala principal	C1	1		WINK HUB 2©	5,00	-	N1

Figura 46. Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades






Ambiente	Num	Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del equipo nuevo	Carga Aparente (en W)	Reemplaza	Instalación
Puerta de Ingreso	S1	1		YALE ASSURE LOCK©	BATERIAS	-	N1
Varias ubicaciones	S2	6		ARLO PRO 4 SPOTLIGHT CAMERA©	5,00	-	N2
Puertas principales	S3	4		SENSOR INSTEON OPEN CLOSE©	BATERIAS	-	N1
Varias ubicaciones	S4	10		INSTEON MOTION SENSOR©	BATERIAS	-	N1
Cocina, Sauna, Pila	S5	3		INSTEON SMOKE SENSOR©	BATERIAS	-	N1

Figura 47. Tabla de equipos propuestos para actualización con sus propiedades

Como se puede observar en el Cuadro No.7 se enlistan todos los dispositivos nuevos propuestos para este sistema domótico, como ya se había mencionado se creó un ID para cada dispositivo, entre ellos:

- L: Luminarias
- T: Tomacorrientes C: Controlador
- S: Seguridad
- Agregar una R significa que es equipo de reemplazo.

A partir de esto se puede guiar al usuario dentro de la información recabada de cuales son los dispositivos más convenientes para tener una mejor gestión en cuanto al consumo eléctrico e incrementar el confort del usuario brindándole la capacidad de administrar su vivienda desde el teléfono celular, desde las luminarias hasta dar ingreso a un visitante, todo centralizado gracias a la aplicación de domótica.

En anexos del trabajo se puede apreciar el Plano No. donde se muestran las ubicaciones sugeridas para cada uno de los dispositivos ya mencionados, se escogieron esas ubicaciones para optimizar el rango de conexión entre aparatos, empezando por las cámaras de seguridad que no existían en la vivienda. Se muestran tres lugares estratégicos en la fachada frontal y tres equipos en la fachada posterior para que el usuario pueda tener un rango de visibilidad completa de qué está pasando fuera de su casa.

#### **D. CAMBIO EN EL CONSUMO**

Durante la investigación se encontró que para saber si un producto eléctrico es de alta eficiencia energética hay que prestar atención a su etiquetado, que ha cambiado este año. Se han eliminado las clases energéticas A+, A++ y A+++, y se ha retomado la escala de clasificación que va de la A a la G, en la que la A clasifica a los productos de menor consumo y mayor eficiencia energética, y la G engloba a aquellos de mayor consumo y menor eficiencia energética. Esto para que el usuario lo tome en cuenta al momento de querer cambiar algún electrodoméstico.

Para que este sistema domótico sea eficiente en sistema de iluminación, contará con las siguientes características:

- Sistemas de iluminación eficientes: adaptan el nivel de iluminación en función de la variación de la luz solar, la zona de la casa o la presencia de personas, ajustándose a las necesidades de cada momento y lugar.
- Control automático de persianas de la vivienda: aprovechará al máximo la luz natural durante el día.
- Control automático del encendido y apagado de todas las luces de la vivienda: evitará dejar las luces encendidas al salir de casa o de una habitación.

Para esta sección de resultados se muestran los consumo aparentes que tiene cada uno de los dispositivos tanto existentes como propuestos, esto con el fin de demostrar el cambio en el consumo que se tendrá en la vivienda cuando se implemente el sistema domótico ya descrito. Para poder realizar esta comparación se precisaron de distintas fórmulas descritas a continuación:

Cálculo para consumo diario:  $\text{Consumo diario} = \text{Potencia (en kW)} * \text{Tiempo de uso diario}$

Cálculo para consumo mensual:  $\text{Consumo Mensual} = \text{Consumo diario} * 30 \text{ días}$

Ya que solo se cuenta con los consumos aparentes de los equipos propuestos para estos cálculos se asume un promedio de funcionamiento al día en las tablas se presenta el consumo total al mes que generan todas las luminarias como bien ya se mencionó asumiendo que pasan encendidas 6 horas al día las luminarias propuestas y 8 horas al día las existentes. Se escogen estos tiempos de uso de luminarias basándose en la actividad diaria de los usuarios del hogar.

Los usuarios comentaron que tienen una jornada de trabajo normal de 8 A.M hasta 5 P.M por lo que en esas horas no se utiliza ningún aparato por los usuarios, solamente funcionan equipos como lavadora y secadora operadas por las personas de limpieza, pero eso no se toma en cuenta para este trabajo, por lo que se delimitó que si despiertan a las 6 A.M y regresan a las 6 P.M para descansar a las 10 P.M las horas analizadas de uso serán:

- 6 horas para los equipos domóticos propuestos, ya que estos deberían solo de funcionar el tiempo que se encuentren los usuarios en la casa, con la posibilidad que estos se apaguen en el momento que ellos cierran la puerta principal.
- 8 horas para los equipos existentes, se agregan 2 horas a los equipos domóticos asumiendo que las personas de limpieza tardarán en apagar cada una de las luminarias y desconectar todos los equipos a los tomacorrientes.

Num.	Ambiente	Cantidad	Gasto Mensual	Num	Gasto Mensual kWh	Gasto Mensual Actual	Gasto mensual Propuesto
L1	Cuarto Principal	1	2,40	LR1	1,50	2,4	1,5
L2	Baño Principal	3	3,60	LR2	1,50	10,8	4,5
L3	Ducha Principal	1	3,60	LR3	3,60	3,6	3,6
L4	Walk-In Principal	1	3,60	LR4	3,60	3,6	3,6
L5	Estudio	1	4,80	LR5	3,60	4,8	3,6
L6	Pasillo Estudio	1	4,08	LR6	3,60	4,08	3,6
L7	Baño visitas	3	4,30	LR7	2,40	12,9	7,2

*Figura 48.* Tabla de consumos totales al mes.

Num.	Ambiente	Cantidad	Gasto Mensual	Num	Gasto Mensual kWh	Gasto Mensual Actual	Gasto mensual Propuesto
L8	Lobby	1	3,60	LR8	1,50	3,6	1,5
L9	Sala principal	3	3,60	LR9	1,50	10,8	4,5
L10	Comedor principal	5	6,00	LR10	1,50	30	7,5
L11	Comedor de cocina	1	3,60	LR11	1,50	3,6	1,5
L12	Cocina principal	1	3,60	LR12	3,60	3,6	3,6
L13	Lavandería principal	1	3,60	LR13	3,60	3,6	3,6
L14	Cuarto visitas	1	3,00	LR14	3,60	3	3,6

*Figura 49.* Tabla de consumos totales al mes.

Num.	Ambiente	Cantidad	Gasto Mensual	Num	Gasto Mensual kWh	Gasto Mensual Actual	Gasto mensual Propuesto
L15	Baño cuarto de visitas	1	1,50	LR15	2,40	1,5	2,4
L16	Cuarto de herramientas	1	1,50	LR16	1,50	1,5	1,5
L17	Garage Principal	1	3,60	LR17	1,50	3,6	1,5
L18	Ingreso	1	4,32	LR18	3,60	4,32	3,6
L19	Pasillo Entrada	1	4,80	LR19	3,60	4,8	3,6
L20	Jardin 1	1	4,80	LR20	2,40	4,8	2,4
L21	Gradas Planta baja	1	2,40	LR21	2,40	2,4	2,4

*Figura 50.* Tabla de consumos totales al mes.

Num. Ambiente	Cantidad	Gasto Mensual	Num	Gasto Mensual kWh	Gasto Mensual Actual	Gasto mensual Propuesto	
L22	Cuarto 2	3	10,80	LR22	1,50	32,4	4,5
L23	Vestidor 2	1	3,60	LR23	3,60	3,6	3,6
L24	Baño 2	1	2,40	LR24	2,40	2,4	2,4
L25	Gimnasio	8	13,44	LR25	2,40	107,52	19,2
L26	Varias ubicaciones	15	1,68	LR26	3,60	25,2	54
E1	varias ubicaciones	38	32,00		32,00	1216	1216
Total consumo al mes kWh					1510,42	1370,5	

Figura 51. Tabla de consumos totales al mes.

Como se puede observar en la Figura 20 el consumo que se tiene con los equipos actualmente es de 1,510.42 kWh y si se realiza el cambio de luminarias a los equipos propuestos sería 1,370.50 kWh al mes.

Hablando un poco del consumo energético monetario la empresa eléctrica de Guatemala cobra una tarifa de Q. 1.321127 por cada kWh consumido sin incluir el IVA, a continuación en la Figura 21 se muestra una hoja de cálculo del precio total de cada sistema de luminarias el actual y el que se propone con dispositivos domóticos.

Total consumo al mes kWh	1510,42	1370,5
Tarifa EEGSA por kWh consumido		Q1.321127
Tarifa actual y propuesta de consumo	Q1.995,46	Q1.810,60
Diferencia en cuota		Q184,85

Figura 52. Cálculo de cuota de luz actual y nueva

Como se muestra en la figura No.21 la diferencia en el consumo mensualmente es de Q.184.85 el cual viene siendo ya un avance en lo que es tener una mejor gestión en el consumo eléctrico de una vivienda. La ventaja que tienen los nuevos equipos sobre los anteriores es la gestión que el usuario podrá tener de sus luminarias ya que si estas se pueden gestionar desde el teléfono celular se puede evitar que alguna esté funcionando aunque no haya nadie utilizándola.

## E. PRESUPUESTO

Como último punto se muestra un presupuesto de cuánto podría gastar el usuario en cada uno de los equipos comprándolos desde la comodidad de su casa se encontró que la página GUATEMALA DIGITAL se especializa en traer productos o mantener cierto stock en el país, como se aprecia en las figuras 53-55 se describe cada uno de los productos propuestos para el correcto funcionamiento de domótica.

Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del equipo nuevo	Precio Total
4		BOMBILLO A19 Hue©	Q1.079,00
19		BOMBILLO PAR16 Hue©	Q5.111,00
10		LÁMPARA EMPOTRABLE XIAMI©	Q1.290,00
4		LÁMPARA COLGANTE Ascend Hue©	Q880,00
2		LED Lightstrip Plus Hue©	Q2.700,00
2		LAMPARA LID CON SENSOR 10w	Q800,00

Figura 53. Precio de equipos propuestos.

Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del equipo nuevo	Precio Total
2		LÁMPARA EMPOTRABLE	Q600,00
38		ConnectSense Smart Outlet 2©	Q7.600,00
1		WINK HUB 2©	Q1.600,00
1		YALE ASSURE LOCK©	Q1.500,00
6		ARLO PRO 4 SPOTLIGHT CAMERA©	Q2.500,00
4		SENSOR INSTEON OPEN CLOSE©	Q640,00

Figura 54. Precio de equipos propuestos.

Cantidad	Imagen del equipo	Modelo del equipo nuevo	Precio Total
10		INSTEON MOTION SENSOR©	Q1.200,00
3		INSTEON SMOKE SENSOR©	Q480,00

Figura 55. Precio de equipos propuestos.

A continuación se muestra de una manera resumida el total de la inversión, seguido de un breve análisis del tiempo de retorno que tendría si el usuario decidiera implementar este sistema domótico.

INVERSION TOTAL			
Cantidad	Descripción Equipo	Precio Unitario	Precio Total
4	BOMBILLO A19 HUE	269,75	1079
19	BOMBILLO PAR16 HUE	1277,75	5111
10	LAMPAR XIAMI EMPOTRABLE	129	1290
4	LAMPARA ASCEND HUE	220	880
2	LED LIGHTSTRIP PLUS HUE	1350	2700
2	LAMPARA LID CON SENSOR	400	800
2	LAMPARA EMPOTRABLE LED	300	600
38	CONNECTSENSE SMART OUTLET	200	7600
1	WINK HUB 2	1600	1600
1	YALE ASSURE LOCK	1500	1500
4	ARLO PRO 4 SPOTLIGHT CAMERA	625	2500
4	SENSOR INSTEON OPEN CLOSE	160	640
10	INSTEON MOTION SENSOR	120	1200
3	INSTEON SMOKE SENSOR	160	480
TOTAL		Q	27.980,00

Figura 56. Precio de equipos propuestos.

TIEMPO DE RETORNO	
CUOTA ANTERIOR	Q 1.995,46
CUOTA NUEVA	Q 1.810,60
DIFERENCIA EN CUOTA	Q 184,86
SIENDO ESTA DIFERENCIA EN LA CUOTA MENSUAL DE AHORRO	
INVERSION TOTAL / AHORRO MENSUAL	151,36
ESTE DATO SE CONVIERTE EN LOS MESES NECESARIOS PARA RECUPERAR EL 100% DE LA INVERSIÓN	
TIEMO DE RETORNO EN AÑOS	12,61
SI EL USUARIO DECIDIERA IMPLEMENTAR ESTE SISTEMA DOMÓTICO PROPUESTO EN EL TRABAJO RECUPERARÍA SU INVERSIÓN EN APROXIMADAMENTE 13 AÑOS	

Figura 57. Precio de equipos propuestos.

Derivado de una sencilla operación se obtuvo el tiempo de retorno exacto en años que tendría este proyecto con el ahorro demostrado, siendo un tiempo extenso, como se analizará en conclusiones y recomendaciones. El usuario podrá optar por comenzar por fases.

## VIII. CONCLUSIONES

- Se determinó que los elementos físicos y dispositivos necesarios para la automatización de una residencia son esencialmente: una red wi-fi, controlador y equipos sincronizables al mismo.
- Se demostró que el mercado de la domótica en Guatemala no se ha dado a conocer lo suficiente como para que los guatemaltecos deseen estar involucrados con la tecnología para la automatización de sus residencias debido a que no hay empresas que ofrezcan este servicio de instalación o proveedores que promocionen los productos domóticos.
- Se demostró que si existe un cambio en el consumo de electricidad dentro de la vivienda, reduciéndose en un 10 por ciento, la factura de luz.
- Dar una cifra estándar sobre lo que cuesta un sistema domótico para una vivienda ya construida es relativo ya que depende de cada usuario y lo que quiera lograr. Puede que el usuario desee comenzar reemplazando solo algunos equipos claves o que opte por tener cada metro cuadrado de la vivienda automatizado.
- Se demostró que al aplicar el sistema domótica propuesto en este trabajo y para viviendas ya construidas se tiene la ventaja que el usuario puede acceder desde su celular y poder operar los equipos desde los apagadores comunes.
- Al instalar un sistema domótico aplicado a la eficiencia energética en fuentes luminosas, se reduce significativamente el consumo de energía eléctrica ganando a su vez comodidad y seguridad.

## IX. RECOMENDACIONES

- Para el usuario se recomienda que, si desea actualizar los sistemas análogos que tiene en su vivienda por sistemas domóticos, primero determine cuales son sus prioridades, esto para poder priorizar los cambios que realizará. Cuando el usuario sepa las necesidades que quiere cubrir sean por ejemplo de seguridad, confort o iluminación podrá saber de una manera más simple como empezar.
- Para los fabricantes de estos sistemas domóticos se recomienda que puedan adaptar una guía de cómo comenzar a aplicar estos conocimientos, facilitando así al usuario de información que le permita saber cuales son los elementos necesarios para que el sistema comience a funcionar, para luego poder mejorar el sistema con dispositivos que realicen funciones secundarias y así disminuir la inversión inicial.
- Se recomienda a distribuidores de dispositivos compatibles con un sistema domótico que puedan recomendar al usuario cual es su mejor opción, teniendo en cuenta el presupuesto del cliente, se puede optimizar al máximo buscando alternativas de equipos a los propuestos en este trabajo, como ejemplo el usuario podría invertir en comprar apagadores que sean
- Al tener todos los dispositivos identificados de cambio y centralizados en la vivienda, a través del protocolo de comunicación, se puede proceder a evaluar el cambio en el consumo eléctrico de la vivienda. Con esta información se recomienda para futuros trabajos se puedan proponer bases de diseño y cálculo de una fuente renovable para el hogar.
- En cuanto al desarrollo del trabajo se recomienda buscar varias fuentes bibliográficas confiables, ya que es importante poder comparar toda la información que se encuentra en la web y seleccionar la que mejor se adecue al trabajo que se está realizando.
- Se recomienda el sistema de protocolo Zigbee por su capacidad de convertir los dispositivos domóticos que se conectan a él en nodos para expandir la señal de Wi-Fi en la vivienda. Esto hará que los dispositivos siempre estén conectados y tengan una respuesta más rápida.
- Para implementar la automatización de residencias en Guatemala, se debe explorar la infraestructura tecnológica en el que actualmente se encuentra el país, y seleccionar debidamente los tipos de dispositivos que propone este trabajo ya sea localmente o importado.
- Se debe de tomar en cuenta durante la automatización de la residencia, verificar la correcta instalación de los dispositivos para la automatización. Por ejemplo, los sensores propuestos para este trabajo deben estar posicionados y sin obstrucciones direccionados al lugar que se desea monitorear de no ser así se corre el riesgo del mal funcionamiento del sistema y no se encienda una luminaria al haber presencia.
- Se puede comprar un sistema que lo haga todo u optar por un sistema modular escalable, es decir, que inicialmente hace funciones muy concretas, como controlar la luz y la temperatura de algunas estancias. Luego, si es acorde al gusto del consumidor y el ahorro es notable, se pueden añadir otras funciones.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Calloni, J. C. (2010). *CURSO BÁSICO DE DOMÓTICA*.
- Christian, P. (2019). Zigbee, *Comunicación para Dispositivos*.  
<https://sg.com.mx/content/view/310>
- Colon, A. (2021). *The Best Smart Home Security Systems for 2021*.  
<https://www.pcmag.com/picks/the-best-smart-home-security-systems>
- D’Inca, C. (2013). *Breve historia de la computadora*. <https://www.um.edu.ar/ojs2019/index.php/RUM/article/view/110>
- Domoconnect. (2020). *La mejor centralita Domótica del 2020*. <https://domoconnect.com/central-domotica>
- Domotalia. (2019). *Z-Wave: 9 características que lo hacen impresionante*. <https://www.domotalia.es/blog/2019/11/07/z-wave-9-caracteristicas-que-lo-hacen-impresionant/>
- EPSIG. (2014). *Automatización integral de edificios*.  
<http://isa.uniovi.es/docencia/AutomEdificios/transparencias/Generalidades2.pdf>
- Junestran Stefan, V. D., Passaret Xavier. (2005). *Domótica y hogar digital*. <https://uvg.edu.gt>
- Rodríguez A. (2014). *Diseño de un sistema domótico centralizado (Tesis de pregrado)*.  
*Universidad de Valladolid*.
- Vargas Marcos F, Gallego Pulgarín I. S. (2005). *Calidad ambiental: bienestar, confort y salud*.  
*Revista española de salud pública*, 8243-251.
- WINK. (2019). *WINK OFFICIAL PRODUCT PAGE*. *Products*, 2.
- ZIGURAT. (2018). *Cálculo y modelado BIM de instalaciones*. *Departamento técnico de Zirguat*, 37.



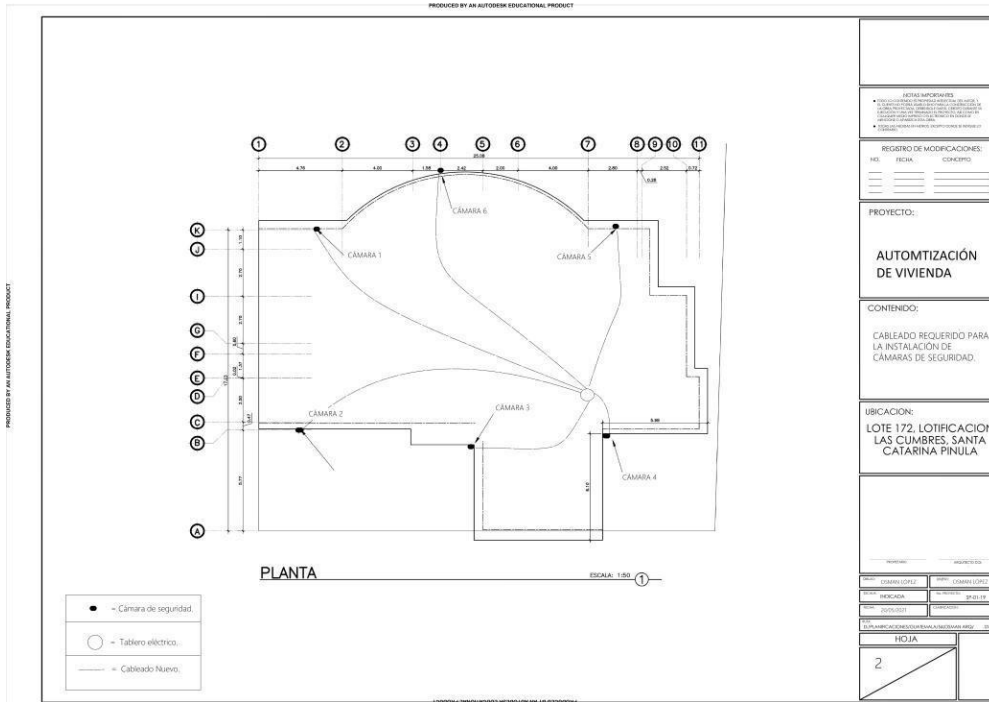


Figura 60. Plano de nuevo cableado para instalación de cámaras de seguridad dentro de la vivienda.