



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO  
APLICADO EN EL EDIFICIO DE LABORATORIOS  
PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

**BALDEÓN ORDÓÑEZ DIEGO FERNANDO  
CONGACHA YAURIPOMA MARCO EFRAÍN**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012-07-17

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**MARCO EFRAÍN CONGACHA YAURIPOMA**

---

Titulada:

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO APLICADO EN EL EDIFICIO DE LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

Ing. Marco Santillán Gallegos

---

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. César Astudillo Machuca

---

DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
ASESOR DE TESIS

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012-07-17

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**DIEGO FERNANDO BALDEÓN ORDÓÑEZ**

---

Titulada:

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO APLICADO EN EL  
EDIFICIO DE LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

Ing. Marco Santillán Gallegos

---

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. César Astudillo Machuca

---

DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** MARCO EFRAÍN CONGACHA YAURIPOMA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO APLICADO EN EL EDIFICIO DE LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA”

**Fecha de Examinación:** 2014-07-02

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Manuel González Puente PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. César Astudillo Machuca DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Marco Santillán Gallegos ASESOR			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Manuel González Puente  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** DIEGO FERNANDO BALDEÓN ORDÓÑEZ

**TÍTULO DE LA TESIS:** “ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO APLICADO EN EL EDIFICIO DE LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA”

**Fecha de Examinación:** 2014-07-02

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Manuel González Puente PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. César Astudillo Machuca DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Marco Santillán Gallegos ASESOR			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Manuel González Puente  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Marco Efraín Congacha Yauripoma Diego Fernando Baldeón Ordóñez

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se la dedico principalmente a mi Dios, mis padres Sebastián Congacha y Paulina Yauripoma y a mis Hermanos que han sido el pilar fundamental para poder cumplir con este objetivo, gracias por el apoyo moral y económico que me han brindado durante este trayecto de mi carrera universitaria.

**Marco Congacha Yauripoma**

El presente trabajo se lo dedico a mi Familia, a mis hijos Marcela, Paola y el pequeño Andrés, pues son uds mi principal motivación para seguir cumpliendo con mis metas propuestas.

Quiero separar y dedicarle un espacio a mi hermana Adriana que es mi ejemplo de superación de vida, sigue adelante hermana mia.

**Diego Baldeón Ordóñez**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento a todos nuestros maestros y aquellas personas que hicieron posible para que este proyecto sea una realidad, y en especial a los Ingenieros Marco Santillán y César Astudillo por guiarnos en uno de los más importantes logros académicos, logro que nos permita convertirnos en unos profesionales idóneos para ser un aporte útil a la sociedad.

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión, herramienta fundamental para el éxito de una carrera profesional.

A todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

**Marco Congacha Yauripoma**

Un sincero agradecimiento a Dios por permitirme llegar a cumplir una meta muy anhelada.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, a sus docentes, en especial al Ing César Astudillo, Ing Marco Santillán principales gestores de este proyecto.

A Miguel y Rocío mis padres, por su apoyo incondicional que nunca dejaron de creer en mí y son el pilar fundamental en mi vida, a mi esposa Patricia por mi familia y no dejar que desmaye este objetivo.

A mis familiares, amigos/as, compañeros/as que de una u otra forma han estado presentes en momentos claves de mi vida.

**Diego Baldeón Ordóñez**



# CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general.</i> ....	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos:</i> .....	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Domótica, introducción y definición.....	4
2.2 Características de edificios con sistemas domóticos .....	5
2.2.1 <i>Facilidad de uso</i> .....	5
2.2.2 <i>Flexibilidad</i> .....	5
2.2.3 <i>Interconectividad</i> .....	6
2.3 Niveles de inteligencia de un edificio.....	6
2.4 Beneficios de la Domótica.....	7
2.4.1 <i>Confort</i> .....	7
2.4.2 <i>Seguridad</i> .....	7
2.4.3 <i>Economía</i> .....	7
2.5 Elementos que componen un sistema domótico.....	7
2.5.1 <i>Sensores</i> .....	7
2.5.2 <i>Controladores</i> .....	10
2.5.3 <i>Medio de transmisión</i> .....	10
2.5.4 <i>Actuador</i> .....	10
2.6 Tipos de arquitectura .....	10
2.6.1 <i>Arquitectura centralizada</i> .....	10
2.6.2 <i>Arquitectura distribuida</i> .....	11
2.6.3 <i>Arquitectura mixta</i> .....	11
2.7 Medios de interconexión .....	11
2.7.1 <i>Alámbrico</i> .....	11
2.7.2 <i>Inalámbrico</i> .....	12
2.8 Estándares para el sistema de control.....	13
2.8.1 <i>Estándar X-10</i> .....	13
2.8.2 <i>Estándar European installation bus</i> .....	15
2.8.3 <i>Estándar Lonworks</i> .....	17
2.8.4 <i>Estándar BatiBus</i> .....	18
2.8.5 <i>Estándar Konnex</i> .....	19
2.9 Software para control domótico .....	21
2.10 Normativa .....	22
2.10.1 <i>Definición de norma</i> .....	22
2.10.2 <i>Organismos de normalización</i> .....	22
2.10.3 <i>Comités de normalización domótica</i> .....	26
2.11 Elección del sistema domótico .....	28

<b>3.</b>	<b>ESTUDIO DEL PROYECTO DOMÓTICO</b>	
3.1	Descripción .....	30
3.1.1	<i>Diseño interior</i> .....	32
3.1.2	<i>Diseño exterior</i> .. ..	32
3.1.3	<i>Características principales</i> .....	32
3.2	Diseño arquitectónico. ....	35
3.2.1	<i>Descripción planta baja</i> .....	35
3.2.2	<i>Descripción primera planta alta</i> .....	38
3.2.3	<i>Descripción segunda planta alta</i> .....	40
3.2.4	<i>Planos</i> .....	41
3.3	Consideraciones.....	44
3.3.1	<i>Consideraciones eléctricas</i> .....	45
3.3.2	<i>Consideraciones estructurales</i> . ....	46
<b>4.</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO</b>	
4.1	Sistema a utilizar .....	47
4.2	Funciones a realizar por el edificio domótico .....	48
4.3	Servicios en el edificio .....	48
4.3.1	<i>Confort</i> .....	48
4.3.2	<i>Seguridad</i> .....	49
4.3.3	<i>Gestión de energía eléctrica</i> .....	52
4.3.4	<i>Comunicaciones</i> .....	52
4.4	Ubicación de elementos.....	53
4.4.1	<i>Distribución de elementos</i> .. ..	53
4.4.2	<i>Planos</i> .....	53
4.4.3	<i>Descripción de elementos utilizados</i> . ....	71
4.5	Codificación .....	80
4.6	Programación de aplicaciones en el software ALHENA .....	86
4.7	Operación del sistema.....	95
4.7.1	<i>Sistema de seguridad</i> .....	96
4.7.2	<i>Sistema de control de gestión energético</i> .. ..	96
4.7.3	<i>Sistema de comunicación</i> .....	97
4.8	Mantenimiento del sistema domótico.....	97
4.9	Costos del Proyecto .....	98
4.9.1	<i>Costos de elementos domóticos</i> .....	99
4.9.2	<i>Costos de instalación y mano de obra</i> .....	100
4.9.3	<i>Costos de mantenimiento</i> .....	101
4.10	Nivel de domotización del edificio.....	101
4.11	Beneficios del proyecto .....	103
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1	Conclusiones.....	104
5.2	Recomendaciones .....	104

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1 Niveles de domotización de las viviendas según norma EA0026:2006.....	7
2 Detalle de número de dispositivos para proyecto domótico.....	71
3 Asignación de códigos ruta de la planta baja .....	80
4 Asignación de códigos ruta de la primera planta alta.....	83
5 Asignación de códigos ruta de la segunda planta alta .....	84
6 Actividades de mantenimiento en el sistema domótico .....	98
7 Costo dispositivos domóticos X-10.....	99
8 Costo cámaras X-10 .....	99
9 Costo actuadores.....	100
10 Equipo informático para proyecto domótico.....	100
11 Detalle costos de instalación .....	101
12 Detalle costos de mantenimiento.....	101
13 Detalle presupuesto total sistema domótico.....	101
14 Evaluación de nivel de domotización.....	102

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1	Sensor de presencia ..... 8
2	Sensor de contacto perimetral ..... 9
3	Sensor de humo ..... 9
4	Sensor de inundación..... 10
5	Logo estándar X-10 ..... 14
6	Logo european installation bus..... 16
7	Logo lonworks..... 17
8	Logo KNX..... 19
9	Edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica ..... 30
10	Altura de nivel de ojo ..... 33
11	Dimensiones para una puerta automática..... 34
12	Plano planta baja edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica..... 42
13	Plano primera planta alta edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica ..... 43
14	Plano segunda planta alta edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica ..... 44
15	Animación control de apertura/cierre persianas ..... 49
16	Animación cámara ascensor primer piso..... 50
17	Animación cámara exterior entrada principal ..... 51
18	Animación computador central, control de cámaras ..... 51
19	Animación control de acceso electrónico..... 51
20	Distribución de sensores de humo planta baja ..... 54
21	Distribución de sensores de presencia planta baja ..... 54
22	Distribución de sensor de agua planta baja ..... 55
23	Distribución de tomacorrientes X-10 planta baja..... 57
24	Distribución de cámaras de video planta baja ..... 58
25	Distribución de sensores de humo primera planta alta..... 59
26	Distribución de sensores de presencia primera planta alta..... 60
27	Distribución de sensores de agua primera planta alta ..... 61
28	Distribución de tomacorrientes X-10 primera planta alta ..... 62
29	Distribución de cámaras primera planta alta ..... 63
30	Distribución de sensores de humo segunda planta alta ..... 64
31	Distribución de sensores de presencia segunda planta alta ..... 65
32	Distribución de sensores de agua segunda planta alta..... 66
33	Distribución de cámaras segunda planta alta ..... 67
34	Distribución de actuadores planta baja..... 68
35	Distribución de actuadores primera planta alta ..... 69
36	Distribución de actuadores segunda planta alta ..... 70
37	Detector de movimiento MS16A ..... 72
38	Detector de humo SD18 ..... 73
39	Detector de agua WD13A ..... 74
40	Filtro insteon 1626-10 ..... 74
41	Transceptor V572A ..... 75
42	Interfaz INSTEON 2413U..... 76
43	Módulo LM465 para luminarias..... 76
44	Cámara X-10 modelo XX16A..... 77

45	Controlador remoto RF16 .....	78
46	Tomacorriente X-10 SR227 .....	78
47	Motor para puerta de acceso.....	79
48	Motor para persianas .....	79
49	Ejecución de software ALHENA .....	87
50	Textbox no tiene emisor conectado.....	87
51	Textbox la base de datos está vacía.....	88
52	Asignar plano y nombre .....	88
53	Pantalla principal software Alhena.....	88
54	Representación íconos .....	89
55	Ventana de registro de módulos/macros .....	90
56	Configurar módulo .....	90
57	Ventana de registro de módulos/macros .....	91
58	Ventana de registro de módulos para aplicación simulación de presencia .....	91
59	Ventana de registro de módulos para aplicación simulación de presencia .....	92
60	Configurar macros .....	93
61	Programación de un macro .....	93
62	Lista de dispositivos X-10 configurados .....	94
63	Distribución completa de íconos en el plano.....	94
64	Ventana de temporización de macros.....	95

## **LISTA DE ABREVIACIONES**

AENOR Asociación Española de Normalización

INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización

## **LISTADE ANEXOS**

**A** Tabla de calificación de grado de nivel domótico.

## RESUMEN

El estudio y diseño de un sistema domótico aplicado en el edificio de laboratorios para la Facultad de Mecánica, tiene como finalidad analizar y comparar los beneficios que se obtienen al utilizar la tecnología domótica en las edificaciones, que mejoran la calidad de vida del usuario, administrar de forma correcta el consumo energético y brindar seguridad tanto a las personas como a los bienes existentes.

El estudio inició con un análisis de la estructura y distribución de las diferentes estancias tanto interna como externa; así mismo, se analizó las normas INEN y AENOR de los requisitos que deben seguir las construcciones en el Ecuador y recomendaciones para la ubicación de los diferentes elementos domóticos.

El sistema cuenta con la aplicación del protocolo X10, que consiste en la transmisión de datos por medio de corrientes portadoras. Donde los sensores emiten señales que se transmiten al procesador donde las recepta y emite órdenes a los actuadores para que ejecute el trabajo. Las actividades que se concretan, se estructuran en: ahorro energético; seguridad de bienes y personas a través de alarmas, cámaras y electroválvulas, finalmente el sistema brinda confort al facilitar el tránsito a personas con discapacidad.

Ofrecerá una gran flexibilidad para poder expandir el sistema con aplicaciones futuras, si se trabaja con el cableado eléctrico permite integrar dispositivos a la red sin la necesidad de efectuar trabajos adicionales que afecten la estética del inmueble cuando se requiera adicionar instalaciones domóticas paralelas.

Así mismo, es un aporte como punto de partida para la aplicación de este sistema domótico a las diferentes infraestructuras existentes en la institución.

Se recomienda utilizar el sistema propuesto, debido a que permite estar a la vanguardia y avanzar a la par con edificaciones modernas construidas tanto en el sector privado y público.



## **ABSTRACT**

The study and design of a home automation system applied in the laboratory building for the School of Mechanical, aims to analyze and compare the benefits achieved by using the automation technology in buildings, improving the quality of life for users, managing correctly the energy consumption and providing security both people and existing assets.

The study began with an analysis of the structure and distribution of the different rooms both internal and external; likewise, the INEN and AENOR standards were analyzed in order to know the requirements to be followed by construction in Ecuador and recommendations for the location of the different home automation elements.

The system has the implementation of the X10 protocol, which involves the transmission of data via the power supply. Where sensors emit signals that are transmitted to the processor in order to receive and issue commands to actuators to execute the work. Activities that are specified, they are structured in: energy savings, safety of goods and people through alarms, cameras and electrovalves; and finally the system provides comfort to facilitate transit for people with disabilities.

It will offer a great flexibility to expand the system with future applications, when working with electrical wiring can integrate devices to the network without the need for additional work affecting the aesthetics of the property when required to add parallel home automation facilities.

Furthermore, it is a contribution as a starting point for the implementation of this automation system to different infrastructures existing in the institution.

We recommend using the proposed system, because it allows staying ahead and moving in tandem with modern buildings constructed in both the private and public sector.

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Las edificaciones en el Ecuador comúnmente son construidas de forma tradicional, es decir poseen una infraestructura con instalaciones no monitoreadas, ni controladas que puede representar aparentemente un servicio de calidad pero en comparación con los avances que existen en la actualidad en el campo de la tecnología de sistemas de monitoreo y control, existe una gran diferencia por la eficiencia que éstos representan tanto para la calidad de vida y el ahorro económico que implica para los usuarios en su vida diaria.

Tomando en cuenta esta consideración aparece la edificación domótica, que de un tiempo atrás, no muy lejano en el Ecuador comienzan a surgir paulatinamente edificaciones tanto públicas como privadas, con ciertas características inteligentes aún en un grado menor, consiguiendo así una mayor calidad de vida para sus usuarios a través de la implementación de tecnología obteniendo una reducción del tiempo empleado en tareas, un aumento de la seguridad y ahorros en los consumos de agua, electricidad, etc.

Para conseguir todos estos beneficios, una edificación domótica tendrá una instalación especial de nuevos componentes conectados entre sí y que serán los encargados de recoger información del entorno como temperatura, iluminación, etc., procesarla y actuar en consecuencia dotando a la edificación de cierta inteligencia y automatizando tareas que hasta ahora se venían haciendo de forma manual.

Por esto se puede afirmar que en la actualidad, una edificación domótica es una herramienta que toma cada día más fuerza en nuestro territorio, al ser más segura, más cómoda, con mayores posibilidades de comunicación y que consume menos energía que una edificación tradicional.

## **1.2 Justificación**

En la actualidad se han desarrollado nuevas tecnologías aplicables a las edificaciones, las cuales permiten que las personas disfruten de un estilo de vida mejor. Por cuanto la domótica es la integración de las tecnologías aplicada para la automatización en edificios.

Se realizará por tanto un estudio de los diferentes sistemas de monitoreo y control para la automatización de la edificación, como son: Sistema de iluminación, sistema de energía eléctrica, sistema de detección en caso de incendio, sistema anti intrusión.

La realización de este proyecto contribuye en la adquisición y ampliación de conocimientos enfocados en las tecnologías de sistemas domóticos forjando las bases para futuras investigaciones dentro de la comunidad académica, acortando las brechas tecnológicas existentes en la actualidad y promoviendo una nueva área de conocimientos en la universidad y el país.

El campo de la domótica por lo tanto se ha convertido en una necesidad actual y vital para encontrarnos a la vanguardia con respecto a los avances tecnológicos y su rápida evolución enfocado en mejorar la calidad de vida de las personas cuyo propósito principal es ofrecer servicios de confort, seguridad y ahorro energético.

La domótica es una de las áreas que facilita los procesos de automatización y operación de mecanismos electrónicos, logrando de esta manera integrar las diferentes tecnologías que se encuentran al interior de la edificación, con el fin de contribuir al mejoramiento del estilo de vida de las personas, en especial aquellas que poseen algún tipo de discapacidad.

Por lo tanto la domótica se presenta como una estrategia de ahorro en las diferentes aplicaciones, creando distintas soluciones que disminuyan el impacto que genera el consumo de energía, y al mismo tiempo crear conciencia sobre el uso adecuado de los recursos.

### **1.3      Objetivos**

**1.3.1**    *Objetivo general.* Realizar el estudio y diseño de un sistema domótico aplicado en el edificio de laboratorios para la Facultad de Mecánica.

**1.3.2**    *Objetivos específicos:*

Realizar un análisis de las condiciones del diseño de la edificación a ser intervenida, previo al estudio del sistema a utilizarse con los elementos de control.

Analizar normas y recomendaciones a seguir para el diseño del proyecto.

Estudiar el tipo de dispositivos que se va a emplear en cada una de las áreas de la edificación, sus variables, calidad y costos.

Realizar el diseño domótico basándose en aspectos de seguridad, gestión de energía, automatización de tareas, operación y mantenimiento de instalaciones.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Domótica, introducción y definición

Al referirnos a domótica hacemos referencia a un sistema inteligente que permite la integración de la tecnología en actividades dentro de hogares o edificios, con la finalidad de prestar diferentes servicios dentro de los mismos, como pueden ser seguridad, confort, comunicación, gestión energética, etc.

El término domótica deriva de la unión de las palabras domus (que viene del latín casa) y del griego automática (que funciona por sí sola). Una edificación administrada por un sistema inteligente como se menciona, integra elementos o dispositivos mediante una red para automatizar servicios, los cuales pueden modificar sus estados de acuerdo a la variación de ciertas condiciones producidas en el entorno. En sí, la domótica es aplicable a cualquier tipo de vivienda o edificio, ésta nueva tendencia contribuye a aumentar la calidad de vida de las personas, hace que una edificación sea más funcional y uno de los aspectos más relevantes es que se puede personalizar de acuerdo a nuestros requerimientos. (HUIDOBRO, 2010)

Un aspecto a tomar muy en cuenta en un edificio inteligente es su flexibilidad a posibles cambios en el futuro y nos referimos a cambios en lo que tiene que ver con su mantenimiento, reparación, actualización de equipos o adición de servicios, incluso por cambios de la distribución interna de su mobiliario.

El origen de la domótica se remonta a los años setenta, cuando aparecen los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la tecnología X-10. Durante los años siguientes comienzan diversos ensayos con avanzados electrodomésticos y dispositivos automáticos para el hogar. Los primeros sistemas comerciales fueron instalados, sobre todo, en Estados Unidos y se limitaban a la regulación de la temperatura ambiente de los edificios de oficina y poco más. Más tarde, tras el auge de

los computadores a finales de la década de los 80 y a principio de los 90, se empezaron a incorporar en estos edificios los sistemas de cableado estructurado para facilitar la conexión de todo tipo de terminales y periféricos entre sí, utilizando un cableado estándar y tomas repartidos por todo el edificio. Además de los datos, estos sistemas de cableado permitían el transporte de la voz y la conexión de algunos dispositivos de control y de seguridad, por lo que a aquellos edificios se les empezó a llamar edificios inteligentes.(HUIDOBRO, 2007)

## **2.2 Características de edificios con sistemas domóticos**

No existe ningún sistema domótico que sea el mejor para todas las situaciones desde todos los aspectos. Cada uno de los sistemas domóticos tienen sus ventajas e inconvenientes, sin embargo, hay una gran oferta en el mercado y para cada situación hay uno o varios sistemas que se adaptarán a la mayoría de los criterios que se puede exigir de un sistema de domótico.

Por lo tanto las características que deben predominar en las instalaciones domóticas son aquellas que los usuarios demanden, debido a que son ellos los que tendrán que utilizar de forma habitual todos los equipamientos instalados. De acuerdo al artículo de (SANTIAGO, 2011), las características principales son las siguientes

**2.2.1 *Facilidad de uso.***El uso de los sistemas de automatización en viviendas o edificios no deben ser diferentes con respecto a los sistemas convencionales. Los usuarios solo deben percibir los beneficios que les aporta el sistema instalado, sin la necesidad de tener conocimientos técnicos de ningún tipo. Los sistemas deben ser amigables, es decir, fáciles de usar y de aprender su manejo, de lo contrario cualquier sistema puede fracasar.

**2.2.2 *Flexibilidad.***Los sistemas instalados deben ser modulares y fácilmente ampliables y modificables en el futuro. Los usuarios deberán determinar en función de sus necesidades, qué elementos necesita controlar o qué aplicaciones desea instalar, pudiéndose hacer de forma progresiva y sin tener que realizar cambios sustanciales en la instalación o edificio.

**2.2.3 Interconectividad.** Los equipos y sistemas instalados deben tener la capacidad de poder ser conectados entre sí, bien por pertenecer a un mismo sistema o bien por la posibilidad de utilizar interfaces o pasarelas que permitan la interconexión, pero no solo en el interior de la vivienda o edificio, sino con redes exteriores que aporten nuevos servicios, comunicación e información.

Además, deben ser compatibles con los futuros desarrollos, asegurando a los usuarios la implantación de los nuevos servicios que vayan apareciendo.

## **2.3 Niveles de inteligencia de un edificio**

Desde el punto de vista tecnológico, se pueden establecer consideraciones generales sobre las condiciones mínimas que debe cumplir un edificio para ser denominado inteligente.

Según la norma española AENOR EA 0026:2006. Se entiende por nivel de domotización o nivel domótico, el nivel asignado a una instalación como resultado de la ponderación de las aplicaciones y dispositivos existentes en la misma, esta tabla se puede observar en el anexo A y de acuerdo a la misma se definen los siguientes niveles y ponderaciones:

- **Nivel 1.** Son instalaciones con un nivel mínimo de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. La instalación debe contar con una serie de dispositivos de los indicados en (ver Anexo A) de forma que la suma de puntos asignados al número de dispositivos sea como mínimo de 13, siempre que se repartan en al menos 3 aplicaciones.
- **Nivel 2.** Son instalaciones con un nivel medio de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. En este caso la suma de puntos debe ser de 30 como mínimo, siempre que se repartan en al menos 3 aplicaciones.
- **Nivel 3.** Son instalaciones con un nivel alto de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. En este caso la suma de puntos debe ser de 45 como mínimo, siempre que se repartan en al menos 6 aplicaciones.

Tabla 1. Niveles de domotización de las viviendas según norma EA0026:2006

Grado de domotización	Nivel 1 Mínimo	Nivel 2 Medio	Nivel 3 Alto
Suma mínima ponderada	13	30	45
Funcionalidades mínimas a incluir	3	3	6

Fuente: AENOR EA0026:2006

## 2.4 Beneficios de la Domótica

**2.4.1 Confort.** Este aspecto representa uno de los más importantes por la cual las personas u organizaciones están construyendo casas y edificios automáticos, las mismas que dan al usuario la facilidad de tener un mando a distancia en diferentes áreas como son sistemas remotos de enfriamiento, calefacción, intercomunicación, dispositivos de audio y video, dispuestos a través de la edificación.

**2.4.2 Seguridad.** En una instalación domótica se incluye sistemas avanzados de seguridad que pueden incluir sistemas cerrados de cámara, sensores de movimiento, control de accesos ya sea por reconocimiento de voz, clave, tarjeta electrónica, huella digital etc. Todos éstos interconectados entre sí y hacia una estación policial o compañía de seguridad privada, que brinde el apoyo necesario en caso de una emergencia.

**2.4.3 Economía.** Con la gestión de la energía mediante dispositivos inteligentes se consigue un importante ahorro a nivel energético, pues éstos administran de forma automática los recursos que no se estén utilizando, o los establecen en niveles necesarios para las actividades cotidianas, este aspecto conlleva incluso al aumento de la productividad con el ahorro de tiempo y dinero.

## 2.5 Elementos que componen un sistema domótico

**2.5.1 Sensores.** Son dispositivos capaces de reconocer la variación de una variable física o química y transformarlas en variables eléctricas, son los elementos encargados de recoger información de los diferentes sistemas que controlan. Entre las variables controladas están: temperatura, distancia, aceleración, presión, fuerza, etc.



Es común que los sensores no se encuentren conectados a la red eléctrica, sino que tienen independencia al tener una pila o batería incorporada para su funcionamiento. Entre los principales sensores domóticos se distinguen los siguientes:

**Sensor de presencia.** Este tipo de sensor activa o desactiva automáticamente el mecanismo eléctrico al que se encuentre conectado cuando detecta o no, la presencia de un objeto dentro de un radio determinado, puede ser utilizado para la asistencia en iluminación a las personas en ambientes oscuros o también es utilizado para la detección de intrusiones no deseadas.

Figura 1. Sensor de presencia



Fuente: [http://www.msebilbao.com/tienda/product\\_info.php?products\\_id=388](http://www.msebilbao.com/tienda/product_info.php?products_id=388)

**Sensor de contacto magnético perimetral.** Su conexión o desconexión se da al alejar uno del otro, produciendo un cambio en su campo magnético, enviando una señal al dispositivo eléctrico que esté conectado. Se los utiliza para el control de la apertura o cierre ya sea de puertas o ventanas.

Dada su capacidad de proteger bienes en sitios con o sin vigilancia, son una solución práctica para sitios remotos en los que no es una alternativa viable contar con guardias de seguridad.

Figura 2. Sensor de contacto perimetral



Fuente: <http://gammaelectronica.com.ar/?p=496>

**Sensor de humo.** Al presentarse humo dentro de alguna dependencia este sensor entra en funcionamiento al detectar el mismo, envía su señal al dispositivo domótico conectado a él. Pueden ser de dos tipos iónicos y ópticos.

Figura 3. Sensor de humo



Fuente: <http://www.electrobox.es/index.php?cPath=155>

**Sensor de inundación.** Es un dispositivo que detecta fugas de agua, al detectar una variación del nivel, cortando el suministro de agua mediante la activación de electroválvulas de paso de agua y la activación de una alarma ya sea acústica o enviándola al dispositivo domótico.

Figura 4. Sensor de inundación



Fuente: <http://www.tutiendasolar.es/detallearticulo.php?num=2372492>

**2.5.2 Controladores.** Los controladores son los encargados de gestionar el sistema en base a la programación e información del medio físico que reciben procedente de los sensores, procesan la señal y generan señales de control para poner en funcionamiento a los actuadores.

**2.5.3 Medio de transmisión.** Según la tecnología que utilizan los dispositivos domóticos existen distintos medios de transmisión como son: fibra óptica, red eléctrica, línea telefónica, bus dedicado, TCP/IP, radio frecuencia. (DURÁN, 2009)

**2.5.4 Actuator.** Estos dispositivos son los que actúan directamente sobre los elementos a controlar, reciben las órdenes y las transforman en señales de aviso, de regulación o conmutación. Entre los más comunes dentro de instalaciones domóticas están electroválvulas (control de agua y gas), válvulas de zonificación de calefacción, sirenas o elementos zumbadores, motores eléctricos, abre puertas, etc.

## **2.6 Tipos de arquitectura**

La arquitectura en una instalación domótica puede presentarse en tres tipos: centralizada, distribuida y mixta, la misma que puede ser considerada tanto desde un punto de vista físico (distribución de cableado o medio físico entre dispositivos) como lógico (distribución de las comunicaciones entre dispositivos).

**2.6.1 Arquitectura centralizada.** Un único controlador gestiona todas las funciones y

acciones de los sensores y actuadores, el mal funcionamiento del controlador impide el funcionamiento total del sistema domótico.

**2.6.2** *Arquitectura distribuida.* En este tipo de arquitectura según la programación del sistema domótico cada sensor y actuador es también un controlador independiente capaz de actuar y enviar información al sistema. La ventaja en la arquitectura distribuida es que el mal funcionamiento de un elemento no impide el correcto funcionamiento de los demás elementos de la instalación y llama la atención su facilidad de instalación y la facilidad a la ampliación futura de aplicaciones domóticas.

**2.6.3** *Arquitectura mixta.* Se caracteriza por la utilización parcial o combinación de las dos arquitecturas anteriores, en la cual se puede disponer de un controlador central con dispositivos sensores y actuadores como la arquitectura distribuida, y procesar la información y tanto actuar como enviar a otros dispositivos de la red, sin que necesariamente pase por otro elemento controlador. (ÁLVAREZ, 2007)

## **2.7 Medios de interconexión**

**2.7.1** *Alámbrico.* Son aquellos que utilizan componentes físicos y sólidos para la transmisión de datos. Estos se pueden transmitir a través de: (CONSTANTINO, 2011)

**Línea de distribución de energía eléctrica.** Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones domésticas, dado el bajo coste que implica su uso al tratarse de una instalación existente. En aquellos casos en los que las necesidades de los sistemas no impongan requerimientos muy exigentes en cuanto a la velocidad de transmisión de datos, la línea de distribución de energía eléctrica puede ser suficiente como soporte de dicha transmisión.

**Cable coaxial.** El cable coaxial tiene gran utilidad por su propiedad idónea de transmisión de voz, audio y video. Los factores a tener en cuenta a la hora de elegir un cable coaxial son su ancho de banda, su resistencia o impedancia característica, su capacidad y su velocidad de propagación. La velocidad de transmisión del cable coaxial puede llegar a 10 Mbps.

**Cable de par trenzado.**El cable consiste en dos alambres de cobre aislados. Los alambres se trenzan con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos. Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (policloruro de vinilo).

A pesar que las propiedades de transmisión de cables de par trenzado son inferiores, y en especial la sensibilidad ante perturbaciones extremas, a las del cable coaxial, su gran adopción se debe al costo, su flexibilidad y facilidad de instalación, así como las mejoras tecnológicas constantes introducidas en enlaces de mayor velocidad, longitud, etc. La velocidad de transmisión de este cable puede llegar a 100 Mbps.

**Cable de fibra óptica.**Es una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de interconexión. Se puede lograr una mayor velocidad y disminuir casi en su totalidad ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica. La fibra óptica está compuesta por filamentos de vidrio de alta pureza muy compactos. El grosor de una fibra es como la de un cabello humano aproximadamente. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones.

En comparación con el sistema convencional de cables de cobre, donde la atenuación de sus señales es de tal magnitud que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 km sin que haya necesidad de recurrir a repetidores, lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento.

**2.7.2 Inalámbrico.**Los medios inalámbricos han tenido gran acogida al ser un buen medio de cubrir grandes distancias y hacia cualquier dirección. De manera general podemos definir las siguientes características de este tipo de medio. La transmisión y recepción se realiza por medio de antenas, las cuales deben estar alineadas cuando la transmisión es direccional, o si es omnidireccional la señal se propaga en todas las direcciones. Entre los medios inalámbricos existentes en la actualidad se puede definir algunas de ellas como son:

**Radiofrecuencia.** Esta tecnología puede parecer en principio, idóneo para el control a distancia de los sistemas domóticos, dada la gran flexibilidad que supone su uso. Sin embargo la este medio resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas producidas, tanto por los medios de transmisión, como por los equipos ya sea domésticos o industriales.

**Bluetooth.** Es un enlace radio de corto alcance que aparece asociado a las redes de área personal inalámbricas, o sus siglas en inglés WPAN (wireless personal area network). Este concepto hace referencia a una red sin cables que se extiende a un espacio de funcionamiento personal con un radio de hasta 10 metros.

Las WPAN constituyen un esquema de red de bajo coste que permite conectar entre sí equipos informáticos y de comunicación portátil y móvil, como ordenadores, PDA, impresoras, ratones, micrófonos, auriculares, cuyo objetivo principal es que todos los equipos puedan interconectarse entre sí, sin interferencias.

**Infrarrojos.** La comunicación se realiza entre un diodo emisor que emite una luz en la banda de IR, sobre la que se superpone una señal modulada con la información de control, y un fotodiodo receptor cuya misión consiste en extraer de la señal recibida la información de control. Al tratarse de un medio de transmisión óptico, son inmunes a las radiaciones electromagnéticas producidas por los equipos domésticos o por los demás medios de transmisión (coaxial, par trenzado, corrientes portadoras, etc.).

## **2.8 Estándares para el sistema de control**

Existen varios tipos de sistemas de comunicación empleados en la domótica, los cuales se clasifican dependiendo del canal que utilizan para la transmisión de datos, se detallan a continuación los principales.

**2.8.1 Estándar X-10.** Esta tecnología fue desarrollada entre los años de 1976 a 1978, está basado en corrientes portadoras para el intercambio de información, se caracteriza por tener dispositivos relativamente económicos con relación a otras tecnologías, actualmente es la de mayor difusión a nivel mundial.

Figura 5. Logo estándar X-10



Fuente: [www.smarthome.com](http://www.smarthome.com)

Estos dispositivos se comunican utilizando las líneas de energía doméstica (120V o 220V). Este protocolo cuenta con un grupo de dieciséis letras llamadas “house codes” y dieciséis números individuales llamados “unit codes”, dando como resultado un total de 256 direcciones posibles, se tienen un total de seis comandos básicos llamados “control strings”, (encendido, apagado, reducir intensidad, aumentar intensidad, todo encendido y todo apagado) los cuales son enviados a todos los módulos, pero sólo actúa el dispositivo al que va dirigido. La señal completa X-10 es de 48 bits, transmitiéndose a 50 o 60Hz sobre las líneas de energía, por lo que tarda casi un segundo el envío de dicha señal a un dispositivo.

El protocolo X-10 está diseñado para enviar y recibir información a través de señales que viajan por las redes eléctricas ya instaladas y pueden ser combinadas con señales de radiofrecuencia para permitir control inalámbrico.

La utilización de las redes eléctricas ya instaladas evita la necesidad de un cableado de control adicional por lo que este método o de transmisión da la posibilidad de automatizar hogares y oficinas de una manera sencilla y económica. Otra ventaja es que permite una compatibilidad casi total entre los dispositivos X-10 de diferente fabricante.

Para realizar la transmisión de datos se utilizan señales de radiofrecuencia que se inyectan a la red eléctrica, sincronizándolas con los cruces por cero de la señal de poder de (60 Hz). Esta técnica es llamada control por corriente portadora (“carrier current” control).

En el protocolo X10 se emplea código redundante, en donde cada bit se envía dos veces, una en su verdadero valor e inmediatamente otra negado, con el fin de disminuir los posibles errores de comunicación.

Existen 4 tipos de dispositivos X10:

**Transmisores.** Estos transmisores envían una señal especialmente codificada de bajo voltaje que es superpuesta sobre el voltaje del cableado. Un transmisor es capaz de enviar información hasta 256 dispositivos sobre el cableado eléctrico. Múltiples transmisores pueden enviar señales al mismo módulo.

**Receptores.** Reciben las señales X10 y las interpretan dependiendo si dicha señal va dirigida hacia él conforme a su configuración, la cual se realiza mediante dos pequeños selectores giratorios, uno con 16 letras (A-P) y otro con 16 números (0-15). Los receptores pueden indicar su estado si es manejado mediante un computador.

**Transmisores-Receptores.** Tienen la capacidad de responder y confirmar la correcta realización de un comando, lo cual resulta muy útil cuando el sistema X10 está conectado a un programa de computadora que muestre los estados de la instalación domótica de la vivienda.

**Inalámbricos.** Son unidades que permite conectarse a través de una antena y enviar señales de radio desde una unidad inalámbrica e inyectar la señal X-10 en el cableado eléctrico. Estas unidades no están habilitadas para controlar directamente a un receptor X10, debe utilizarse un módulo transceptor.

Gracias a la flexibilidad que supone el ser un sistema escalable, resulta tanto para seguridad, como en confort, ahorro energético, comunicación e incluso ocio, pudiendo manejar a distancia el DVD, audio y vídeo. Su instalación y configuración es sencilla que el propio usuario puede configurar las aplicaciones que desee en cada momento entre una amplia gama de funciones.

**2.8.2 Estándar *European installation bus*.** Es un sistema domótico auspiciado por la unión europea con el objetivo de crear un estándar europeo, con el suficiente número de



fabricantes, instaladores y usuarios, que permitiera comunicarse entre sí a todos los dispositivos de una instalación eléctrica y así contrarrestar las importaciones de productos similares que se producían en el mercado japonés y el norteamericano, en donde esta tecnologías se han desarrollado antes que en Europa.

Figura 6. Logo European installation bus



Fuente: <https://www.auto.tuwien.ac.at/partners.html>

El EIB define una relación extremo a extremo entre los dispositivos, proporcionando una arquitectura descentralizada, basada en la estructura de niveles OSI. Este protocolo efectúa la comunicación entre los dispositivos a través de una única línea (bus), la cual controla las funciones de iluminación, calefacción, encendido, apagado, etc.

La idea de utilizar un solo bus para conectar a todos los dispositivos reduce el tiempo de instalación, y a su vez, permite realizar modificaciones en la estructura del edificio sin la necesidad de alterar el cableado existente del bus.

Esta estructura permite unir hasta 64 dispositivos EIB en una sola línea, y ésta a su vez pueden unirse hasta en 15 líneas utilizando acopladores, obteniendo en total de 256 direcciones posibles o más de mil metros de cable de bus, con el cual se forma una red de dispositivos llamada “área”.

No es necesario un puesto de control central ya que el sistema trabaja de forma descentralizada, teniendo una estructura lineal, estrellada o ramificada, siendo capaz de transmitirse comandos desde una PC.

Como consecuencia de esto, se destaca la fácil instalación del cableado, y una reducción importante, en la cantidad de conductores que se utilizan en la instalación eléctrica, dando como resultado una reducción de las posibilidades de fuego y una reducción

importante en el tiempo de instalación. El sistema por sus posibilidades encuentra su máxima utilidad en edificios industriales, ya que permite controlar todas las funciones, tanto desde una manera descentralizada como de una manera centralizada, permitiendo realizar operaciones lógicas y condicionales.

La mínima unidad que compone una instalación EIB se denomina línea. Esta línea puede tener una longitud máxima de 1000 metros, la medida se debe a que los propios mecanismos conectados a ella debilitan la señal (amortiguan la señal), por este motivo se toma como tope esta medida.

Como se señaló anteriormente cada línea puede soportar 64 elementos, la distancia máxima entre mecanismos EIB deber ser de 700 metros, puesto que si existe colisión entre telegramas, ésta es la distancia máxima a la que actúa el algoritmo CSMA/CA. La distancia entre la fuente de alimentación y un mecanismo EIB es de 350 metros, como máximo, con el fin de que no se pierda tensión debido a la longitud de la línea, es decir el mecanismo envía una semionda negativa que se compensa con la semionda positiva que envía la fuente de alimentación. Para que dicha semionda positiva pueda llegar a su destino, la distancia entre la fuente de alimentación y el mecanismo, no debe exceder de los 350 metros.(EJIDO, 2009)

**2.8.3 Estándar Lonworks.** Fue desarrollada en 1992, la compañía Echelon lanzó la tecnología LonWorks la cual cubre desde el nivel físico hasta el nivel de aplicación para cualquier proyecto de Domótica ofreciendo una arquitectura descentralizada. Desde entonces se ha venido implementando con éxito en edificios de oficinas, hoteles o industrias gracias a su gran robustez y fiabilidad pero, debido a su alto costo, no ha logrado introducirse ampliamente en el mercado doméstico, ya que en la actualidad existen otras tecnologías mucho más económicas que cuentan con funciones y servicios similares.

Figura 7. Logo lonworks



Fuente: [www.echelon.com](http://www.echelon.com)

La tecnología LonWorks puede funcionar sobre cable coaxial, par trenzado, corrientes portadoras, fibra óptica e incluso radio frecuencia. El transmisor-receptor se encarga de adaptar las señales del Neuron Chip a los niveles que necesita cada medio físico.

La gran desventaja de LonWorks y el motivo por el cual no ha logrado entrar al el mercado doméstico es su alto costo, este problema se debe a que no existe competencia real en el desarrollo y fabricación de productos con esta tecnología ya que Echelon sólo ha concedido licencia para producir dispositivos LonWorks a tres fabricantes de semiconductores, los cuales a su vez tienen que pagar por cada circuito que fabriquen.

Todos los dispositivos LonWorks están basados en el micro controlador llamado neuron chip. Tanto el chip como la programación del mismo, la cual implementa el protocolo LonTalk, fueron desarrollados por Echelon en el año 1990.

El neuron chip es el corazón de la tecnología LonWorks. Los nodos LonWorks contienen un neuron chip para procesar todos los mensajes del protocolo LonTalk, detectar entradas y actuar las salidas, implementar funciones específicas de la aplicación y almacenar parámetros específicos de la instalación. Cada neuron chip tiene un número de identificación de 48 bits único, asignado durante la fabricación (se graba en la memoria EEPROM) y que permite direccionar cualquier nodo dentro de una red LonWorks. Este ID se acostumbra a utilizar como dirección de red sólo durante la instalación y configuración del nodo.

**2.8.4 Estándar BatiBus.** En 1989 las compañías Merlin Gerin, Airelec, Edf y Landis & Gyr fundaron el BCI (BatiBUS Club International), desarrollando el protocolo BatiBUS, el cual se ha convertido en estándar mundial (ISO/IEC JTC 1 SC25), aunque su mayor penetración ha sido en el mercado Francés.

Al contrario de la tecnología LonWorks con su protocolo LonTalk, el protocolo BatiBUS es totalmente abierto y como consecuencia cualquier empresa es capaz de implementarlo en sus productos. BatiBUS está diseñado para implementarse en edificios de tamaño pequeño medio, tales como hogares, residencias, oficinas pequeñas.

El único medio físico del BatiBUS es el cable, la cual es una gran desventaja ya que

prácticamente limita su instalación a edificios de nueva construcción al no contemplar la comunicación a través de radio frecuencia, infrarrojo o líneas de energía.

Todos los dispositivos BatiBUS, al igual que los dispositivos X10, disponen de unos pequeños teclados o interruptores circulares que permiten asignar una dirección física y lógica que identifican unívocamente a cada dispositivo conectado al bus.

**2.8.5 Estándar Konnex.** El estándar Konnex surge en el año de 1996 cuando EHS (EHS association), BCI (BatiBUS club international) y EIBA (European installation bus association) crean un foro común para debatir sobre la convergencia de estos tres estándares por la necesidad de unificar criterios entre protocolos y tecnologías en el campo de la domótica con el objetivo de crear una norma común que obtenga lo mejor del EIB, del EHS y del BatiBUS y que a su vez aumente considerablemente la oferta de productos para el mercado doméstico.

Figura 8. Logo KNX



Fuente: <http://www.knx.org/es/>

Contempla tres modos de funcionamiento, cada uno orientado a diferentes niveles de usuario final:

- **S.Mode (System mode):** Basado en el EIB en donde los dispositivos son instalados y configurados por profesionales con ayuda de aplicaciones específicamente diseñadas para este propósito.
- **E.mode (Easy mode):** Los dispositivos son pre-programados de fábrica para realizar funciones específicas, aunque también son necesarios algunos ajustes al

momento de instalarlos mediante pequeños interruptores dentro del mismo dispositivo.

- **A.mode (Automatic mode):** Cuenta con una tecnología plug&play en la que los usuarios no necesitan realizar ninguna configuración en los dispositivos. Está pensado para implementarse en electrodomésticos, equipos de entretenimiento, aparatos electrónicos, etc.

Los medios físicos soportados por éste estándar son par trenzado, ondas portadoras, ethernet y radiofrecuencia. En el 2002 se publica la especificación KNX por la recién establecida konnex association, dicha entidad tenía la misión de crear un único estándar que sea compatible con sus tres protocolos predecesores, que reúna las mejores características de los mismos y que pueda competir en calidad, prestaciones y precios con otros sistemas norteamericanos reconocidos como son los protocolos LonWorks y CEBus.

En diciembre del 2003 el protocolo KNX así como los dos medios de transmisión TP (par trenzado) y PL (línea eléctrica) fueron aprobados por los comités nacionales europeos y ratificados por el CENELEC, como estándar europeo EN 50090.

Ya que KNX también ofrece soluciones para aplicaciones HVAC (Calefacción, ventilación y aire Acondicionado), propone una nueva especificación al CEN (Comité Europeo de estandarización) para su publicación como estándar europeo de sistemas de control y automatización de edificios. Al ser aceptada la propuesta, las especificaciones de KNX fueron publicadas por el CEN como Norma Europea EN 13321-1.(MORO, 2011)

Por otro lado, en vista del gran interés que había fuera de los países Europeos por productos compatibles con este estándar, KNX association da los pasos necesarios para que su estándar sea aprobado por la International Standards Organization ISO/IEC como estándar internacional. De esta manera en noviembre de 2006 el protocolo KNX ha sido aceptado, incluyendo todos los medios de transmisión (TP, PL, RF, IP) como ISO/IEC 14543-3 para publicarse como estándar internacional. De esta manera KNX es el único estándar abierto de gestión técnica de viviendas y edificios a nivel mundial.

## 2.9 Software para control domótico

El software es el encargado de la programación, puesta en marcha, monitorización y mantenimiento de un sistema domótico. Se comunica directamente con el hardware (sensor y actuador) para la realización de la tarea de control (iluminación, flujo de agua, alarmas etc.) y puede estar basado en los diversos sistemas operativos existentes en el mercado.

Normalmente se ha utilizado el lenguaje de programación C para desarrollar las distintas aplicaciones que controlan todo el sistema, pero con la llegada de la programación orientada a objetos y del avance en las distintas áreas de la informática se hace más adaptable a las necesidades actuales en cuanto a facilidad de programación y operación.

Cada sistema domótico ha desarrollado diversos tipos de software compatibles con sus productos, encontrándose versiones para los diferentes sistemas operativos (Windows, Linux, Android) que se los puede manipular desde un computador hasta un teléfono inteligente.

El software que vaya a ser utilizado debería tener como mínimo las siguientes recomendaciones:

- Comunicación con el circuito de acceso a la red domótica, vía USB.
- Visualización de los módems conectados a la red y las aplicaciones que cuelgan de cada uno.
- Subaplicaciones de monitorización y control de los sensores y actuadores de las aplicaciones.
- Interfaz visual y amigable.
- Sección que ofrezca conectividad con el exterior.

## **2.10 Normativa**

En la actualidad se han desarrollado trabajos de normalización relacionados con la domótica tanto en organismos europeos (CENELEC; CEN) como en organismos internacionales (ISO/IEC).

**2.10.1** *Definición de norma.* Son documentos elaborados por consenso y aprobados por un organismo reconocido que ofrecen, para uso común y frecuente, reglas, directrices o características para actividades o los resultados de éstas, con el fin de lograr un óptimo nivel de orden en un contexto determinado. Las normas están basadas en resultados consolidados en la ciencia, la tecnología y la experiencia, cuyo objetivo es fomentar los beneficios óptimos de la comunidad.

En su resolución 1992, el Consejo de la comisión Europea resalta que las normas europeas deben basarse en transparencia, apertura, consenso, independencia de intereses, eficiencia y toma de decisiones basándose en las representaciones nacionales.

A continuación se presentan los organismos de normalización existentes y se destacan los comités encargados de la normalización domótica y se resumen sus trabajos.

### **2.10.2 Organismos de normalización**

#### **Nacional**

**INEN.** El instituto Ecuatoriano de normalización, fue creado el 28 de agosto de 1970, mediante decreto supremo No. 357 publicado en el registro oficial No. 54 del 7 de septiembre de 1970 y desde su inicio ha venido actuando como la entidad nacional encargada de formular las normas técnicas Ecuatorianas teniendo como concepto básico satisfacer las necesidades locales y facilitar el comercio nacional e internacional.

El organismo técnico nacional, es el eje principal del sistema Ecuatoriano de la calidad en el país, competente en normalización, reglamentación técnica y metrología, encargada de formular las normas técnicas ecuatorianas y de emitir certificados de conformidad con sello y norma para el mejoramiento de la productividad y

competitividad en la sociedad ecuatoriana.

## **Europeos**

**AENOR.**La asociación Española de normalización y certificación una entidad dedicada al desarrollo de la normalización y la certificación en todos los sectores industriales y de servicios.

AENOR se autodefine como una entidad española, privada, independiente, sin ánimo de lucro, reconocida en los ámbitos nacional, comunitario e internacional, y que contribuye, mediante el desarrollo de las actividades de normalización y certificación a mejorar la calidad en las empresas, sus productos y servicios, así como a proteger el medio ambiente y, con ello, el bienestar de la sociedad.

Fue designada para llevar a cabo estas actividades por la orden del ministerio de industria y energía, de 26 de febrero de 1986, de acuerdo con el real decreto 1614/1985 y reconocida como organismo de normalización y para actuar como entidad de certificación por el real decreto 2200/1995, en desarrollo de la ley 21/1992, de industria.

**CENELEC.**El comité europeo de normalización electrotécnica, se creó en 1973 como resultado de la fusión de dos organizaciones Europeas anteriores: CENELCOM y CENEL. En la actualidad, CENELEC es una organización técnica sin ánimo de lucro, amparada por la legislación belga y compuesta por comités electrotécnicos nacionales que representan a 28 países europeos, asimismo, cuenta con 7 comités nacionales de Europa central y del este que participan en CENELEC como miembros afiliados.

La misión de CENELEC es preparar normas electrotécnicas de carácter voluntario que ayuden a desarrollar un mercado único Europeo y una región económica Europea para productos y servicios eléctricos y electrónicos y eliminar las barreras comerciales, creando nuevos mercados y reduciendo los costos de adaptación. Su organización homóloga es la comisión electrotécnica internacional (CEI).

Las normas europeas (EN) son documentos que han sido ratificados por alguno de los 3 organismos europeos de normalización: CEN, CENELEC o ETSI. Éstas se diseñan y se



elaboran a través de un proceso transparente y mediante consenso.

El hecho de que las normas CENELEC deban convertirse en normas nacionales en todos los países miembros, garantiza el fácil acceso de los fabricantes al mercado de todos estos países europeos a la hora de aplicar las normas europeas, independientemente de si se trata de un fabricante con sede en el territorio de CENELEC o no. Los países miembros deben retirar cualquier norma nacional divergente.

**CEN.** Esta organización asociada a CENELEC es responsable de la preparación de normas europeas en todos los campos excepto el electrotécnico y el de las telecomunicaciones. CEN sigue las mismas reglas internas que CENELEC. Normalmente, CEN y CENELEC aceptan a la vez a un país como miembro. Su organización homóloga es la organización internacional de normalización (ISO).

**ETSI.** Es el instituto de estándares de telecomunicación Europeos fue creada en 1988 y es una organización de normalización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa.

Ofrece la oportunidad de ser miembros a la industria y a todas las organizaciones correspondientes que tengan interés en la normalización de las telecomunicaciones y que pertenezcan a un país dentro del marco geográfico de la confederación Europea de administraciones de correos y telecomunicaciones. Su homóloga internacional es ITU, la unión internacional de telecomunicaciones.

### **Internacionales**

**IEC.** La Comisión Electrotécnica Internacional es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas. Algunas normas se desarrollan conjuntamente con la ISO (normas ISO/IEC).

La IEC fue fundada en 1906 y está integrada por los organismos nacionales de normalización, en las áreas indicadas, de los países miembros. En la actualidad, IEC cuenta con 51 miembros de pleno derecho, 11 miembros asociados y 63 en calidad de

afiliados. IEC está reconocida a nivel mundial como el proveedor de normas y servicios relacionados, necesarios para facilitar el mercado internacional en el campo electrotécnico. Sin embargo, al contrario que en el caso de los miembros de CENELEC, a los miembros de IEC no se les exige que adopten a nivel nacional las normas emitidas por este organismo.

Garantizan también la adopción paralela de los procedimientos y una estrecha colaboración entre el trabajo técnico desempeñado en los órganos correspondientes de CENELEC e IEC.

Las publicaciones y los proyectos de los documentos de IEC constituyen la fuente directa de los documentos de referencia utilizados como base para las normas CENELEC.

Con el fin de garantizar un procedimiento sencillo, con unas previsiones determinadas, se firmó el acuerdo de Dresde. El acuerdo de Dresde permite comenzar a normalizar a nivel internacional un asunto que en un principio sólo se iba a tratar a nivel europeo.

**ISO.** La Organización Internacional para la Estandarización creada en 1947, es una federación mundial no gubernamental de organismos nacionales de normalización, que produce normas internacionales industriales y comerciales.

Dichas normas se conocen como normas ISO y su finalidad es la coordinación de las normas nacionales, con el propósito de facilitar el comercio, facilitar el intercambio de información y contribuir a la transferencia de tecnologías. ISO Cuenta con más de 140 miembros.

La misión de ISO es fomentar el desarrollo de la normalización y de las actividades relacionadas a nivel mundial con el fin de facilitar el intercambio de productos y servicios.

ISO está estrechamente ligada a CEN, entre las que existe un vínculo equivalente al ya mencionado acuerdo entre CENELEC e IEC. En este caso se trata del acuerdo de Viena, firmado por ambas organizaciones en 1991.

**ITU.** La unión internacional de telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las naciones unidas encargado de regular las telecomunicaciones, a nivel internacional, entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

La unión internacional de telecomunicaciones se creó en 1932 aunque hay que remontarse a 1865, año en el que 20 países Europeos se reunieron en la primera convención internacional de telegrafía.

Cuenta con 189 países miembros y más de 600 participantes del sector. Su misión es adoptar recomendaciones con el objetivo de normalizar las telecomunicaciones a nivel mundial. El contenido de estas recomendaciones, a nivel de relaciones internacionales, es considerado como obligatorio por las administraciones y empresas operadoras. ITU está muy ligada a ETSI.

**2.10.3** *Comités de normalización domótica.* A continuación se presentan los distintos comités de normalización involucrados en la normalización domótica, clasificados según el organismo de normalización al que pertenecen.

## **CENELEC**

**TC 205.** El Comité técnico 205 “sistemas electrónicos para viviendas y edificios”, se encarga de preparar normas para todos los aspectos de sistemas electrónicos domésticos y en edificios en relación a la sociedad de la información.

En más detalle, preparar normas para asegurar la integración de un espectro amplio de aplicaciones y aspectos de control y gestión de otras aplicaciones en y en torno a viviendas y edificios.

Incluyendo las pasarelas residenciales a diferentes medios de transmisión y redes públicas, teniendo en cuenta todo lo relativo a EMC y seguridad eléctrica y funcional.

La TC 205 no preparará normas de producto sino los requisitos de actuación necesarios y los interfaces de hardware y software necesarios. Las normas deberán especificar ensayos de conformidad.

**AENOR.**La norma EA 0026“instalaciones de sistemas domóticos en viviendas, prescripciones generales de instalación y evaluación”, establece los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones de sistemas domóticos para su correcto funcionamiento y las prescripciones generales para la evaluación de aptitud en viviendas.

La certificación AENOR EA0026:2006 es considerada por cuanto es la única que no discrimina empresa instaladora, fabricante, o protocolo utilizado en el sistema domótico. La norma fue creada en conjunto con la asociación Española de Domótica (CEDOM) y AENOR con el objetivo de:

- Demostrar a los clientes el cumplimiento de las normas mediante marcas, certificado por una empresa independiente y reconocida.
- Facilitar la introducción de productos en otros mercados.
- Ayudar a los consumidores en la compra de productos

La norma es una guía para cualquier empresa instaladora para certificar las instalaciones domóticas que realice, generando la confianza que proporciona una certificación por una tercera parte, independiente, en base a unos requisitos conocidos y preestablecidos.

Los usuarios podrán tener la certeza de que la vivienda que adquieren dispone de un sistema domótico acorde a lo especificado en la memoria de calidades y con una serie de servicios que aseguren la correcta instalación, el buen funcionamiento y un mantenimiento adecuado al sistema domótico de la vivienda.

**Serie EN 50090.** Esta serie de normas especifican los requisitos particulares del protocolo Konnex. Algunas partes de esta serie de normas incluyen requisitos generales para todos los sistemas domóticos que pararán a formar parte de la serie EN 50491.

**Serie EN 50491.**Esta serie de normas especifican los requisitos generales que afectan a cualquier sistema domóticos, independiente del protocolo de comunicación utilizado.

## **CEN**

**TC 247.**El comité técnico 247 “automatización de edificios, controles y gestión de edificios”, se encarga de la normalización de automatización de edificios, controles y gestión de edificios y servicios para edificios residenciales y no residenciales.

Estas normas incluyen definiciones, requisitos, funciones y métodos de ensayo de los productos de automatización de edificios y sistemas para control automático de instalaciones de servicios en edificios.

Las medidas de integración primarias incluyen interfaces de aplicación, sistemas y servicios para asegurar una gestión técnica de edificios eficiente en cooperación con la gestión comercial y de infraestructuras del edificio. Se excluyen de su campo de aplicación las áreas de automatización de edificios bajo la responsabilidad de otros comités de CEN/CENELEC.

## **ISO/IEC**

**JTC 1/SC 25.**El subcomité 25 “interconexión en la tecnología de la información” es el responsable de la interconexión en la tecnología de la información. Dentro de su campo de aplicación está la normalización de sistemas microprocesadores.

Así como de interfaces, protocolos y medios de interconexión asociados para equipos de tecnología de la información, generalmente para entornos comerciales y residenciales, se excluye el desarrollo de normas para redes de telecomunicaciones e interfaces a redes de comunicación.

### **2.11 Elección del sistema domótico**

La elección del sistema domótico representa en esencia uno de los aspectos más importantes para administrar el edificio inteligente, ya que el sistema elegido formará parte integral de la construcción y por lo tanto deberá tener una duración de muchos años y un grado de satisfacción adecuada al usuario, para ello se debe hacer una evaluación muy minuciosa del sistema .

Para su elección se debe tomar en consideración varios aspectos como:

**Tipo y tamaño de la edificación a ser intervenida.** Se refiere al servicio que brinda la edificación como por ejemplo, una vivienda, un edificio, oficinas, centros de recreación, centros educativos, etc.

**Nueva o construida.** Si la vivienda aún no se ha construido existe la libertad para la instalación de cualquier sistema, pero si ya está construida buscar un sistema que se adapte mejor a la vivienda, pues interviene posibles modificaciones en la estructura del inmueble.

**Las funcionalidades.** Las funcionalidades toman en cuenta los diferentes servicios que necesitarán los usuarios, como pueden ser en ahorro energético (consumo energético), seguridad tanto a las personas como los bienes y confort para un ambiente adecuado de trabajo, o cualquier actividad que se requiera realizar.

**La integración.** Se basa en el análisis de los diferentes dispositivos para interactuar, además de aparatos y sistemas que se controla directamente con el sistema de domótica, con que otro sistema se quiere interactuar.

**Los interfaces.** Se los realiza mediante controles remotos, pantallas táctiles, computadores, smartphome, vía internet, etc. Cada sistema domótico maneja sus propios interfaces en mayor o menor grado de complejidad.

**Sencillez.** Tanto de preinstalación, instalación como programación. El sistema tiene que ser sencillo e intuitivo tanto para el instalador como para el usuario.

**Costos del sistema.** El costo varía entre los diferentes tipos de sistemas domóticos y tiene que ver mucho con el presupuesto del usuario.

**Reconfiguración y mantenimiento.** Hay que tener en cuenta la facilidad que se puede reconfigurar el sistema por parte del usuario y por otro lado los servicios de mantenimiento y post venta que ofrecen los fabricantes y los integradores de sistemas. (HUIDOBRO, 2007)

## CAPÍTULO III

### 3. ESTUDIO DEL PROYECTO DOMÓTICO

#### 3.1 Descripción

El edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo es un proyecto que se encuentra actualmente en desarrollo, que surge con la necesidad de integrar todos los laboratorios de las escuelas que componen dicha facultad, consta de un área total de construcción de 1541 m<sup>2</sup>. En la figura 9 podemos observar el edificio de laboratorios modelado en 3D.

Figura 9. Edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica



Fuente: Autores

El proyecto domótico contemplará una serie de sistemas que administrará en forma inteligente varios servicios dentro del edificio, será por lo tanto una edificación moderna

facilitando la implementación de cualquier sistema domótico que se vaya a sugerir en el presente proyecto.

El edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica constará de tres plantas que se encuentra distribuida de la siguiente forma:

#### Primera planta

- Laboratorio de Resistencia de Materiales
- Laboratorio CAD CAM
- Laboratorio de Metalografía
- Sala de reuniones
- Estancia para servicio de copias
- 2 bodegas
- 2 estancias para equipos auxiliares
- 3 baños

#### Segunda planta

- Laboratorio de Ensayos no Destructivos
- Laboratorio de Tratamientos Térmicos
- Laboratorio de Química
- Laboratorio de Automatización
- Baños mujeres
- Baños hombres
- 2 oficinas
- 2 bodegas

#### Tercera planta

- Dirección Decanato
- Secretaría Decanato
- Dirección Vicedecanato
- Secretaría Vicedecanato
- Biblioteca
- Aula



- Sala de reuniones
- 5 baños

Entre los objetivos principales de este diseño domótico es lograr ahorro energético y seguridad del edificio, por lo que es fundamental estudiar factores como la ubicación del edificio y diseño tanto interior como exterior.

**3.1.1** *Diseño interior.* Cada instalación domótica a diseñar tiene diferentes características a ser tomadas en cuenta, las cuales responden a los requerimientos del usuario y se ajustan a sus necesidades, en el presente caso se tomará en cuenta al personal que laborará en el edificio y de los estudiantes que lo utilizarán.

De acuerdo al diseño arquitectónico propuesto por parte del Departamento de Planificación de la ESPOCH, las diferentes estancias del edificio serán amplias, para el correcto desempeño de las actividades de sus usuarios, también se disponen de pasillos amplios, accesos y salidas alternativas para el tránsito adecuado de los usuarios en sus actividades cotidianas o en el caso de presentarse emergencias.

**3.1.2** *Diseño exterior.* La arquitectura exterior presenta elementos sólidos macizos, similar a la arquitectura de otras edificaciones dentro de la ESPOCH, en donde prevalece el hormigón visto y ciertos volúmenes predominantes.

En las aulas, laboratorios y oficinas se propone grandes ventanas para disponer de una adecuada iluminación natural durante el día, como consecuencia la utilización de iluminación artificial se reduce en este horario.

**3.1.3** *Características principales.* Antes del diseño del sistema inteligente, es necesario analizar las condiciones propuestas en los planos del edificio para de esa forma saber las bases en las que funcionará el sistema. En el edificio constará oficinas, laboratorios, centro de copiado, biblioteca y aulas, tiene una altura aproximada de 11,75 m. y un ancho aproximado de 26 m.

A continuación se detallarán recomendaciones que deberá presentar la infraestructura del edificio que debería contemplar un edificio moderno, basado en las normativas

ecuatorianas de construcción.

Las escaleras tienen una dimensión de huella: 300 mm y contrahuella: 100 mm, cumpliendo con las dimensiones establecidas en la norma NTE INEN 2249:2000, la cual presenta la siguiente fórmula.

$$2a + b = 640 \text{ mm}$$

$$b = 640 \text{ mm} - 2a$$

Dónde:

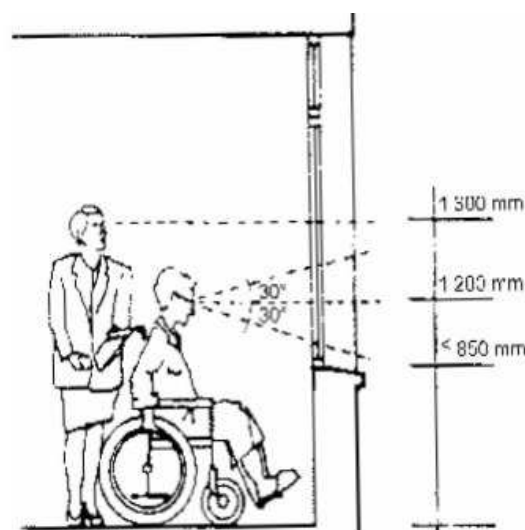
a = contrahuella, en mm ( $\leq a 180\text{mm}$ )

b = huella, en mm

Las ventanas tienen diferentes dimensiones tanto exteriores como interiores, a una altura de 1200 mm, razón por la cual no cumple las recomendaciones de la norma NTE INEN 2312:2001, que señala:

Las dimensiones de las ventanas están condicionadas por los siguientes parámetros: La altura del nivel del ojo en posición sedente, lo cual se sitúa en 1 200 mm; el nivel visual de una persona ambulante a una altura de 1 600 mm; y el ángulo de visión de 30°.

Figura 10. Altura de nivel de ojo



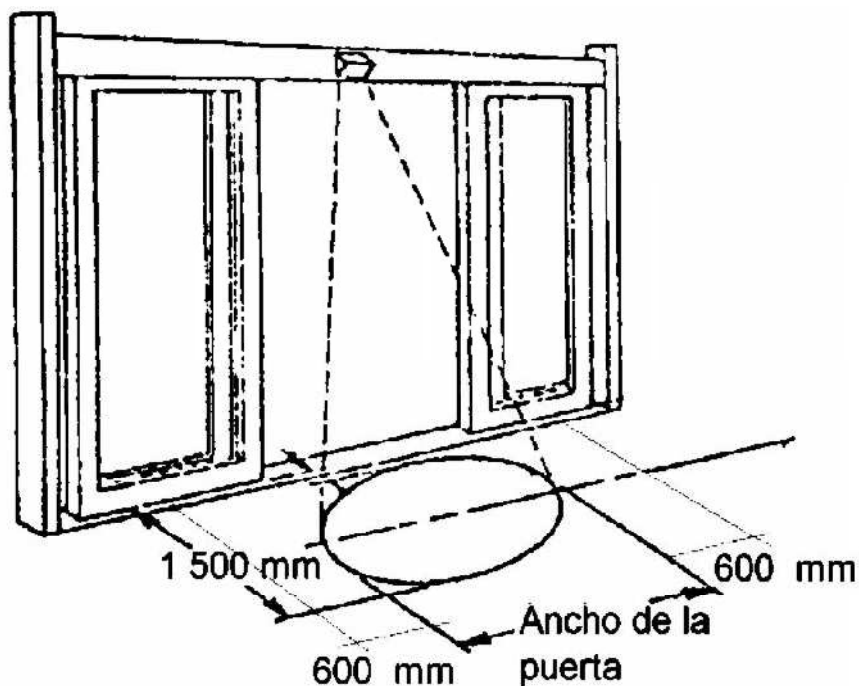
Fuente: NTE INEN 2312:2001

Con respecto a las puertas, deben cumplir las recomendaciones de la norma NTE INEN 2309:2001 que establece que las puertas deben tener un mínimo de ancho libre mínimo de 900 mm y la altura 2050 mm.

Las puertas automáticas que serán contempladas en el proyecto, la misma norma establece que las puertas de apertura automática deben estar provistas de un sensor de detección elíptica cuyo punto extremo estará situado a 1500 mm de distancia de la puerta en una altura de 900 mm del piso terminado en un ancho superior al de la puerta en 600 mm a cada lado de esta.

El tiempo de apertura estará determinado por el sensor, por tal razón es indispensable la colocación de estos, tanto en el interior como en el exterior, señala que los edificios públicos en preferiblemente deben tener puertas automáticas corredizas.

Figura 11. Dimensiones para una puerta automática



Fuente: NTE INEN 2309:2001

Las baterías sanitarias deberán seguir las recomendaciones de la norma NTE INEN 2293:2001 accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico, área higiénico-sanitaria.

## 3.2 Diseño arquitectónico

**3.2.1 Descripción planta baja.** En esta planta se van a desarrollar actividades de enseñanza y consta de los siguientes ambientes:

**Acceso principal.** El acceso principal contempla un espacio amplio para el tránsito de los usuarios, tiene un área aproximada de 80 m<sup>2</sup>. Las dimensiones de la puerta principal son (2,95 x 2,00) m. la misma será automática, corrediza integrada con sensores que permita la apertura y cierre.

En el interior va a disponer de detectores de movimiento para la manipulación automática de la iluminación y detectores de humo para la detección de riesgos de incendio, estará también contemplado la instalación de cámaras ubicadas en lugares estratégicos para la monitorización del acceso.

En este espacio se contará con 1 tomacorriente de 120 V para alimentar cualquier carga, puntos de luz de 120 V que abastecen a los ojos de buey que estarán distribuidos en un número total de 16 unidades.

**Acceso secundario.** El acceso alternativo al edificio contempla un área de 14 m<sup>2</sup>, el mismo que está dispuesto en la fachada lateral izquierda del edificio, junto al ascensor. Las dimensiones de la puerta son (2,20 x 1,50) m. con acceso manual.

En la presente área se van a sugerir detectores de movimiento para la asistencia automática en la iluminación del espacio físico, detectores de humo para seguridad en caso de flagelos, y una cámara para el monitoreo constante del este acceso y el ascensor.

Con respecto a la iluminación se dispondrá alimentación de 120V para el abastecimiento de los ojos de buey en un número de 3 unidades.

**Copiadora.** Un servicio muy importante en el edificio será un centro de fotocopiado que ayuden con el proceso de fotocopias de libros, tesis y demás, prestando de esta manera la mejor atención al usuario, esta copiadora se encontrará junto al acceso secundario.

**Laboratorio de Resistencia de Materiales.** El área de este laboratorio es de 126 m<sup>2</sup>, en el cual se desarrollará actividades académicas teórico-prácticas, adicional el laboratorio dispone un espacio de 11m<sup>2</sup> correspondiente a la oficina del docente, con su respectivo baño y una bodega para almacenamiento de materiales y herramientas de 7 m<sup>2</sup>, dispone de una salida de emergencia para casos de evacuación.

El espacio del laboratorio estará dividido en 2 secciones sin paredes intermedias, un espacio amplio destinado para la parte práctica con equipos inherentes a la cátedra y la otra sección va a disponer de un sistema audiovisual.

En la presente estancia se colocará detectores de movimiento para el manejo remoto y automático de la iluminación, detectores de humo para seguridad contra incendios, tomacorrientes inteligentes que controlarán el paso o cierre de fluido eléctrico bajo cierto horario a los equipos o dispositivos a integrar.

Los elementos que se utilizarán para la iluminación serán lámparas fluorescentes empotrables de 17W en un número total de 17 unidades, en la oficina y baño hay puntos de luz para sus respectivos focos, tendrá 25 tomacorrientes de 120 V que alimentan cargas como computadoras, proyector, equipos de laboratorios, etc.

**Sala de reuniones.** Estará ubicada en la planta baja, esta sala será ocupada para reuniones que tendrá el personal de profesores y autoridades, el área de esta sala es de 25 m<sup>2</sup>.

En la presente estancia se colocará detectores de movimiento para el manejo remoto y automático de la iluminación, detectores de humo para seguridad contra incendios.

Los elementos que se utilizarán para la iluminación serán lámparas fluorescentes empotrables de 17W en un número de 4 unidades, puntos de luz de 120 V que abastecen a los ojos de buey que estarán distribuidos en un número total de 5 unidades, tendrá 7 tomacorrientes de 120 V que alimentan cargas como computadoras, proyector, etc.

**Laboratorio CAD/CAM.** El área de este laboratorio es de 55 m<sup>2</sup>, aquí se utiliza diferentes software para el modelado, desarrollo y diseño de piezas mecánicas, el

laboratorio dispone un baño de 2m<sup>2</sup>, se dispone de un sistema audiovisual.

Se colocará detectores de movimiento para el manejo remoto y automático del control de luz, detectores de humo para seguridad contra incendios. Se utilizarán para la iluminación lámparas fluorescentes empotrables de 17W en un número total de 12 unidades y en el baño hay un punto de luz para foco, tendrá 10 tomacorrientes de 120 V que alimentarán las cargas.

**Laboratorio de Metalografía.** Este laboratorio cuenta con un total de 100m<sup>2</sup>, en el cual se realizará ensayos y análisis de microestructuras, de diferentes metales, se divide en 2 áreas sin la existencia de paredes intermedias, en la cual se distribuirán los equipos para la preparación de muestras, medición de dureza y análisis metalográfico. El otro espacio es destinado para la enseñanza teórica, en la cual existirá un sistema audiovisual.

Adicionalmente dispone de una oficina y su respectivo baño para el personal docente y una bodega para el almacenaje de materiales a ser utilizados.

En el laboratorio se instalará detectores de movimiento para el control de la iluminación y detectores de humo para seguridad contra incendios. En la presente estancia se dispone de una salida de emergencia, que sirve como ruta de evacuación en caso de emergencia.

Se distribuirá un total de 17 lámparas fluorescentes de 17W para la iluminación, 15 a lo largo del laboratorio y 2 en oficina, adicional se dispone de 3 puntos de luz para instalación de focos, 1 por el ingreso principal, 1 en el baño y 1 en la bodega. Con respecto a tomacorrientes tendrá 8 tomas de 120 V, 1 toma de 220 V monofásica, 3 tomas 220 V trifásica.

**Escaleras.** Como es de suponer, las escaleras son las que nos permitirán el acceso entre los diferentes niveles y estarán ubicadas en el centro de cada planta, estas escaleras estarán distribuidas entre los tres pisos que conforman el edificio, además cabe recalcar que está constituida por 20 escalones entre planta y planta. Para la asistencia de iluminación se va a disponer de detectores de movimiento que controlarán las lámparas fluorescentes de 32 W.

**Ascensor.**Según los planos el ascensor se encuentra junto al acceso secundario del edificio, es un recurso indispensable para el confort del usuario al momento de trasladarse de una planta a otra, como punto importante se destaca el afán de sustituir la rampa para personas discapacitadas, beneficiando de forma directa en cuanto al acceso de este bien a los mismos.

**3.2.2 Descripción primera planta alta.**En la presente planta se detallan los siguientes ambientes:

**Laboratorio de Química.** El área de este laboratorio es de 100 m<sup>2</sup>, adicionalmente el laboratorio dispone un espacio de 11m<sup>2</sup> correspondiente a la oficina del docente y una bodega para almacenamiento de materiales de 12 m<sup>2</sup>. En el espacio del laboratorio se distribuirá mesones para las prácticas respectivas con equipos inherentes a la cátedra y va a disponer de un sistema audiovisual.

En la presente estancia se colocará detectores de movimiento para el manejo remoto y automático de la iluminación, detectores de humo para seguridad contra incendios, tomacorrientes inteligentes que controlarán el paso o cierre de fluido eléctrico bajo cierto horario a los equipos o dispositivos a integrar.

Los elementos que se utilizarán para la iluminación serán lámparas fluorescentes empotrables de 17W en un número total de 14 unidades, 2 en la oficina y 12 en el laboratorio, en la bodega se dispone de 2 lámparas fluorescentes de 32W, tendrá 20 tomacorrientes de pared de 120 V que alimentarán cargas como computadoras proyector, equipos de laboratorios, etc., y 7 tomacorrientes de 120 V de piso cercanos a cada puesto de trabajo.

**Laboratorio de Tratamientos Térmicos.** El área de este laboratorio es de 61 m<sup>2</sup>, se dispone de un sistema audiovisual. Se colocará detectores de movimiento para el manejo remoto y automático del control de luz, detectores de humo para seguridad contra incendios, tomacorrientes inteligentes que controlarán el paso o cierre de fluido eléctrico bajo cierto horario a los equipos.

Se utilizarán para la iluminación lámparas fluorescentes empotrables de 17W en un

número total de 9 unidades, tendrá 4 tomacorrientes de 120 V, 3 tomacorrientes de 220 V monofásico y 5 tomas 220 V trifásica.

**Laboratorios de END.** Este laboratorio cuenta con un total de 50m<sup>2</sup>, es un espacio destinado para la enseñanza teórica-práctica, en la cual existirá un sistema audiovisual. Adicionalmente dispone de un cuarto oscuro de 7m<sup>2</sup>. En el laboratorio se instalará sensores de movimiento para el control de la iluminación y sensores de humo para seguridad contra incendios, tomacorrientes inteligentes que controlarán el paso o cierre de fluido eléctrico bajo cierto horario a los equipos. Se distribuirá un total de 6 lámparas fluorescentes de 17W para la iluminación, y un punto de luz que abastece a 1 ojo de buey y 2 puntos adicionales para colocación de focos. Con respecto a tomacorrientes tendrá 5 tomas de 120 V, 2 toma de 220 V monofásica, 4 tomas 220 V trifásico.

**Laboratorio de Automatización.** El área de este laboratorio es de 55 m<sup>2</sup>, se desarrollará actividades académicas teórico-prácticas, adicionalmente el laboratorio dispone un espacio de 7m<sup>2</sup> correspondiente a la oficina del docente y una bodega para almacenamiento de equipos de 5 m<sup>2</sup>, también va a disponer de un sistema audiovisual.

Se colocará detectores de movimiento para la gestión de la iluminación, detectores de humo para seguridad contra incendios, tomacorrientes inteligentes que controlarán el paso o cierre de fluido eléctrico bajo cierto horario a los equipos del laboratorio.

Los elementos que se utilizarán para la iluminación serán lámparas fluorescentes empotrables de 17W en un número total de 10 unidades, 1 en la oficina y 9 distribuidas en el laboratorio, para la bodega se dispone de 1 punto de luz para foco, tendrá 14 tomacorrientes de 120V que alimentarán cargas como computadoras, proyector, motores, etc.

**Baños.** Se ha contemplado la ubicación de baterías sanitarias en la primera planta alta debido a la concentración del mayor número de usuarios por ser la planta con la mayoría de laboratorios, los baños se encuentran ubicados al fondo del pasillo, consta de un área total aproximada de 26 m<sup>2</sup> el baño de hombres y 18 m<sup>2</sup> el baño para mujeres. La gestión de la iluminación estará a cargo de detectores de movimiento, instalados adecuadamente y sensores de agua para controlar posibles fugas, este espacio dispondrá



de un total de 4 lámparas fluorescentes de 34 W, 2 en el baño de mujeres y 2 en el baño de hombres, 4 tomacorrientes de 120 V, 3 tomas en el baño de mujeres y 1 toma en el baño de hombres.

**3.2.3 Descripción segunda planta alta.** En la segunda planta alta se desarrollarán actividades administrativas y cuenta con los siguientes ambientes:

**Decanato.** Es la unidad responsable de planificar, coordinar, evaluar y supervisar las labores relacionadas con los diferentes procesos administrativos de la Facultad de Mecánica, esta área está compuesta de: oficina con una área de 25 m<sup>2</sup>, baño de 3m<sup>2</sup>, secretaría con una área de 8 m<sup>2</sup>, baño 2 m<sup>2</sup>, cuarto de archivo de 5 m<sup>2</sup> y la sala de espera de 14 m<sup>2</sup>.

Se colocará un dispositivo para el control de acceso a la oficina, detectores de movimiento en todas las dependencias para el control automático o remoto de la iluminación, detectores de humo para seguridad en caso de incendios, control de persianas y monitorización mediante cámaras.

Para iluminación dispondrá de un total de 4 lámparas fluorescentes de 17W, ubicados 3 en la oficina, 1 lámpara en la secretaria y puntos de luz en la sala de espera, baños y archivo, 1 respectivamente, 15 tomacorrientes de 120 V en total, 6 tomas en la oficina, 3 tomas en la secretaría, 1 en cada baño, 2 en la sala de espera y 2 en archivo.

**Vicedecanato.** Esta oficina constará de una área de 25 m<sup>2</sup> para oficina, un baño junto a la misma de 3m<sup>2</sup>, secretaría con una área de 8 m<sup>2</sup>, baño de 2 m<sup>2</sup>, cuarto de archivo de 5 m<sup>2</sup> y sala de espera de 12 m<sup>2</sup>. Se contemplará para el ingreso un control de acceso inteligente, detectores de movimiento para el control automático o remoto de la iluminación, detectores de humo para seguridad en caso de incendios, control de persianas y monitorización mediante cámaras.

Para iluminación dispondrá de un total de 6 lámparas fluorescentes de 17W, ubicados 3 en la oficina, 1 en la secretaria y 2 en la sala de espera, puntos de luz en baños y archivo, 1 respectivamente, 15 tomacorrientes de 120 V en total, 6 tomas en la oficina, 2 tomas en la secretaría, 1 en cada baño, 3 tomas en la sala de espera y 2 en archivo.

**Biblioteca.** Es el lugar que será utilizado por los estudiantes y usuarios en general para realizar sus tareas e investigaciones, estarán conformados por varios escritorios, archiveros y computadoras con espacio suficiente para evitar molestias a los demás usuarios, dispone de un área de 56 m<sup>2</sup>, el área de archivo tiene un área de 56 m<sup>2</sup> y un baño de 3 m<sup>2</sup>,

Para la biblioteca se va a disponer de detectores de movimiento para el control de la iluminación, un computador para búsqueda virtual, cámaras de video y un detalle importante la disposición de detectores de humo, pues se trata de un área que puede fácilmente extenderse el fuego por la cantidad de papel existente, además del control remoto de persianas.

Los puntos de luz existentes en la biblioteca suministrarán energía a un total de 17 lámparas fluorescentes de 17 W, hay un punto de luz para foco en el baño y 3 puntos que alimentan a 3 ojos de buey al ingreso a la estancia. Dispone de 19 tomacorrientes de 120 V, 12 en el área de lectura y 7 en el área de archivo.

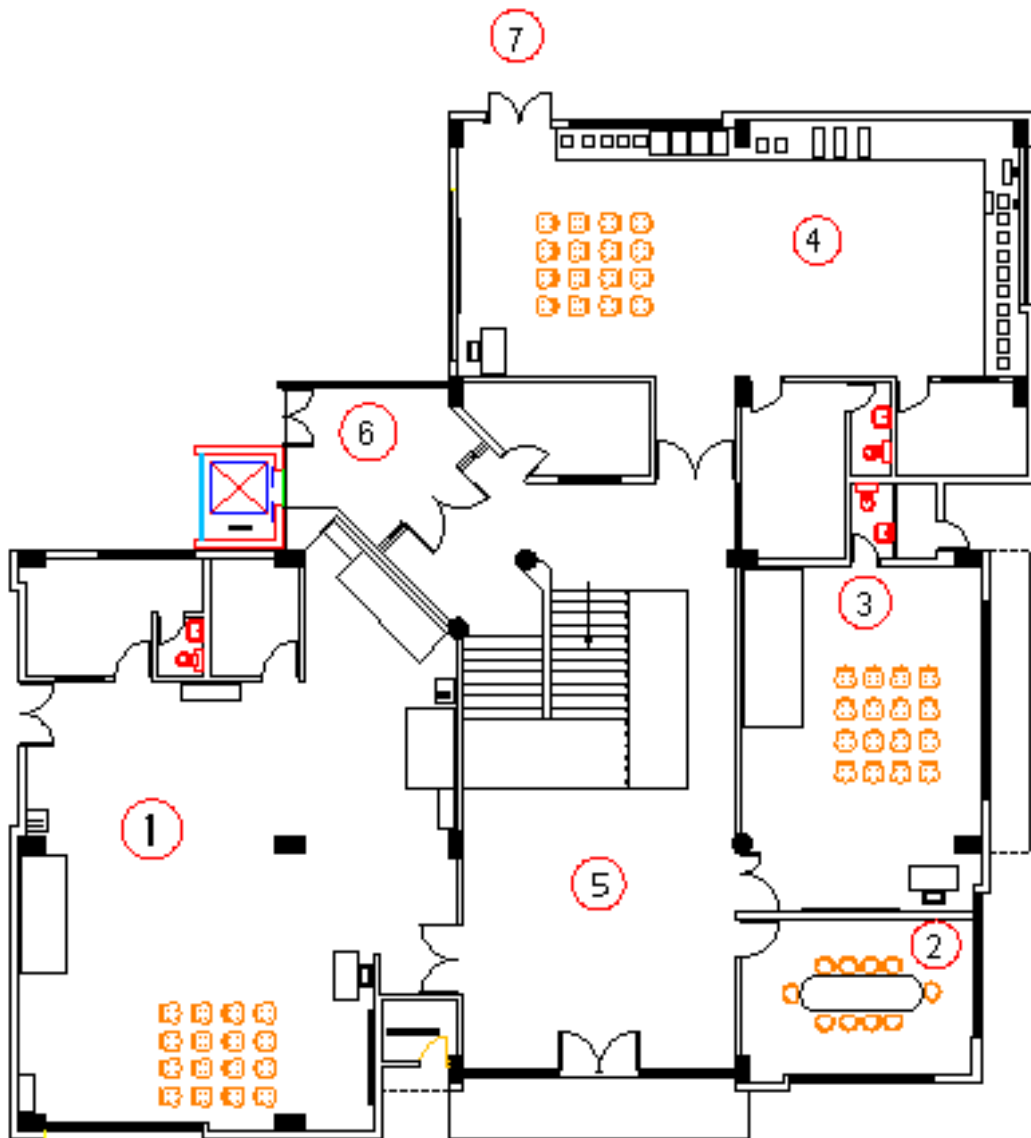
**Aula 1.** Es una estancia académica de 56 m<sup>2</sup>, va a instalarse un sistema audiovisual para la facilidad de enseñanza a los alumnos, el cual será manejado de forma inteligente desde un control remoto o del sistema central, la gestión de iluminación estará a cargo de detectores de movimiento, y detectores de humo brindarán la seguridad en cuanto a riesgo de incendios. Éste espacio dispone de 7 lámparas de 17 W, 7 tomacorrientes de 120 V.

**Sala de reuniones.** Esta sala dispuesta en la segunda planta alta tiene un área de 55 m<sup>2</sup>, en la presente estancia se colocará detectores de movimiento para el manejo remoto y automático de la iluminación, detectores de humo para seguridad contra incendios.

Los elementos que se utilizarán para la iluminación serán lámparas fluorescentes empotrables de 17W en un número de 4 unidades, puntos de luz de 120 V que abastecen a los ojos de buey que estarán distribuidos en un número total de 5 unidades, tendrá 7 tomacorrientes de 120 V que alimentan cargas como computadoras, proyector, etc.

#### **3.2.4 Planos**

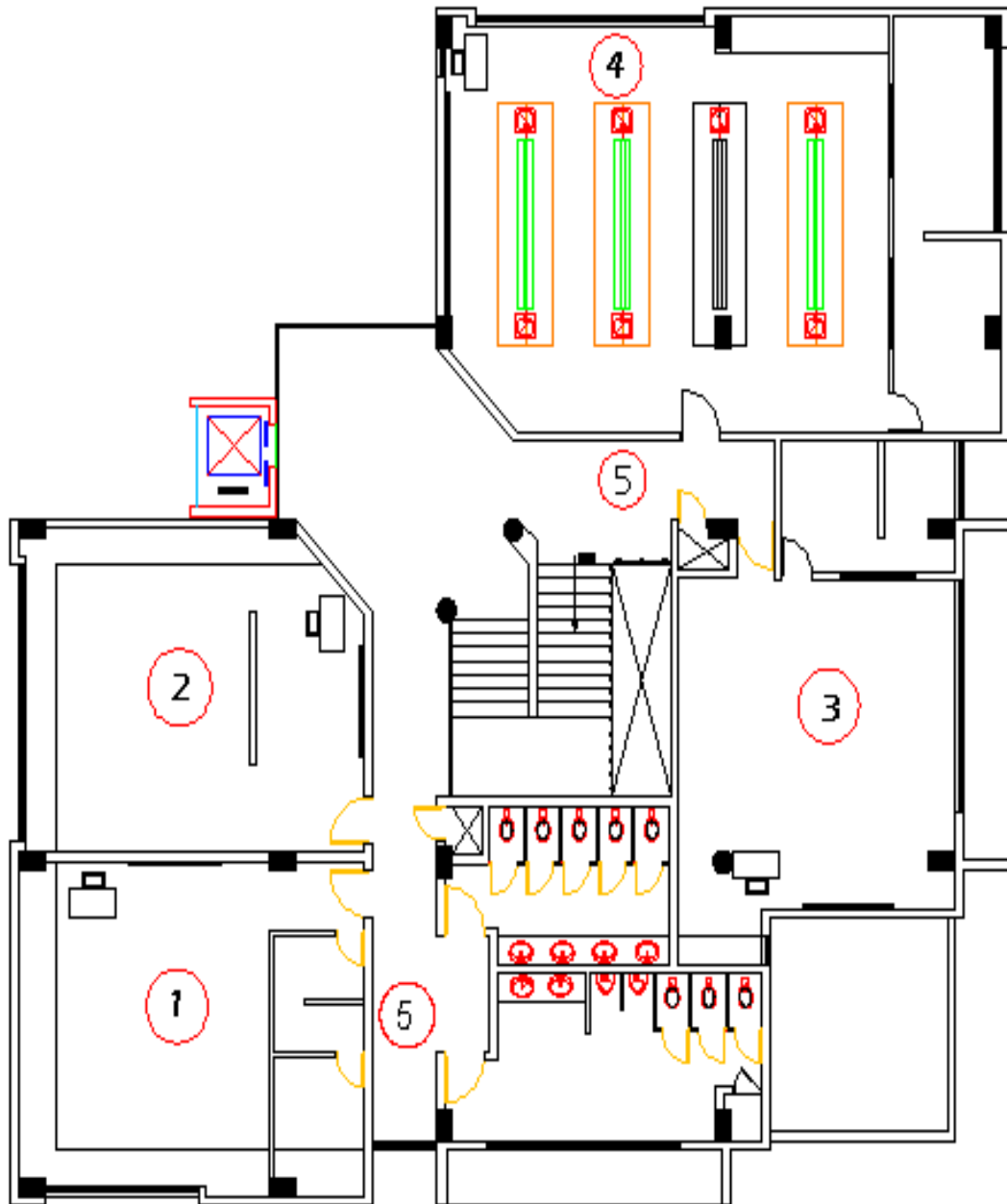
Figura 12. Plano planta baja edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica



Fuente: Departamento de Mantenimiento y Desarrollo Físico (DMDF)

- 1 Laboratorio de Resistencia de Materiales
- 2 Sala de reuniones
- 3 Laboratorio CAD/CAM
- 4 Laboratorio de Metalografía
- 5 Acceso principal
- 6 Acceso secundario
- 7 Salida de emergencia

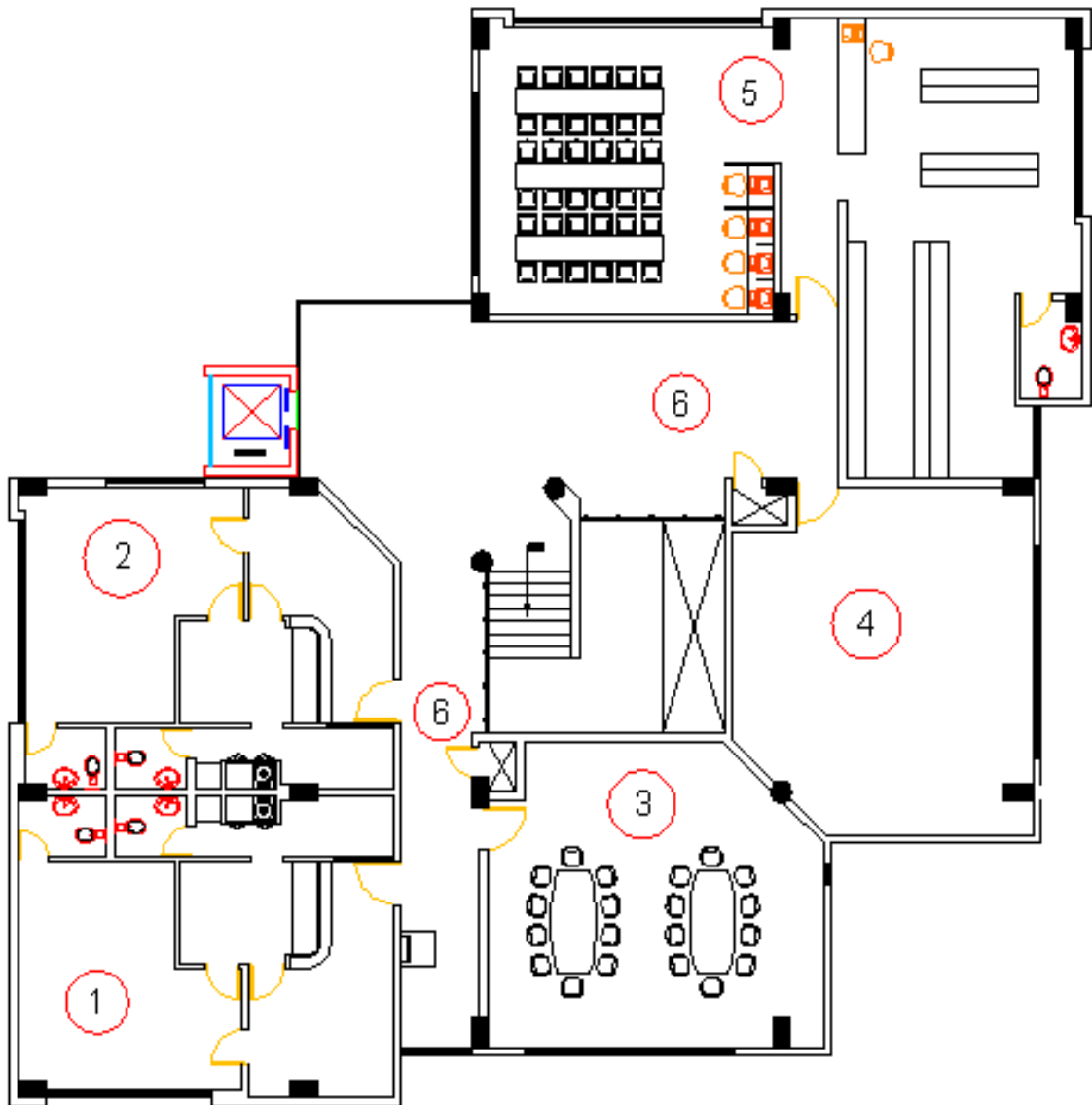
Figura 13. Plano primera planta alta edificio de laboratorios de la



Fuente:Departamento de Mantenimiento y Desarrollo Físico (DMDF)

- 1 Laboratorio de Ensayos no Destructivos
- 2 Laboratorio de Tratamientos Térmicos
- 3 Laboratorio de Automatización
- 4 Laboratorio de Química
- 5 Pasillo

Figura 14. Plano segunda planta alta edificio de laboratorios de la



Fuente: Departamento de Mantenimiento y Desarrollo Físico (DMDF)

- 1 Dirección Decanato
- 2 Dirección Vicedecanato
- 3 Sala de reuniones
- 4 Aula 1
- 5 Biblioteca
- 6 Pasillo

### 3.3 Consideraciones

### 3.3.1 Consideraciones eléctricas

- Para la protección de los dispositivos domóticos es necesario considerar el correcto dimensionamiento de la puesta a tierra.
- Según recomendación de la norma Ecuatoriana de construcción, el cuadro eléctrico de distribución del edificio debe tener un protector de sobretensiones transitorias de la red eléctrica para evitar daños en los equipos eléctricos y electrónicos de la instalación.
- En caso de que existan instalaciones eléctricas trifásicas, será preciso la inclusión de un acoplador de fase para garantizar la comunicación de los dispositivos domóticos entre sí.
- En los sistemas basados en tecnología por corrientes portadoras puede ser preciso prever la colocación de un filtro en el cuadro eléctrico, para eliminar las interferencias que puedan provocar otros equipos en el edificio, como contempla la recomendación de la norma AENOR 0026:2006, la utilización de filtros reduce la sobrecargas, sobrecalentamientos y pérdidas térmicas.
- Prever en el cuadro eléctrico el espacio suficiente para la colocación de protecciones adicionales y contactores.
- Asimismo, para asegurar una continuidad de la eficiencia energética de la conexión es necesario tomar las medidas necesarias para evitar esfuerzos mecánicos, tales como tensiones o torsiones en los conductores, que conduzcan a un deterioro de la conductividad de la conexión.
- Adecuación de las secciones de los conductores al actual consumo eléctrico, una mayor sección del conductor reduce la resistencia del circuito, disminuyendo las pérdidas por efecto Joule.
- Optimización del trazado de las canalizaciones: el adecuado diseño y

planificación del trazado de las canalizaciones en función de los previsible puntos de utilización de la energía permite una reducción en la longitud de conductor utilizado y, de forma implícita, la consiguiente reducción de resistencia en el circuito y, por tanto, de pérdidas por efecto Joule

### 3.3.2 *Consideraciones estructurales*

- Predisponer de los espacios idóneos para un ambiente adecuado de trabajo para las actividades a cumplirse por el usuario.
- Planificar los espacios necesarios para instalar los dispositivos y poder realizar las conexiones, previendo todas las funciones que se quieran implementar tanto en el presente como en el futuro para no tener la necesidad de romper muros y elevar gastos innecesarios.
- Un adecuado dimensionamiento de las ventanas para aprovechar al máximo un recurso natural como es la luz y así tener un ahorro del consumo energético en el servicio de iluminación.
- Garantizar el acceso a todos los lugares del edificio a personas con discapacidad, y en particular a las zonas de entrada, salida, evacuación y tránsito, así como los servicios higiénicos deberán estar acondicionados para que puedan ser también directamente beneficiados de las aplicaciones que desempeñará el sistema del proyecto domótico.
- Se debe considerar un espacio para la implementación de un equipo de generación eléctrica, con el fin de satisfacer la continuidad de la operación del sistema domótico en caso de un corte eléctrico.
- Todo sistema de operación necesita un espacio donde se puede controlar, monitorear y operar las distintas aplicaciones en el edificio, por el cual se debe disponer de un área y ubicación segura y apropiada.

## CAPÍTULO IV

### 4. DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO

#### 4.1 Sistema a utilizar

El sistema a utilizar se va a encargar del control y regulación de los dispositivos de la edificación en las diferentes aplicaciones como: confort, seguridad, gestión de energía eléctrica y comunicación.

El protocolo de comunicaciones que se ha seleccionado para este proyecto es el X-10, para transmitir señales de control entre equipos existentes en la edificación en formato digital. El mismo no requiere de instalaciones o construcciones adicionales ya que utiliza la línea eléctrica dispuesta en el edificio.

El Sistema X-10 es una de las tecnologías más desarrolladas a nivel mundial con muchos fabricantes de sus dispositivos, con una estructura sencilla y accesible. Se ha tomado en consideración las siguientes ventajas de ésta tecnología:

- Es un sistema descentralizado
- De fácil instalación
- Flexible y ampliable
- No necesita una línea nueva de cableado paralelo a la red
- Disponibilidad de dispositivos en el mercado
- Facilidad de interconexión de dispositivos, independientemente de su marca
- Dispositivos de bajo costo con relación a otras tecnologías



Para la gestión, control y monitoreo remoto de los dispositivos a utilizarse en el presente proyecto será necesario el uso de un software compatible con la tecnología X-10, se ha elegido el software ALHENA entre varios software disponibles en el mercado, debido al sistema amigable, la didáctica que presenta para el usuario y la facilidad de programación de los dispositivos inteligentes.

#### **4.2 Funciones a realizar por el edificio domótico**

- Automatización del sistema de iluminación, tomando en consideración la presencia de personas.
- Tener un programa horario que desempeñe ciertas tareas específicas
- Sistema automático de apertura de persianas
- Gestionar mediante software el control remoto y automático de todo el sistema domótico.
- Ingreso a oficinas mediante tarjeta electrónica
- Detección de fugas de agua y cierre de electroválvulas
- Monitoreo del edificio, interior y exteriormente por medio de un circuito cerrado de cámaras de video instalado en lugares estratégicos en la edificación

#### **4.3 Servicios en el edificio**

**4.3.1 Confort.** Esta aplicación busca específicamente el bienestar y la comodidad de las personas que utilicen las instalaciones. Para cumplir con este objetivo de aplicación se ha considerado la automatización de las funciones como:

- Control de puerta  
Apertura y cierre

- Control de persianas  
Apertura, cierre y regulación
- Control de iluminación  
Encendido, apagado y regulación

Figura 15. Animación control de apertura/cierre persianas



Fuente: Autores

**4.3.2 Seguridad.** Dentro de los sistemas de aplicación en la domótica uno de las aplicaciones más importantes está el sistema de seguridad en la cual se ha considerado para nuestro criterio emplear las siguientes funciones:

- Control de acceso inteligente

Monitoreo y ejecución

- Alarmas anti intrusión

Monitoreo y ejecución

- Sistema de vigilancia (circuito cerrado de cámara de video)

Monitoreo y ejecución

- Alarmas contra incendios

Monitoreo y ejecución

- Alarmas para detección de fugas de agua

Monitoreo y ejecución

- Simulación de presencia

Ejecución

- Alimentación alterna en caso de corte de suministro eléctrico (UPS)

Ejecución

Figura 16. Animación cámara ascensor primer piso



Fuente: Autores

Figura 17. Animación cámara exterior entrada principal



Fuente: Autores

Figura 18. Animación computador central, control de cámaras



Fuente: Autores

Figura 19. Animación control de acceso electrónico



Fuente: Autores

**4.3.3** *Gestión de energía eléctrica.* La gestión de energía nos permite manejar eficazmente y de manera óptima el consumo energético de las instalaciones eléctricas, lo que contribuye a la protección del medio ambiente y permite reducir significativamente el consumo energético.

Dentro de las funciones de esta aplicación consideramos las siguientes funciones:

- Control de iluminación  
Ejecución y regulación
- Control de flujo de energía eléctrica  
Ejecución

**4.3.4** *Comunicaciones.* Los elementos de campo (detectores, transmisores y sensores), transmitirán las señales a una unidad central inteligente que tratará y elaborará la información recibida. En función de dicha información y de una determinada programación, la unidad central actuará sobre determinados dispositivos relacionados con las señales recogidas por los elementos sensores de campo correspondientes. El edificio también tendrá una red wi-fi que estará a disposición de estudiantes y docentes.

Las funciones de esta aplicación está dada por:

- Emisión de señal (sensores)  
Monitoreo
- Transmisión de señal (corrientes portadoras)  
Trasmisión
- Procesamiento (unidad central)  
Procesamiento
- Recepción de señal (actuadores)  
Ejecución
- Red Wi-Fi

Transmisión - recepción

#### **4.4 Ubicación de elementos**

**4.4.1 Distribución de elementos.** La ubicación de los elementos ha sido asignada según recomendaciones de las normas AENOR EA 0026:2006 y de algunas de las empresas pioneras en instalaciones de sistemas domóticos.

Los sensores se encuentran instalados en cada una de las estancias, como los laboratorios, aulas, oficinas y pasillos.

**Sensor de humo.** El sensor de humo estará instalado en el techo, por lo general en el centro de la estancia dependiendo del área en la que se quiera implementar, donde el humo sube y permanece en esta zona. Al situar el detector de humo en la parte alta garantiza con esta ubicación correcta un posible aviso de alarma con mayor rapidez, para así ejecutar las medidas correspondientes.

**Sensor de movimiento.** Estos dispositivos serán ubicados en una esquina y en la parte superior aproximadamente a 1,80 m del suelo, con una orientación correcta, logrando una cobertura de 90 grados y alejada de fuentes de calor externos, para evitar así las lecturas erróneas emitidas por los dispositivos.

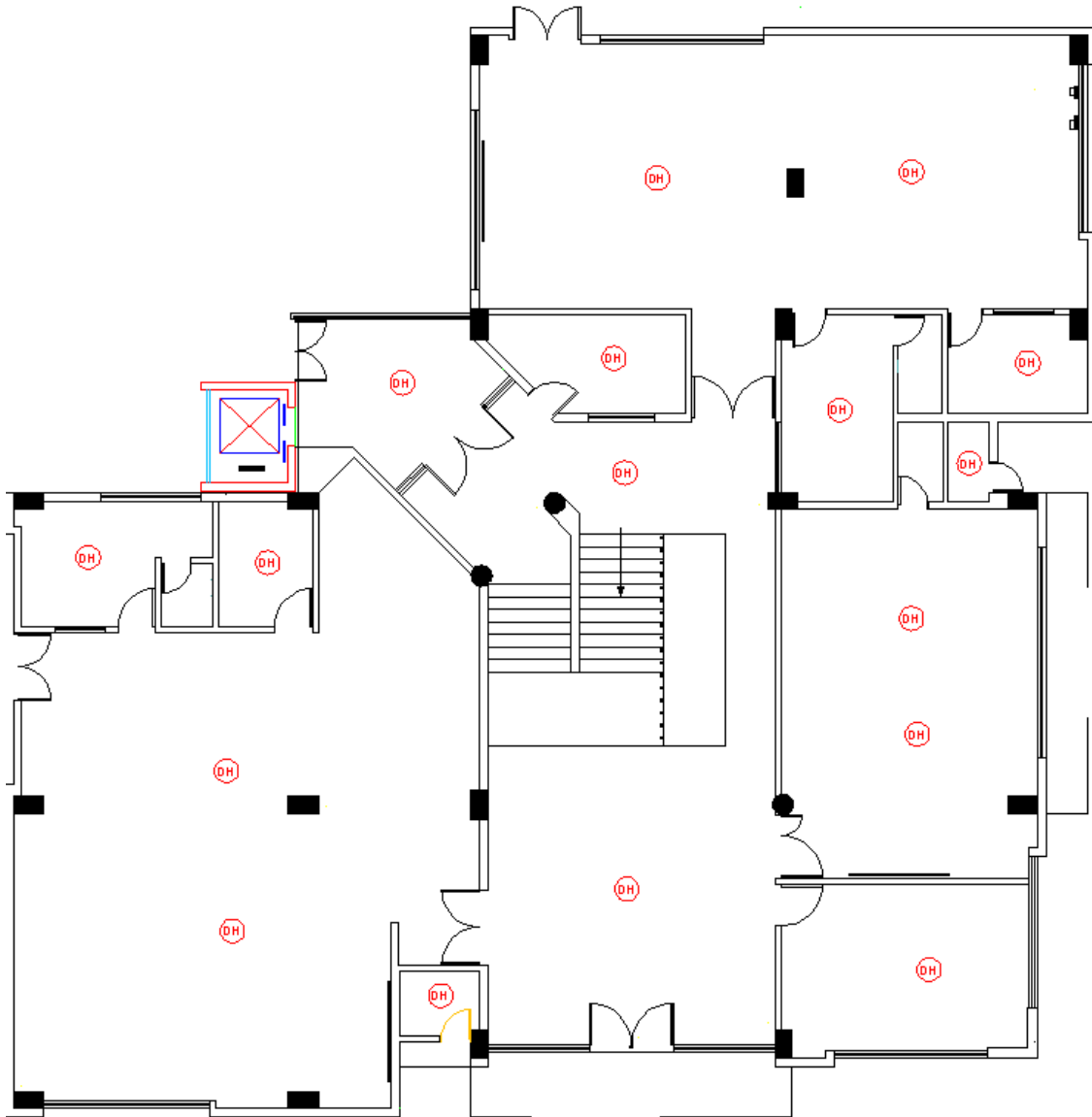
**Sensor de agua.** El sensor de agua se ubican muy cerca del suelo donde existan zonas que presenten humedad en lugares con riesgo de fugas de agua.

**Módulo direccional.** Estarán ubicados antes de los actuadores, son los que se encargan de direccionar la señal X-10 emitida a su actuador correspondiente, de acuerdo al código asignado, éstos comprenden módulos de luz, de persianas, sirenas, electroválvulas.

**Actuadores.** Cada actuador estará dispuesto en su lugar de acción correspondiente, son los que ejecutarán las órdenes emitidas por las señales X-10, entre éstos están los actuadores de persianas, luces, sirenas, electroválvulas, cámaras.

#### **4.4.2 Planos**

Figura 20. Distribución de sensores de humo planta baja



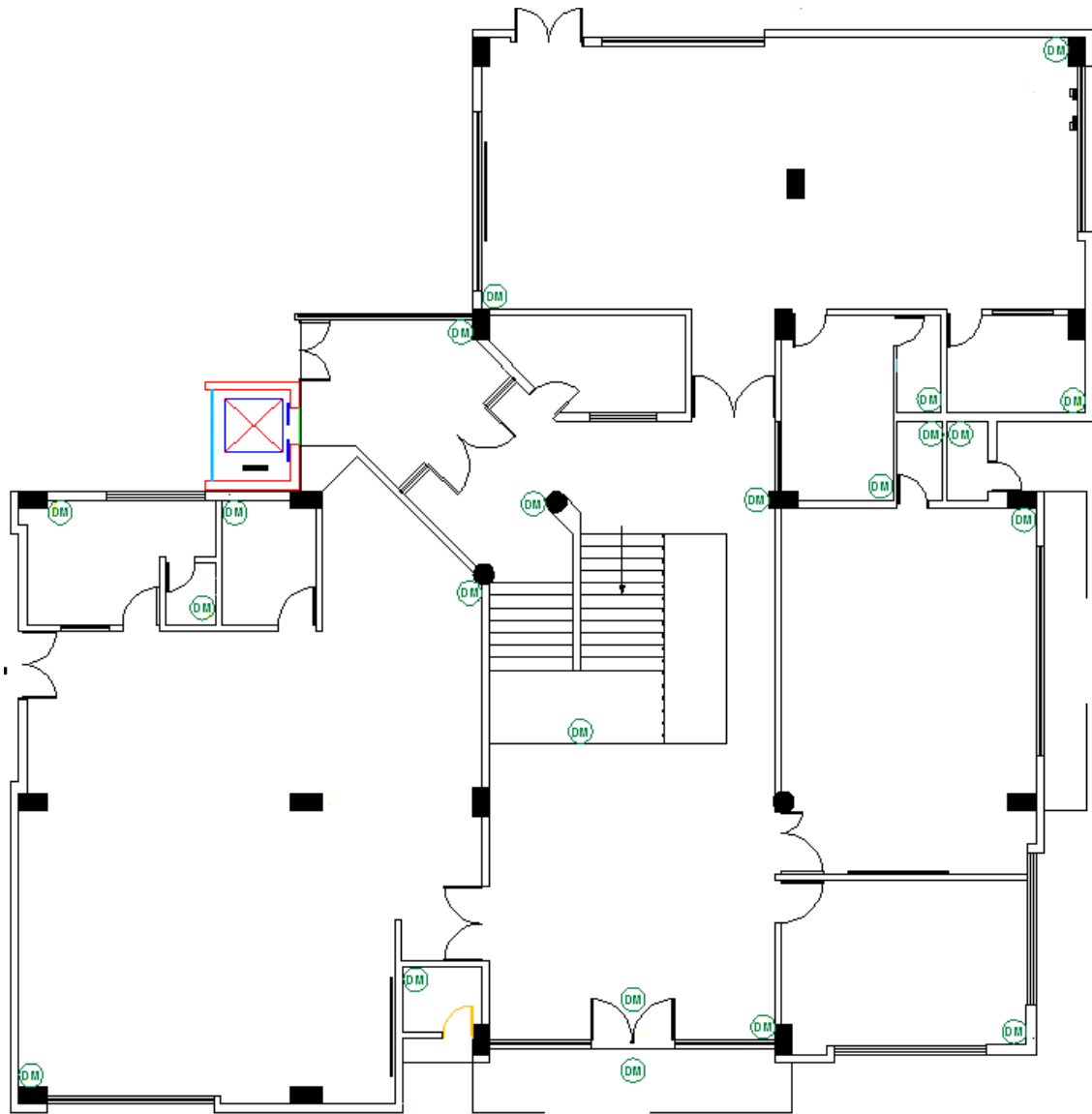
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Sensor de humo


**Descripción.** El plano corresponde a la disposición de los sensores de humo en la planta baja, el número de dispositivos distribuidos es de 17 unidades, que según las recomendaciones para la instalación de los sensores de humo, cada dispositivo debe ser colocado en una área de 30m<sup>2</sup>, en la cual en algunas estancias se han dispuestos más de una, por la extensión que representa.

Figura 21. Distribución de sensores de presencia planta baja



Fuente: Autores

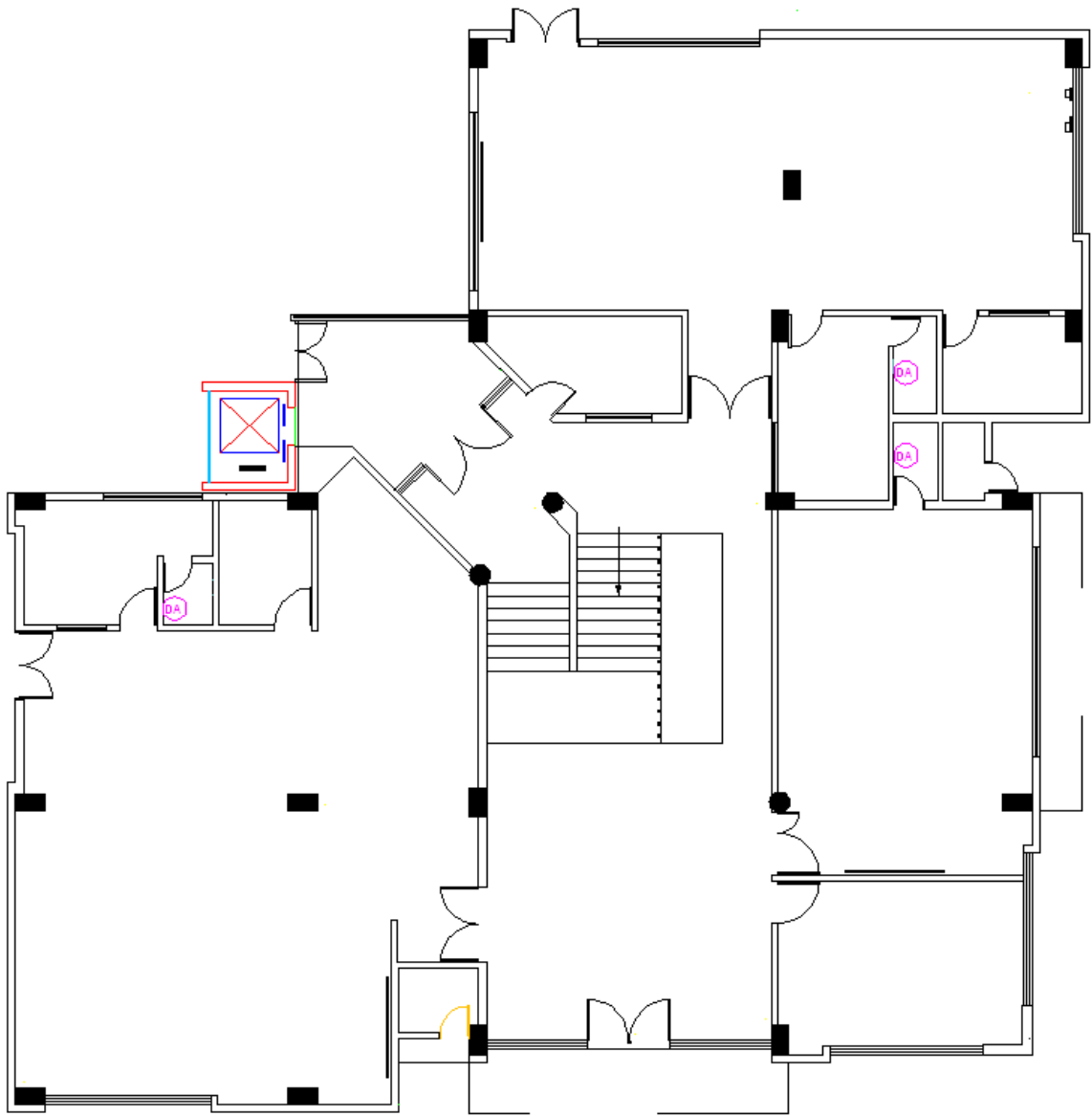
**Simbología:**

 Sensor de movimiento

**Descripción.** Estarán distribuidos en cada una de las estancias de forma estratégica en un número total de 22 dispositivos que transmiten su señal por radio frecuencia, según las recomendaciones para la instalación de los sensores de movimiento, cada dispositivo debe ser colocado para un alcance máximo de 6m y de acuerdo al ángulo de visión por lo cual en algunas estancias se han dispuestos más de uno.

Figura 22. Distribución de sensor de agua planta baja





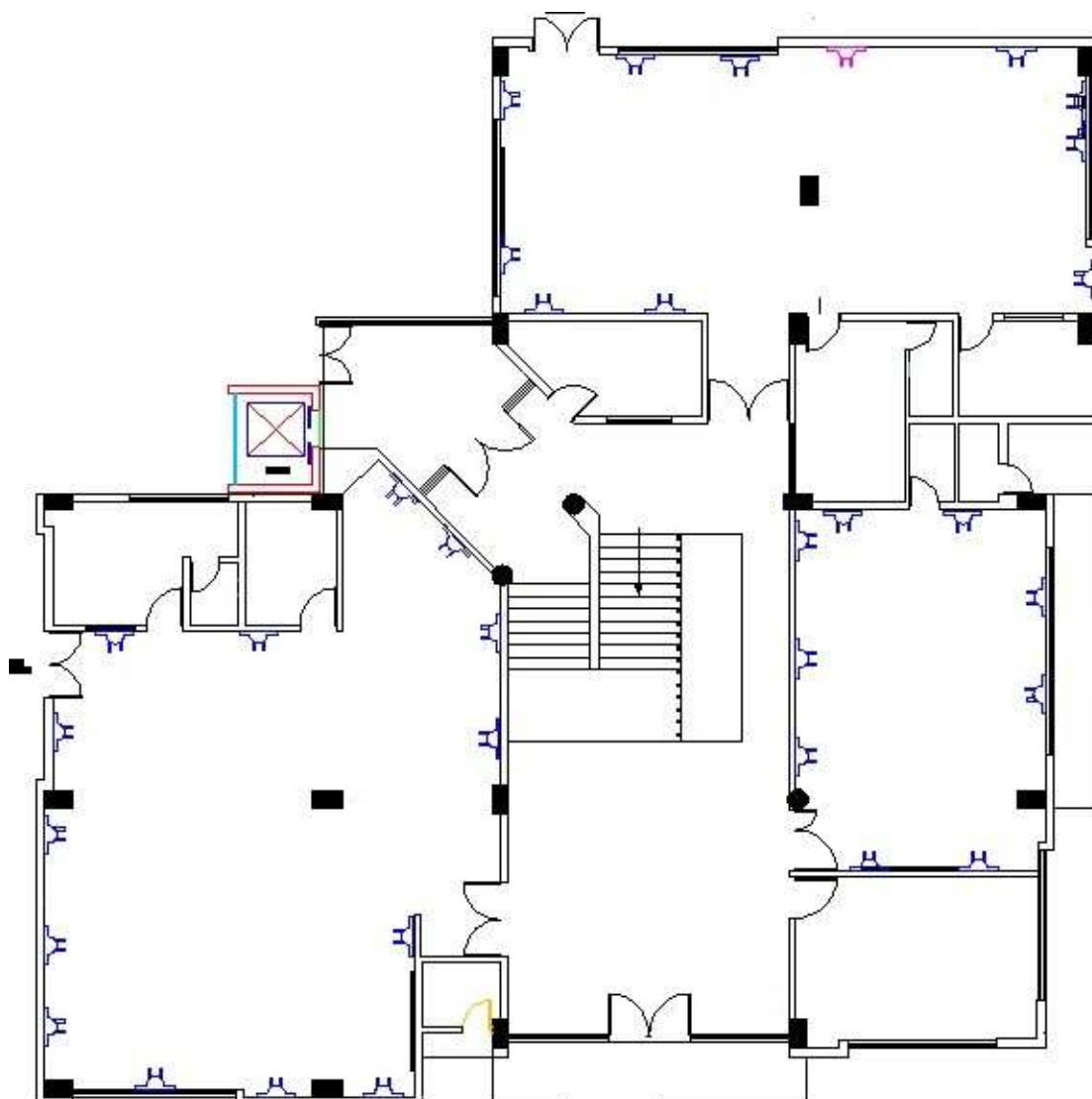
Fuente: Autores

### Simbología:

 Sensor de agua

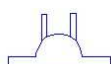
**Descripción.** Los sensores de agua se los ha dispuesto solamente en estancias específicas, en este caso en los baños pues es un área de mayor riesgo donde se provoca con frecuencia las fugas de agua, que podría afectar a las estancias adjuntas, la cantidad de estos dispositivos suman 3 unidades en esta planta.

Figura 23. Distribución de tomacorrientes X-10 planta baja

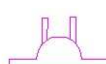


Fuente: Autores

**Simbología:**



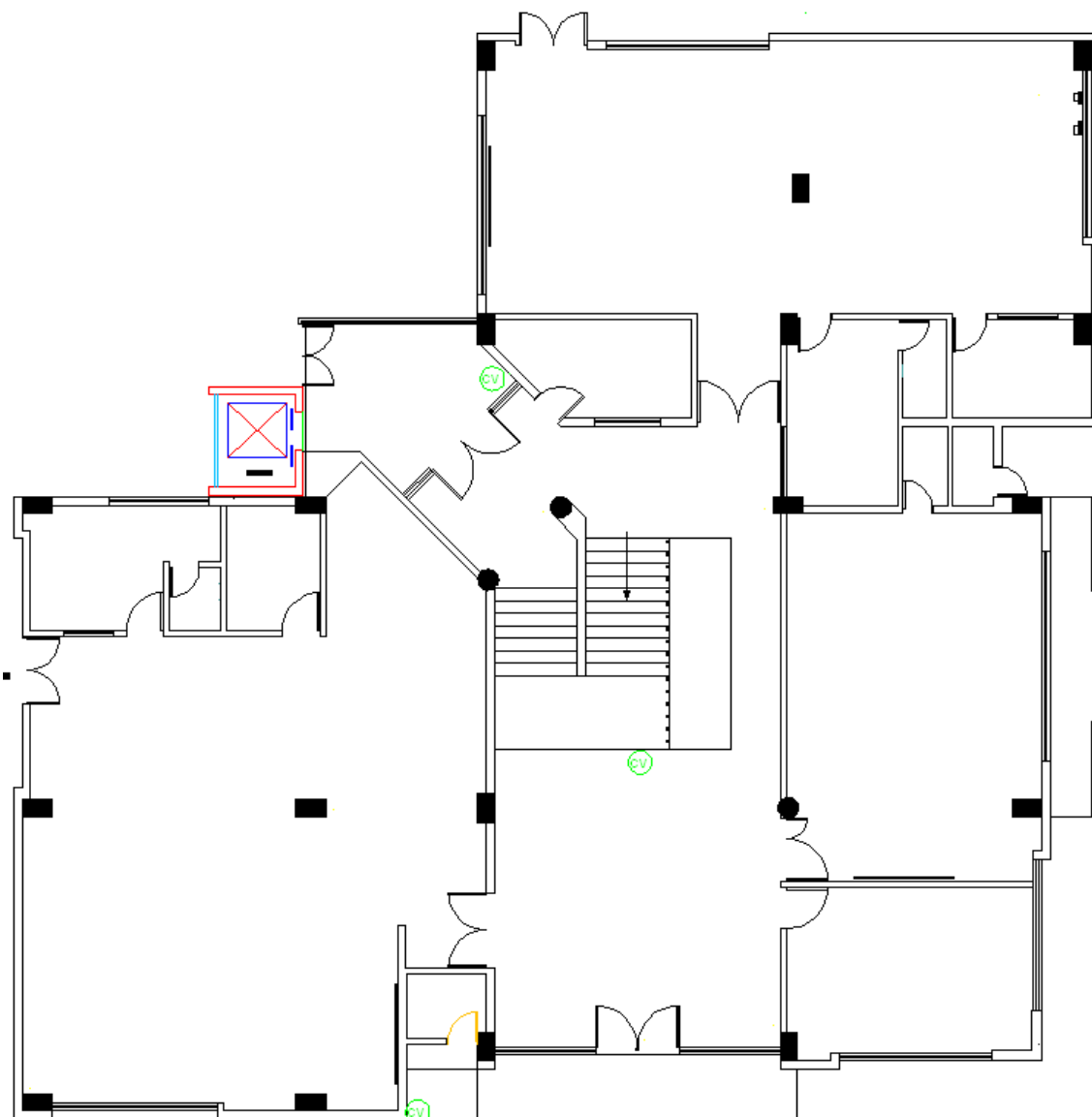
Tomacorriente X-10 120 V



Tomacorriente X-10 220 V


**Descripción.** Los tomacorrientes X-10 se han dispuesto en ciertos laboratorios con el fin de controlar el flujo de corriente eléctrica hacia los equipos con el fin de evitar el consumo pasivo de dispositivos electrónicos, la cantidad de dispositivos en esta planta es de 34 tomas de 120 V y 1 toma de 220 V, de acuerdo a la programación en la central la energía será habilitada en horas clase.

Figura 24. Distribución de cámaras de video planta baja



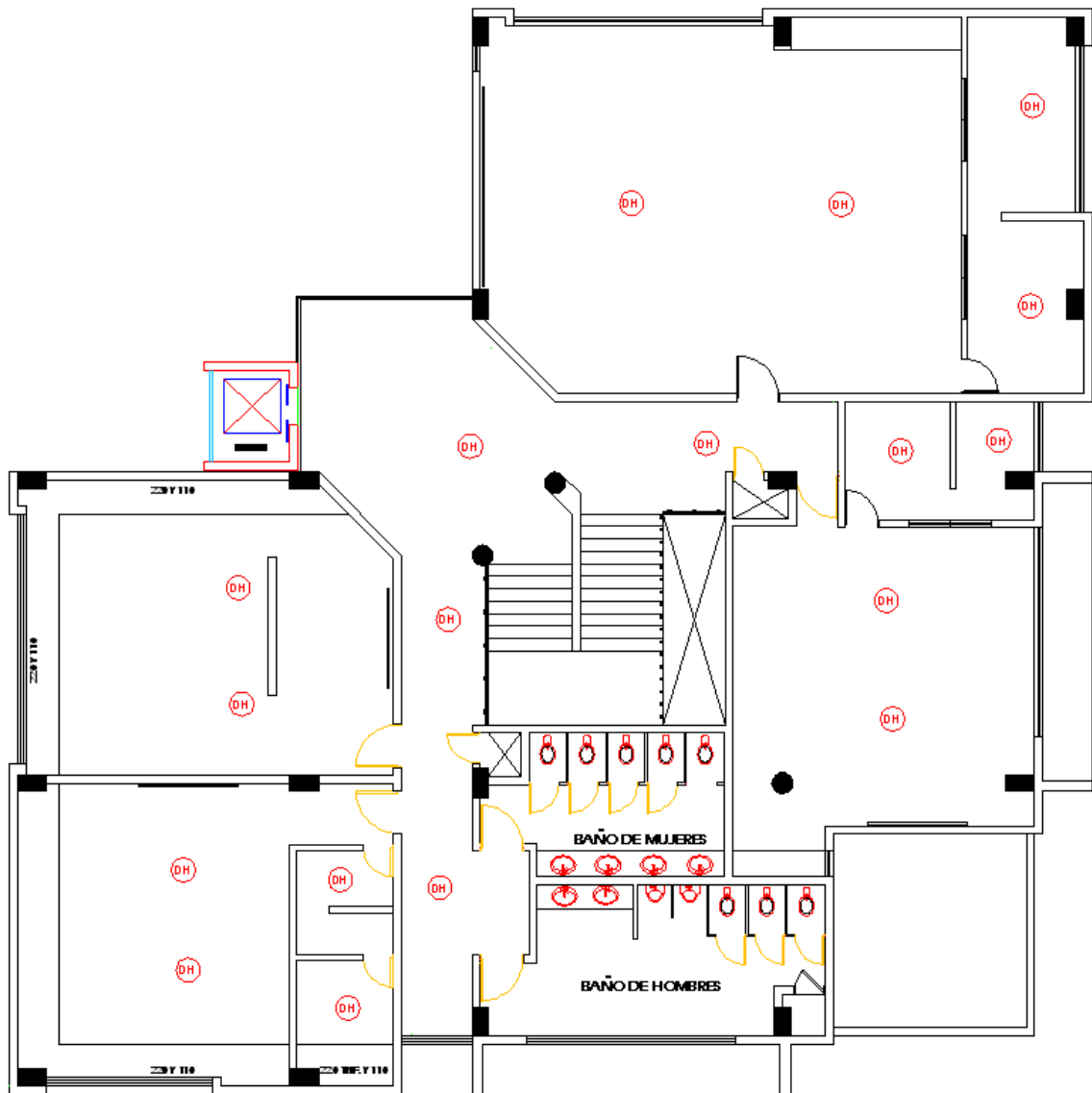
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Cámara de video

**Descripción.** Las cámaras de video han sido ubicadas interior y exteriormente, en lugares estratégicos para poder tener una visualización adecuada de las personas que ingresen o salgan del edificio. Suman un total de 3 cámaras, 1 exterior dispuesta en la fachada principal y 2 interiores, 1 en el acceso principal y 1 en el acceso posterior.

Figura 25. Distribución de sensores de humo primera planta alta



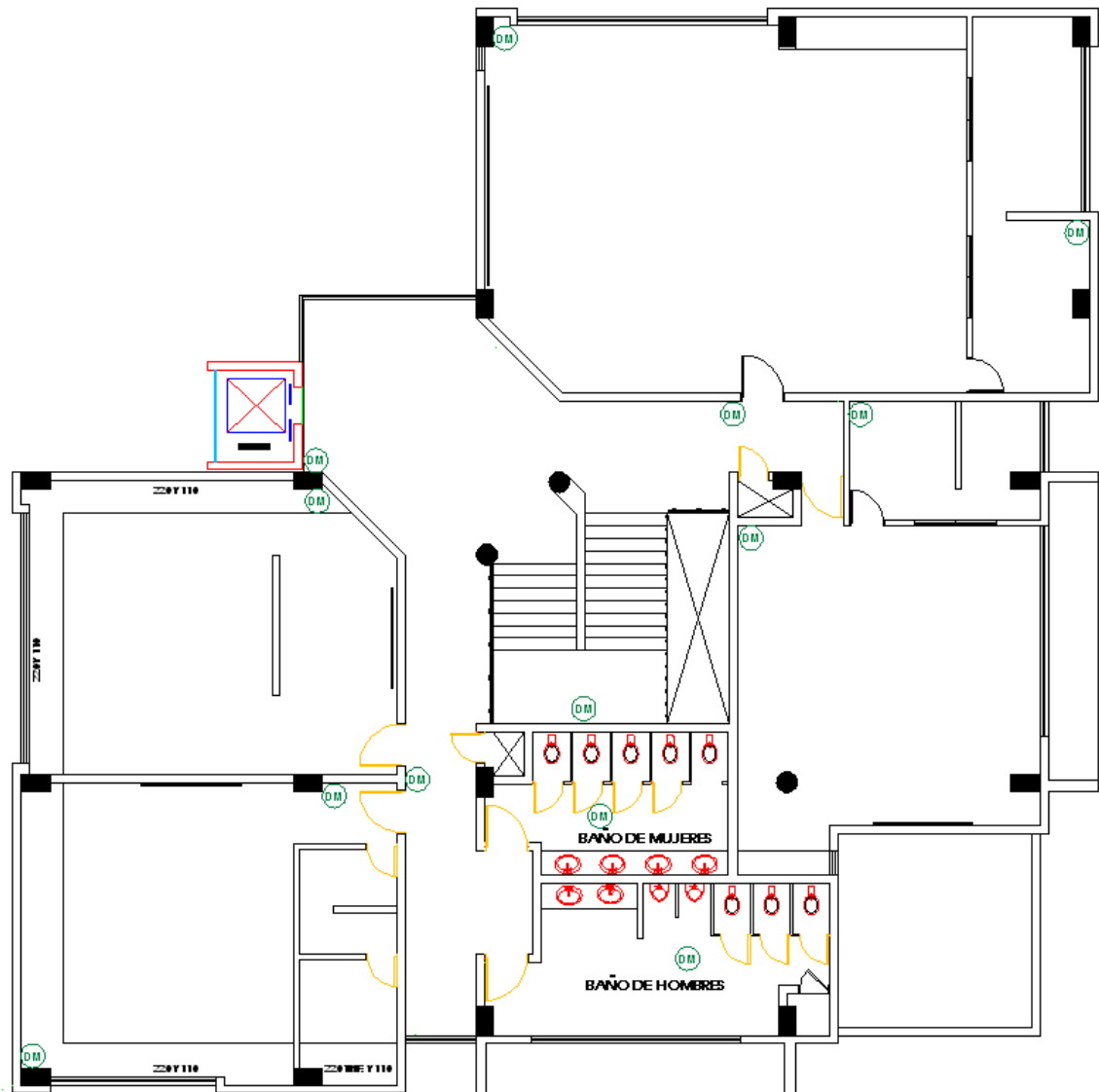
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Sensor de humo


**Descripción.**El presente plano corresponde a la disposición de los sensores de humo en la primera planta alta, el número de dispositivos distribuidos en la misma es de 18 unidades, según las recomendaciones para la instalación de los sensores de humo, cada dispositivo debe ser colocado en una área de 30m<sup>2</sup>, en la cual en algunas estancias se han dispuestos más de una, por la extensión que representa.

Figura 26. Distribución de sensores de presencia primera planta alta



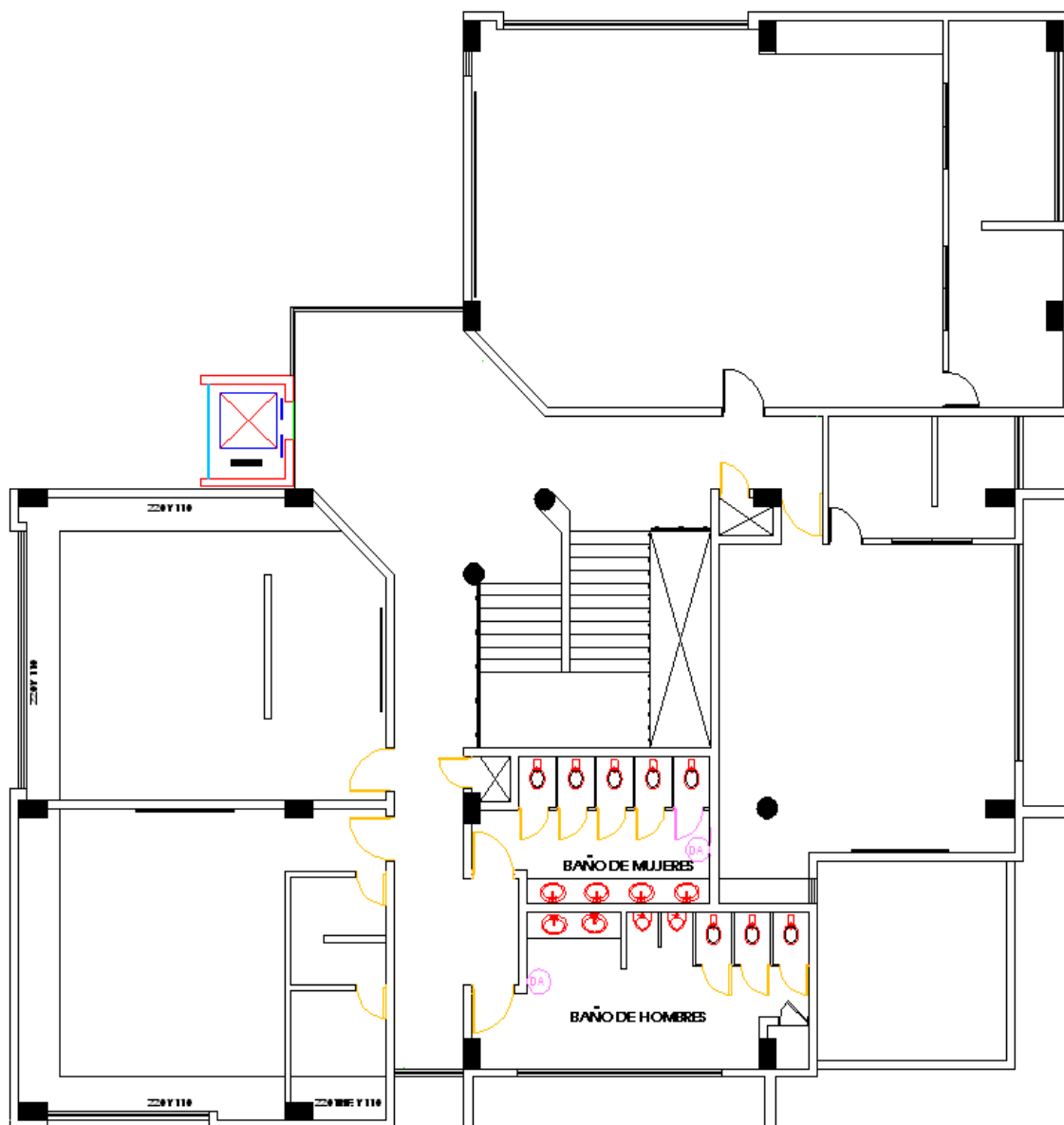
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Sensor de movimiento

**Descripción.**En este plano se representa la disposición de los sensores de movimiento, los cuales están distribuidos en cada una de las estancias de forma estratégica en un número total de 13 dispositivos que transmiten su señal por radio frecuencia, según las recomendaciones para la instalación de los sensores de movimiento, cada dispositivo debe ser colocado para un alcance máximo de 6m, en la cual en algunas estancias se han dispuestos más de una.

Figura 27. Distribución de sensores de agua primera planta alta



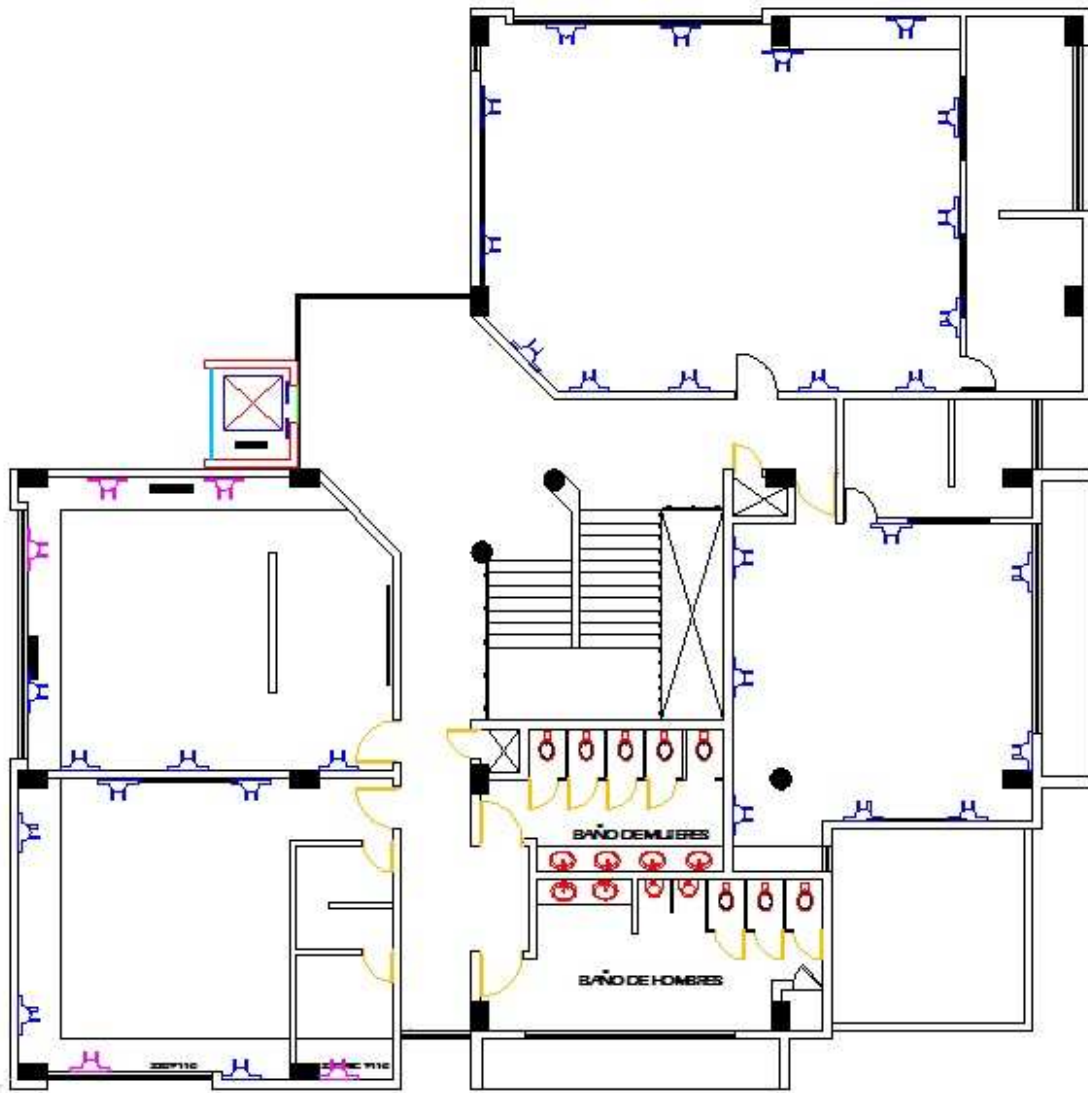
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Sensor de agua

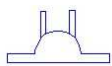
**Descripción.** Los sensores de agua se los ha dispuesto solamente en estancias específicas, en este caso en los baños pues es un área de mayor riesgo donde se provoca con frecuencia las fugas de agua, que podría afectar a las estancias adjuntas, la cantidad de estos dispositivos suman 2 unidades en esta planta.

Figura 28. Distribución de tomacorrientes X-10 primera planta alta



Fuente: Autores

**Simbología:**



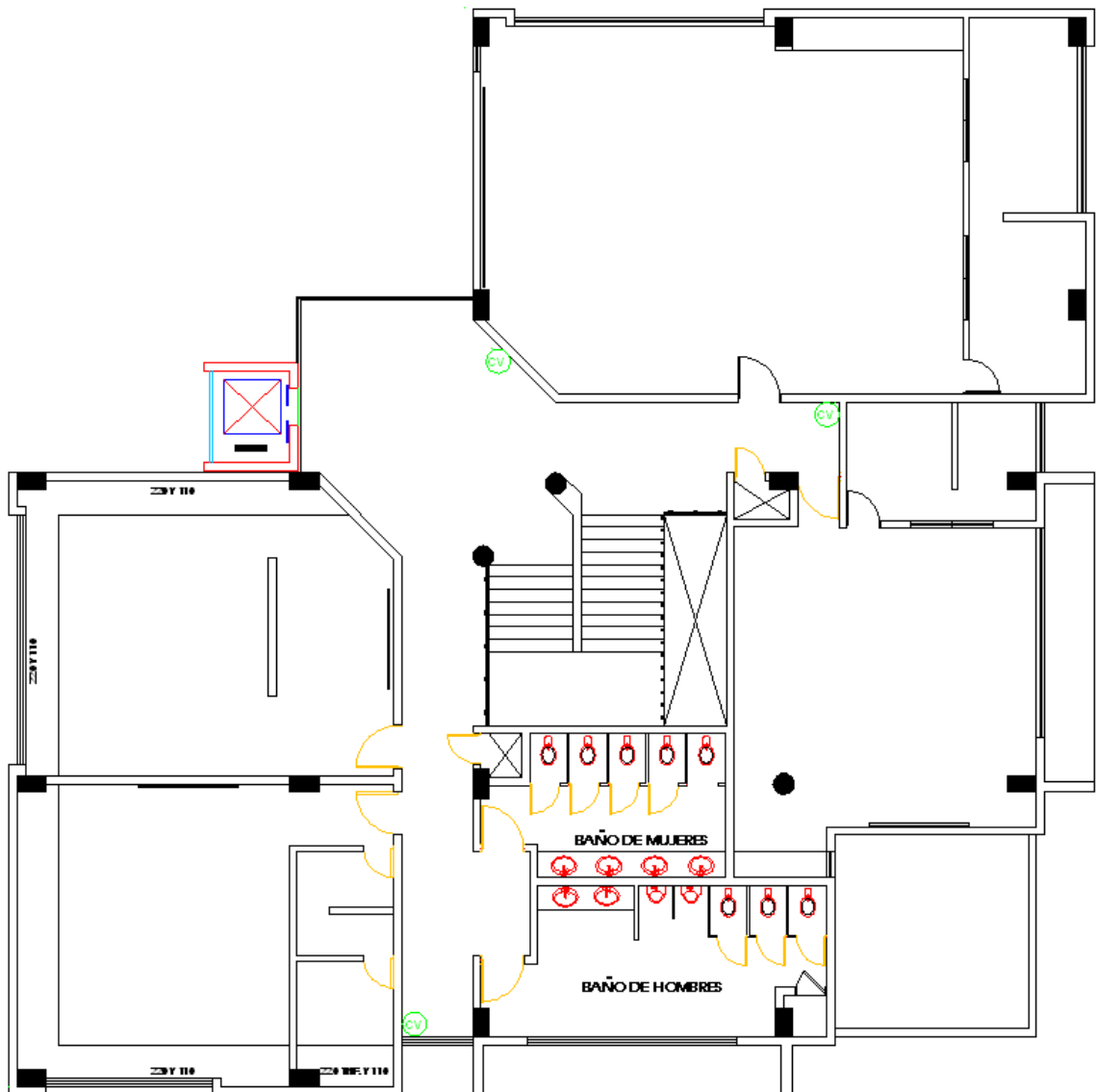
Tomacorriente X-10 120 V



Tomacorriente X-10 220 V


**Descripción.** Los tomacorrientes X-10 se han dispuesto en ciertos laboratorios con el fin de controlar el flujo de corriente eléctrica hacia los equipos con el fin de evitar el consumo pasivo de dispositivos electrónicos, la cantidad de dispositivos en esta planta es de 31 tomas de 120 V y 5 toma de 220 V, de acuerdo a la programación en la central la energía será habilitada en horas clase.

Figura 29. Distribución de cámaras primera planta alta



Fuente: Autores

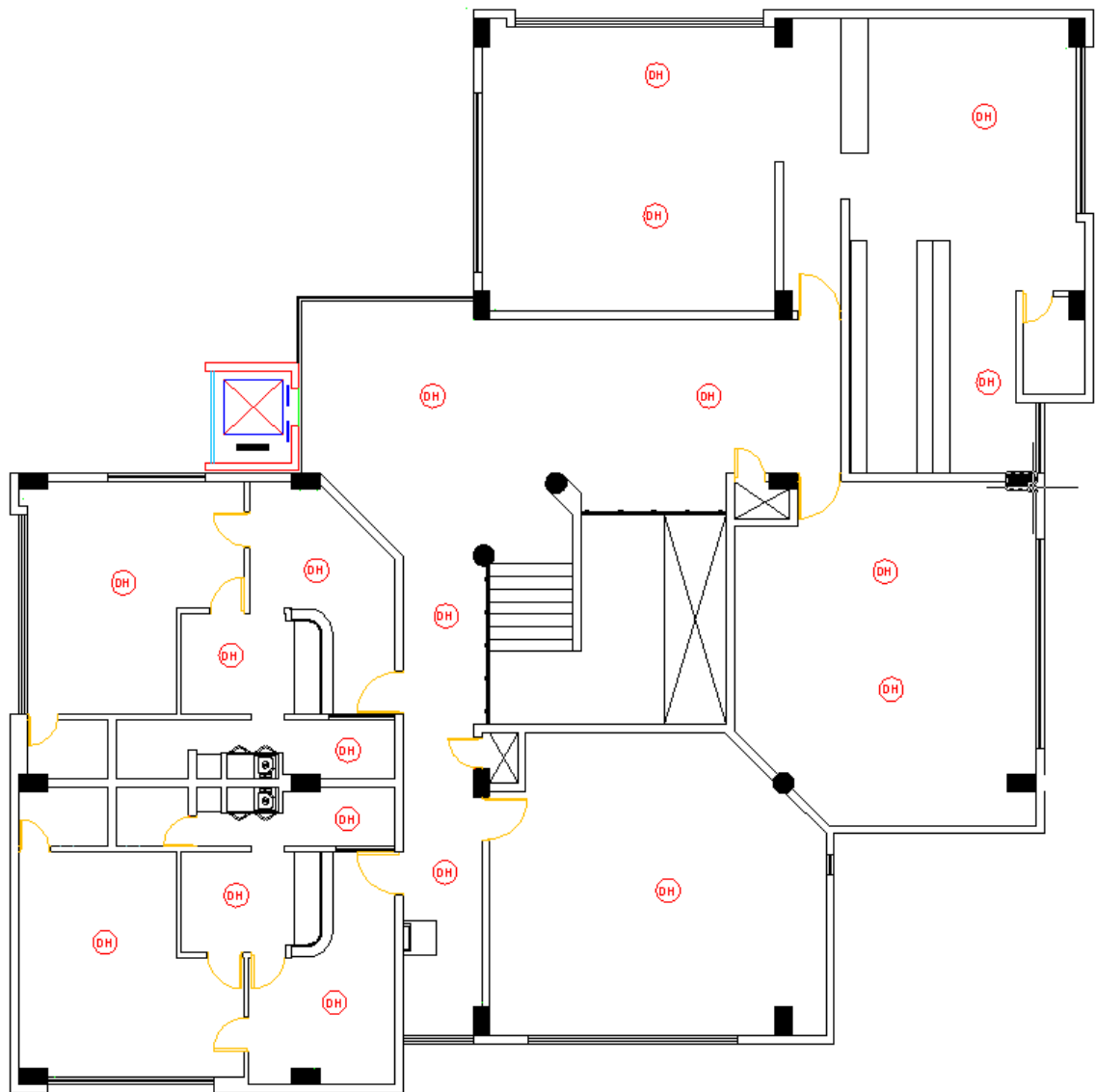
**Simbología:**

 Cámara de video

**Descripción.** Las cámaras de video han sido ubicadas solamente en el interior, en lugares estratégicos para poder tener una visualización adecuada de las personas que ingresen o salgan de la primera planta alta. Suman un total de 3 cámaras, 1 dispuesta frente al acceso del ascensor, 1 en el acceso por los escalones y 1 en el pasillo.



Figura 30. Distribución de sensores de humo segunda planta alta



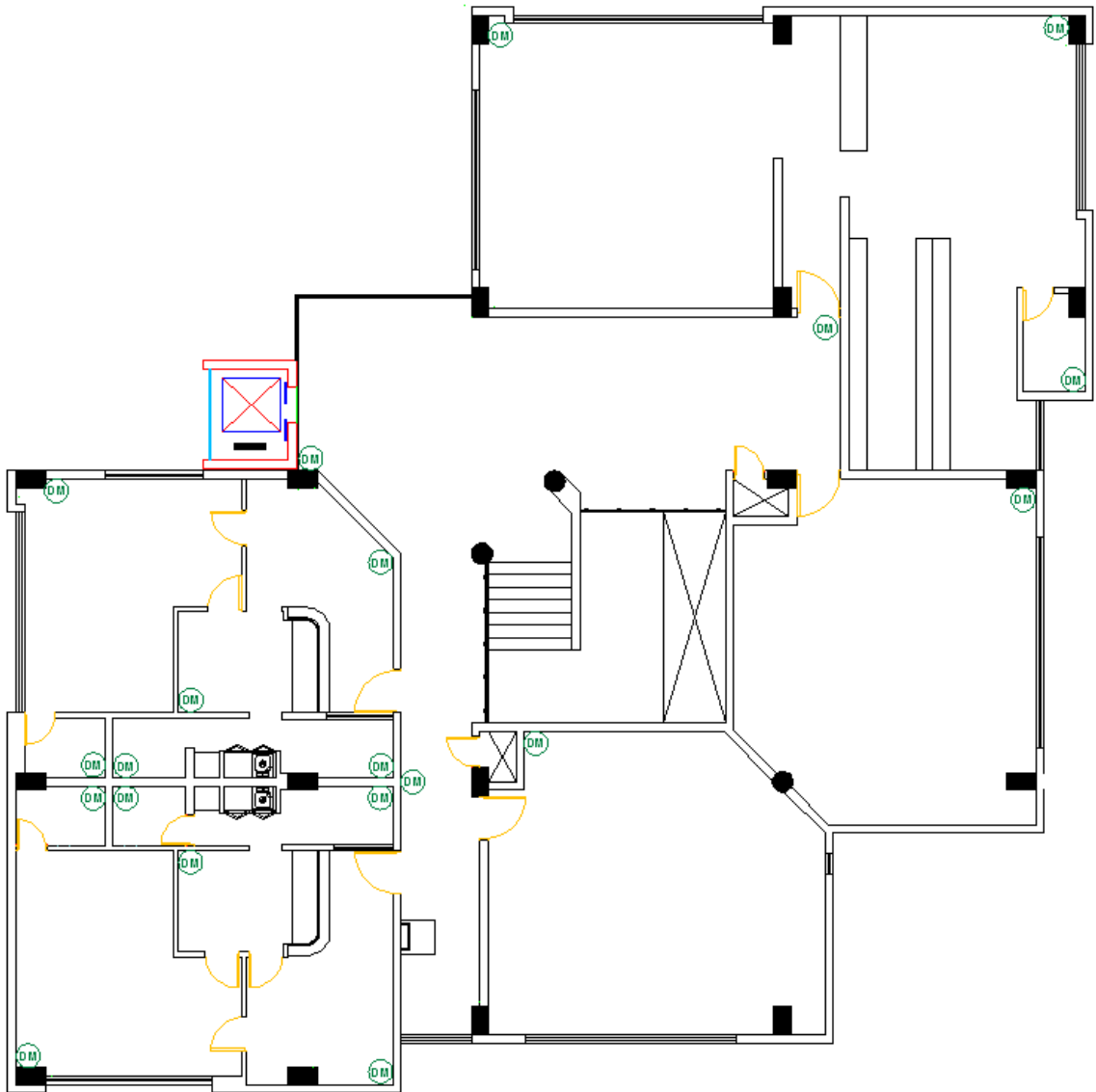
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Sensor de humo


**Descripción.**El presente plano corresponde a la disposición de los sensores de humo en la segunda planta alta, el número de dispositivos distribuidos en la misma es de 19 unidades, según las recomendaciones para la instalación de los sensores de humo, cada dispositivo debe ser colocado en una área de 30m<sup>2</sup>, en la cual en algunas estancias se han dispuestos más de una, por la extensión que representa.

Figura 31. Distribución de sensores de presencia segunda planta alta



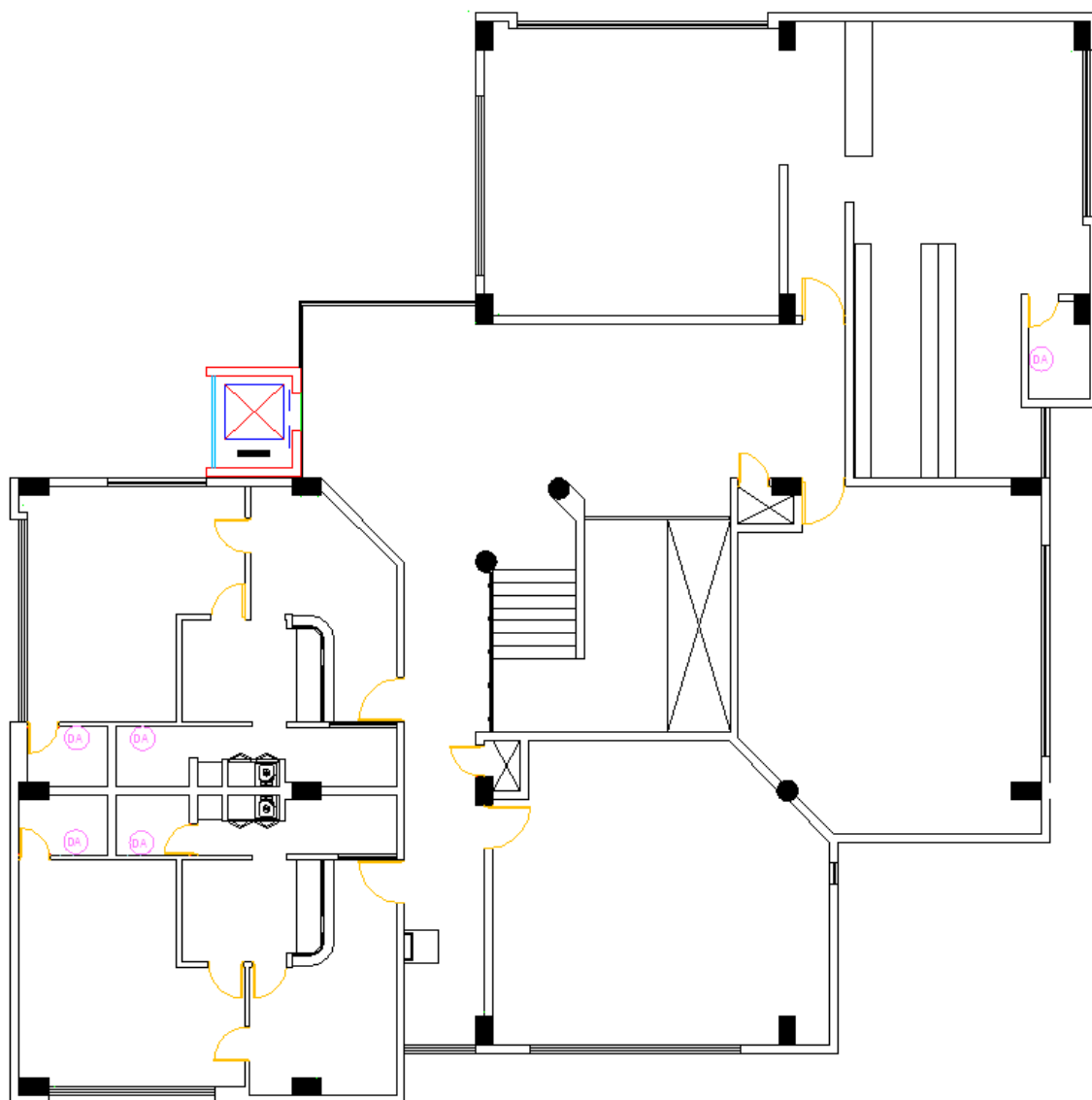
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Sensor de movimiento

**Descripción.** En este plano se representa la disposición de los sensores de movimiento, los cuales están distribuidos en cada una de las estancias de acuerdo a las recomendaciones para la instalación de estos sensores, en el cual sugiere que cada dispositivo debe ser colocado para un alcance máximo de 6m, estarán un total de 20 dispositivos, en algunas estancias se han dispuestos más de una.

Figura 32. Distribución de sensores de agua segunda planta alta



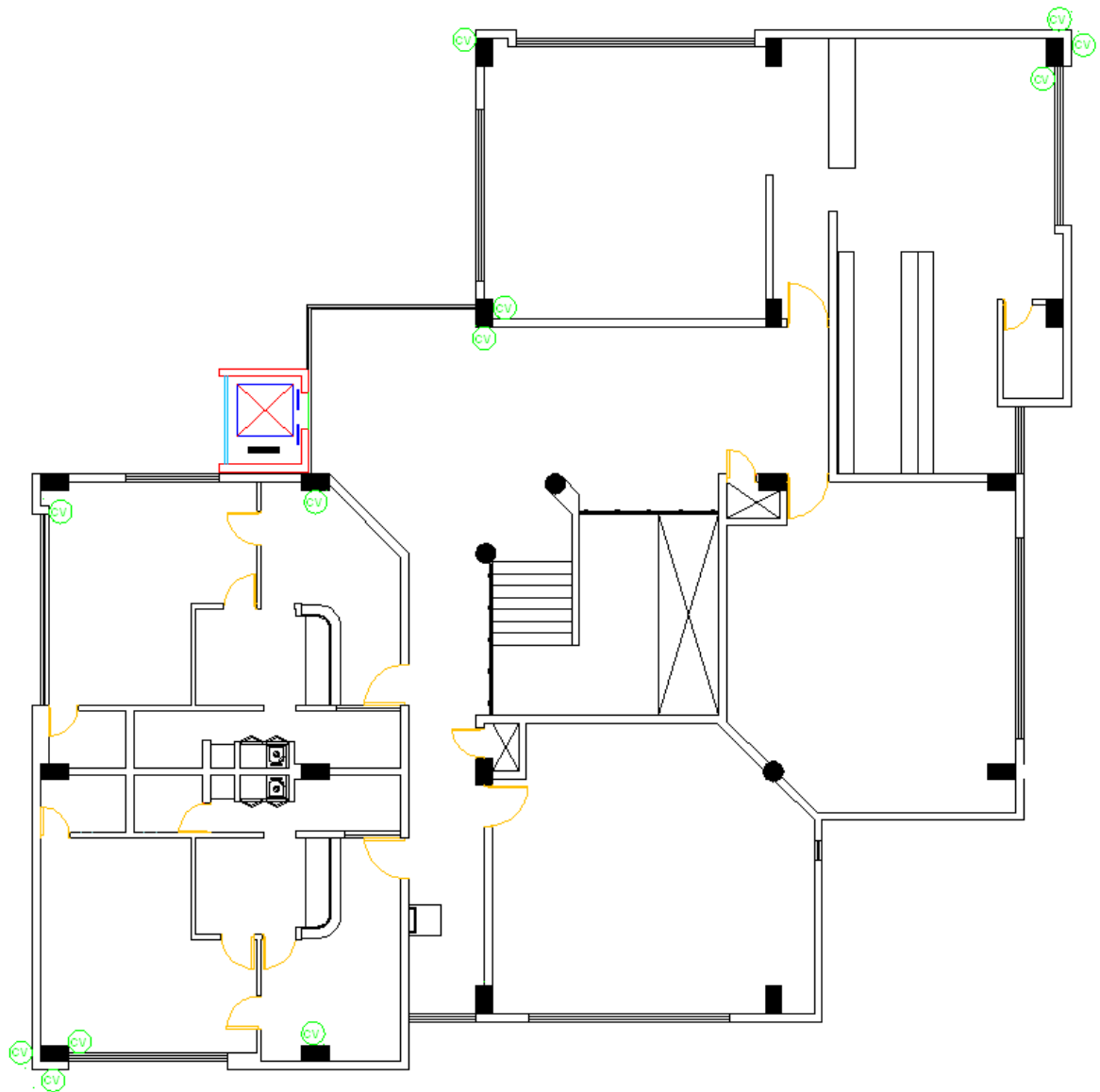
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Sensor de agua


**Descripción.** Los sensores de agua se los ha dispuesto solamente en estancias específicas, en este caso en los baños pues es un área de mayor riesgo donde se provoca con frecuencia las fugas de agua, que podría afectar a las estancias adjuntas, la cantidad de estos dispositivos suman 5 unidades en esta planta.

Figura 33. Distribución de cámaras segunda planta alta



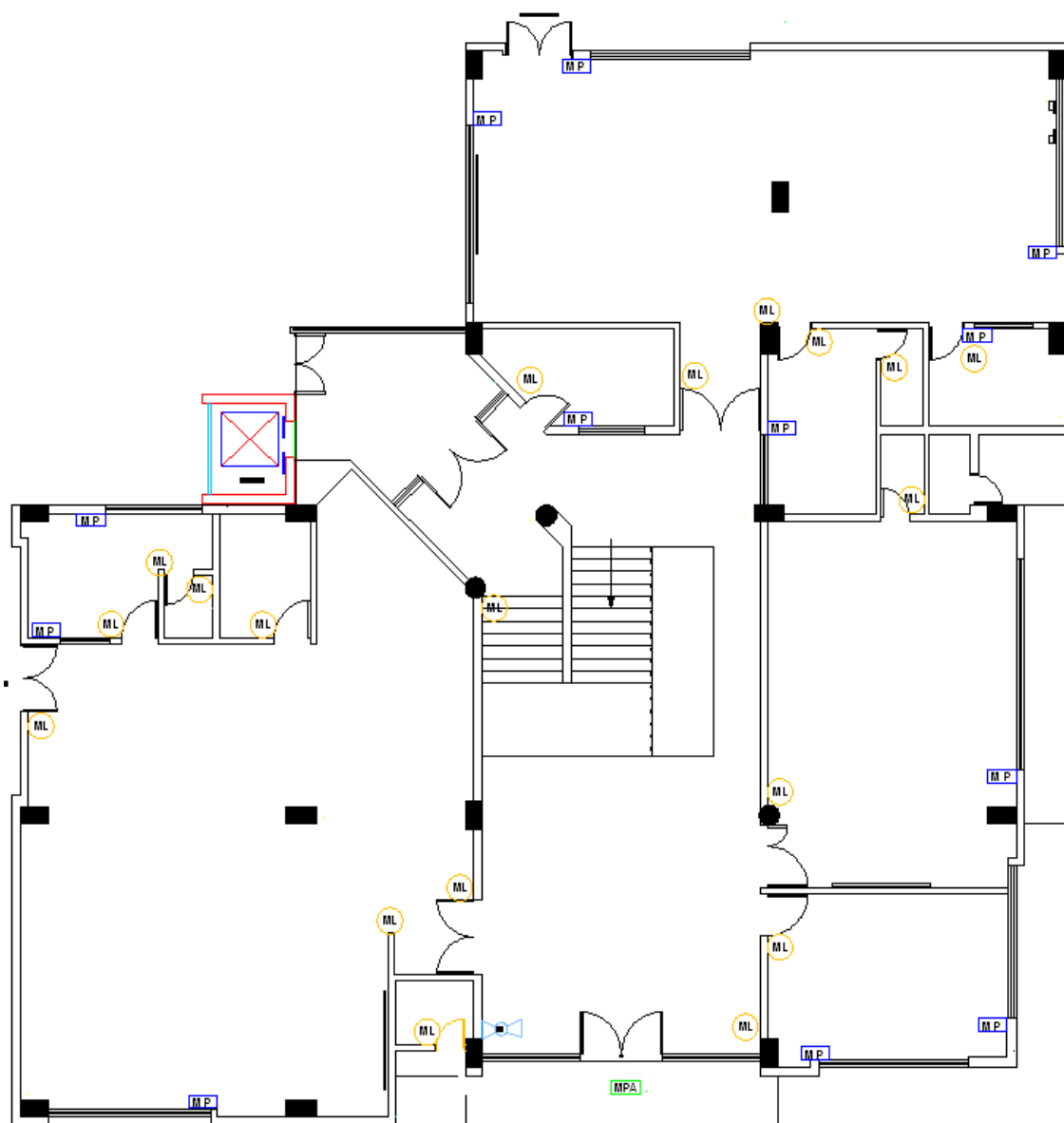
Fuente: Autores

**Simbología:**

 Cámara de video

**Descripción.** Las cámaras de video han sido ubicadas al interior en lugares estratégicos para poder tener una visualización adecuada de las personas que ingresen o salgan de la segunda planta alta y al exterior para tener una imagen panorámica del perímetro de la edificación. Suman un total de 12 cámaras, 4 exteriores y 8 interiores.

Figura 34. Distribución de actuadores planta baja



Fuente: Autores

**Simbología:**

**ML** Módulo de luz

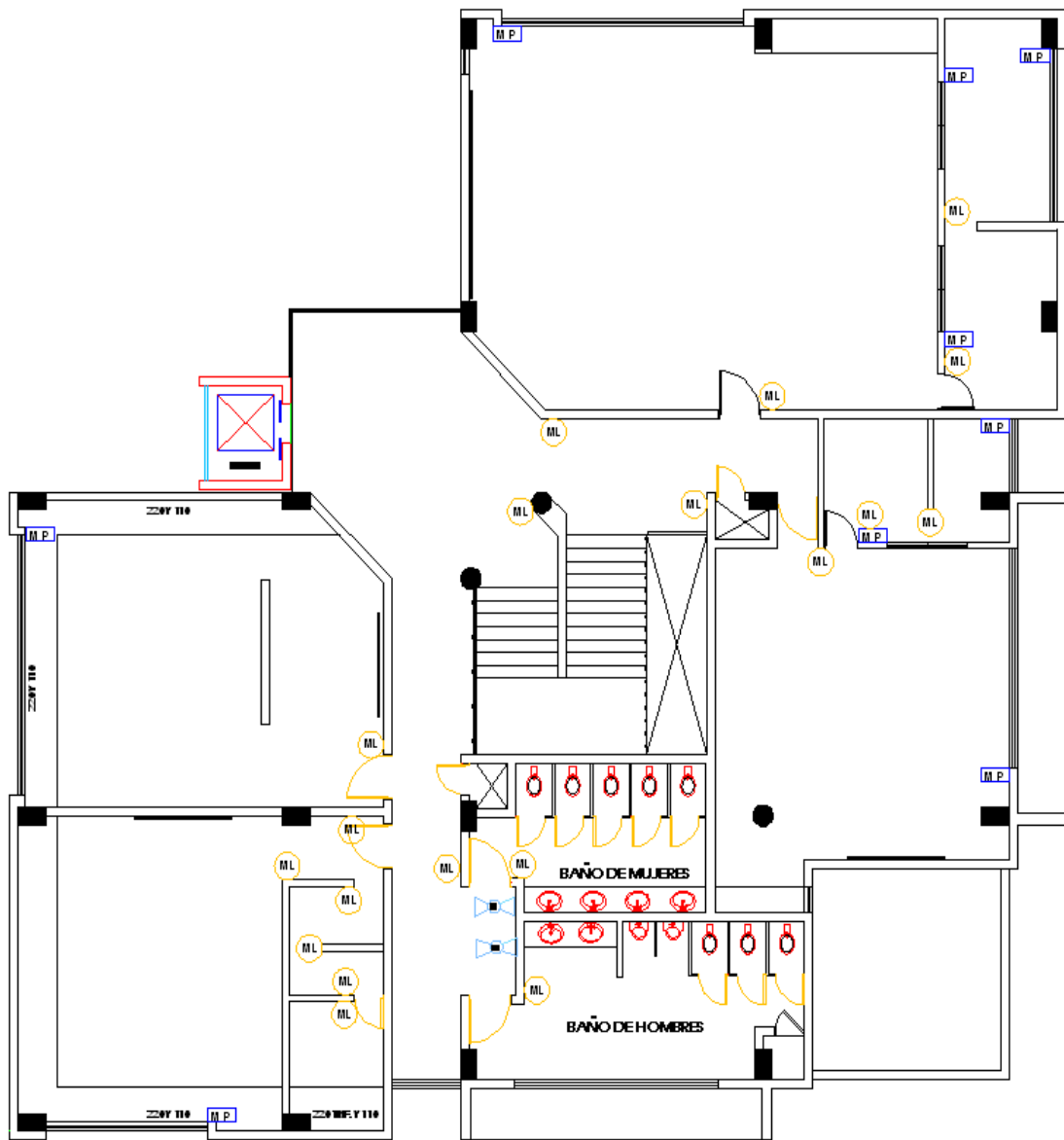
**S** Sirena

**MP** Motor persiana

**EV** Electroválvula

**MPA** Motor puerta de acceso

Figura 35. Distribución de actuadores primera planta alta



Fuente: Autores

**Simbología:**

**ML** Módulo de luz

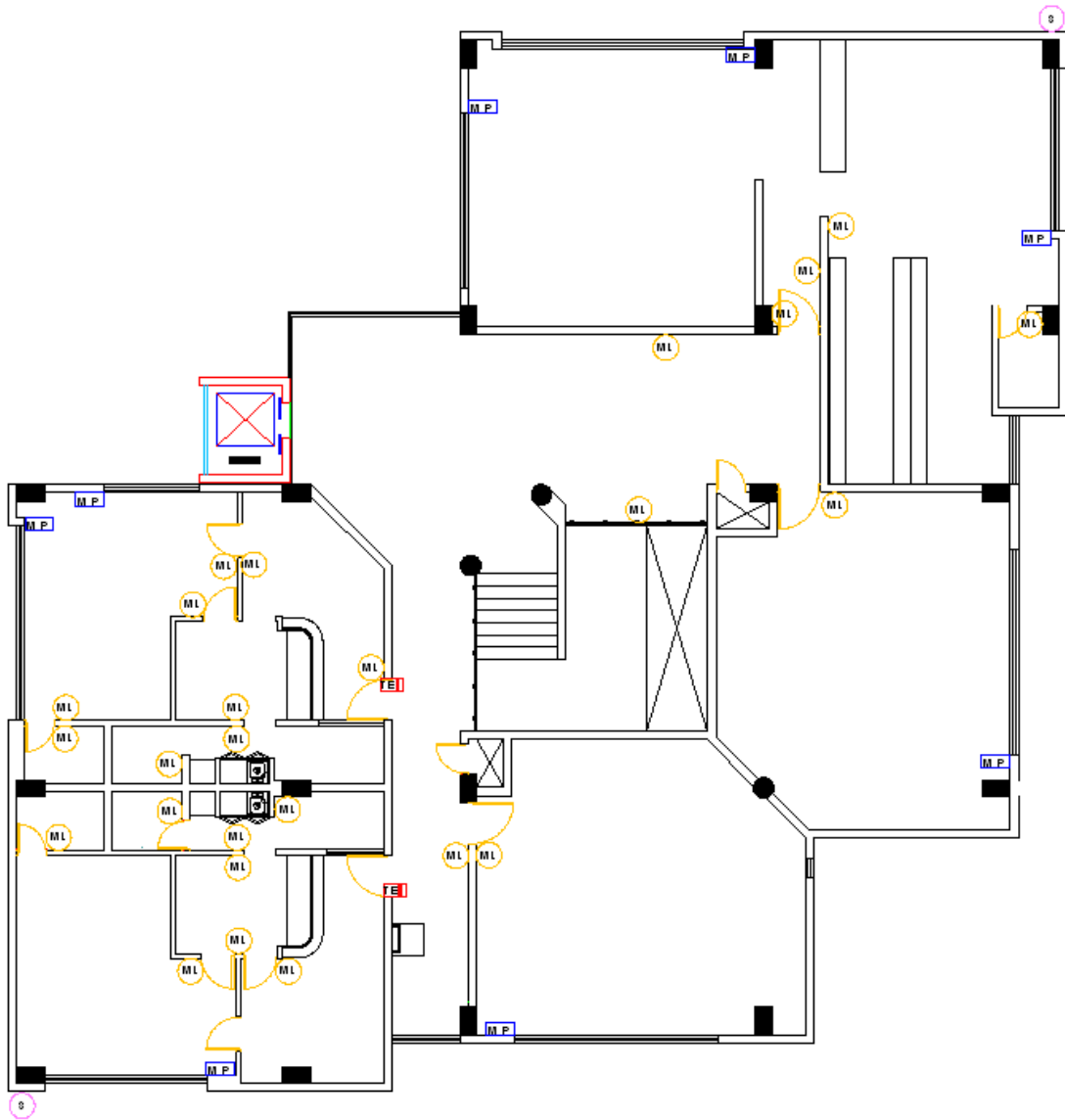
**S** Sirena

**MP** Motor persiana

**EV** Electroválvula

**MPA** Motor puerta de acceso

Figura 36. Distribución de actuadores segunda planta alta



Fuente: Autores

**Simbología:**

**ML** Módulo de luz

**S** Sirena

**MP** Motor persiana

**EV** Electroválvula

**MPA** Motor puerta de acceso

**TEI** Tarjeta electrónica

Tabla 2. Detalle de número de dispositivos para proyecto domótico

Dispositivos	Planta baja	Primera planta alta	Segunda planta alta	Cantidad total
Detector movimiento	22	13	20	55
Detector humo	17	18	19	54
Detector agua	3	2	5	10
Módulo para iluminación	19	19	26	64
Módulo persiana	12	9	8	29
Módulo electroválvula	1	2	0	3
Módulo para sirena	0	0	2	2
Tomacorrientes X-10 (120 V)	34	31	0	65
Tomacorrientes X-10 (220 V)	1	5	0	6
Acceso electrónico	0	0	2	2
Actuador puerta	1	0	0	1
Actuador persiana	12	9	8	29
Actuador electroválvula	1	2	0	3
Actuador sirena	0	0	2	2
Cámara internas	2	3	7	12
Cámaras externas	1	0	5	6
UPS	0	0	1	1

Total de dispositivos	344
-----------------------	-----

Fuente: Autores

**4.4.3 Descripción de elementos utilizados.** Un aspecto muy importante a considerar al momento de elegir los dispositivos domóticos del proyecto es que en el Ecuador la venta de equipos domóticos aún es limitada y los distribuidores no manejan una sola marca para poder diferenciar precios, más bien es común encontrarse con distribuidores que ofrecen sus propios equipos domóticos y no necesariamente son compatibles al momento de montarlos en una red por ser de diferentes marcas y tecnología.

De igual forma se ha evaluado a productos de fabricantes X-10 como “powerhouse”,



“activehome” e “insteon (compatible con X-10)” y se ha llegado a la conclusión de recomendar estas marcas por ser las más difundidas actualmente en esta tecnología y son las que más prestaciones ofrecen.

A continuación se describirán generalidades sobre cada tipo de dispositivos utilizados.

**Detector de movimiento MS16A.** Es un dispositivo de la firma “activehome” es un sensor de movimiento por radio frecuencia de alta precisión que funciona con cualquier sistema de seguridad X-10. Se utiliza para detección de cualquier movimiento que se produzca en el interior de una estancia, al detectarlo envía una señal por radio frecuencia al sistema de alarma X-10 para accionar una sirena, luces, o activar cualquier mecanismo que tengamos programado.

Tiene un rango de alcance de 6 metros y está dotado de un interruptor con dos posiciones para ajustar la sensibilidad del sensor, tiene la característica de avisar cuando no funciona correctamente, cuando no transmite, o porque la batería está baja.

Figura 37. Sensor de movimiento MS16A



Fuente: [www.amazon.com](http://www.amazon.com)

Especificaciones técnicas.

- Modo de funcionamiento: Por radiofrecuencia.
- Dos niveles de sensibilidad
- Alcance de detección: 6 m
- Ángulo de detección: 90

- Dimensiones: (6,5 x 6,5)cm
- Requiere 2 baterías AAA
- Peso: 85 g

**Sensor de humo SD18.**El sensor de humo se conecta a la red eléctrica al enviar señales de radiofrecuencia a un transceptor, las señales serán emitidas de forma inmediata al detectar humo o calor, tiene un alcance de 30 metros, puede inmediatamente activar una alarma inalámbrica X10.

Figura 38. Sensor de humo SD18



Fuente: [www.ebay.com](http://www.ebay.com)

Especificaciones técnicas.

- Modo de funcionamiento: Por radiofrecuencia
- Temperatura de operación: (-10 – 50) °C
- Alarma: 85 decibeles
- Requiere 2 baterías AAA
- Peso: 270g

**Sensor de agua WD13A.**Es un sensor de inundaciones inalámbrico que se activa cuando se produce un escape de agua o una inundación. El sensor funciona autónomamente con una batería de 3 voltios, por lo que su instalación resulta sencilla. En caso de detectar fugas el sensor envía un aviso sobre a la central y manda a cerrar una electroválvula.

Figura 39. Sensor de agua WD13A



Fuente: <http://tienda.ciris.cl/tienda/>

Especificaciones técnicas.

- Modo de funcionamiento: Por radiofrecuencia
- Alimentación: Batería 3 V
- Alarma: 85 decibeles
- Peso: 90g

**Filtro de señal 1626-10.** Podría llegar a suceder que los módulos X-10 instalados en la edificación no funcionen de manera adecuada debido a interferencias internas, producidas por otros dispositivos, o puede ocurrir que sean susceptibles a recibir señales originadas en edificios contiguos, este dispositivo está especialmente diseñado para evitar todo tipo de interferencias. Se instala en el cuadro eléctrico principal de la vivienda, a continuación del diferencial principal, de esta forma garantiza el aislamiento de todo el circuito de la vivienda y perturbaciones externas.

Figura 40. Filtro insteon 1626-10



Fuente: <http://www.smarthome.com/1626-10/>

### Especificaciones técnicas

- Alimentación: 120 V
- Dimensiones: (10,80 x 6,30 x 3,80)cm
- Peso: 275 g

**Transceptor V572A.**El transceptor es capaz de recibir todas las 256 combinaciones X-10 posibles, su alcance de recepción es muy superior al que ofrecen otros dispositivos similares, gracias a que puede recibir todos los códigos se puede reemplazar varios dispositivos en uno solo, éste es el encargado de recibir las señales de radiofrecuencia e introducirlas en la línea eléctrica para poder manipular los diferentes dispositivos

Figura 41. Transceptor V572A



Fuente: <http://www.smarthomeusa.com/V572A/>

### Especificaciones técnicas

- Recibe todas las 256 combinaciones
- Alimentación: 7 - 12 V
- Antena opcional
- Dimensiones: (10,00 x 6,00 x 2,50)cm
- Peso: 136 g

**Interfaz 2413U.**Este dispositivo permite la comunicación entre el sistema domótico y el software informático, el mismo es capaz de enviar y recibir comandos de la línea eléctrica o por radio frecuencia.

Figura 42. Interfaz INSTEON 2413U



Fuente: <http://www.insteon.com/2413U.html>

Especificaciones técnicas:

- Alimentación: 120 V
- Rango RF: 30 m
- Dimensiones: (6,70 x 11,3 x 4,5) cm
- Peso: 180 g

**Módulos de luz X-10.** Son módulos de tipo plug & play para iluminación, para instalaciones eléctricas en general, su función consiste en el encendido y apagado de uno o un grupo de luces, gradúa también la intensidad lumínica acuerdo a las necesidades del usuario. Pueden ser manejados tanto a distancia, a través de órdenes X-10 emitidas por mandos de RF, por teclados e incluso por teléfono, conducidas por la línea eléctrica llega al módulo respondiendo a las órdenes “ON”, “OFF”. Permite manejar hasta 500 W de potencia.

Figura 43. Módulo LM465 para luminarias



Fuente: <http://www.ebay.com/X10-LM465-Lamp-Module.html>

Especificaciones técnicas:

- Sistema plug& play
- Alimentación 110 V
- Dispone de tomacorriente de salida
- Controla desde 40 hasta 500 W

**Cámara XX16A.** Es una cámara inalámbrica que transmite en vivo y a color se puede conectar sin inconveniente a un Pc o un televisor, tiene un alcance de 30 metros.

Figura 44. Cámara X-10 modelo XX16A



Fuente: <http://www.amazon.com/X10-XCam2-InstantON>

Especificaciones técnicas

- Transmisión de señal a color
- Se enciende y apaga remotamente
- Posible para uso interior o exterior
- Rango: 30 m

**Módulo controlador X10 RF16.** Es un mando de seguridad y control X-10, el cual permite controlar hasta 16 módulos X-10 por radiofrecuencia. Entre sus opciones se encuentra, encender, apagar y regular la luminosidad de las luces y el recorrido de persianas. Es de medidas reducidas por lo que se le puede manipular fácilmente.

Figura 45. Controlador remoto RF16



Fuente: [www.ebay.com/controller+x10](http://www.ebay.com/controller+x10)

Especificaciones técnicas:

- Controla hasta 16 módulos X-10
- Envía señales de radiofrecuencia a dispositivos X-10
- Alimentación: 4 baterías AAA (1,5V)
- Rango de RF: 30 m
- Dimensiones: (11,4 x 7,00 x 2)cm

**Tomacorriente X-10 SR227.** El dispositivo es ideal para ambientes visibles por cuanto son empotrables, pareciendo una toma tradicional, sirve para controlar diferentes cargas con funciones como encendido y apagado, es decir permite el paso o interrumpe el fluido eléctrico, de acuerdo a las órdenes de la central o un mando remoto.

Figura 46. Tomacorriente X-10 SR227



Fuente: <http://www.ebay.com/itm/181302702848>

**Motor para puerta de acceso OA3-S.** Este tipo de motor tiene la característica de utilizar sus baterías de reserva en caso de corte de suministro eléctrico, con sensores de seguridad que se activan y detienen el recorrido de la puerta en caso de obstaculización.

Figura 47. Motor para puerta de acceso



Fuente: [http://es.made-in-china.com/co\\_ahousecn/image\\_Automatic-Sliding-Door](http://es.made-in-china.com/co_ahousecn/image_Automatic-Sliding-Door)

Especificaciones técnicas:

- Alimentación 110/220 V
- Operación motor 24 V CC
- Tipo deslizante
- Paro de seguridad

**Motor para persianas ERODSN68.** El motor de persianas se puede controlar a través de control remoto con un alcance de hasta 7 metros.

Figura 48. Motor para persianas



Fuente: <http://www.amazon.com/BEME-International-Side-Opening-Telescoping>



Especificaciones técnicas:

Laboratorio de Metalografía		
-----------------------------	--	--

- Alimentación batería
- Mando a distancia por infrarrojos (con 3 pilas AAA)
- Alcance 7 metros

#### 4.5 Codificación

Como se ha señalado el protocolo X-10 trabaja mediante la red eléctrica y para manejar los dispositivos necesita una ruta, la cual se la asigna con un “código letra” y un “código número”, en la siguiente tabla se detalla la codificación asignada a cada aplicación de cada una de las estancias.

Tabla 3. Asignación de códigos ruta de la planta baja

<b>Estancias</b>	<b>Código letra</b>	<b>Código numérico</b>
Laboratorio de Resistencia de Materiales		
Iluminación área académica	A	1
Iluminación oficina	A	2
Iluminación bodega	A	3
Iluminación baño	A	4
Persiana área académica	A	5
Persiana 1 oficina	A	6
Persiana 2 oficina	A	7
Audiovisuales	A	8
Tomacorriente X-10	A	9
Laboratorio CAD CAM		
Iluminación área académica	A	10
Iluminación baño	A	11
Persiana área académica	A	12
Audiovisuales	A	13
Tomacorriente X-10	A	14

Tabla 3.

Iluminación área académica	A	15
Iluminación oficina	A	16
Iluminación bodega	B	1
Iluminación baño	B	2
Persiana 1 área académica	B	3
Persiana 2 área académica	B	4
Persiana 3 área académica	B	5
Persiana oficina	B	6
Persiana bodega	B	7
Audiovisuales	B	8
Tomacorriente X – 10	B	9
Sala de reuniones		
Iluminación	B	10
Persiana 1	B	11
Persiana 2	B	12
Audiovisual	B	13
Centro de copiado		
Iluminación	B	14
Persiana	B	15
Acceso principal		
Iluminación	B	16
Cámara interior	C	1
Cámara exterior	C	2
Control de puerta	C	3
Acceso secundario		
Iluminación	C	4
Cámara	C	5

(Continuación)

Tabla 3. (Continuación)

Estancias para equipos auxiliares		
Iluminación área equipo 1	C	6
Iluminación área equipo 2	C	7
Escaleras		

Iluminación	C	8
-------------	---	---

Fuente: Autores

Tabla 4. Asignación de códigos ruta de la primera planta alta

<b>Estancias</b>	<b>Código letra</b>	<b>Código numérico</b>
Laboratorio de Ensayos no Destructivos		
Iluminación área académica	C	9
Persiana área académica	C	10
Audiovisuales	C	11
Tomacorriente X-10	C	12
Laboratorio de Tratamientos Térmicos		
Iluminación área académica	C	13
Persiana área académica	C	14
Audiovisuales	C	15
Tomacorriente X-10	C	16
Laboratorio de Automatización		
Iluminación área académica	D	1
Iluminación oficina	D	4
Iluminación bodega	D	3
Persiana área académica	D	4
Persiana oficina	D	5
Persiana bodega	D	6
Audiovisuales	D	7
Tomacorriente X-10	D	8

Tabla 4. (Continuación)

Laboratorio de Química		
Iluminación área académica	D	9
Iluminación oficina	D	10
Iluminación bodega	D	11
Persiana área académica	D	12
Persiana oficina	D	13

Persiana 1 bodega	D	14
Persiana 2 bodega	D	15
Audiovisuales	D	16
Tomacorriente x10	E	1
Pasillo		
Iluminación pasillo 1	E	2
Iluminación pasillo 2	E	3
Cámara pasillo 1	E	4
Cámara pasillo 2	E	5
Cámara hall	E	6
Baños		
Iluminación baño hombres	E	7
Iluminación baño mujeres	E	8
Electroválvula baño hombre	E	9
Electroválvula baño mujeres	E	10
Escaleras		
Iluminación	E	11

Fuente: Autores

Tabla 5. Asignación de códigos ruta de la segunda planta alta

<b>Estancias</b>	<b>Código letra</b>	<b>Código numérico</b>
Dirección Decanato		

Tabla 5. (Continuación)

Iluminación oficina	E	12
Iluminación baño oficina	E	13
Iluminación secretaria	E	14
Iluminación sala de espera	E	15
Iluminación archivero	E	16
Iluminación baño archivero	F	1
Persiana oficina	F	2
Persiana secretaria	F	3

Persiana sala de espera	F	4
Cámara oficina	F	5
Cámara sala de espera	F	6
Dirección Vicedecanato		
Iluminación oficina	F	7
Iluminación baño oficina	F	8
Iluminación secretaria	F	9
Iluminación sala de espera	F	10
Iluminación archivero	F	11
Iluminación baño archivero	F	12
Persiana 1 oficina	F	13
Persiana 2 oficina	F	14
Persianas secretaria	F	15
Persianas sala de espera	F	16
Cámara oficina	G	1
Cámara sala de espera	G	2
Sala de Reuniones		
Iluminación	G	3
Persiana	G	4
Audiovisuales	G	5
Aula 1		

Tabla 5. (Continuación)

Iluminación	G	6
Persiana	G	7
Audiovisuales	G	8
Biblioteca		
Iluminación área de lectura	G	9
Iluminación área de archivo	G	10
Iluminación baño	G	11
Persiana 1 área de lectura	G	12
Persiana 2 área de lectura	G	13

Persiana área de archivo	G	14
Cámara área de lectura	G	15
Cámara área de archivo	G	16
Pasillos		
Iluminación pasillo1	H	1
Iluminación pasillo2	H	2
Cámara pasillo-hall	H	3
Escaleras		
Iluminación	H	4
Cámaras exteriores		
Cámara frontal	H	5
Cámara posterior	H	6
Cámara 1 lateral izquierdo	H	7
Cámara 2 lateral izquierdo	H	8
Cámara lateral derecho	H	9
Sirenas exteriores		
Sirena frontal	H	10
Sirena posterior	H	11

Fuente: Autores

#### 4.6 Programación de aplicaciones en el software ALHENA

El software ALHENA presenta una interesante facilidad de programación al utilizar un lenguaje gráfico y un didáctico método de operación del sistema inteligente, presentando una gran ventaja para el administrador o encargado del edificio que no necesitará un profundo conocimiento del sistema.

En este punto se desarrollará una aplicación como ejemplo para la correcta programación y operación del software.

**Aplicación simulación de presencia.** Como primer paso ejecutamos el software ALHENA, tomamos en consideración que este software realizará la búsqueda de un emisor X-10 que se ejecuta por defecto y que se visualiza en una ventana y al no

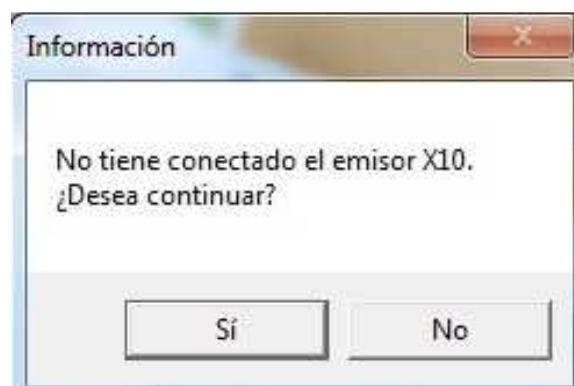
encontrar este dispositivo aparecerá un “textbox” (ver Figura 50) en el cual formulará una pregunta si desea continuar o no con el programa al no encontrar un emisor X10, presionamos “si” para poder ejecutar el software.

Figura 49. Ejecución de software ALHENA



Fuente: Alhena domótica insteon

Figura 50. Textbox no tiene emisor conectado



Fuente: Alhena domótica insteon

Al ejecutarse el programa aparecerá un nuevo “Textbox” (ver Figura 51) señalando que “la base de datos está vacía” aceptamos y a continuación nos mostrará una ventana en la cual debemos añadir uno o varios planos o ambientes que se desee manipular con su



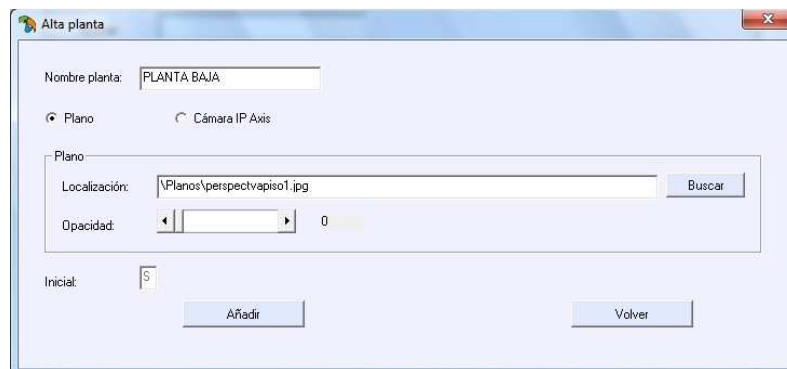
respectivo nombre (ver Figura 52), tomando en cuenta que deben ser archivos JPG, BMP o GIF.

Figura 51. Textbox la base de datos está vacía



Fuente: Alhena domótica insteon

Figura 52. Asignar plano y nombre



Fuente: Autores

Al añadir el o los ambientes deseados se visualizará la imagen en la ventana principal del software (ver Figura 53).

Figura 53. Pantalla principal software Alhena



Fuente: Autores

Para la representación de los elementos domóticos este software utiliza íconos (ver Figura 54) los cuales los utilizaremos en la programación.

Figura 54. Representación íconos



Fuente: Alhena domótica insteon

Es necesario diferenciar entre módulos y macros, ya que la programación utiliza estas denominaciones para realizar distintas operaciones.

Se podría decir por módulos a funciones individuales como por ejemplo encender o apagar una luz remotamente y se entiende por macros a funciones compuestas, es decir puede manipular varios módulos en conjunto como por ejemplo una simulación de presencia, en donde las luces van a encenderse y apagarse en intervalos de tiempos de forma temporizada.

Procedemos a la programación de un módulo, para lo cual hacemos click sobre la pestaña “editar” que está dispuesta en el menú superior del software y seleccionamos la opción “módulos – macros” y nos aparecerá una ventana de registro (ver Figura 55) en la cual debemos elegir una opción añadir módulo o añadir macro, en este caso

escogemos la opción añadir módulo.

Figura 55. Ventana de registro de módulos/macros

The screenshot shows a software window titled "Mantenimiento Módulos". At the top left, there is a search bar labeled "Buscar". Below it is a table with the following columns: "Nombre:", "Codi.", "Módulo:", "Tipo Módulo:", "A.", "Icono Apagado:", and "Icono encendido:". The table is currently empty. At the bottom of the window, there are three buttons: "Añadir módulo" (which is circled in red), "Añadir Macro", and "Volver".

Fuente: Alhena domótica insteon

En la nueva ventana se debe asignar al módulo un nombre, código (ruta), tipo de módulo (regulable o de enclavamiento), y representación gráfica, la misma que será un icono para representar el encendido y otro icono para representar el apagado (ver Figura 56), seleccionamos “añadir” y luego hacemos click en “volver”, para llegar a la ventana de registro.

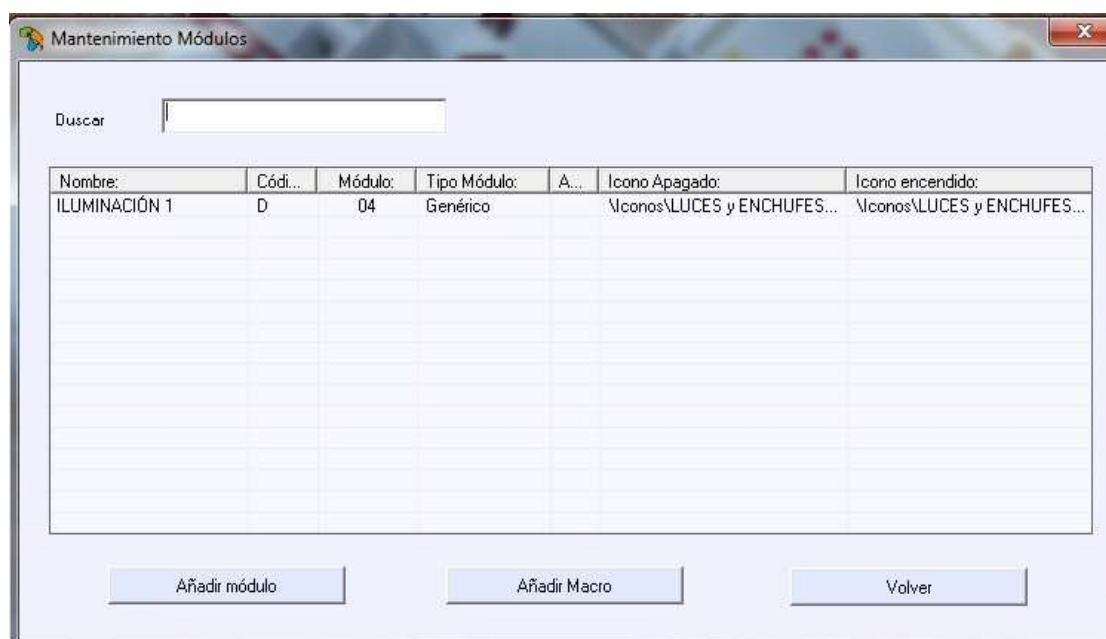
Figura 56. Configurar módulo



Fuente: Autores

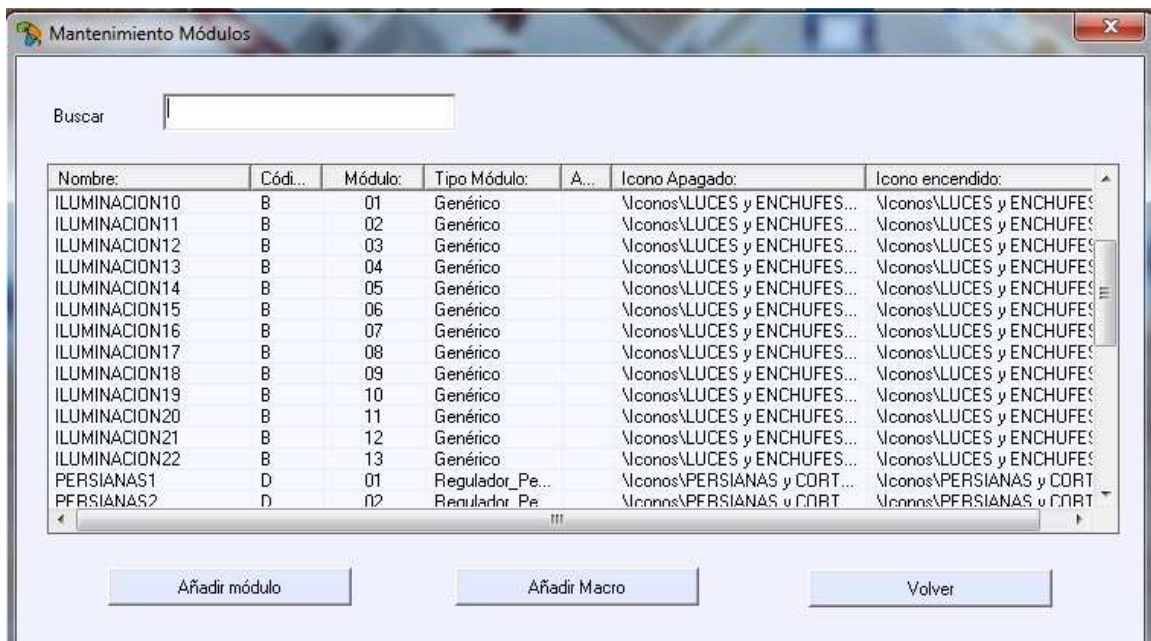
En la ventana de registro ya se puede observar el ingreso de datos de un módulo (ver Figura 57), se necesitará configurar y añadir el número de módulos que requiera cierta aplicación, para lo cual es necesario realizar los pasos anteriores en la ventana de registro (ver Figura 58).

Figura 57. Ventana de registro de módulos/macros



Fuente: Autores

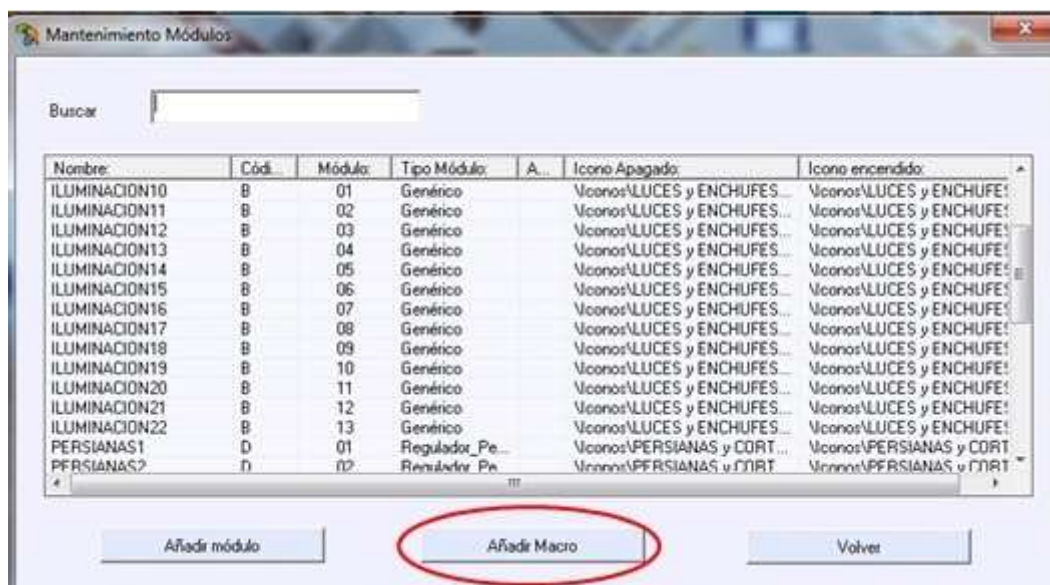
Figura 58. Ventana de registro de módulos para aplicación simulación de presencia



Fuente: Autores

Ahora configuraremos un macro, recordemos que éstos realizan funciones compuestas, empezamos por hacer click en “añadir macro” (ver Figura 59)

Figura 59. Ventana de registro de módulos para aplicación simulación de presencia



Fuente: Autores

Configuramos el macro ingresando un nombre, código (ruta) y su respectivo icono, mantenemos la condición “on” que viene por defecto (ver Figura 60) y presionamos en la opción “añadir” y nos dirige a la ventana para la configuración de cada módulo

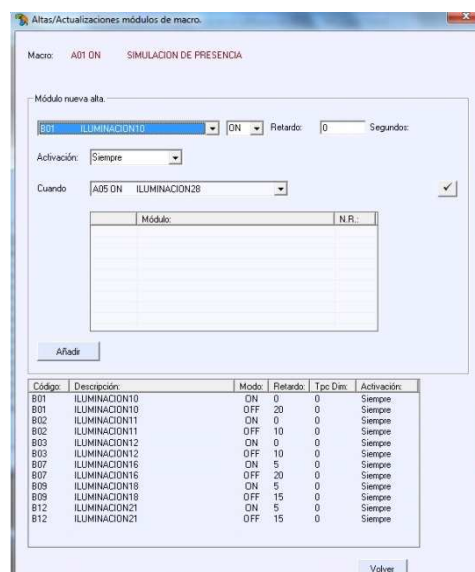
(verFigura 61).

Figura 60. Configurar macros



Fuente: Autores

Figura 61. Programación de un macro



Fuente: Autores

Elegimos el módulo a ser programado, con la condición “on – off” de acuerdo a lo requerido, el tiempo de retardo activa o desactiva los dispositivos.

Una vez configurados todos los dispositivos para la aplicación, es necesario insertar los íconos en el plano o ambiente que se seleccionó al inicio. Escogemos la pestaña “insertar” que está dispuesta en la parte superior de la pantalla principal del software y

se muestran la lista de dispositivos ya configurados (ver Figura 62).

Figura 62. Lista de dispositivos X-10 configurados



Fuente: Autores

Al seleccionar cada uno de estos aparecerá en forma de ícono los dispositivos, ahora hay que distribuirlos los mismos de acuerdo a su ubicación en el plano (ver Figura 63).

Figura 63. Distribución completa de íconos en el plano



Fuente: Autores

Los dispositivos ya están programados, es decir al conectar el emisor X-10 a los

diferentes dispositivos el software será capaz de controlar remotamente los mismos pero solamente de forma manual es decir lo realizará el operador del sistema.

Para que el software administre de forma automática las aplicaciones del sistema inteligente, es necesario programar los macros en forma temporizada, para lo cual debemos seleccionar la pestaña “programación” que se encuentra en el menú superior del software y damos click sobre “crear o modificar” y aparecerá una ventana en la cual se puede fijar la hora en que cada macro comenzará a ejecutarse (ver Figura 64), hay que considerar que la referencia del horario y fecha del software, está en función del computador central.

Figura 64. Ventana de temporización de macros

Identificador:	Módulo:	Fecha-Hora:	Tipo:	Estado:	Horario:	Minutos:
100001	A01 ON	22:00	Diaria	Activado	Exacto	0
100002	A03 ON	06:00	Diaria	Activado	Exacto	0

Fuente: Autores

Con esto se ha dado los pasos necesarios para la configuración correcta de una aplicación domótica en el software ALHENA. El procedimiento para la programación de nuevas aplicaciones es similar a lo ya señalado en puntos anteriores.

#### 4.7 Operación del sistema



**4.7.1** *Sistema de seguridad.* Esta aplicación se va encontrar en dos zonas bien diferenciadas: el interior, donde el grado de seguridad debe ser máximo, y el exterior, en donde se permite un grado de seguridad menor. Los sensores de movimiento situados en zonas estratégicas del edificio monitorearan las estancias de las diferentes zonas del edificio, donde permitirán conocer una posible intrusión.

Se han ubicado cámaras de video en zonas estratégicas dentro y fuera del edificio donde nos permitirá conocer en tiempo real lo que ocurre en estas zonas. Una vez detectada la intrusión el sistema será capaz de generar una alarma sonora para que puedan tomar las acciones correspondientes.

Los dispositivos de control a través de tarjetas magnéticas ubicados en las puertas de ingreso de las diferentes estancias, donde permitirá validar o invalidar el acceso en zonas restringidas o en horarios prefijados.

Los sensores de humo permitirán alertar al personal encargado del control del edificio, al presenciar un posible incendio en las diferentes zonas del edificio.

Los sensores de agua se encargarán de lanzar una alerta sonora al momento de detectar una fuga de agua.

El edificio al tener un corte de energía eléctrica quedará vulnerable ante cualquier intrusión por lo cual se ha visto necesario colocar un UPS de respaldo para el sistema domótico, el cual va a tener encendido el equipo central cuando esto ocurra, inmediatamente encenderá un generador para abastecer de energía eléctrica al edificio.

**4.7.2** *Sistema de control de gestión energético.* El encendido y apagado de las luces se lleva a cabo mediante la programación de horarios o con sensores de movimiento.

Estos sensores permiten un considerable ahorro de energía ya que logran que las zonas menos frecuentadas como escaleras, baños o pasillos permanezcan sin luz si no se detectan el movimiento de personas.

Con la utilización de los tomacorrientes X-10 en los laboratorios permite administrar de mejor forma el abastecimiento de energía pues se limita al uso en horas de clase o cuando el usuario lo requiera, el mismo se maneja bajo horarios o mediante el control remoto desde la central domótica.

**4.7.3** *Sistema de comunicación.* Los módulos se comunican a través de la instalación eléctrica del edificio, sin precisar ningún cableado adicional, teniendo como consecuencia directa el ahorro al evitar realizar una instalación secundaria o cambios en la estructura del edificio.

El sistema central domótico podrá ser controlado a través del internet mediante un software remoto instalado en el equipo, la red WIFI se instalará en áreas específicas, donde el usuario pueda ser uso del servicio, por el cual para la instalación del dispositivo de comunicación se consideró algunos aspectos tales como:

- Alcance del dispositivo
- Configuración del dispositivo
- Costos
- Número de usuarios

Por lo que una vez identificada la necesidad se compara características de los dispositivos llegando a la conclusión que el ACCESS POINT TP-LINK TL-WA901ND cumple los requerimientos necesarios.

## **4.8 Mantenimiento del sistema domótico**

Las actividades de mantenimiento a aplicar en el sistema domótico han sido elaboradas en base a recomendaciones de los fabricantes de los dispositivos. En la siguiente tabla se observa las diferentes actividades con la respectiva frecuencia recomendada.

Tabla 6. Actividades de mantenimiento en el sistema domótico

<b>Tareas de mantenimiento</b>	Trimestral	Semestral	Anual
Limpieza de los equipos de la instalación y accesorios.	X		
Comprobar si los equipos y accesorios tienen deformaciones o golpes.		X	
Comprobar conexiones y continuidad de cables, conectores, regletas, entre otros, tanto de alimentación eléctrica como de comunicaciones.		X	
Inspección de los elementos de protección, mando y control.	X		
Ajuste de los elementos de protección, mando y control.			X
Probar la funcionalidad de sensores y actuadores (presencia, motores)	X		
Inspección de la parametrización de los dispositivos del sistema.		X	
Revisión y cambio de baterías de los dispositivos del sistema domótico.			X
Testeo del sistema informático (hardware, software etc.)			X
Testeo del sistema de iluminación (sensores y actuadores)	X		
Testeo del sistema de persianas (sensores, módulos y actuadores)	X		
Testeo del sistema contra incendio (sensores de humo, módulos y actuadores)		X	
Testeo del sistema de fugas de agua (sensores, módulos y actuadores)		X	
Testeo del sistema de vigilancia	X		

Fuente: Autores

#### 4.9 Costos del proyecto

**4.9.1 Costos de elementos domóticos.** Se ha decidido hacer el presupuesto de los dispositivos domóticos en base a precios de tiendas electrónicas como “amazon” o “ebay” la principal razón es que los mismos dispositivos aquí en el Ecuador llegan fácilmente a superar del 50 al 80% en promedio de su valor original.

En la siguiente tabla se señala la lista completa de los dispositivos domóticos a utilizarse con su respectivo modelo, su valor unitario y total.

Tabla 7. Costo dispositivos domóticos X-10

<b>Cant</b>	<b>Dispositivos X-10</b>	<b>Modelo</b>	<b>PVP und. (USD)</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
55	Sensor de movimiento	MS16A	18,99	1044,45
54	Sensor de humo	SD18	71,04	3836,16
10	Sensor de agua	WD13A	26,32	263,2
1	Filtro de señal	1626-10	29,99	29,99
1	Transceptor	V572A	71,27	71,27
1	Interfaz	2413U	79,99	79,99
64	Módulo de iluminación	LM465	17,99	1151,36
29	Módulo de persianas	AM466	17,99	521,71
3	Módulo de electroválvulas	AM466	17,99	53,97
2	Módulo de sirenas	AM466	17,99	35,98
1	Adaptador USB monitoreo	VA11A	15,99	15,99
65	Tomacorrientes X-10 120 V	SR227	22,99	1494,35
6	Tomacorrientes X-10 220 V	SR227	22,99	137,94
1	UPS little smart	1000 lcd	173,99	173,99
1	Control de acceso	ZD2F20	211,79	211,79
			<b>Total (USD)</b>	9122,14

Fuente: [www.amazon.com](http://www.amazon.com)

Tabla 8. Costo cámaras X-10

<b>Cant</b>	<b>Cámaras X-10</b>	<b>Modelo</b>	<b>PVP und. (USD)</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
12	Cámaras internas	XX16A	29.99	359,88
6	Cámaras externas	XX16A	29.99	179,94
			<b>Total (USD)</b>	539,82

Fuente: www.ebay.com

Tabla 9. Costo actuadores

<b>Cant</b>	<b>Actuadores</b>	<b>Modelo</b>	<b>PVP und. (USD)</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
29	Motor puertas persianas	ERODSN68	109.66	3180,14
1	Motor puertas de acceso	OA3-S	450.00	450,00
3	Electroválvulas	2W04008KN	43.31	129,93
2	Sirena	YZ-619	24.00	48
			<b>Total (USD)</b>	3808,07

Fuente: Autores

Tabla 10. Equipo informático para proyecto doméstico

<b>Cant</b>	<b>Equipos</b>	<b>Modelo</b>	<b>PVP und. (USD)</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
1	Computador dell optiplex	7010	959,99	959,99
1	Software ALHENA	-	60,92	60,92
1	Access point TP-LIN	WA901ND	57,25	57,25
			<b>Total (USD)</b>	1078,16

Fuente: www.mercadolibre.com.ec

**4.9.2 Costos de instalación y mano de obra.** La siguiente tabla describe los costos correspondientes al personal humano que estará involucrado en la instalación y puesta en marcha del proyecto, incluye también pequeñas obras civiles y construcción de tableros que esto implique.

Se ha considerado que participarán en la instalación un total de 4 personas, 2 técnicos y 2 asistentes técnicos los cuales trabajarán 8 horas al día por 10 días.

Tabla 11. Detalle costos de instalación

<b>Cant</b>	<b>Personal técnico</b>	<b>Costo/día</b>	<b>Días</b>	<b>Subtotal(USD)</b>
2	Técnicos	50	10	1000,00
2	Asistente técnico	30	10	600,00
			<b>Total (USD)</b>	1600,00

Fuente: Autores

**4.9.3 Costos de mantenimiento.** El costo de mantenimiento corresponde al personal humano que interviene en las inspecciones y diferentes tareas a realizar sobre el sistema domótico esto conlleva soporte técnico hasta cambio de elementos, el tiempo promedio anual de trabajo para las actividades de mantenimiento es de 11 días

Tabla 12. Detalle costos de mantenimiento

<b>Cant</b>	<b>Personal técnico</b>	<b>Costo/día</b>	<b>Días</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
1	Técnicos	50	11	550,00
			<b>Total (USD)</b>	550,00

Fuente: Autores

Tabla 13. Detalle presupuesto total sistema domótico

<b>Detalle</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
Costo dispositivos domóticos X-10	9122,14
Costo cámaras X-10	539,82
Costo actuadores	3808,07
Equipo informático para proyecto domótico	1078,16
Detalle costos de instalación	1600,00
Detalle costos de mantenimiento	550,00
<b>Total (USD)</b>	16698,19

Fuente: Autores

#### **4.10 Nivel de domotización del edificio**

Tabla 14. Evaluación de nivel de domotización

Aplicación domótica	Dispositivos	Puntuación
Alarma de intrusión	Detectores de presencia	3
	Tarjeta electrónica	1
	Sirena	1
	Cámaras	3
	Sistema conectable con central de alarmas	3
Suma parcial alarma intrusión		11
Alarmas técnicas	Detectores de inundación	1
	Electroválvula de corte de agua	1
	Detector de incendios	2
Suma parcial alarmas técnicas		4
Simulación de presencia	Relacionada con los puntos de luz	2
Suma parcial simulación de presencia		2
Control de persianas	Motorización y control de persianas	2
Suma parcial control de persianas		2
Control de iluminación	Regulación lumínica	3
	Conexión/desconexión de iluminación	2
	Control de puntos de luz y tomas de corriente	3
	Suma parcial Control de iluminación	
Programaciones	Programaciones horarias sobre los equipos controlados	2
	Gestor energético	2
Suma parcial programaciones		4
Interfaz de usuario	Computador	2
	Equipo para control a través de Internet	3
Suma parcial interfaz de usuario		5
Red multimedia	Punto de acceso inalámbrico(Wi-Fi)	1
Suma parcial red multimedia		1
Suma total		37
Número de aplicaciones domóticas cubiertas		4

Fuente: Autores

La instalación domótica de este proyecto consta de una puntuación de 37, con un número de aplicaciones domóticas de 4, en la que se citan el confort, seguridad, gestión

energética y comunicaciones, según las norma AENOR 0026:2006 el edificio posee un nivel de inteligencia de Grado 2.

#### **4.11 Beneficios del proyecto**

Los beneficios que aporta esta implantación, suponen una buena inversión. Además, el desarrollo de las tecnologías y las telecomunicaciones provocan que estos sistemas sean cada día más económicos. Los beneficios que se obtienen son:

- Ahorro de energía por la administración inteligente del sistema de iluminación, el edificio inteligente controla de forma óptima el uso de la energía, provocando un ahorro económico considerable. Además, contribuye a proteger el medio ambiente.
- Ahorro de tiempo y dinero por la gestión remota de los equipos, disponiendo de un acceso a Internet, desde cualquier rincón se puede controlar y variar cualquier parámetro del sistema.
- Aumenta el confort, un edificio inteligente proporciona a los ocupantes del mismo un ambiente más confortable, lo que provoca mejores condiciones de trabajo y favorece la producción del usuario.
- Mayor seguridad en el edificio, debido al sistema integrado de cámaras y control de accesos, una de las áreas a la que más importancia da un sistema domótico es la seguridad. Generalmente el edificio contará con equipamiento y con información que deberán ser protegidos ante intrusiones y alarmas técnicas (inundaciones, incendios, etc.).
- Buena impresión, la introducción de tecnología en edificios provoca buena imagen ante los clientes, ya que no es común en las edificaciones tradicionales.



## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Se ha demostrado que el proyecto domótico del edificio de laboratorios de la Facultad de Mecánica beneficiará a sus usuarios, por el hecho de realizar tareas con mayor facilidad y el control de dispositivos a distancia brinda un escenario adecuado incluso a personas con algún tipo de discapacidad.

Se realizó un análisis de las condiciones del diseño de la edificación a ser intervenida, la cual resultó apta para incorporar un sistema domótico X-10, integrando los sistemas de iluminación, persianas y circuito cerrado de cámaras en una solución centralizada, permitiendo al usuario monitorizar y controlar los sistemas desde una misma aplicación, cuya interfaz es de fácil manejo.

Se ha estudiado y diseñado el presente proyecto que ofrecerá una gran flexibilidad para poder expandir el sistema con aplicaciones futuras, pues la facilidad que presenta el trabajar con el cableado eléctrico permite integrar dispositivos a la red sin la necesidad de efectuar trabajos adicionales que afecten la estética del inmueble.

Se han analizado y aplicado el diseño del sistema domótico siguiendo recomendaciones de la norma española AENOR EA 0026:2006 y de fabricantes de dispositivos domóticos, pues al no disponer en el país de un reglamento sobre el tema se ha buscado soluciones en otros países pioneros en este campo.

#### **5.2 Recomendaciones**

Impulsar proyectos domóticos por parte de autoridades y gestores de proyectos pero envista a la implementación, la domótica en el Ecuador actualmente es muy poco difundida pero está en crecimiento, especialmente en edificaciones en las ciudades

principales pues se conoce los beneficios que presentan este tipo de proyectos, tanto en el campo científico como tecnológico.

Promover temas de investigación similares al presente proyecto, dadas las ventajas que representaría la implementación del sistema domótico, además de estar a la vanguardia y avanzar a la par de edificaciones modernas construidas tanto en el sector privado y público.

Incorporar el presente proyecto como referencia para mejorar los servicios de los edificios ya existentes de la institución, ya que el sistema X-10 en su implementación no requiere mayor intervención en su estructura física.

## BIBLIOGRAFÍA

HUIDOBRO MOYA, José. Manual de Domótica, Creaciones Copyright S.L., Madrid 2010.

HUIDOBRO, José Manuel. La domótica como solución de futuro. [En línea] 2007. [Citado el: 12 de 10 de 2013.] <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futuro-fenercom.pdf>.

SANTIAGO, Adriana. Como elegir un sistema de domótica. [En línea] 18 de 07 de 2011. [Citado el: 03 de 10 de 2013.] <http://www.portal-industrial.com.ar/articulos/%C2%BFcomo-elegir-un-sistema-de-domotica?/358/>.

AENOR. Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas. Prescripciones generales de instalación y evaluación. EA 0026:2006 España, 2006.

DURÁN, Ana. Instalación domótica de una vivienda unifamiliar. [En línea] 2009. [Citado el: 05 de 11 de 2013.] <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4a4601f904610.pdf>.

ÁLVAREZ, Carlos. 2007. Diseño de una instalación domótica en un condominio para el control de seguridad e iluminación mediante la tecnología Lonworks. [En línea] 2007. [Citado el: 03 de 10 de 2013.] [http://www.cib.espol.edu.ec/digipath/d\\_tesis\\_pdf/d-35940.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/digipath/d_tesis_pdf/d-35940.pdf).

CONSTANTINO, Ingrid Damara. 2011. Domótica e Inmótica: Viviendas y edificios inteligentes. [En línea] 2011. [Citado el: 05 de 10 de 2013.] <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32912/1/constantinoleon.pdf>.

EJIDO, Ricardo. 2009. Instalación domótica de una vivienda unifamiliar con el sistema EIB. [En línea] 2009. [Citado el: 06 de 10 de 2013.] [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6049/PFC\\_Ricardo\\_Egido\\_Garcia.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6049/PFC_Ricardo_Egido_Garcia.pdf?sequence=1).

MORO, Miguel. *Instalaciones Domóticas*. Paraninfo, Madrid 2011.

INEN. Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Elementos de cierre, ventanas. NTE INEN 2 312:2001 Ecuador, 2001.

# **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**Tabla de calificación de grado de nivel domótico**

Aplicación	Dispositivos	Ponderación de la aplicación						Funcionalidades			
		Mínima		Media		Máxima		Confort	Seguridad	Ahorro energético	Comunicaciones
		Nº de dispositivos	Puntuación	Nº de dispositivos	Puntuación	Nº de dispositivos	Puntuación				
Alarma de intrusión	Detectores de presencia	2	1	1 cada 20 m <sup>2</sup>	2	1 por estancia	3	x			
	Teclado codificado, llave electrónica, o equivalente.	1	1	1	1	1	1	x			
	Sirena interior	0		1	2	1	2	x			
	Contactos de ventana y/o impactos	En puntos de fácil acceso	1	En todas las ventanas	2	En todas las ventanas	2	x			
	Sistema de mantenimiento de alimentación en caso de fallo de suministro eléctrico	0		Si	2	Si	2	x			
Módulo de habla/escucha, destinado a la escucha en caso de alarma. También se admite cualquier tipo de control que permita conocer si realmente existe un intruso (cámaras web...)	0		0			Si	3	x			
	Sistema conectable con central de alarmas	0		0		Si	3	x		x	
Alarmas técnicas	Detectores de inundación en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje)	Los necesarios	1	Los necesarios	1	Los necesarios	1	X			

Aplicación	Dispositivos	Ponderación de la aplicación						Funcionalidades			
		Mínima		Media		Máxima		Confort	Seguridad	Ahorro energético	Comunicaciones
		Nº de dispositivos	Puntuación	Nº de dispositivos	Puntuación	Nº de dispositivos	Puntuación				
	Electro válvula de corte agua con instalación para "bypass" manual.	Las necesarias	1	Las necesarias	1	Las necesarias	1	X			
	Detectores de concentraciones de gas butano y/o natural en zonas donde se prevea que habrá elementos que funcionen mediante gas.	Los necesarios	1	Los necesarios	1	Los necesarios	1	X			
	Electro válvula de corte gas con instalación para "bypass" manual	Las necesarias	1	Las necesarias	1	Las necesarias	1	X			
	Detector de incendios	1 en cocina.	1	1 cada 30 m <sup>2</sup>	2	En todas las estancias	3	X			
Simulación de presencia		No		Relacionada con las persianas motorizadas o con puntos de luz.	2	Relacionada con las persianas motorizadas y con puntos de luz	3	X			
Videoportero		Si	1	Si	1	Si	1	X			
Control de persianas	Motorización y control de persianas	Todas las de superficie superior a 2m <sup>2</sup>	1	Todas	2	Todas	2	X		X	
Control de iluminación	Regulación luminica con control de escenas	No		En dependencias dedicadas al ocio	2	En salón y dormitorios	3	X		X	

Aplicación	Dispositivos	Ponderación de la aplicación						Funcionalidades				
		Mínima		Media		Máxima		Confort	Seguridad	Ahorro energético	Comunicaciones	
		Nº de dispositivos	Puntuación	Nº de dispositivos	Puntuación	Nº de dispositivos	Puntuación					
Control de clima	En jardín o grandes terrazas mediante interruptor crepuscular o interruptor horario astronómico	No	Si	Si	2	Si	2	x		x		
	Conexión/desconexión general de iluminación	Un acceso	1	Todos los accesos	2	Todos los accesos	2			x		
	Control de puntos de luz y tomas de corriente más significativas	No		50% puntos luz	2	80% puntos luz 20% tomas corriente	3	x				
	Cronotermostato	1 en salón	1	zonificando la vivienda en un mínimo de dos zonas	2	Varios cronotermostatos, zonificando la vivienda por estancias	3	x		x		
Programaciones	Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados	No	Si	Si	2	Si	2	x		x		
	Gestor energético	No	Si	Si	2	Si	2	X		X		
Interfaz usuario	Consola o equivalente	No	Si	Si	2	Si	2	x			X	
	Control telefónico bidireccional	Si	1	Interacción mediante SMS	2	Interacción mediante SMS	2				x	
	Equipo para control a través de internet, WAP o equivalente	No	No	No		Si	3					X

Aplicación	Dispositivos	Ponderación de la aplicación						Funcionalidades			
		Mínima		Media		Máxima		Confort	Seguridad	Ahorro energético	Comunicaciones
		N° de dispositivos	Puntuación	N° de dispositivos	Puntuación	N° de dispositivos	Puntuación				
Dispositivos conectables a empresas suministradoras a través de redes de comunicación		1	1	2	2	3 o más	3				X
Red Multimedia	Tomas SAT y Tomas Multimedia	No	3 tomas satélite + 3 tomas multimedia	3 tomas satélite + 3 tomas multimedia	2	3 tomas satélite + 1 toma multimedia en todas las estancias, incluido terraza	3				X
	Punto de acceso Wi-Fi	No	Wi-Fi	Wi-Fi	1	Wi-Fi	1				X

NOTA 1: La consideración de las aplicaciones de la columna 1 es únicamente a efectos cuantitativos para poder valorar y asignar un nivel a la instalación.

NOTA 2: Se entiende por "los necesarios" el mínimo número de dispositivos que hacen posible la aplicación, siempre y cuando exista la correspondiente instalación. Por ejemplo si no hay instalación de gas en la vivienda no es necesario ningún detector de gas y los puntos asignados serían 0; en el caso de existir cocina a gas en dos estancias distintas los detectores necesarios serían 2 (puntos asignados 1), sin embargo las válvulas de corte podrían ser 1 o 2 (puntos asignados 1 en ambos casos).



