



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

---

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES

“DESARROLLO DE UN SISTEMA DOMÓTICO  
CON TECNOLOGÍA MÓVIL Y ARQUITECTURA  
ARM PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA EN LOS DEPARTAMENTOS DE LA  
CIUDAD DE TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero de Sistemas Computacionales**

**Autor(es):**

Br. Pavel Abimael Padilla Villanueva

Br. Richard Erikson Principe Quiroz

**Asesor:**

Ing. José Luis Peralta Luján

**Trujillo – Perú**

**2017**

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **Pavel Abimael Padilla Villanueva** y **Richard Erikson Principe Quiroz**, denominada:

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DOMÓTICO CON TECNOLOGÍA MÓVIL Y  
ARQUITECTURA ARM PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN  
LOS DEPARTAMENTOS DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**

---

Ing. José Luis Peralta Luján

**ASESOR**

---

Ing. Lain Cárdenas Escalante

**JURADO**

---

Ing. Juan Orlando Salazar Campos

**JURADO**

---

Ing. Luis Gutiérrez Magan

**JURADO**

## DEDICATORIA

A mi padre, aquel hombre que me enseñó a valorar desde lo más insignificante a lo más valioso de la vida, aquel que con sus actos me demostró su impecable responsabilidad y compromiso con nosotros sus hijos, además del rigor para cuando me desviaba del camino; mi madre por abrirme los brazos para refugiarme en el cada vez que lo necesitaba, por brindarme su cariño y amor incondicional, por demostrarme que en el mundo existen personas tan geniales como lo es ella, a mis hermanos por apoyarme a lo largo del camino académico que emprendí, por ayudarme a tomar las mejores decisiones para cuando eran necesarias, por darme ese soporte para levantarme una y otra vez para cuando las cosas no salían bien, a mis tíos, mis primos y demás familiares que con sus buenos consejos han aportado en mi formación como persona y como profesional, a mis amigos(as) y sobre todo a Richard, gran amigo desde la universidad y ahora compañero de tesis de quien he aprendido mucho gracias a sus buenos aportes.

Pavel.

## DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi familia. Mi madre que con su cariño me anima a continuar. Mis tíos, tías y primos por su total soporte y paciencia a lo largo de este tiempo.

A mi hermana y padre a los que no pude ver más seguido, pero siempre estuvieron pendiente con sus llamadas.

Una especial consideración para mis abuelos maternos. Para mi abuelo que siempre me enseña el valor del trabajo y dedicación. Para la memoria de mi abuela que me enseñó el bien ser sobre todas las cosas y me cuidó en toda la infancia. Que mi vida y lo que pueda producir lleven honor a sus nombres.

También para los amigos que siempre se mostraron curiosos y dispuestos a aportar. Sobre todo a mi gran amigo Marks, iniciador de la idea de la tesis. Sin su visión y talento nunca habría iniciado este trabajo.

Finalmente a mi compañero de tesis, Pavel. Por su confianza y dedicación. Genial colega, leal amigo y gran humano.

Richard.

## **AGRADECIMIENTO**

Al señor Rosas Lozano Cabrera por permitirnos el acceso a los departamentos de su edificio para llevar a cabo esta investigación, asimismo a nuestro asesor y docentes de la Universidad Privada del Norte.

## RESUMEN

La presente investigación se ubica en la disciplina de la domótica, dirigida a reducir el consumo de energía eléctrica en los departamentos de la ciudad de Trujillo.

Este trabajo demuestra que es posible reducir el consumo eléctrico en los departamentos del edificio Lozano, al implementar un sistema domótico haciendo uso de una aplicación móvil en Android y un computador de arquitectura Arm - Raspberry Pi. Este sistema domótica tiene un diseño centralizado, en este un computador Raspberry Pi cumple la tarea de servidor para controlar dispositivos de iluminación de los departamentos en un edificio. La comunicación entre Raspberry Pi y los dispositivos de iluminación es realizada por vía inalámbrica, enviando tramas de datos por circuitos emisores/receptores de radiofrecuencia. Estas señales son procesadas por micro controladores programados para detectar una orden de encendido o apagado de un relay instalado en un dispositivo de iluminación. Finalmente el equipo Raspberry Pi está pendiente de las ordenes de encendido o apagado realizados desde una aplicación móvil. Esta aplicación se comunica con una base de datos remota desplegada en la nube de Microsoft Azure para consultar si un dispositivo de iluminación se encuentra encendido o apagado, luego decide cambiar el estado de un dispositivo registrando esta acción en la base de datos, a continuación el equipo Raspberry Pi detecta este cambio de estado y comunica esta acción a un dispositivo.

Se concluyó con el logro de la reducción del consumo de energía eléctrica de un 33.23% luego de aplicar el sistema en los departamentos elegidos. Además se logró disminuir el monto promedio de consumo eléctrico mensual 29.53%.

## ABSTRACT

This research is about home automation, aimed at reducing energy consumption in the departments of the city of Trujillo.

This work shows that it is possible to reduce electrical consumption by implementing a home automation system using an Android mobile application and an Arm architectural computer - Raspberry Pi. This home automation system has a centralized design, in this a computer Raspberry Pi fulfills the task of server to control lighting devices of the departments in a building. Communication between Raspberry Pi and lighting devices is done wirelessly, sending data frames by radio-frequency transmitter / receiver circuits. These signals are processed by microprocessors programmed to detect a command to turn on or off a relay installed in a lighting device. Finally, the Raspberry Pi device is aware of the power on or off orders made from a mobile application. This application communicates with a remote database to check if a lighting device is on or off, then decides to change the state of a device by recording this action in the database, then the Raspberry Pi device detects this change of State and communicates this action to a device.

It was concluded with achievement of electric energy consumption's reduction by 33.23% after applying the system in the chosen departments. In addition, the average amount of monthly electricity consumption was reduced by 29.53%.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Formulación del problema.....	4
1.3. Justificación .....	4
1.4. Limitaciones.....	5
1.5. Objetivos.....	5
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Bases Teóricas .....	12
2.3. Definición de términos básicos.....	34
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>35</b>
3.1. Formulación de la hipótesis .....	35
3.2. Operacionalización de variables .....	35
<b>CAPÍTULO 4. DESARROLLO .....</b>	<b>36</b>
4.1. Proceso de desarrollo de software Móvil y Web.....	36

4.2.	Documento Visión.....	37
4.3.	Modelo del Dominio .....	42
4.4.	Modelo de Casos de Uso.....	42
4.5.	Especificación de requerimientos del software.....	48
4.6.	Diagrama de Robustez .....	68
4.7.	Descripción de la arquitectura del software.....	71
4.8.	Diagrama de Secuencia.....	93
4.9.	Plan de integración .....	96
4.10.	Plan de pruebas.....	100
4.11.	Descripción de la plataforma de despliegue.....	106
4.12.	Proceso de desarrollo de software para la computadora ARM y microcontroladores .....	113
4.13.	Documento de requisitos .....	113
4.14.	Casos de uso.....	116
4.15.	Modelo de diseño arquitectónico.....	117
4.16.	Código fuente representativo .....	121
4.17.	Plan de pruebas de integración.....	126
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>128</b>
5.1.	Tipo de diseño de investigación.....	128
5.2.	Material de estudio.....	128
5.3.	Técnicas, procedimientos e instrumentos. ....	129
<b>CAPÍTULO 6.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>130</b>
6.1.	Indicador 1: Tiempo respuesta del sistema. (Performance) .....	130
6.2.	Indicador 2: Porcentaje de peticiones satisfactorias.....	136
6.3.	Indicador 3: Kilowatts por mes .....	141
6.4.	Indicador 4: Monto promedio de consumo por mes.....	147
<b>CAPÍTULO 7.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>153</b>
7.1.	Indicador 1: Tiempo de respuesta del sistema. (Performance).....	153
7.2.	Indicador 2: Porcentaje de peticiones satisfactorias.....	154

7.3. Indicador 3: Kilowatts por mes .....	155
7.4. Indicador 4: Monto promedio de consumo por mes.....	156
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>157</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>158</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>159</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>162</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro detallado de la operacionalización de las Variables.....	35
Tabla 2: Fases Metodología “ICONIX” .....	36
Tabla 3: Enunciado del problema.....	38
Tabla 4: Enunciado del posicionamiento del producto. ....	38
Tabla 5: Resumen Stakeholders.....	39
Tabla 6: Resumen de usuarios. ....	39
Tabla 7: Beneficios del producto.....	40
Tabla 8: Listado de casos de uso subsistema web. ....	44
Tabla 9: Acrónimos y abreviaturas.....	48
Tabla 10: Componentes subsistema web. ....	97
Tabla 11: Componentes subsistema web. ....	98
Tabla 12: Plan de Integración 1. ....	98
Tabla 13: Plan de Integración 2. ....	99
Tabla 14: Plan de Integración 3. ....	99
Tabla 15: Clases de equivalencia registrar usuario.....	101
Tabla 16: Casos de prueba registrar usuario. ....	102
Tabla 17: Clases de equivalencia registrar casa.....	102
Tabla 18: Casos de prueba registrar casa, .....	103
Tabla 19: Clases de equivalencia actualizar casa.....	103
Tabla 20: Casos de prueba actualizar casa. ....	104
Tabla 21: Clases de equivalencia actualizar escenario.....	104
Tabla 22: Casos de prueba actualizar escenario. ....	105
Tabla 23: Clases de equivalencia registrar tarea programada. ....	105
Tabla 24: Casos de prueba registrar tarea programada.....	106
Tabla 25: Cronograma de actividades. ....	112
Tabla 26: Disciplinas aplicadas – ROPES.....	113
Tabla 27: Casos de uso subsistema ARM. ....	114
Tabla 28: Plan de integración 1 - ARM.....	127
Tabla 29: Plan de integración 2 - ARM.....	127
Tabla 30: Resultados Pre-Test/Post-Test para el indicador 1. ....	131
Tabla 31: Resultados Pre-Test/Post-Test para el indicador 2. ....	136
Tabla 32: Resultados Pre-Test/Post-Test para el indicador 3. ....	142

Tabla 36: Resultado de las diferencias para el indicador 3. ....	144
Tabla 33: Resultados Pre-Test/Post-Test para el indicador 4. ....	148
Tabla 37: Resultado de las diferencias para el indicador 4. ....	150
Tabla 38: Ficha de medición indicador 1.....	163
Tabla 39: Ficha de medición indicador 2.....	164
Tabla 40: Ficha de medición indicador 3.....	165
Tabla 41: Ficha de medición indicador 4.....	166

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ropes Espiral .....	19
Figura 2: Esquema de interconexión de un bus serie I2c.....	21
Figura 3: Uso de los módulos transmisores y receptores de RF. ....	24
Figura 4: Símbolos para relés con diversos tipos de contactos.....	25
Figura 5. (a) Esquema de un relé electromagnético. (b) Selección trasversal de un relé de láminas. ....	26
Figura 6: Clasificación atendiendo a si funcionamiento.....	28
Figura 7: Clasificación tendiendo a la señal que proporcionan.....	28
Figura 8: Sensores atendiendo a la naturaleza de funcionamiento. ....	29
Figura 9: Sensores atendiendo a los elementos de fabricación. ....	30
Figura 10: Campos de aplicación de los microcontroladores. ....	32
Figura 11: Esquema de bloques general de un microcontrolador.....	33
Figura 12: Modelo del Dominio. ....	42
Figura 13: Diagrama de casos de uso .....	43
Figura 14: Interfaz de lista Dispositivos ON/OFF según escenario seleccionado.....	61
Figura 15: interfaz lista de tareas programadas registradas.....	62
Figura 16: Interfaz reporte de consumo eléctrico. ....	63
Figura 17: Gestor de Casas. ....	64
Figura 18: Gestor de Escenarios.....	65
Figura 19: Gestor de Dispositivos x Escenarios. ....	66
Figura 20: Diagrama de Robustez UC - Actualizar Estado ON/OFF. ....	68
Figura 21: Diagrama de Robustez UC – Gestionar Tareas Programadas.....	68
Figura 22: Diagrama de Robustez UC – Reporte de Consumo Eléctrico. ....	69
Figura 23: Diagrama de Robustez UC – Gestionar Casas. ....	69
Figura 24: Diagrama de Robustez UC – Gestionar Escenarios.....	70
Figura 25: Diagrama de Robustez UC – Gestionar Dispositivos. ....	70
Figura 26: Diagrama de casos de uso .....	73
Figura 27: Trazabilidad para CU Gestionar Escenarios .....	74
Figura 28: Trazabilidad para CU Gestionar tareas programadas .....	74
Figura 29: Trazabilidad para CU Actualizar estado (ON – OFF) dispositivos .....	75
Figura 30: Descomposición subsistemas.....	75
Figura 31: Diagrama de la Arquitectura del Subsistema Móvil .....	76

Figura 32: Diagrama de Arquitectura del Subsistema Web .....	77
Figura 33: Diagrama de la Arquitectura N-Capas.....	77
Figura 34: Diseño de clases CU Gestionar Casas. ....	79
Figura 35: Diseño de clases CU Gestionar Escenarios.....	80
Figura 36: Diseño de clases CU Gestionar Dispositivos. ....	81
Figura 37: Diseño de clases CU Actualizar estado. ....	83
Figura 38: Diseño de clases CU Gestionar Tareas programadas.....	84
Figura 39: Diseño de clases CU Reporte de consumo eléctrico.....	85
Figura 40: Diagrama trazabilidad modelo diseño/implementación subsistema web .....	86
Figura 41: Diagrama trazabilidad modelo diseño/implementación subsistema móvil.....	87
Figura 42: Diagrama modelo implementación subsistema web.....	88
Figura 43: Diagrama modelo implementación subsistema móvil.....	89
Figura 44: Diagrama de distribución del sistema.....	90
Figura 45: Diagrama de secuencia UC – Actualizar Estado ON/OFF.....	93
Figura 46: Diagrama de secuencia UC – Gestionar Tareas Programadas.....	94
Figura 47: Diagrama de secuencia UC –Generar Reporte de Consumo Eléctrico. ....	94
Figura 48: Diagrama de secuencia UC – Gestionar Casas. ....	95
Figura 49: Diagrama de secuencia UC – Gestionar Escenarios.....	95
Figura 50: Diagrama de secuencia UC – Gestionar Dispositivos. ....	96
Figura 51. Conexión rdp hacia el servidor web. ....	107
Figura 52. Carpeta de publicación en el servidor web.....	108
Figura 53. Site “houseon” creado en IIS.....	108
Figura 54. Archivos de publicación “houseon”.....	109
Figura 55. Creación Base de datos.....	109
Figura 56. Descarga del app “HouseOn”.....	110
Figura 57. Login “Houseon” .....	111
Figura 58: Diagrama de casos de uso Subsistema ARM .....	116
Figura 59: Diagrama de componentes Subsistema en Tiempo Real.....	120
Figura 60: Mediciones para el indicador Tiempo de respuesta del sistema.....	132
Figura 61: Región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis Tiempo de respuesta del sistema.....	134
Figura 62: Mediciones para el indicador porcentaje de peticiones satisfactorias.....	137
Figura 63: Región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis Porcentaje de peticiones satisfactorias.....	139
Figura 64: Mediciones para el indicador Kilowatts por mes.....	143

Figura 65: Región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis Kilowatts por mes.....	146
Figura 66: Mediciones para el indicador Monto promedio de consumo por mes. ....	149
Figura 67: Región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis Monto promedio de consumo por mes. ....	152
Figura 68: Promedio de mediciones para el indicador Tiempo de respuesta del sistema. ....	153
Figura 69: Promedio de Mediciones par el indicador Tasa de peticiones satisfactorias. ....	154
Figura 70: Promedio de mediciones para el indicador Kilowatts por mes. ....	155
Figura 71: Promedio de medición para el indicador Monto promedio de consumo por mes. ....	156
Figura 72: Tabla t-Student .....	162
Figura 73: Materiales para el sistema domótico - Arduino, Emisores RF, Relay. ....	167
Figura 74: Materiales para el sistema domótico - Arduino, Raberry Pi. ....	167
Figura 75: Implementación del circuito para subsistema empotrado en sensores.....	168
Figura 76: Grabación de programa en micro controladores para el subsistema empotrado en dispositivos. ....	168
Figura 77: Inicio de elaboración del circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos. ....	169
Figura 78: Diseño de pistas para el circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos. ....	169
Figura 79: Vista de diseño del circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos. ....	170
Figura 80: Vista posterior del proceso de soldadura del circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos. ....	170
Figura 81: Proceso de prueba del circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos. ....	171

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Una de las leyes fundamentales de la física establece que la energía no se puede crear ni destruir. Solamente hay una cantidad específica de energía en el universo (Fowler, 1994). Es por esto que los gobiernos de los países, en el mundo, se reúnen en diversas convenciones para tratar la problemática del consumo de la energía y su impacto en nuestro planeta.

La energía eléctrica es una de las energías más usadas, al ser renovable; por ende sus beneficios, como tal, resultan convenientes para el mundo. Se puede generar por diversos medios, pero debido a la naturaleza de la electricidad esta presenta inconvenientes en su transporte y almacenamiento, lo que agrava su costo (Fenosa, 2013). Desde que este tipo de energía se empezó a usar con fines industriales se ha elevado los niveles de vida de la población mundial. Básicamente en el desarrollo económico y social. Entonces la asistencia técnica, los medios de comunicación, el analfabetismo, acceso al agua potable y la expectativa de vida están condicionados por ella.

El acceso a suficiente energía hace posible el desarrollo de las naciones, a estas naciones se le denominan países desarrollados (ONGAWA, 2013). Pero hay países que no cuentan con los medios para generar energía eléctrica. Algunos llegan a adquirirla de otros países o de maneras poco tradicionales.

Actualmente la falta de energía en el mundo es tan grave como la falta de alimentos (Bermudez, 2000) o de cualquier servicio básico. La ONU manifiesta que uno de cada cinco personas carece todavía de acceso a la electricidad moderna (ONU, 2014). La Agencia Internacional de la Energía (AIE) advirtió que si los países consumidores no cambian sus políticas energéticas entonces las necesidades de energía crecerán entre los años 2007 y 2013; esta agencia indicó un crecimiento a una velocidad de 1.5% anual (IEA, 2009). Los países que cuentan con más que suficiente energía eléctrica no necesariamente llevan un consumo eficiente y responsable de esta; repercutiendo en la economía, la sociedad y el medio ambiente. Estas consecuencias se dan porque su coste se agrava sobre todos y cada uno de los sectores de la industria, servicios y los hogares del mundo (Balcells, 2011). Por lo tanto cualquier

acción que reduzca el consumo de energía eléctrica, tendrá repercusiones importantes sobre la economía de los sectores implicados.

En el 2010 la producción de energía eléctrica en América Latina representó el 6% del total mundial (OLADE, 2012), esto debido al crecimiento de las actividades económicas en la región y a la electrificación de las crecientes ciudades. La generación de energía eléctrica a un precio razonable es una preocupación cada vez mayor (Pricewaterhouse Coopers, 2014), sobre todo para los países de esta región que no cuentan con grandes capitales para invertir. Países de la región; como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Ecuador, han implementado durante los últimos años varios programas de uso racional de la energía, con el fin de promover el ahorro energético y optimizar el manejo de los recursos naturales y económicos. De esta manera se espera poder afrontar los problemas en el uso de la electricidad, beneficiando a la sociedad y conservando el medio ambiente.

La situación de la producción de electricidad en el Perú ha mejorado considerablemente en los últimos 20 años. A inicios de los años noventa, el suministro eléctrico era muy inestable. Esto debido a los atentados terroristas hacia las infraestructuras de las empresas proveedoras de este servicio. Luego inició un proceso de privatización de estas empresas, con el compromiso de invertir a largo plazo en infraestructura; esto además generó más demanda por parte del sector industrial. Pero a pesar de este incremento, aún no se logra proveer de energía eléctrica a las zonas rurales. Esta tarea está a cargo del gobierno, que dedica parte de su presupuesto sumado a fondos internacionales para lograr llevar electricidad a las zonas rurales del país. Hasta el 2012 se estimó que el 63% de la población rural tendría acceso a la energía eléctrica (Ministerio de Energía y Minas, 2012).

El estado peruano también se preocupa por el uso eficiente de la electricidad, promoviendo leyes como descuentos para familias que consuman menos de 30 kWh/mes y desde 30 hasta 100 kWh/mes (Ministerio de Energía y Minas, 2001). De esta manera se espera motivar a los peruanos a usar eficientemente y con responsabilidad la electricidad que llega a sus hogares.

El servicio de energía eléctrica en Trujillo está a cargo de la empresa Hidrandina SA. Hasta el 2013 proporcionaba electricidad a 773 924 hogares (Ministerio de Energía y Minas, 2013) lo que representa un 12% de la electricidad distribuida a todo el Perú. La tarifa que pagan los trujillanos, así como en el resto del Perú, es la cuarta más

cara en américa del sur (Ministerio de Energía y Minas, 2013) lo que representa un costo considerable en la economía de las familias peruanas.

Entre las alternativas para el ahorro de energía eléctrica destaca en los últimos años la aplicación de sistemas domóticos. En España se están realizando investigaciones para medir los beneficios de la aplicación de la domótica; una de estas investigaciones trata de Edificios Inteligentes Bioclimáticos (Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, 2007) en donde se concluyó que estas viviendas reducen el volumen de energía en climatización y calefacción en aproximadamente 60%, comparadas a viviendas tradicionales. Esto impacta en la reducción de las facturas de gas y electricidad, fuentes de energía de las viviendas. También ayudan a reducir hasta en 20% el gasto en iluminación del edificio.

También en Estado Unidos se vienen realizando proyectos similares, tal es el caso del proyecto Zero Net Energy Test House (Nader, 2011) que trata de edificios para investigar enfoques eficaces para lograr objetivos en los planos ambientales y energéticos. El proyecto construyó una casa diseñada como un laboratorio para la investigación sustentable en la integración de innovaciones energéticas y ambientales que puedan ser usadas para edificaciones.

El 2009, en Perú, se publicó una investigación para estudiar el impacto de la implementación de sistemas inteligentes en viviendas (Villaverde, 2009). Este trabajo recopila los dispositivos domóticos económicos del mercado así como el protocolo más usado en la industria; para determinar que es posible ahorrar hasta un 60% en el consumo de energía eléctrica en dispositivos de iluminación. También diagnostica que en el Perú aún no es sencillo el acceso a sistemas domóticos, por lo que previó una buena oportunidad de negocios. A nivel nacional, los sistemas domóticos se pueden encontrar instaladas en algunas fábricas o edificios sofisticados de empresas, pero aún no son frecuentes en viviendas.

La tecnología nos permite hacer uso de ella para mejorar la calidad de vida de los trujillanos en sus hogares. Gracias a la constante innovación en sistemas domóticos y aparatos móviles inteligentes, surge la necesidad de integrar estas tecnologías con la finalidad de reducir el consumo de energía en los departamentos de la ciudad de Trujillo.

## 1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la aplicación de un sistema domótico con tecnología móvil y arquitectura ARM reducirá el consumo de energía eléctrica en los departamentos de la ciudad de Trujillo?

## 1.3. Justificación

### **Justificación aplicativa.**

Este trabajo es aplicado porque se integraron conocimientos en distintas tecnologías. La solución propuesta integran los conocimientos de los autores para el desarrollo de un sistema Web en la plataforma .NET y Móvil en la plataforma Android, además de una aplicación desarrollada en Python para el computador ARM Raspberry Pi y programación de micro controladores en C. Estos conocimientos se aplicaron para la creación del sistema domotico propuesto que permita a los usuarios el control de dispositivos de iluminación de una manera inteligente y automática, centralizados en un computador Raspberry Pi. Este control se realiza desde una aplicación móvil desde Android.

Esta propuesta tiene como consecuencia la reducción del consumo de la energía eléctrica y por ende los costos mensuales a pagar por dicho servicio.

### **Justificación valorativa.**

La propuesta de este estudio innovará en el control del consumo de energía eléctrica en edificios, viviendas, oficinas, etc. de la región, debido al uso de tecnologías de fácil acceso sumado a una arquitectura sólida en el desarrollo de la aplicación, reflejando en la disminución del consumo de energía eléctrica.

### **Justificación académica.**

La presente investigación servirá de referencia para estudiantes de la región como fuente de información, para el diseño e implementación de sistemas domóticos.

## 1.4. Limitaciones

- Las pocas oportunidades para hacer pruebas en tiempo real a la aplicación, por lo que se eligió hacer las pruebas solo en 1 edificio.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema domótico con tecnología móvil y arquitectura ARM para reducir el consumo de energía eléctrica en los departamentos de la ciudad de Trujillo.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar un sistema domótico que permita gestionar y automatizar la iluminación.
- Medir los kilowatts por mes en el consumo de energía eléctrica por parte de los dispositivos de iluminación.
- Calcular el monto promedio mensual en soles ahorrado en el consumo de energía eléctrica por parte de los dispositivos de iluminación.
- Medir el tiempo en segundos que emplea el sistema en procesar una solicitud de encendido o apagado de un dispositivo de iluminación.
- Estimar el porcentaje de peticiones satisfactorias al procesar solicitudes de encendido o apagado de los dispositivos de iluminación.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

- *Sistema de control mediante el uso del computador para la optimización del consumo eléctrico en el hogar y la oficina. Universidad del Zulia (Becerra, 2005)*

Este trabajo venezolano, explicó la situación de la energía eléctrica en su país. De cómo el despilfarro energético afecta a su país y al mundo. Invitando a la reflexión de lo indispensable que resulta en nuestras vidas la energía eléctrica.

Expone varios casos en las principales ciudades del mundo y en su ciudad natal, Maracaibo; ciudad extremadamente calurosa en la que los gastos de electricidad son enormes en temas de ventilación.

Es por esta razón que propuso una solución al problema del gasto energético, esta fue completamente configurable de acuerdo a las necesidades de las viviendas en las que se necesiten instalar.

La solución propuesta fue un software de control domótico, basado en la teoría de sistemas de control. Este software permite establecer horarios de encendido y apagado de los principales equipos eléctricos que consumen más energía. Además procesa el encendido de la iluminación por medio de sensores de presencia.

La solución también gestiona tarifas de electricidad y las utiliza para desviar el encendido de aparatos eléctricos de alto consumo, hacia las franjas horarias más económicas.

De este trabajo se recopila la aplicación de sensores de presencia para determinar el encendido y apagado de la iluminación. De igual modo se aprovechan los antecedentes de derroche energético como un problema importante en el mundo.

- *Diseño de una instalación domótica en un dominio para el control de seguridad e iluminación mediante la tecnología Lonworks. Escuela Superior Politécnica del Litoral (Álvarez, Holguín, & Serrano, 2007)*

Este trabajo buscó una tecnología que permita domotizar los departamentos de la empresa Ediciones Holguín S.A. A medida que avanza la construcción se planeó implementar un sistema domótico que permita a los habitantes tener gestión en el control de la seguridad y la iluminación.

La tecnología necesaria ofreció la suficiente usabilidad para cubrir tareas de iluminación y seguridad.

Se profundiza en el estudio de la tecnología elegida, detallando su arquitectura, protocolo de comunicación, la conexión física y lógica entre sensores, actuadores y controladores.

Los autores plantearon el uso de la tecnología Lonworks. Se explican los estándares que propone este trabajo. También se estudia el diseño del sistema domótico, esto según los lineamientos para una "Infraestructura Común de Telecomunicaciones".

Finalmente realizan el diseño domótico basados en el software propietario BJC Diálogo, configurando sensores, actuadores y controladores que ofrece la compañía BJC.

El sistema domótico propuesto fue una solución integral en el control de la seguridad y la iluminación del edificio. En seguridad se controla eventos como: detección de incendios, inundaciones, entrada de intrusos. En iluminación se configuró detectores de movimiento, programaciones de encendido diurno y nocturno.

La implementación del sistema en todo el edificio llegó a la suma de 49315.22 dólares.

Este trabajo nos acerca a los costos de implementación de una solución integral, utilizando productos estandarizados y de fácil instalación.

También resultó provechoso el antecedente de tareas programadas en la iluminación del edificio para horarios diurnos y nocturnos.

- *Sistema domótico con tecnología Eibkonnex para la automatización de servicios, confort y seguridad en la empresa Sisteldata sa. Universidad Técnica de Ambato. (Valle, 2012)*

La empresa Sisteldata S.A líder en proveer el servicio de Telecomunicaciones en la ciudad de Ambato, expandió sus instalaciones con el afán de ofrecer una mejor atención a sus clientes.

Al ser una edificación nueva no tenía ningún tipo de automatización que ofrezca las garantías necesarias de seguridad y confort, es así que el diseño de un sistema domótico fue de gran ayuda para poder administrar y satisfacer las necesidades de seguridad, confort y automatización de servicios.

El autor propuso un sistema domótico utilizando el protocolo de comunicación KNX (Eibkonnex) para ofrecer confort, seguridad y la automatización de los servicios. Realiza tareas programadas para que funcionen automáticamente en un edificio ante eventos definidos en la empresa Sisteldata sa.

El trabajo inicia investigando los parámetros relacionados con el Sistema domótico con tecnología EIB KNX y su aplicación en la empresa Sisteldata S.A. Luego describe el grado de automatización que posee la empresa Sisteldata S.A. Entonces realiza un diseño para la configuración e instalación de los dispositivos.

Al terminar la puesta en marcha del sistema, se realizan encuestas para detectar un 90% de desconocimiento de domótica en las personas. También que un 75% de los encuestados manifiestan que es necesario el sistema propuesto para el edificio.

El trabajo aporta un alcance descriptivo de los distintos dispositivos que se pueden usar en un sistema domótico y su aplicación en el confort, seguridad y automatización de servicios. De este modo se pudo tener una primera referencia de los dispositivos domóticos que aportan en el ahorro de energía.

### 2.1.2. Nacionales:

- *Implementación de sistemas inteligentes aplicados en la construcción de viviendas. Universidad Agraria La Molina (Villaverde, 2009)*

El autor presentó el problema del gasto por la electricidad, el acceso remoto y la seguridad. Estudió la realidad de la domótica en Perú, comparándola con la situación en los países más desarrollados en tecnología. Destacando los sistemas inteligentes como parte importante en toda aplicación domótica ya sea para hogares, oficinas o edificios; y las funcionalidades que pueden ofrecer.

Este es un trabajo de investigación de carácter descriptivo. El autor presenta la situación actual de la domótica en el Perú y el mundo, estudia las tecnologías vigentes y analiza la viabilidad de realizar proyectos domóticos para las viviendas en nuestro país.

El autor llegó a la conclusión de que 80% de las empresas dedicados a la construcción, están dispuestos a implementar sistemas inteligentes (domótica) en futuros proyectos.

La ausencia de empresas proveedoras, distribuidoras, representativas de sistemas inteligentes (domótica), crean el marco oportuno para importar o ser una representación en Perú de los fabricantes.

Finalmente no existen empresas especializadas en la capacitación de técnicos calificados para trabajar en proyectos de esta índole, pero sería una oportunidad de incursionar en este rubro.

El aporte de esta investigación es la recopilación de información del desarrollo de la industria de construcción de viviendas que incorporan sistemas domóticos. Así como el desarrollo de un modelo de sistema domótico que permite el ahorro de energía eléctrica.

- *Diseño e implementación de un sistema domótico de seguridad inalámbrica para un laboratorio de telecomunicaciones. Pontificia Universidad Católica del Perú (Zeballos, 2011)*

El tema principal de este trabajo fue la seguridad. El autor elige este tema porque en Perú la seguridad, tanto personal como material, es un problema importante en todos los niveles socioeconómicos. El ambiente del laboratorio de telecomunicaciones donde se llevará a cabo la investigación es objeto de estudio. Se detallan como situaciones problemáticas a considerar: los equipos, la dimensión de la infraestructura, el personal autorizado, control de ingreso y salida de las personas.

La solución propuesta en este trabajo fue el diseño e implementación de un sistema de seguridad elaborado con cámaras de seguridad, sensores de humo y movimiento, detectores de apertura de puertas y ventanas; usando como protocolo de comunicación inalámbrica la tecnología Xbee.

El autor analizó diferentes tecnologías presentes en el mercado, para cada elemento de la solución propuesta. Luego diseña la ubicación de los dispositivos del sistema. Desarrolló un software en Visual Basic para controlar por el puerto serial de una computadora, el cual censa los elementos del sistema para alertar la detección de eventos que ponen en riesgo la seguridad del laboratorio.

Se logró implementar la solución bajo un costo de 2475.80 soles. El sistema desarrollado logra programar los módulos inalámbricos XBee para detectar los cambios de sensor activado o desactivado y generar acciones de acuerdo al cambio.

Este trabajo proporciona el análisis de sensores de presencia de distintas tecnologías para elegir la más conveniente.

También comprender el funcionamiento de un protocolo inalámbrico comercial, para así realizar una propuesta propia.

- *Sistema de control domótico utilizando una central IP PBX basado en software libre. Pontificia Universidad Católica del Perú (Rodriguez, 2012)*

Este trabajo presentó los enfoques a los que se orienta la domótica. La de automatización y control a distancia. Para estos enfoques se encontraron muchas tecnologías que son incompatibles entre sí. Estas tecnologías son comercializadas por las principales marcas de domótica en el mercado: Lonworks, Bticino, Sistema de Casa, etc.

Los autores buscaron una solución compatible con dispositivos comerciales, escalable y que reduzca costos.

A partir del estudio de diferentes soluciones y tecnologías existentes, se planteó una arquitectura escalable, heterogénea y de bajo costo. Esto por medio de un sistema de control domótico que permita controlar y monitorear local y remotamente, utilizando una IP PBX de software libre como protocolo de comunicación.

Para realizar esta solución se explicaron los requerimientos que se consideran para el diseño de los elementos del sistema. También los dispositivos que se utilizarán, su programación y despliegue.

Se logró implementar un módulo de control utilizando micro controladores para los relays y sensores. Comunicar los dispositivos con una aplicación web como servidor y una base de datos.

En este trabajo se pudo aprovechar el planteamiento de una arquitectura para lograr la comunicación y monitoreo de los dispositivos domóticos instalados.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Energía Eléctrica

#### A. Conceptos

La energía es la capacidad de producir trabajo (Fowler, 1994). Este trabajo se manifiesta de manera mecánica, generando calor, emitiendo luz y de muchas otras maneras. Del mismo modo la energía está presente en diversas formas: energía térmica, luminosa, eléctrica y otras más. Esto se puede entender de una de las leyes fundamentales de la física: la energía no se puede crear ni destruir, sólo transformar. Al hacer funcionar una lámpara eléctrica lo que sucede es que se convierte la energía eléctrica en energía luminosa y energía térmica. Entonces la energía se obtiene por conversión de otras formas de energía.

La energía se origina o se obtiene a partir de fenómenos que pueden ser causados de manera natural o artificial (M. Carmen Antolín Tomás, 2013). La energía eléctrica como tal se obtiene por la conversión de otras energías. Como en un fenómeno natural cuando las bacterias convierten la energía química en energía eléctrica. O por medios artificiales cuando los generadores convierten energía mecánica (de rotación) en energía eléctrica.

A pesar de existir diversas formas de energía, la forma de energía eléctrica es deseable porque puede transportarse fácilmente de un lugar a otro (Fowler, 1994). Es así que la energía eléctrica producida en una central eléctrica puede transportarse fácilmente a donde se requiere; casas, edificios, fábricas, etc.

La electricidad es un fenómeno íntimamente relacionado a la materia y a la vida. La materia está integrado por electrones, que giran alrededor de los núcleos atómicos. Estos electrones son los causantes de los fenómenos electromagnéticos que hacen posible el aprovechamiento de la energía eléctrica por parte de los humanos (Comunidad de Madrid, 2002).

Esto se entiende al revisar con más detalle la estructura de un átomo. Como ya se indicó líneas arriba, el átomo está formado por un núcleo central y una capa externa en la que transitan los electrones. Este núcleo está formado por protones y neutrones. Los protones tienen carga

positiva, los electrones tienen carga negativa y los neutrones no tienen carga. El átomo es neutro al equilibrarse las cargas del núcleo con las cargas de los electrones. Cuando un átomo pierde uno o más electrones sucede que su carga eléctrica negativa se reduce y su carga pasa a ser positiva. En caso de que el átomo gana electrones su carga eléctrica negativa aumenta y la carga del átomo pasa a ser negativa. Las cargas positivas y negativas son opuestas, pero manifiestan una fuerza de atracción. Mientras que las cargas del mismo manifiestan una fuerza de repulsión (Raymon A. Serway, 2000).

## **B. Consumo**

La energía eléctrica no resulta gratis para la población, sino que forma parte de un mercado. En este mercado se integran las compañías responsables de obtener y suministrar la electricidad. Al principio la electricidad era producida, distribuida y comercializada en un mercado regulado. Pero ahora se realiza las tareas de generación, transporte, distribución y comercialización (Comunidad de Madrid, 2002).

Según las Naciones Unidas, en 1993 la generación o producción mundial de electricidad llegó a los 12.3 trillones de kilovatios – hora (Unidas, 1995). La electricidad principalmente se genera en centrales que utilizan combustibles fósiles, energía nuclear o energía hidráulica. Otras energías renovables, como la eólica, la solar, la geotérmica o la biomasa, representan sólo una pequeña parte de la producción eléctrica mundial. Para finales del 2015, el 76.3% de la electricidad fue producida por energías no renovables mientras que el 23.7% fue producida por energías renovables. Hasta ese año los principales productores de electricidad fueron China y Estados Unidos (REN21, 2016).

Desde el año 1998 hasta el 2008, el consumo mundial de energía eléctrica tuvo un crecimiento promedio anual de 3.6%, llegando a un total de 17 056 trillones de Watts – hora (Rodríguez C. M., 2011). Este crecimiento ha tenido como protagonistas a los países asiáticos, se puede entender esto a su crecimiento económico e industrial.

### C. Medición

Para medir la energía eléctrica se deben conocer dos conceptos. El primero es Potencia Activa (Kw) esto se mide en vatios, indica la cantidad de energía que se consume en un segundo. Los vatios - hora son el total de energía que se ha consumido en un periodo de tiempo determinado, esto se puede revisar en los recibos o registros mensuales del consumo de energía que hacen las compañías eléctricas. La energía eléctrica utiliza la unidad de Kilowatt – hora (Kwh) porque los watts o (vatios) y los segundos son unidades despreciables para determinar la energía eléctrica. El segundo concepto es la Demanda o Potencia Aparente (kVA) que resulta ser el producto de la tensión y la corriente proporcionadas por las compañías eléctricas (Fluke, 2009).

Por ejemplo una bombilla ahorradora que funciona a 40 watts y encendida por 24 horas, entonces en ese periodo se ha consumido 960 watts-hora, esto sería 0.96 Kwh (Medición de Energía Eléctrica, 2016). Los medidores que instalan las compañías eléctricas, miden el consumo de esta manera. Haciendo una sumatoria de la potencia que requieren los dispositivos por cada hora que llevan realizando trabajo.

El Organismo Supervisor de la Inversión de Energía en Perú publicó un informe del consumo promedio mensual de casas de diferentes sectores socioeconómicos. Una vivienda típica del nivel socioeconómico E consume al mes 52.95 Kwh en soles esto sería aproximadamente 29 soles. Una del sector D consume al mes 129.55 Kwh en soles esto sería aproximadamente 71 soles. Una del sector C consume al mes 277.87 Kwh en soles esto sería aproximadamente 152 soles. Una del sector B consume al mes 498.42 Kwh en soles esto sería aproximadamente 274 soles. Finalmente una del sector A consume al mes 1050.2 Kwh en soles esto sería aproximadamente 577 soles (OSINERGMIN, 2016).

## 2.2.2. Domótica

### A. Concepto y Orígenes

El término “domótica” (del latín domus, casa, e informática) tiene varias acepciones, entre ellas la que da el diccionario de la Real Academia, que define la domótica como “el conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda”. La vivienda domótica nace para facilitar la vida a los ciudadanos, haciéndola más cómoda, más segura, y con mayores posibilidades de comunicación y ahorro energético. Algunos de los aspectos relacionados con la domótica no son exclusivos del hogar, sino que también pueden ser aplicados en otros lugares, como, por ejemplo, oficinas. (López, 2007)

Se origina en la década de los setenta, con la automatización por medio de la tecnología x-10. Se instalaron los primeros sistemas comerciales en estados unidos que controlaban la temperatura de los entornos.

Posteriormente a finales de los 80 e inicios de los noventa se empezaron a incorporar los sistemas de cableado estructurado, aprovechando el auge de los PC se hizo factible la conexión de terminales y periféricos, utilizando un cableado estándar y tomas en el edificio. De este modo se logró el transporte de mensajes de voz y el control de dispositivos de seguridad, se les empezó a llamar edificios inteligentes. (Huidobro & Millan, 2004)

### B. Aplicaciones

A la domótica se le han incorporado elementos inteligentes para generar nuevas aplicaciones y tendencias, basadas en el procesamiento de información, integración y comunicación entre equipos de la casa. Entre la gama de aplicaciones se considera: (López, 2007)

- **Climatización y consumo energético:**
  - Programación de dispositivos (de temperatura, luces, ventanas, persianas, etc) según las condiciones ambientales.
  - Planes de consumos reducido
  - Contadores electrónicos que informan del consumo energético

- Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad en ambiente y presencia de personas.
  
- **Entretenimiento y Confort**
  - Conexión a internet desde cualquier punto. Juegos de red.
  - Visión de canales de TV en cualquier habitación.
  - Control de los dispositivos eléctricos/electrónicos desde un pc, internet o móvil.
  
- **Seguridad**
  - Configuración de procedimientos de avisos en caso de intrusión o avería
  - Instalación de cámaras y micrófonos
  - Control de acceso a la vivienda.
  
- **Servicio comunitarios.**
  - Control de la iluminación de las zonas comunes.
  - Manejo de alarmas de seguridad y alarmas técnicas
  - Servicios web para la comunidad de propietarios.

### **C. Eficiencia energética**

Los sistemas domóticos ofrecen una gran variedad de funcionalidades orientadas a monitorizar tanto el consumo como la producción eléctrica de una vivienda o edificio.

Con el control de la iluminación se obtienen ahorros de hasta el 30%, la iluminación representa el 14% de todo el consumo eléctrico en Europa y el 19% de toda la electricidad en el mundo. (IEA, 2009).

Cambiar los sistemas de iluminación antiguos por otros que ahorren energía es un primer paso que debe completarse con el uso de dispositivos eficaces que activen y desactiven las luces cuando sea necesario y adapten la iluminación según la ocupación o la intensidad. (Electric, 2009)

Actualmente los sistemas domóticos permiten presentar al usuario final los datos del consumo eléctrico, pero la tendencia es que estos envíen

información a la empresa proveedora de energía eléctrica. Algunas de las funciones de estos sistemas son:

- Monitorizar el consumo eléctrico de todos los sistemas de la vivienda.
- Monitorizar la calidad del suministro eléctrico recibido, de forma que se pueda notificar a la empresa proveedora, ante alguna caída de la energía.
- Monitorizar la producción de electricidad en aquellos inmuebles que disponen de sistemas de generación de electricidad de maneras alternativas (paneles solares, aerogeneradores, etc.). (López, 2007)

### **2.2.3. Sistemas Empotrados**

Se pueden definir como sistemas de procesamiento de información instalados en máquinas como automóviles, telecomunicaciones o equipos de fabricación. Estos sistemas vienen con un gran número de características comunes, incluyendo restricciones de tiempo real, fiabilidad, eficiencia.

Tras el éxito de las tecnologías de información para aplicaciones de oficina y trabajo diario, los sistemas empotrados son considerados como el área de aplicación más importante de la tecnología de la información durante los próximos años. En el futuro, las PC serán la especie menos dominante de hardware. Los procesadores y software se utilizarán en sistemas mucho más pequeños y en muchos casos incluso ser invisible. (Marwedel, 2006)

#### **A. Arquitectura ARM**

El desarrollo de la arquitectura ARM comenzó en 1983 en ACORN, UK, como un sucesor de coste efectivo para los sistemas existentes de la familia 6502. La arquitectura ARM tiene un conjunto de instrucciones simple pero eficiente que permite un tamaño de silicio compacto y ofrece alta velocidad de ejecución a bajo consumo. ACORN se dio cuenta del potencial de esta arquitectura y junto con un grupo de socios-capital, creó una compañía independiente llamada ARM en 1990.

Desde entonces, la arquitectura ARM ha crecido hasta convertirse en la arquitectura más popular del planeta. La arquitectura ARM ha sido utilizada en numerosos diseños y aplicaciones específicas para

productos estándar (ASSP's) que pueden encontrarse actualmente en prácticamente todos los teléfonos móviles y la mayoría de los MP3, PDAs, cámaras y sistemas de Navegación. Además de ser utilizada en muchos productos de automoción y aplicaciones médicas e industriales. (CAPEL, 2008)

- **Raspberry Pi**

Raspberry Pi es una placa computadora (SBC) de bajo costo desarrollada en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, **con** el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

Usa mayoritariamente sistemas operativos basados en el núcleo Linux. Raspbian, una distribución derivada de Debian que está optimizada para el hardware de Raspberry Pi, se lanzó durante julio de 2012 y es la distribución recomendada por la fundación para iniciarse. (wikipedia, s.f.)

## **B. ROPES (Rapid Object-Oriented Process for Embedded Systems)**

Emplea como notación UML se basa en un proceso de desarrollo iterativo (o en espiral). Está compuesto de diversas tendencias de la ingeniería del software, tales como, análisis de riesgo y calidad de software.

El proceso de desarrollo se divide en actividades a gran escala, o fases, en un esfuerzo por simplificar y clarificar lo que hay que hacer y cuándo.

Estas fases son las siguientes: (Powel, 2004)

- Análisis
- Diseño
- Traducción
- Pruebas

Tal como se mencionó antes, el ciclo de vida para esta metodología es la espiral, ver la figura 1.

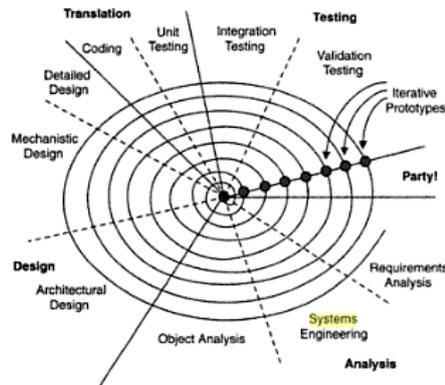


Figura 1: Ropes Espiral

Fuente: Douglass, Powel. 2004. Real Time UML: Advances in the UML for Real - Time the Systems. Boston: Pearson Education (p. 37).

- **Party** - dedicada a proyectar la planificación, evaluación de proyectos, y la mejora de procesos
- **Análisis** - dedicada a la identificación de las propiedades esenciales requeridas del prototipo, es decir, las propiedades sin la cual el sistema se considera "malo"
- **Diseño** - dedicada a la identificación de una solución óptima específica consistente con el modelo de análisis
- **Traducción** - dedicada a la producción de alta calidad, componentes libres de defectos del prototipo, completamente probados e inspeccionados unidad
- **Pruebas** - dedicado a garantizar que la arquitectura se reunió correctamente (integración) y que el prototipo cumple con su misión (validación), incluido el rendimiento requerido. (Powel, 2004)

En la actividad de análisis se llevan a cabo tres tipos de análisis. Un análisis de requisitos, en el que se especifican los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. En segundo lugar el análisis de sistema, se realiza la división de responsabilidades entre el hardware y el software, la arquitectura de alto nivel del sistema y los algoritmos de control necesarios. Y por último el análisis de objetos, el cual comprende

dos grandes tareas, en una, se determinan los modelos estructurales de los objetos que han de componer el sistema y en la otra, se modela su comportamiento mediante colaboraciones o diagramas de secuencias.

En la fase de diseño se llevan a cabo los diseños de la arquitectura, mecanismos y el detallado. La fase de traducción comprende la generación de código ejecutable a partir del diseño del sistema. En la fase de pruebas se verifica la conformidad de la aplicación, sea para encontrar defectos o para observar un cierto nivel funcional. Incluye pruebas de integración y de validación.

Como herramienta de soporte para la elaboración y gestión de los artefactos, su autor propone Rhapsody de I-Logix, en parte debido a que con ella se automatiza la generación del código. ROPES sin embargo no alcanza a proponer una estrategia que permita integrar el análisis de planificación en el proceso de desarrollo. (Uzcátegui, Ortega, & Delgado, 2008)

#### **2.2.4. Protocolo I2C**

El bus I2C (Inter IC) fue desarrollado por Philips Semiconductores a principios de los años 80. Originalmente este bus fue inventado para conectar varias placas ICs a una televisión. (Grupo de investigación EDMANS, 2009)

El bus I2C es un bus serie Half-duplex, síncrono, cuyo nivel físico se compone exclusivamente de dos líneas bidireccionales; una para la señal de reloj y la otra para los datos, llamadas SCL y SDA, respectivamente. Su velocidad de transmisión puede alcanzar los 100 kb/s. se caracteriza por su facilidad de uso y por la sencillez con que se pueden añadirse nuevos elementos al bus. Existen numerosos circuitos integrados con una gran gama de funcionalidades que, al tener integrada la interfaz del bus, no requieren más que una simple conexión directa. A este conjunto de circuitos pertenecen tanto el micro controlador usado como el circuito de reloj. (Oliver & Molas, 1999)

El bus I2C ofrece varias ventajas como ahorrar espacio en la placa, ahorrar coste del hardware y ofrecer más facilidades de depuración.

Hoy en día I2C es altamente usado en sistemas empotrados y es muy difícil encontrar placas sin un bus I2c. (Grupo de investigación EDMANS, 2009)

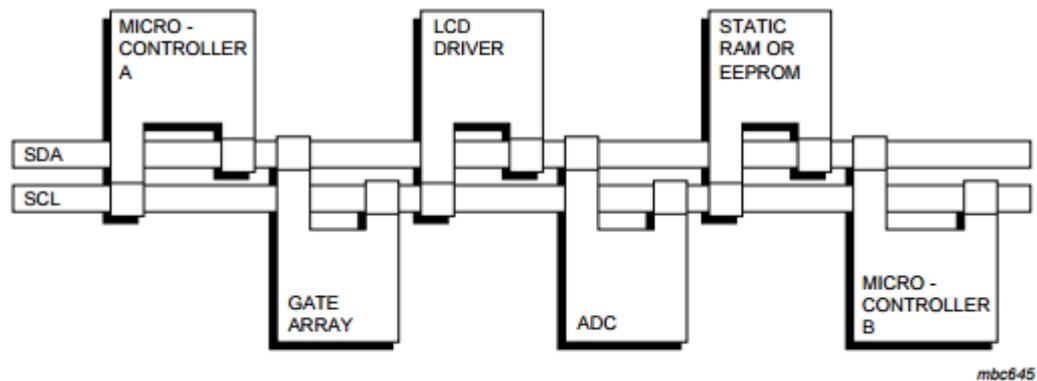


Figura 2: Esquema de interconexión de un bus serie I2c.

Fuente: NXP Semiconductores. 2014. I2c specification and user manual.

Las definiciones o términos utilizados en relación con las funciones del bus I2C son las siguientes: (Firtec, 2014)

- **Transmisor (Transmitter):** Es el dispositivo que envía datos a la línea SDA.
- **Receptor (Receiver):** Es el dispositivo que recibe datos desde la línea SDA.
- **Maestro (Master):** Dispositivo que determina la temporización y la dirección del tráfico de datos en el bus. Es el único que aplica los pulsos de reloj en la línea SCL. Cuando se conectan varios dispositivos maestros a un mismo bus la configuración obtenida se denomina “multi-maestro”.
- **Esclavo (Slave):** Cualquier dispositivo conectado al bus incapaz de generar pulsos de reloj. Reciben señales de comando y de reloj proveniente del dispositivo maestro.
- **Bus Desocupado (Bus Free):** Estado en el cual ambas líneas (SDA y SCL) están inactivas, presentando un estado lógico alto. Únicamente en este momento es cuando un dispositivo maestro puede comenzar a hacer uso del bus.
- **Comienzo (Start):** Sucede cuando un dispositivo maestro hace ocupación del bus, generando esta condición. La línea de datos

(SDA) toma un estado bajo mientras que la línea de reloj (SCL) permanece alta.

- **Parada (Stop):** Un dispositivo maestro puede generar esta condición dejando libre al bus. La línea de datos toma un estado lógico alto mientras que la de reloj permanece también en ese estado.
- **Dato Válido (Valid Data):** Sucede cuando un dato presente en la línea SDA es estable mientras la línea SCL está a nivel lógico alto.
- **Formato de Datos (Data Format):** Las transmisiones de datos a través de este bus consta de 8 bits de datos (o 1 byte). Cada byte le sigue un noveno pulso de reloj durante el cual el dispositivo receptor del byte debe generar un pulso de reconocimiento, conocido como ACK (en inglés Acknowledge). Esto se logra situando la línea de datos a un nivel lógico bajo mientras transcurre el noveno pulso de reloj.
- **Dirección (Address):** Cada dispositivo diseñado para funcionar en este bus dispone de su propia y única dirección de acceso, que viene preestablecida por el fabricante. Hay dispositivos que permiten establecer externamente parte de la dirección de acceso. Esto permite que una serie del mismo tipo de dispositivos se puedan conectar en un mismo bus sin problemas de identificación. La dirección 00 es la denominada “de acceso general”, por la cual responden todos los dispositivos conectados al bus.
- **Arbitraje (Arbitration):** Si más de un dispositivo intenta simultáneamente controlar el bus, tiene procedimiento simple de arbitraje, de modo que solamente un dispositivo puede ser el “Master”.
- **Sincronización (Synchronization):** Es el procedimiento para sincronizar la señal de reloj de dos o más dispositivos. (Firtec, 2014)

### 2.2.5. Control por RF

Si bien la radio frecuencia (RF) requiere de un particular cuidado en el diseño y la construcción, existe una serie de módulos prearmados que facilita notablemente su aplicación. De esta manera, conectándonos directamente a un pin del microcontrolador podemos dotar rápida y fácilmente a nuestro

proyecto de la capacidad de controlar o ser controlado de forma remota.  
(Benchinmol, 2011)

- **El Transmisor**

Los módulos transmisores de **RF** en su mayoría utilizan un esquema de modulación denominado **ASK** (Amplitude Shift Keying). En él, las señales de datos ocasionan que la amplitud de la portadora varíe entre dos niveles. En general, se utiliza **OOSK** u **OOK** (On-Off- Shift Keying), que consiste en transmitir la portadora ante un estado lógico y anularla en el otro.

El esquema circuital de un transmisor es muy simple; por lo general, es solo un transmisor y, a lo sumo, un elemento estabilizador, como un resonador **SAW** (Surface Acoustic Wave, onda acústica de propagación superficial). Posee un pin para recibir los datos, y dos pines de alimentación.

En algunos casos, existe un tercer pin para habilitar la transmisión.

- **El Receptor**

Los módulos receptores suelen ser circuitos **regenerativos** o **súper-regenerativos**, con un detector de umbral basado en un comparador a la salida. Estos receptores son circuitos con prestaciones muy por debajo de las que ofrece el más simple de los receptores **superheterodinos** (la clásica radio AM portátil).

El receptor regenerativo se basa en la aplicación de realimentación positiva, formando un amplificador a punto de oscilar. Simple y económico, fue inventado en 1914 por Edwin Armstrong, quien además desarrolló el receptor súper-regenerativo en 1922, y el superheterodino en 1918. Este último traslada la señal a una frecuencia intermedia fija, y la amplifica con un amplificador sintonizado fijo. (Benchinmol, 2011)

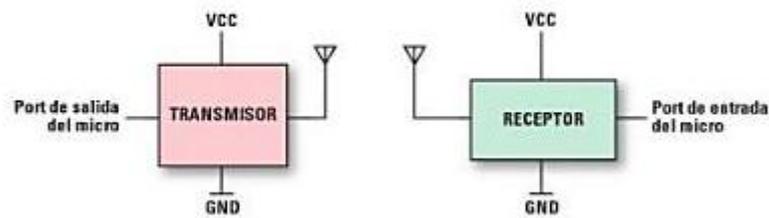


Figura 3: Uso de los módulos transmisores y receptores de RF.

Fuente: Benchinmol, Daniel. 2011. Microcontroladores.

## 2.2.6. Relés

### 2.2.6.1. Fundamentos y tipos

Un relé es un interruptor mecánico accionado eléctricamente. Consta de dos o más contactos, correspondientes a uno o a varios circuitos independientes, y de un elemento que controla la conmutación. La corriente y tensión necesarias para el control es muy pequeña respecto a la potencia del circuito controlado. Ello permite que el interruptor que cierra el circuito de control, denominado interruptor de control, sea de potencia muy inferior a la necesaria en un interruptor intercalado directamente en el circuito controlado. (Pallás, 1993)

- **Tipos de contactos y acciones**

Cada contacto móvil de un relé (o de un interruptor) se denomina polo. Un relé simple tiene un único polo. En un relé con dos polos hay dos contactos móviles accionados simultáneamente. Al activar el relé, el polo se mueve hasta que toca un contacto cuya posición es fija ("throw" en inglés). Para cada polo puede haber uno o dos contactos fijos. Se habla en consecuencia de relés SPST (Single Pole Single Throw), SPDT (Single Pole Double), DPDT (Dual Pole Dual Throw), etc. (Figura 4). Los relés SPST con contactos normalmente abiertos, se denominan de Tipo A (Form A, en inglés), mientras que los SPST con contactos normalmente cerrados, se denominan de Tipo B (Form B).

De los relés con dos posiciones o contactos fijos, los hay cuya acción de apertura (“break” en inglés) y de cierre (“make”, en inglés) es tal que queda garantizado que se abrirá un circuito antes de cerrar el otro (bbm, break before make), mientras que en otros sucede a la inversa: se cierra un circuito antes de abrir el otro (mbb, make, before break). Los relés SPDT se denominan entonces de Tipo C (Form C) si son bbm y Tipo D (Form D), o de transferencia continua, si son mbb. (Pallás, 1993)

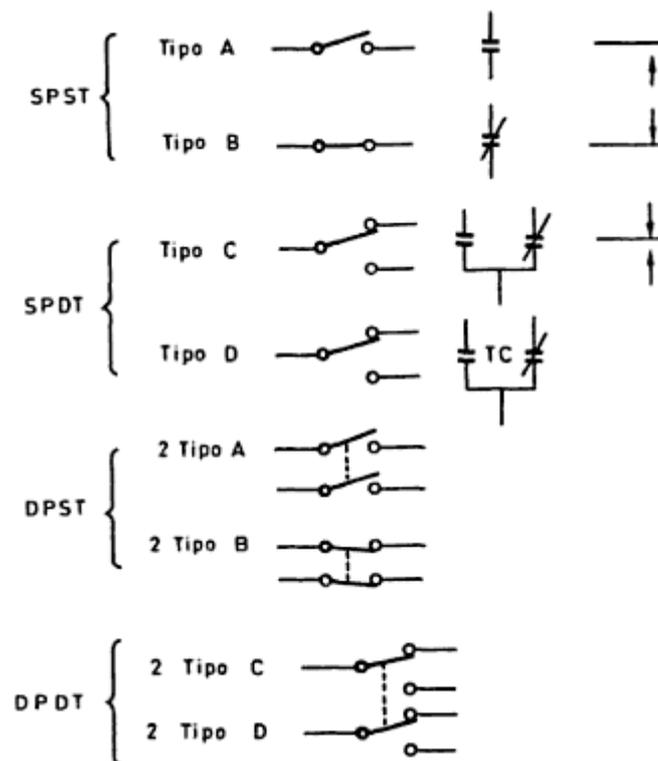


Figura 4: Símbolos para relés con diversos tipos de contactos.

Fuente: Pallás, Ramón. 1993. Adquisición y distribución de señales.

- **Relés electromagnéticos**

En los relés electromagnéticos, (Figura 5a), el elemento de control es un electroimán (una bobina con núcleo de hierro dulce). El interruptor puede estar normalmente abierto o normalmente cerrado y se cierra o abre, respectivamente, cuando circula una corriente por el electroimán; esta corriente crea un campo magnético que atrae a la armadura, que a su vez arrastra el contacto móvil sobre el fijo

(cierre) o los separa (apertura). Para que al cesar la corriente de control el interruptor vuelva a la posición previa (en reposo), unos relés incorporan un muelle de recuperación mientras que en otros son los propios contactos lo que están dispuestos sobre un elemento elástico que actúa como muelle. (Pallás, 1993)

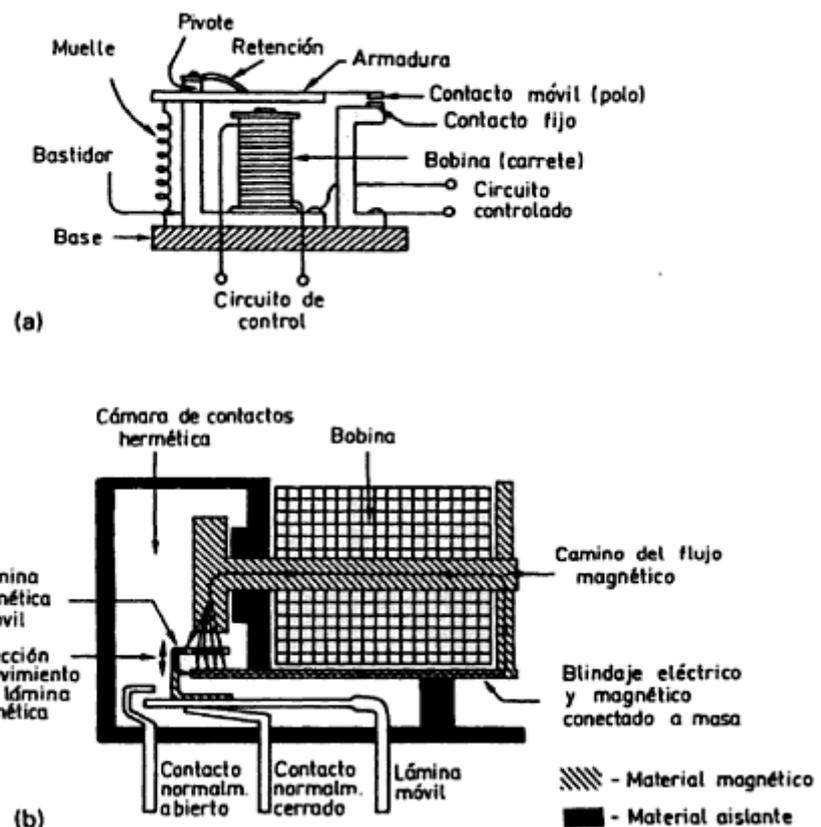


Figura 5. (a) Esquema de un relé electromagnético. (b) Selección transversal de un relé de láminas.

Fuente: Pallás, Ramón. 1993. Adquisición y distribución de señales.

- **Relés de láminas (reed)**

Un tipo especial de relé electromagnético es el denominado relé de láminas, (Figura 5b). Su elemento de control consiste también en una bobina, pero en este caso el campo magnético creado al circular corriente por ella actúa sobre láminas ferromagnéticas (hierro-níquel) cuyos extremos internos se solapan, constituyendo el interruptor del circuito controlado. Dichas láminas están encerradas

dentro de una ampolla de vidrio u otro recipiente estanco, de modo que se puede controlar la atmosfera que rodea a los contactos; se suele llenar la ampolla con nitrógeno, u otro gas inerte, para que los contactos tengan una vida más larga que cuando están a la intemperie: se alcanzan fácilmente  $10^8$  ciclos de funcionamiento. (Pallás, 1993)

### 2.2.7. Sensores

Los sensores imitan la capacidad de percepción de los seres humanos, por ello es cada vez más usual encontrarlos en cualquier área tecnológica. Debido a esta característica de imitar la percepción humana, podemos encontrar sensores relacionados con los diferentes sentidos: vista, oído, tacto, es decir, que reaccionan a la luz, el sonido, el contacto, etc. De igual manera que nuestro cerebro reacciona a la información que recibe de nuestros sentidos, los dispositivos que incorporan sensores reaccionarán a la información que reciben ellos. Los sensores son por tanto dispositivos electrónicos que nos permiten interactuar con el entorno, de forma que nos proporciona información de ciertas variables que nos rodean para poder procesarlas y así generar o activar procesos.

Echar una mirada a nuestro alrededor nos hará descubrir que se han convertido en algo cotidiano y que los encontramos en innumerables aparatos domésticos; mandos a distancia, sistemas de alarma y seguridad, electrodomésticos, domótica, etc. De igual manera están presentes en automóviles, telefonía móvil, medicina y por supuesto en los procesos de automatización industriales. (Serna, Antonio, & Carlos, 2010)

#### 2.2.7.1. Clasificación

Dada la gran cantidad de sensores que existen, se hace necesario clasificarlos para así poder entender mejor su naturaleza y funcionamiento. No obstante esta tarea no es fácil, por lo que existen varios tipos de clasificaciones.

##### **Atendiendo a su funcionamiento:**

- **Activos:** Requieren de una fuente externa de energía de la que recibir alimentación de corriente para su funcionamiento.

- **Pasivos:** No requieren de una fuente de energía externa, si no que las propias condiciones medioambientales son suficientes para que funcionen según su cometido.

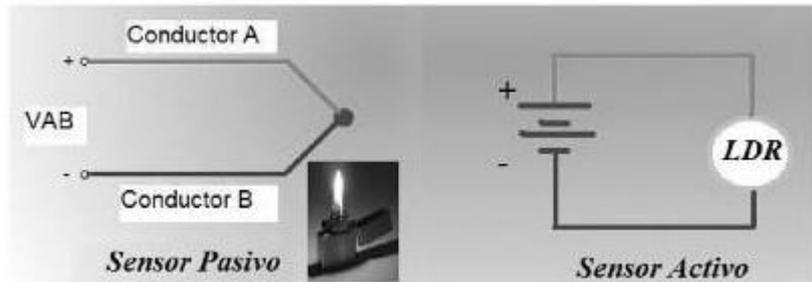


Figura 6: Clasificación atendiendo a si funcionamiento.

Fuente: Serna, Antonio; Antonio, Ros; Carlos, Rico. 2010. Guía práctica de sensores.

#### Atendiendo a las señales que proporcionan:

- **Analógicos:** proporcionan la información mediante una señal analógica (tensión, corriente), es decir, que pueden tomar infinidad de valores entre un mínimo y un máximo.
- **Digitales:** proporciona la información mediante una señal digital que puede ser un "0" o un "1" lógicos, o bien un código de bits. (Serna, Antonio, & Carlos, 2010)

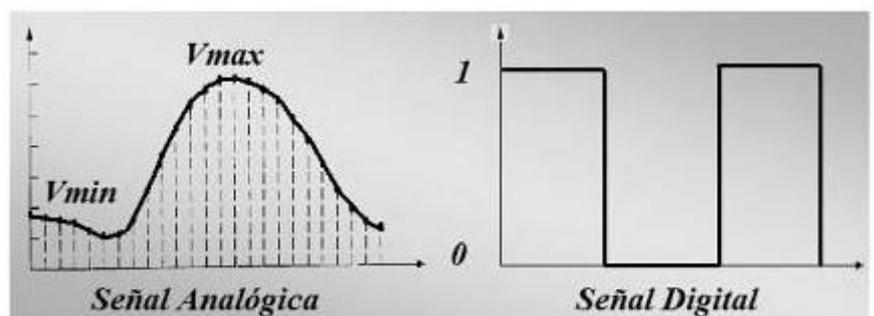


Figura 7: Clasificación tendiendo a la señal que proporcionan.

Fuente: Serna, Antonio; Antonio, Ros; Carlos, Rico. 2010. Guía práctica de sensores.

### Atendiendo a la naturaleza de su funcionamiento:

- **Posición:** son aquellos que experimentan variaciones en función de la posición que ocupan en cada instante los elementos que lo componen.
- **Fotoeléctricos:** son aquellos que experimentan variaciones en función la de la luz que incide sobre los mismos.
- **Magnéticos:** son aquellos que experimenta variaciones en función del campo magnético que les atraviesa.
- **Temperatura:** son aquellos que experimentan variaciones en función de la temperatura del lugar donde están ubicados.
- **Humedad:** son aquellos que experimentan variaciones en función del nivel de humedad existente en el medio en que se encuentran.
- **Presión:** son aquellos que experimentan variaciones en función de la presión a que son sometidos.
- **Movimiento:** son aquellos que experimentan variaciones en función de los movimientos que son sometidos.
- **Químicos:** son aquellos que experimentan variaciones en función de los agentes químicos externos que pudieran incidir sobre ellos. (Serna, Antonio, & Carlos, 2010)



Figura 8: Sensores atendiendo a la naturaleza de funcionamiento.

Fuente: Serna, Antonio; Antonio, Ros; Carlos, Rico. 2010. Guía práctica de sensores.

### Atendiendo a los elementos utilizados en su fabricación:

- **Mecánicos:** Son aquellos que utilizan contactos mecánicos que se abren o cierran.
- **Resistivos:** Son aquellos que utilizan en su fabricación elementos resistivos.
- **Capacitivos:** Son aquellos que utilizan en su fabricación condensadores.
- **Inductivos:** Son aquellos que utilizan en su fabricación bobinas.
- **Piezoeléctricos:** Son aquellos que utilizan en su fabricación cristales como el cuarzo.
- **Semiconductores:** Son aquellos que utilizan en su fabricación semiconductores. (Serna, Antonio, & Carlos, 2010)

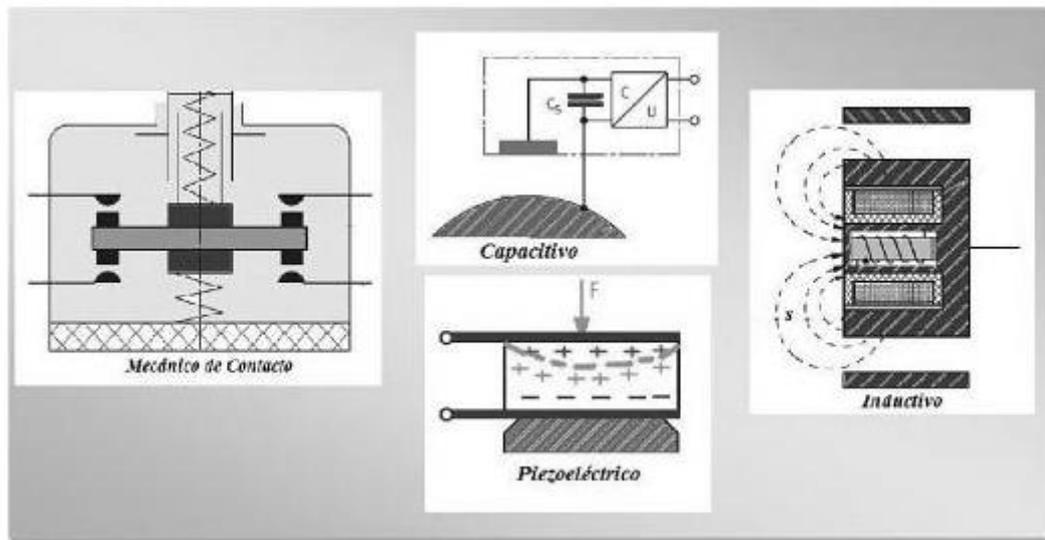


Figura 9: Sensores atendiendo a los elementos de fabricación.

Fuente: Serna, Antonio; Antonio, Ros; Carlos, Rico. 2010. Guía práctica de sensores.

### 2.2.7.2. Características

A la hora de elegir un sensor para una aplicación correcta, es necesario tener en cuenta determinados aspectos para obtener el mejor rendimiento dentro de dicha aplicación. (Serna, Antonio, & Carlos, 2010)

- Rapidez en la respuesta.
- Situación donde van a ser utilizados.
- Radio de acción.
- Fiabilidad en el funcionamiento.
- Tensiones de alimentación.
- Consumo de corriente.
- Márgenes de temperatura de funcionamiento.
- Posibles interferencias por agentes externos.
- Resistencia a la acción de agentes externos.
- Relación calidad /precio.

Pero también es necesario conocer a veces determinadas características técnicas que nos dan mucha información sobre la calidad del sensor:

- **Resolución:** es la mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- **Sensibilidad:** es la relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.
- **Error:** es la desviación de la media proporcionada por el sensor respecto de la real. Se suele expresar en %.
- **Precisión:** es el error de medida máximo esperado.
- **Repetitividad:** es el error esperado al repetir varias veces la misma medida. (Serna, Antonio, & Carlos, 2010)

### 2.2.8. Microcontrolador

Un microcontrolador (Microcontroller) es un circuito integrado digital monolítico que contiene todos los elementos de un procesador digital secuencial síncrono programable de arquitectura Harvard o Princeton (Von Neumann). Se le suele denominar también microcontrolador integrado o empotrado (Embedded processor) y está especialmente orientado a tareas de control y comunicaciones.

Por su pequeño tamaño, los microcontroladores permiten empotrar un procesador programable en muchos productos industriales. Su coste reducido y su consumo de energía y velocidad adaptables, resultan apropiados para numerosas aplicaciones. Además, poseen mecanismos de seguridad de funcionamiento (Safety) y proporcionan protección del equipo eléctrico contra copias y modificaciones del programa no autorizadas (Security).

Los microcontroladores se utilizan para la realización de sistemas eléctricos empotrados en otros sistemas (eléctricos, mecánicos, etc.) como por ejemplo electrodomésticos (televisor, lavadora, microondas, etc.), sistemas informáticos (ratón, impresora, etc.), sistemas de telecomunicaciones (teléfono móvil, circuito de control de una red, etc.). (Mandado, 2007)

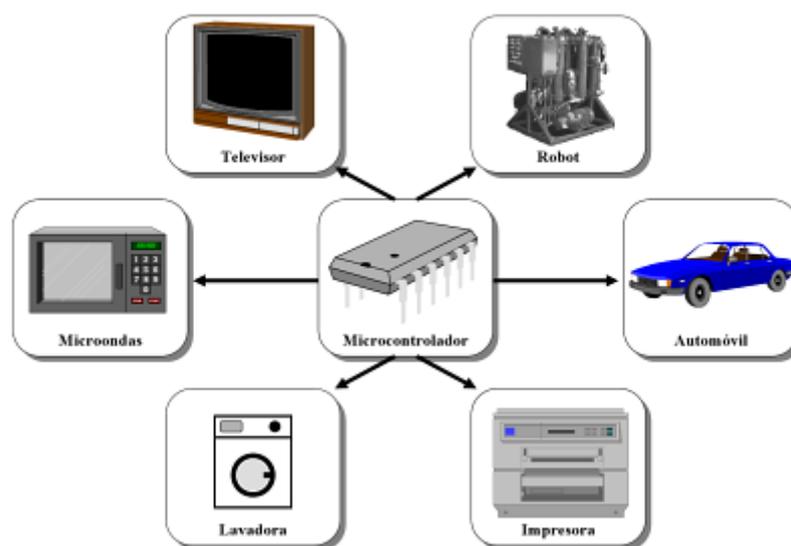


Figura 10: Campos de aplicación de los microcontroladores.

Fuente: Mandado, Enrique. 2007. Micro controladores PIC. Sistema integrado para el autoaprendizaje.

### 2.2.8.1. Componentes de un microcontrolador

Un microcontrolador combina los recursos fundamentales disponibles en un microcomputador, es decir, la unidad central de procesamiento (CPU), la memoria y los recursos de entrada y salida, en un único circuito integrado. La figura 11 muestra el diagrama de bloques general de un microcontrolador. (Valdés & Pallás, 2007)

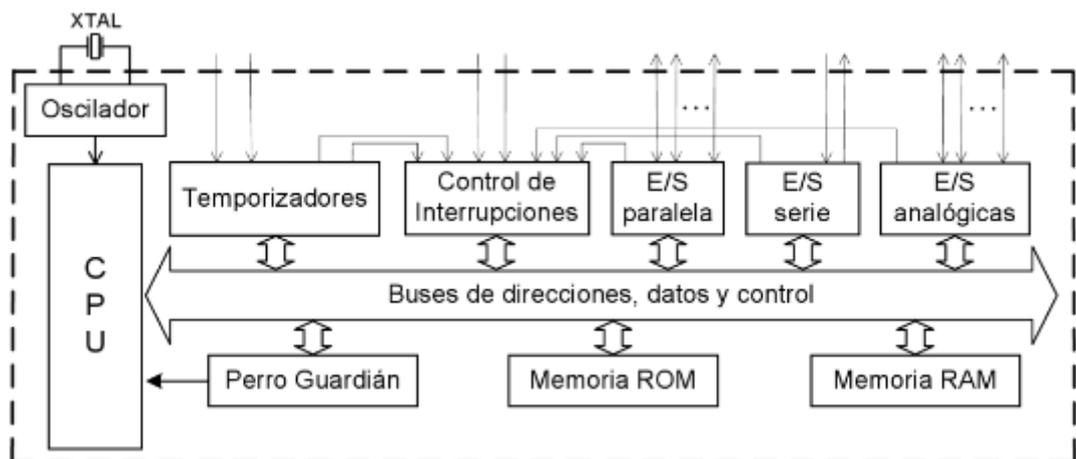


Figura 11: Esquema de bloques general de un microcontrolador.

Fuente: Valdés, Fernando, Pallás, Ramón. 2007. *Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC*.

Los microcontroladores disponen de un oscilador que genera los pulsos que sincronizan todas las operaciones internas. El oscilador puede ser del tipo RC, aunque generalmente se prefiere que esté controlado por un cristal de cuarzo (XTAL) debido a su gran estabilidad de frecuencia. La velocidad de ejecución de las instrucciones del programa está en relación directa con la frecuencia del oscilador del microcontrolador.

Igual que un microcomputador, la CPU es el “cerebro” del microcontrolador. Esta unidad trae las instrucciones del programa, una a una desde la memoria donde están almacenadas, las interpretan (descodifica) y hace que se ejecuten. En la CPU se incluyen los circuitos de la ALU para realizar operaciones aritméticas y lógicas elementales con los datos binarios. (Valdés & Pallás, 2007)

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Sistema domótico con tecnología móvil y arquitectura ARM**

Es el conjunto de componentes software y hardware que operan entre sí con la finalidad de controlar y sensar los dispositivos de iluminación del ambiente que se desea controlar.

### **2.3.2. Reducción de consumo de energía eléctrica en los departamentos de la ciudad de Trujillo**

Es la disminución total de los kilowatts por mes que gastan los dispositivos eléctricos.

## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

### 3.1. Formulación de la hipótesis

El desarrollo de un sistema domótico con tecnología móvil y arquitectura ARM reduce el consumo de energía eléctrica de los departamentos de la ciudad de Trujillo.

### 3.2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Sistema domótico con tecnología móvil y arquitectura ARM.	Conjunto de componentes software y electrónicos que operan entre sí con la finalidad de controlar y sensar los dispositivos de iluminación.	Software  Hardware	-Tiempo de respuesta del sistema (Performance)  -Porcentaje de peticiones satisfactorias.
Consumo de energía eléctrica en los departamentos de la ciudad de Trujillo.	Es la cantidad total de kilowatts por mes que gastan los dispositivos eléctricos.	Consumo de energía eléctrica	- Kilowatts por mes - Monto promedio de consumo por mes.

Tabla 1: Cuadro detallado de la operacionalización de las Variables.

Fuente: Elaboración Propia.

## CAPÍTULO 4. DESARROLLO

### 4.1. Proceso de desarrollo de software Móvil y Web

Según lo expuesto en los puntos anteriores, esta investigación propone la implementación de un sistema móvil y web para la gestión de los procesos especificados. Se consideró utilizar la metodología semi- ágil (o ligera) llamada “ICONIX” ya que constituye un nuevo enfoque del desarrollo de software y es una de la más aceptadas por los desarrolladores debido a su simplicidad en sus reglas y prácticas.

#### 4.1.1. Disciplinas aplicadas

A continuación se resume las disciplinas que se aplicaran durante el proceso de desarrollo del software usando la metodología “ICONIX”, además se muestra los artefactos relacionados por cada disciplina.

FASES	ARTEFACTOS/TAREAS
Análisis de Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento Visión</li> <li>• Modelo del Dominio</li> <li>• Modelo de casos de uso</li> </ul>
Análisis y Diseño Preliminar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación de requerimientos del software</li> <li>• Diagrama de robustez</li> </ul>
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción de la arquitectura del software</li> <li>• Diagrama de secuencia</li> </ul>
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de integración</li> <li>• Plan de pruebas</li> <li>• Descripción de la plataforma de despliegue</li> </ul>

Tabla 2: Fases Metodología “ICONIX”

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Documento Visión

### 4.2.1. Introducción

#### 4.2.1.1. Propósito

El propósito de este documento es recopilar, analizar y definir las necesidades de alto nivel y las características del sistema domótico con tecnología móvil y arquitectura ARM para reducir el consumo de energía eléctrica en los departamentos de la ciudad de Trujillo.

Además se define el ámbito de aplicación y la funcionalidad requerida que permita reducir significativamente el consumo de energía eléctrica en las viviendas.

Los detalles de cómo el sistema cubre los requerimientos se pueden observar en la especificación de los casos de uso y otros documentos adicionales.

#### 4.2.1.2. Alcance

El sistema permitirá a los usuarios controlar de manera remota sus dispositivos de iluminación involucrados, sin importar la ubicación donde se encuentren, además la solución aplicada permitirá controlar los dispositivos automáticamente mediante tareas programadas.

#### 4.2.1.3. Referencias

Las referencias aplicables son:

- Especificación de requerimientos de software.
- Modelo de casos de uso.

## 4.2.2. Posicionamiento

### 4.2.2.1. Enunciado del problema

<b>El problema</b>	La falta de un mecanismo para automatizar el control de los dispositivos de iluminación en los departamentos de la ciudad de Trujillo.
<b>Afecta</b>	Todas las personas que cuenten con un departamento en la ciudad de Trujillo.
<b>El impacto es</b>	Costos elevados en sus facturaciones por consumo de energía eléctrica.
<b>La solución sería</b>	La implementación de un sistema domótico con tecnología móvil y arquitectura ARM para reducir el consumo de energía eléctrica en los departamentos de la ciudad de Trujillo.

Tabla 3: Enunciado del problema.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.2.2. Enunciado del posicionamiento del Producto

<b>Para</b>	Todas las personas que cuenten con un departamento en la ciudad de Trujillo.
<b>Quiénes</b>	Necesiten monitorear y controlar sus dispositivos de iluminación de manera automatizada.  Necesiten reducir los altos costos facturados por consumo de energía eléctrica.
<b>HouseON</b>	Es un software para automatizar el control de los dispositivos de iluminación a través de un dispositivo móvil.
<b>Qué</b>	Permite al usuario controlar de manera automatizada sus dispositivos de iluminación sin importar en donde se encuentre a través de un dispositivo móvil.
<b>Diferente a</b>	Otras aplicaciones que no satisfacen las necesidades reales del cliente.
<b>Nuestro producto</b>	Es una solución basada en la tecnología Móvil y arquitectura ARM, esto permite que nuestro producto sea flexible, automático y sobre todo fácil de usar, facilitará al usuario a tener un control total sobre sus dispositivos de iluminación sin importar en donde se encuentre, siendo reflejado el beneficio en la reducción de los montos facturados por consumo de energía eléctrica.

Tabla 4: Enunciado del posicionamiento del producto.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.3. Definición de Stakeholders

#### 4.2.3.1. Resumen de Stakeholders

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDAD
Propietario	Persona que cuenta con uno o más inmuebles en la ciudad de Trujillo.	Administrar propiedad.

Tabla 5: Resumen Stakeholders.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3.2. Resumen de Usuarios

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDAD	STAKEHOLDER
Propietario	Persona que cuenta con uno o más inmueble en la ciudad de Trujillo.	Administrar propiedad, control de iluminación, limpieza, etc.	Propietario

Tabla 6: Resumen de usuarios.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.4. Descripción del producto

#### 4.2.4.1. Perspectiva del producto

El producto a desarrollar es un sistema basado en la tecnología móvil y un computador con arquitectura ARM para controlar los dispositivos de iluminación, esto con la finalidad de brindar un mecanismo automatizado que permita reducir el consumo de energía eléctrica. Las áreas de aplicación son todos los ambientes del inmueble.

#### 4.2.5. Características del producto

A continuación se mostrará un listado con los beneficios que obtendrá el propietario a partir del producto:

BENEFICIOS	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO
Mayor control de los dispositivos de iluminación.	El usuario contará con una interfaz fácil de usar en la cual podrá visualizar los dispositivos de iluminación y manipular según su conveniencia.
Posibilidad de programar tareas automáticas para el control de los dispositivos de iluminación.	El usuario contará con una interfaz para programar tareas para los sensores que controlan los dispositivos de iluminación en base a presencia de individuos.
Posibilidad para hacer seguimiento del consumo eléctrico mensual.	El usuario podrá visualizar el detalle de consumo de los dispositivos de iluminación.

Tabla 7: Beneficios del producto.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.6. Requerimientos del producto

##### 4.2.6.1. Requerimientos funcionales

###### Subsistema Móvil

- Autenticar usuario
- Listar casas
- Actualizar casas
- Listar escenarios
- Actualizar escenarios
- Listar dispositivos
- Actualizar dispositivos
- Actualizar estado (ONN- OFF) dispositivos
- Gestionar tareas programadas
- Generar reporte de consumo eléctrico

### **Subsistema Web**

- Autenticar administrador
- Gestionar usuarios
- Gestionar casas
- Gestionar escenarios
- Gestionar dispositivos
- Generar reporte consumo eléctrico

#### **4.2.6.2. Requerimientos no funcionales**

- El software debe cumplir con los estándares RUP
- Se usará el lenguaje de programación C# para la parte web
- Se usará el lenguaje de programación Java + SDK de android para la parte Móvil.
- La base de datos será administrada bajo SQL Server.
- El tiempo de respuesta del sistema no deberá exceder los 5 segundos.
- Las interfaces deben ser amigables y sencillas de usar.
- Registrar log del tiempo empleado en realizar peticiones.
- Registrar log de peticiones exitosas y erróneas.

### 4.3. Modelo del Dominio

El informe del Modelo de Dominio ilustra las entidades identificadas y sus relaciones, además de las restricciones de integridad que aplican sobre ellos.

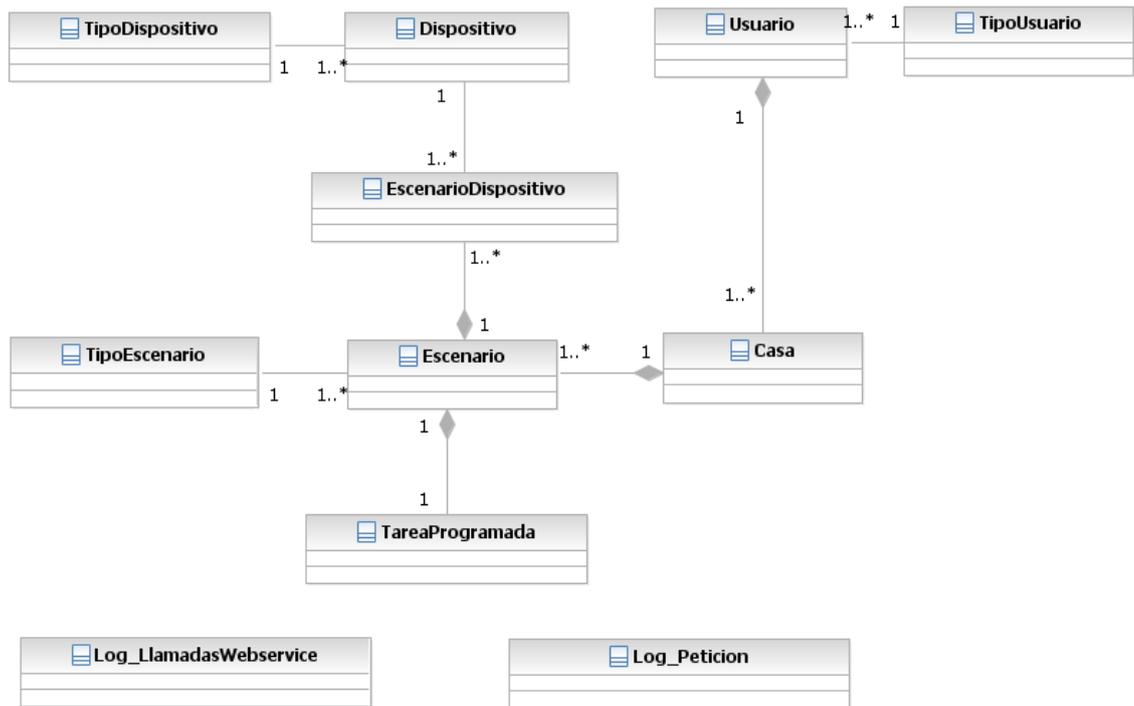


Figura 12: Modelo del Dominio.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.4. Modelo de Casos de Uso

#### 4.4.1. Descripción Global

##### 4.4.1.1. Reporte del modelo de casos de uso

Un caso de uso es una técnica para la captura de requisitos potenciales de un nuevo sistema de software. Cada caso de uso proporciona uno o más escenarios que indican cómo debería interactuar el sistema con el usuario o con otro sistema para conseguir un objetivo específico.

Para el presente documento los casos de uso y los actores son:

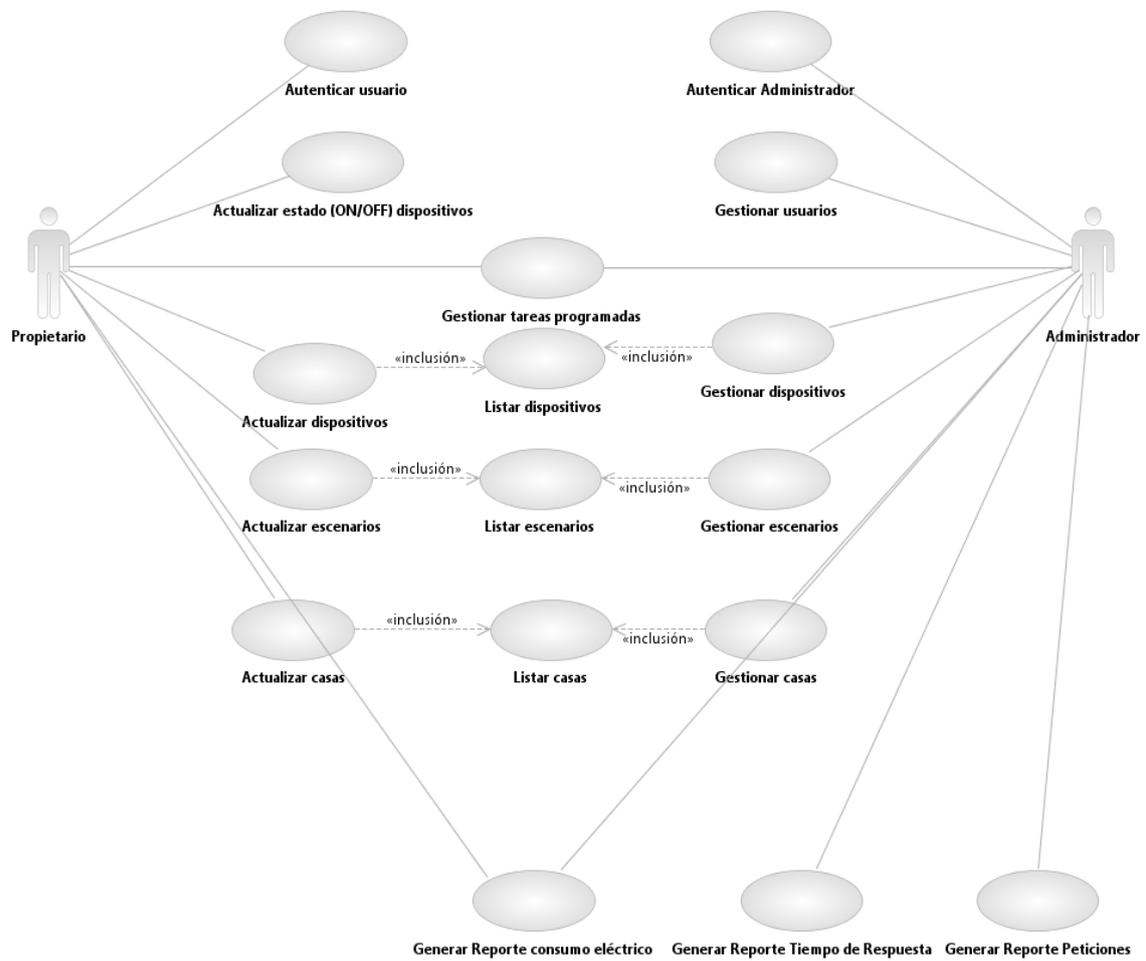


Figura 13: Diagrama de casos de uso

Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO	CASO DE USO	ACTORES PARTICIPANTES
CU01	Autenticar usuario	Propietario
CU02	Listar casas	Propietario
CU03	Actualizar casas	Propietario
CU04	Listar escenarios	Propietario
CU05	Actualizar escenarios	Propietario
CU06	Listar dispositivos	Propietario
CU07	Actualizar dispositivos	Propietario
CU08	Actualizar estado (ON/OFF) dispositivos	Propietario
CU09	Gestionar tareas programadas	Propietario
CU010	Generar reporte de consumo eléctrico	Propietario /Administrador
CU011	Autenticar Administrador	Administrador
CU12	Gestionar usuarios	Administrador
CU13	Gestionar casas	Administrador
CU14	Gestionar escenarios	Administrador
CU15	Gestionar dispositivos	Administrador

Tabla 8: Listado de casos de uso subsistema web.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4.1.2. Consideraciones y dependencias**

Se ha considerado estructurar el modelo de casos de uso en dos Subsistemas, con el fin de facilitar el desarrollo del análisis y lograr que los lectores de este documento puedan comprender la importancia de cada uno de los casos de uso plasmados.

Se asume que los requisitos descritos en este documento son estables.

Se asume que los usuarios tienen la capacitación o experiencia mínima necesaria para el uso de dispositivos móviles.

#### **4.4.2. Requerimientos Específicos**

##### **4.4.2.1. Funcionalidad**

###### **Subsistema Móvil**

###### **4.4.2.1.1 CU01 – Autenticar usuario**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario iniciar sesión usando sus credenciales asignadas, para poder acceder a la aplicación.

###### **4.4.2.1.2 CU02 – Listar casas**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario listar las casas registradas y configuradas a su cuenta.

###### **4.4.2.1.3 CU03- Actualizar casas**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario editar el nombre de la casa, según su preferencia para una mejor experiencia.

###### **4.4.2.1.4 CU04 – Listar escenarios**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario listar todos los escenarios previamente registrados por el administrador, es decir todo los ambientes de la casa donde se desea controlar los dispositivos de iluminación.

#### **4.4.2.1.5 CU05 – Actualizar escenarios**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario editar el nombre del escenario según su preferencia para una mejor experiencia.

#### **4.4.2.1.6 CU06 – Listar dispositivos**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario listar todos los dispositivos de iluminación disponibles previamente configurados por el administrador; según el escenario elegido.

#### **4.4.2.1.7 CU07- Actualizar dispositivos**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario editar el nombre del dispositivo de iluminación elegido, según su preferencia para una mejor experiencia.

#### **4.4.2.1.8 CU08 – Actualizar estado (ON/OFF) dispositivos**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario actualizar el estado del dispositivo de iluminación, es decir enviará órdenes para que el dispositivo se prenda o apague según su conveniencia.

#### **4.4.2.1.9 CU09 – Gestionar tareas programadas**

La aplicación móvil deberá permitir al usuario registrar, actualizar y eliminar tareas programadas que servirán para definir la actividad de los sensores de presencia, encargados de controlar automáticamente a los dispositivos de iluminación.

#### **4.4.2.1.10 CU10 – Generar reporte de consumo eléctrico**

La aplicación móvil y/o el sistema web deberá permitir al usuario generar un reporte del consumo mensual aproximado en Kilowatt (kWh) y en Soles (s/).

## **Subsistema Web**

### **4.4.2.1.11 CU11 – Autenticar Administrador**

El sistema deberá permitir al administrador iniciar sesión usando las credenciales asignadas.

### **4.4.2.1.12 CU12 – Gestionar usuarios**

El sistema deberá permitir al administrador registrar, actualizar y eliminar usuarios.

### **4.4.2.1.13 CU13 – Gestionar casas**

El sistema deberá permitir al administrador registrar, actualizar y eliminar casas, en donde se instalará la solución domótica.

### **4.4.2.1.14 CU14 – Gestionar escenarios**

El sistema deberá permitir al administrador registrar, actualizar y eliminar los escenarios, es decir los ambientes de la casa.

### **4.4.2.1.15 CU15 – Gestionar dispositivos**

El sistema deberá permitir al administrador registrar, actualizar y eliminar los dispositivos de iluminación que se quiere controlar, además de vincular cada dispositivo con su escenario.

## 4.5. Especificación de requerimientos del software

### 4.5.1. Introducción

#### 4.5.1.1. Propósito

Este documento proporciona información clara y precisa de cada uno de los requerimientos del software que se va a desarrollar, siendo este elaborado para el cliente y para el proveedor del sistema.

#### 4.5.1.2. Alcance

Este documento presenta los requerimientos de la solución que se desarrollarán bajo la plataforma web y móvil. Se especificarán funcionalidades relevantes para el control de los dispositivos de iluminación.

#### 4.5.1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

<b>SRS</b>	Especificación de requerimientos de Software.
<b>MCU</b>	Modelo de casos de uso
<b>SAD</b>	Arquitectura del software

Tabla 9: Acrónimos y abreviaturas.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.1.4. Referencias

Las referencias aplicadas son:

- Documento Visión
- Modelo del dominio
- Modelo de casos de uso

## 4.5.2. Especificación de requerimientos relevantes

### Subsistema Móvil

#### 4.5.2.1. Actualizar estado (ON-OFF) dispositivos

##### 4.5.2.1.1 Descripción

A través de este caso de uso el usuario puede prender o apagar un dispositivo de iluminación usando un teléfono móvil con sistema operativo android.

##### 4.5.2.1.2 Pre- condiciones

Antes de realizar este caso de uso se debe considerar:

- Deben existir dispositivos ingresados y activos en la base de datos.
- Debe haber elegido un escenario disponible de la lista.

##### 4.5.2.1.3 Flujo de eventos principal

1. El sistema muestra una lista con los dispositivos disponibles acompañado de un botón "ON/OFF".
2. El usuario elige y presiona el botón "ON/OFF" según corresponda.
3. El sistema deberá actualizar el estado del dispositivo elegido.
4. El usuario termina el caso de uso.

##### 4.5.2.1.4 Flujo de eventos alternativos

Conexión a internet perdida:

- El sistema mostrará un mensaje indicado "Error al actualizar dispositivo".

##### 4.5.2.1.5 Post- condiciones

- El sistema actualiza el estado del dispositivo y cambia el icono "ON/OFF" en la interfaz según corresponda.

#### **4.5.2.2. Gestionar tareas programadas**

##### **4.5.2.2.1 Descripción**

A través de este caso de uso el usuario puede registrar, actualizar y eliminar tareas programadas, con una tarea programada el usuario determina horarios para el funcionamiento de los sensores de presencia encargados de controlar automáticamente los dispositivos de iluminación. Esto es realizado con un teléfono móvil con sistema operativo android.

##### **4.5.2.2.2 Pre- condiciones**

Antes de realizar este caso de uso se debe considerar:

- Deben existir sensores de presencia ingresados y activos en la base de datos.

##### **4.5.2.2.3 Flujo de eventos principal**

###### **Registrar:**

1. El usuario elige el tab de tareas programadas en la aplicación.
2. El sistema muestra una interfaz con una lista de tareas existentes y una opción "Crear tarea".
3. El usuario hace click en el botón "Crear tarea".
4. El sistema le muestra una interfaz con los campos: Nombre, Hora de inicio, Hora fin, una lista de escenarios con sensores disponibles y un botón activo.
5. El usuario ingresa un nombre, la hora inicio, hora fin, elige un escenario, activo en "ON"; y finalmente hace click en el botón "Guardar".
6. El sistema valida la información ingresados por el usuario.
7. El sistema muestra un mensaje "Se registró correctamente".
8. El usuario termina el caso de uso.

###### **Actualizar:**

9. El sistema muestra una interfaz con una lista de tareas existentes.

10. El usuario elige una tarea existente y da click en la opción “Ver”.
11. El sistema muestra una interfaz con la información de la tarea programada los campos son: nombre, hora de inicio, hora fin, una lista de escenarios y un botón activo
12. El usuario ingresa los campos que quiere modificar y hace click en el botón “Actualizar”.
13. El sistema valida la información ingresados por el usuario.
14. El sistema muestra un mensaje “Se actualizó correctamente”.
15. El usuario termina el caso de uso.

#### **Eliminar:**

16. El sistema muestra una interfaz con una lista de tareas existentes.
17. El usuario elige una tarea existente y le da click en la opción “Eliminar”.
18. El sistema muestra una alerta “¿Esta seguro que desea eliminar la tarea programada?” y dos opciones “Aceptar” y “Cancelar”.
19. El usuario da click en “Aceptar”.
20. El sistema muestra un mensaje “Se eliminó correctamente”.
21. El usuario termina el caso de uso.

#### **4.5.2.2.4 Flujo de eventos alternativos**

En el paso (6) y (13) ingreso de datos erróneos:

- El sistema muestra un mensaje “Datos ingresados son incorrectos”.

En el paso (18) click en el botón “Cancelar”:

- El sistema cierra la alerta de eliminación y muestra la interfaz con la lista de tareas.

Conexión a internet perdida:

- El sistema mostrará un mensaje indicado “Conexión a internet perdida”.

#### **4.5.2.2.5 Post- condiciones**

- El sistema registra la acción elegida en la base de datos, y los sensores entran en funcionamiento según la acción elegida.

### **4.5.2.3. Generar reporte de consumo eléctrico**

#### **4.5.2.3.1 Descripción**

A través de este caso de uso el usuario puede visualizar un reporte mensual del consumo eléctrico aproximado en Kilowatts (kwh) y en soles (s/) usando un teléfono móvil con sistema operativo android.

#### **4.5.2.3.2 Pre- condiciones**

Antes de realizar este caso de uso se debe considerar:

- Debe haber ingresado el precio de kwh en la configuración de la casa.

#### **4.5.2.3.3 Flujo de eventos principal**

1. El usuario elige el tab “Reportes de consumo”.
2. El sistema muestra una interfaz con una lista de reportes mensuales ordenados descendientemente.
3. El usuario selecciona un reporte del mes que quiera consultar.
4. El sistema muestra una interfaz con la siguiente información:  
Monto aproximado en (s/), kilowatts aproximado (kwh), año y mes.
5. El usuario termina el caso de uso.

#### **4.5.2.3.4 Flujo de eventos alternativos**

Conexión a internet perdida:

- El sistema mostrará un mensaje indicado “Conexión a internet perdida”.

#### **4.5.2.3.5 Post- condiciones**

- El usuario visualiza el consumo generado para el mes correspondiente.

## Subsistema Web

### 4.5.2.4. Gestionar Casas

#### 4.5.2.4.1 Descripción

A través de este caso de uso el administrador puede registrar, editar, ver el reporte de consumo y eliminar casas y/o departamentos.

#### 4.5.2.4.2 Pre- condiciones

Antes de realizar este caso de uso se debe considerar:

- El usuario debe haber sido registrado previamente.

#### 4.5.2.4.3 Flujo de eventos principal

##### Registrar:

1. El administrador elige la opción “Gestionar Casas”.
2. El sistema muestra una interfaz con una lista de casas existentes y las opciones “Agregar”, “Eliminar”, “Editar” y “Consumo”.
3. El administrador hace click en el botón “Agregar”.
4. El sistema muestra una interfaz con los campos: nombre, descripción, kwh y estado.
5. El administrador ingresa un nombre, descripción, kwh, marca el estado en activo y hace click en el botón “Guardar”.
6. El sistema valida la información ingresados por el administrador.
7. El sistema muestra un mensaje “Se registró correctamente”.
8. El Administrador termina el caso de uso.

##### Editar:

9. El administrador elige la opción “Gestionar Casas”.
10. El sistema muestra una interfaz con una lista de casas existentes y las opciones “Agregar”, “Eliminar”, “Editar” y “Consumo”.

11. El administrador elige una casa existente y da click en la opción “Editar”.
12. El sistema muestra una interfaz con la información: nombre, descripción, kwh y estado.
13. El administrador ingresa los campos que quiere modificar y hace click en el botón “Actualizar”.
14. El sistema valida la información ingresados por el administrador.
15. El sistema muestra un mensaje “Se actualizó correctamente”.
16. El Administrador termina el caso de uso.

#### **Eliminar:**

17. El administrador elige la opción “Gestionar Casas”.
18. El sistema muestra una interfaz con una lista casas existentes y las opciones “Agregar”, “Eliminar”, “Editar” y “Consumo”.
19. El administrador elige una casa y le da click en la opción “Eliminar”.
20. El sistema muestra una alerta “¿Esta seguro que desea eliminar?” y dos opciones “Aceptar” y “Cancelar”.
21. El administrador da click en “Aceptar”.
22. El sistema muestra un mensaje “Se eliminó correctamente”.

#### **Consumo:**

23. El administrador elige el menú Gestionar Casas.
24. El sistema muestra una interfaz con una lista casas existentes y las opciones “Agregar”, “Eliminar”, “Editar” y “Consumo”.
25. El administrador elige una casa y le da click en la opción “consumo”.
26. El sistema muestra un interfaz con dos filtros mes y año.
27. El administrador elige el mes y año en que desea consultar.
28. El sistema genera un gráfico de consumo (horas x lámparas) y un resumen de consumo: Total horas, kwh y el monto aproximad (s/).

#### 4.5.2.4.4 Flujo de eventos alternativos

En el paso (6) y (14) ingreso de datos erróneos:

- El sistema muestra un mensaje “Datos ingresados son incorrectos”.

En el paso (19) no seleccionó la fila a eliminar

- El sistema muestra un mensaje “Debe seleccionar al menos una fila”.

En el paso (20) click en el botón “Cancelar”:

- El sistema cierra la alerta de eliminación y muestra la interfaz con la lista de casas.

Conexión a internet perdida:

- El sistema mostrará un mensaje indicado “Conexión a internet perdida”.

#### 4.5.2.4.5 Post- condiciones

- La casa es registrada en la base de datos.

### 4.5.2.5. Gestionar Escenarios

#### 4.5.2.5.1 Descripción

A través de este caso de uso el administrador puede registrar, editar y eliminar escenarios.

#### 4.5.2.5.2 Pre- condiciones

Antes de realizar este caso de uso se debe considerar:

- Una casa y/o departamento debe haber sido registrado previamente.
- Debe existir al menos un tipo de escenario ingresado en la base de datos.

#### 4.5.2.5.3 Flujo de eventos principal

**Registrar:**

1. El administrador elige la opción “Gestionar Escenarios”.

2. El sistema muestra una interfaz con una lista de escenarios existentes y las opciones “Agregar”, “Eliminar” y “Editar”
3. El administrador hace click en el botón “Agregar”.
4. El sistema muestra una interfaz con las listas desplegables, casa, tipo con las opciones “habitación, sala, cocina, cochera, terraza, pasadizo”; además de los campos descripción y estado.
5. El administrador elige una casa y un tipo de escenario de la lista desplegable e ingresa la descripción, marca el estado en activo y hace click en el botón “Guardar”.
6. El sistema valida la información ingresados por el administrador.
7. El sistema muestra un mensaje “Se registró correctamente”.
8. El Administrador termina el caso de uso.

#### **Editar:**

9. El administrador elige la opción “Gestionar escenarios”.
10. El sistema muestra una interfaz con una lista de escenarios existentes y las opciones “Agregar”, “Eliminar” y “Editar”.
11. El administrador elige un escenario y da click en la opción “Editar”.
12. El sistema muestra una interfaz las listas desplegables casa y tipo con las opciones “habitación, sala, cocina, cochera, terraza, pasadizo”; además de los campos descripción y estado.
13. El administrador ingresa los campos que desea modificar y hace click en el botón “Actualizar”.
14. El sistema valida la información ingresados por el administrador.
15. El sistema muestra un mensaje “Se actualizó correctamente”.
16. El Administrador termina el caso de uso.

#### **Eliminar:**

17. El administrador elige la opción “Gestionar Escenarios”.
18. El sistema muestra una interfaz con una lista de escenarios existentes y las opciones “Agregar”, “Eliminar” y “Editar”.

19. El administrador elige un escenario y da click en la opción “Eliminar”.
20. El sistema muestra una alerta “¿Esta seguro que desea eliminar?” y dos opciones “Aceptar” y “Cancelar”.
21. El administrador da click en “Aceptar”.
22. El sistema muestra un mensaje “Se eliminó correctamente”.
23. El Administrador termina el caso de uso.

#### **4.5.2.5.4 Flujo de eventos alternativos**

En el paso (6) y (14) ingreso de datos erróneos:

- El sistema muestra un mensaje “Datos ingresados son incorrectos”.

En el paso (19) no seleccionó la fila a eliminar

- El sistema muestra un mensaje “Debe seleccionar al menos una fila”.

En el paso (20) click en el botón “Cancelar”:

- El sistema cierra la alerta de eliminación y muestra la interfaz con la lista de escenarios.

Conexión a internet perdida:

- El sistema mostrará un mensaje indicado “Conexión a internet perdida”.

#### **4.5.2.5.5 Post- condiciones**

- El escenario es registrado en la base de datos.

### **4.5.2.6. Gestionar Dispositivos**

#### **4.5.2.6.1 Descripción**

A través de este caso de uso el administrador puede registrar, editar, eliminar y listar por usuario los dispositivos.

#### **4.5.2.6.2 Pre- condiciones**

Antes de realizar este caso de uso se debe considerar:

- Debe existir al menos un usuario en registrado en la base de datos.

- Una casa y/o departamento debe haber sido registrado previamente.
- Debe existir al menos un escenario ingresado en la base de datos.

#### 4.5.2.6.3 Flujo de eventos principal

##### **Registrar:**

1. El administrador elige la opción “Gestionar Dispositivos”.
2. El sistema muestra una interfaz con las listas desplegables usuario, casa y las opciones “Agregar”, “Eliminar”, “Editar”
3. El administrador elige un usuario de la lista desplegable.
4. El sistema carga las casas en la lista desplegable casa en base al usuario seleccionado.
5. El administrador elige una casa de la lista desplegable.
6. El sistema carga una lista de dispositivos registrados y sus escenarios asignados.
7. El administrador hace click en el botón “Agregar”.
8. El sistema muestra una interfaz con una lista desplegable escenarios además de los campos: descripción y estado.
9. El administrador elige un escenario de la lista desplegable, ingresa la descripción, marca el estado en activo y hace click en el botón “Guardar”.
10. El sistema valida la información ingresados por el administrador.
11. El sistema muestra un mensaje “Se registró correctamente”.
12. El Administrador termina el caso de uso.

##### **Editar:**

13. El administrador elige la opción “Gestionar Escenarios”.
14. El sistema muestra una interfaz con las listas desplegables usuario, casa y las opciones “Agregar”, “Eliminar”, “Editar”
15. El administrador elige un usuario de la lista desplegable.

16. El sistema carga las casas disponible en la lista desplegable casa en base al usuario seleccionado.
17. El administrador elige una casa de la lista desplegable.
18. El sistema carga una lista de dispositivos registrados y sus escenarios asignados.
19. El administrador elige un dispositivo de la lista y da click en la opción "Editar".
20. El sistema muestra una interfaz con una lista desplegable escenarios además de los campos: descripción y estado.
21. El administrador elige un escenario de la lista desplegable e ingresa la descripción, marca el estado en activo y hace click en el botón "Actualizar".
22. El sistema valida la información ingresados por el administrador.
23. El sistema muestra un mensaje "Se actualizó correctamente".
24. El Administrador termina el caso de uso.

**Eliminar:**

25. El administrador elige la opción "Gestionar Escenarios".
26. El sistema muestra una interfaz con las listas desplegables usuario, casa y las opciones "Agregar", "Eliminar", "Editar"
27. El administrador elige un usuario de la lista desplegable.
28. El sistema carga las casas disponible en la lista desplegable casa en base al usuario seleccionado.
29. El administrador elige una casa de la lista desplegable.
30. El sistema carga una lista de dispositivos registrados y sus escenarios asignados.
31. El administrador elige un dispositivo de la lista y da click en la opción "Eliminar".
32. El sistema muestra una alerta "¿Esta seguro que desea eliminar?" y dos opciones "Aceptar" y "Cancelar".
33. El administrador da click en "Aceptar".
34. El sistema muestra un mensaje "Se eliminó correctamente".
35. El Administrador termina el caso de uso.

#### 4.5.2.6.4 Flujo de eventos alternativos

En el paso (7) y (31) no seleccionó un usuario

- El sistema muestra un mensaje “Debe seleccionar un usuario”.

En el paso (7) y (31) no seleccionó una casa

- El sistema muestra un mensaje “Debe seleccionar una casa”.

En el paso (31) no seleccionó la fila a eliminar

- El sistema muestra un mensaje “Debe seleccionar al menos una fila”.

En el paso (10) y (22) ingreso de datos erróneos:

- El sistema muestra un mensaje “Datos ingresados son incorrectos”.

En el paso (32) click en el botón “Cancelar”:

- El sistema cierra la alerta de eliminación y muestra la interfaz con la lista de escenarios.

Conexión a internet perdida:

- El sistema mostrará un mensaje indicado “Conexión a internet perdida”.

#### 4.5.2.6.5 Post- condiciones

- El dispositivo es registrado en la base de datos.

### 4.5.3. Prototipos

#### 4.5.3.1. Móvil

- Esta interfaz muestra una lista de dispositivos de iluminación, sirve para prender o apagar un dispositivo de iluminación configurado. La figura hace referencia al **CU08**.

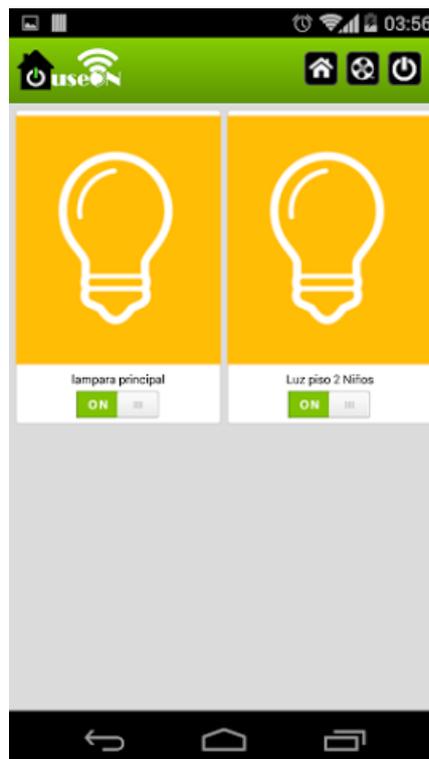


Figura 14: Interfaz de lista Dispositivos ON/OFF según escenario seleccionado.

Fuente: Elaboración propia.

- Esta interfaz muestra una lista de tareas programadas, sirve para crear, actualizar, eliminar y activar una tarea programada. La figura hace referencia al **CU09**.

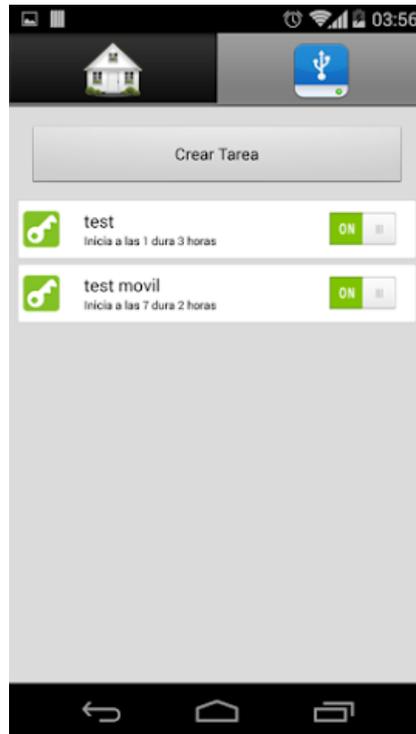


Figura 15: interfaz lista de tareas programadas registradas.

Fuente: Elaboración propia.

- Esta interfaz muestra una lista de reportes generados por consumo eléctrico, sirve para hacer un seguimiento de consumo eléctrico de cada mes. La figura hace referencia al **CU10**.



Figura 16: Interfaz reporte de consumo eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.3.2. Web

- Esta interfaz es usado por el administrador, muestra una lista de casas, sirve para agregar, editar, ver consumo y eliminar una casa y/o departamento. La figura hace referencia al **CU14**.

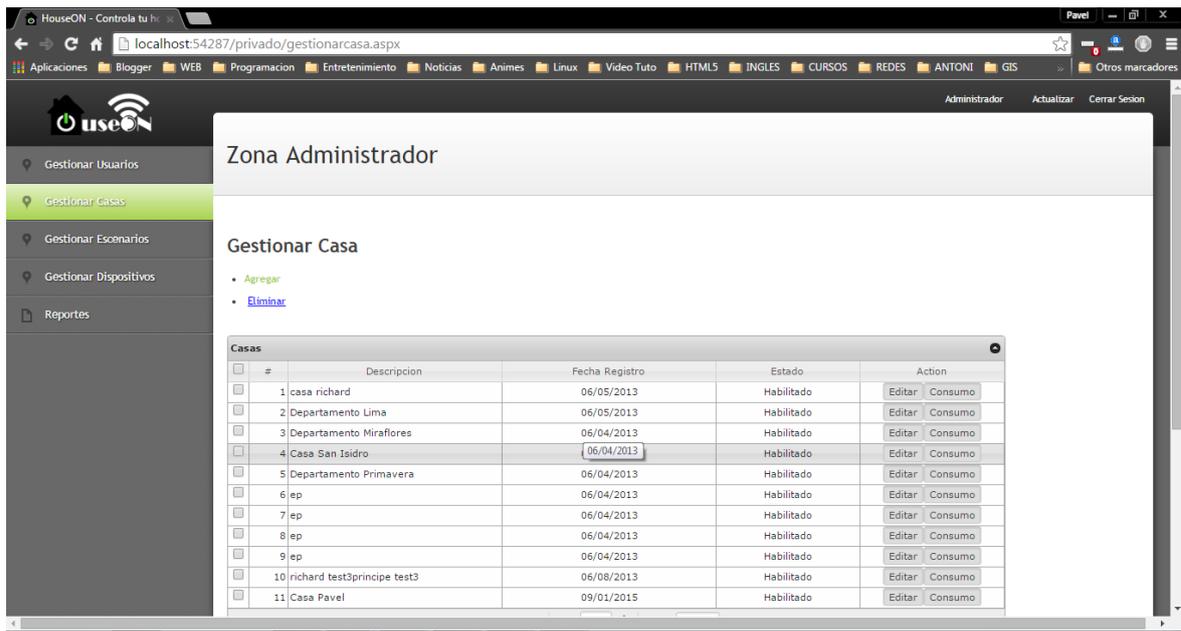


Figura 17: Gestor de Casas.

Fuente: Elaboración propia.

- Esta interfaz es usado por el administrador, muestra la lista de escenarios registrados, sirve para agregar, editar y eliminar un escenario. La figura hace referencia al **CU15**.

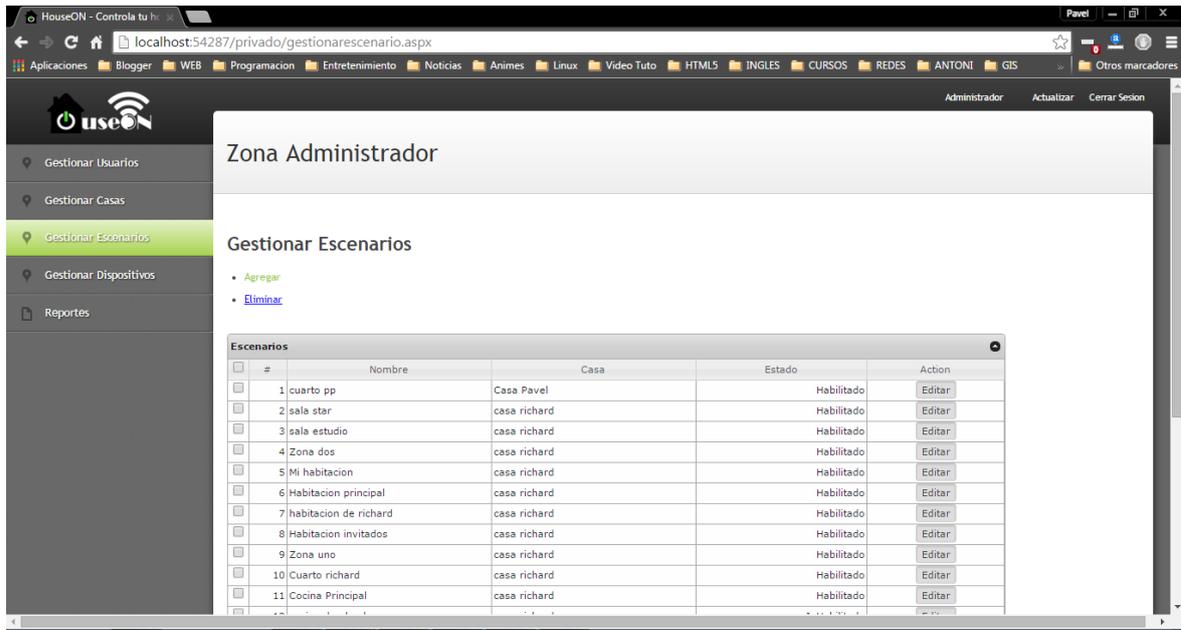


Figura 18: Gestor de Escenarios.

Fuente: Elaboración propia.

- Esta interfaz es usado por el administrador, muestra la lista de dispositivos registrados y asignados a sus respectivos escenarios, sirve para agregar, editar y eliminar un dispositivo. La figura hace referencia al **CU16**.

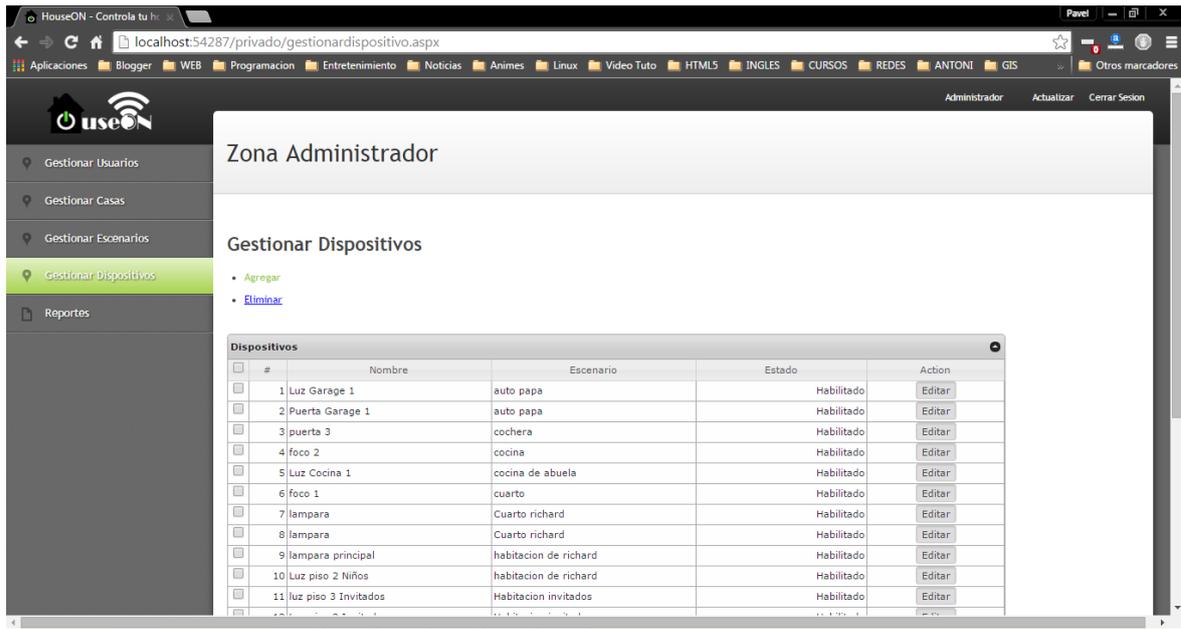


Figura 19: Gestor de Dispositivos x Escenarios.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.5.4. Atributos del sistema**

##### **4.5.4.1. Usabilidad**

La aplicación móvil deberá estar estructurada de manera que sea fácil e intuitiva de usar, que permita al usuario navegar e interactuar para lograr su objetivo.

##### **4.5.4.2. Fiabilidad**

La aplicación móvil deberá ser tolerante a fallos, es decir que la aplicación siga en funcionamiento ante un posible error, además de contar con un medio de control y registro de logs, para así poder realizar un seguimiento y poder solucionarlo fácilmente.

##### **4.5.4.3. Disponibilidad**

La aplicación móvil y los servicios necesarios para la comunicación con el hardware deberán estar disponible las 24 horas del día durante todo el año, usando las políticas necesarias para asegurar esta característica.

##### **4.5.4.4. Seguridad**

La aplicación móvil y sistema web deberán asegurar la información, a través de credenciales de acceso impidiendo que personas no autorizadas tengan acceso a ella. Además se usará algoritmos de encriptación SHA-1 para la información sensible almacenada.

## 4.6. Diagrama de Robustez

### 4.6.1. Subsistema Móvil

#### 4.6.1.1. Actualizar Estado ON/OFF

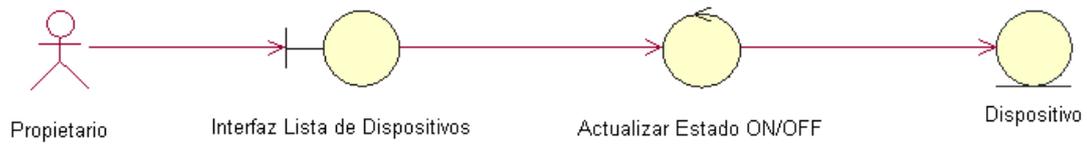


Figura 20: Diagrama de Robustez UC - Actualizar Estado ON/OFF.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.1.2. Gestionar Tareas Programadas

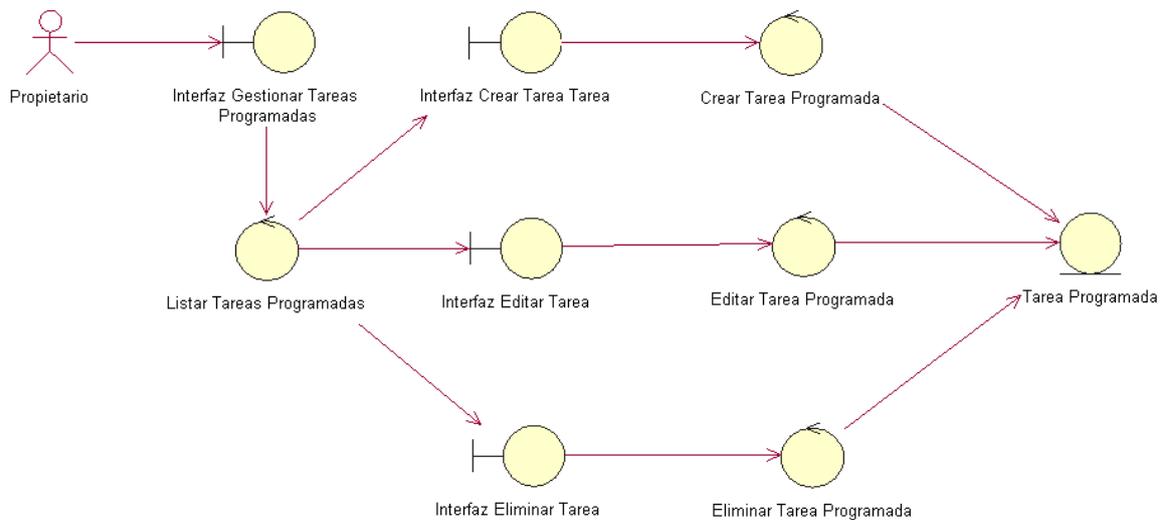


Figura 21: Diagrama de Robustez UC – Gestionar Tareas Programadas.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.6.1.3. Reporte de Consumo Eléctrico

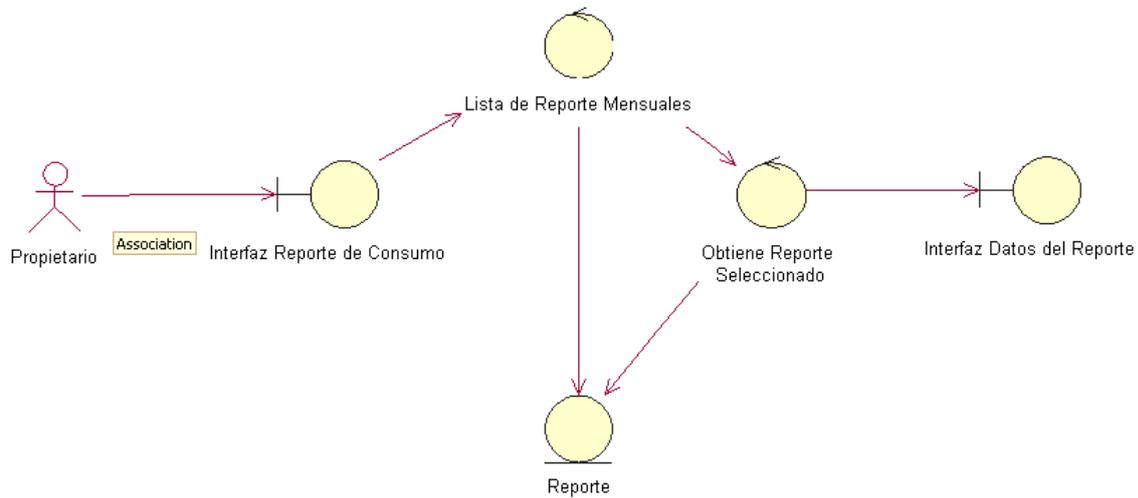


Figura 22: Diagrama de Robustez UC – Reporte de Consumo Eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.6.2. Subsistema Web

### 4.6.2.1. Gestionar Casas

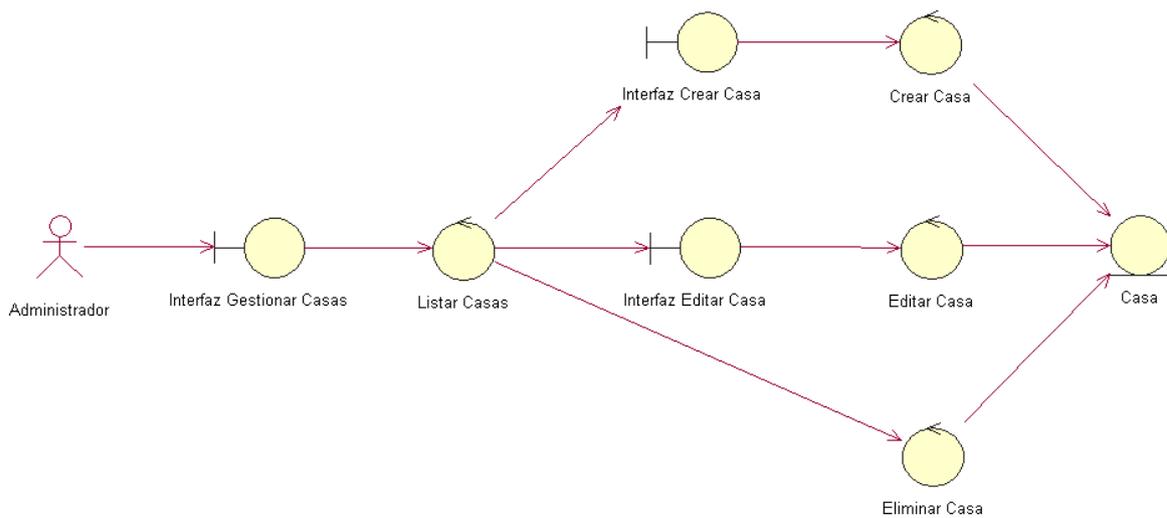


Figura 23: Diagrama de Robustez UC – Gestionar Casas.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.2.2. Gestionar Escenarios

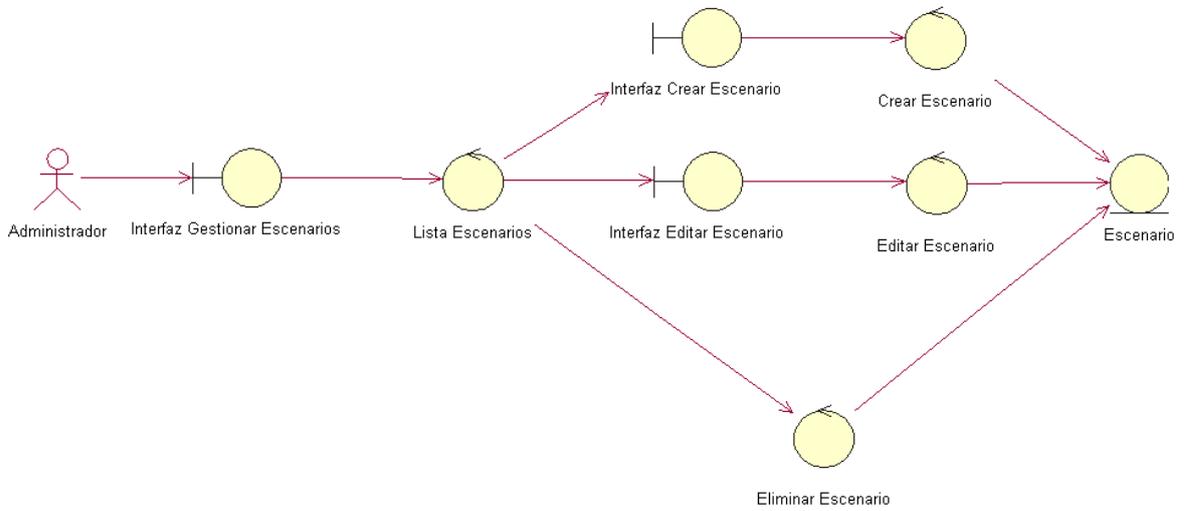


Figura 24: Diagrama de Robustez UC – Gestionar Escenarios.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.2.3. Gestionar Dispositivos

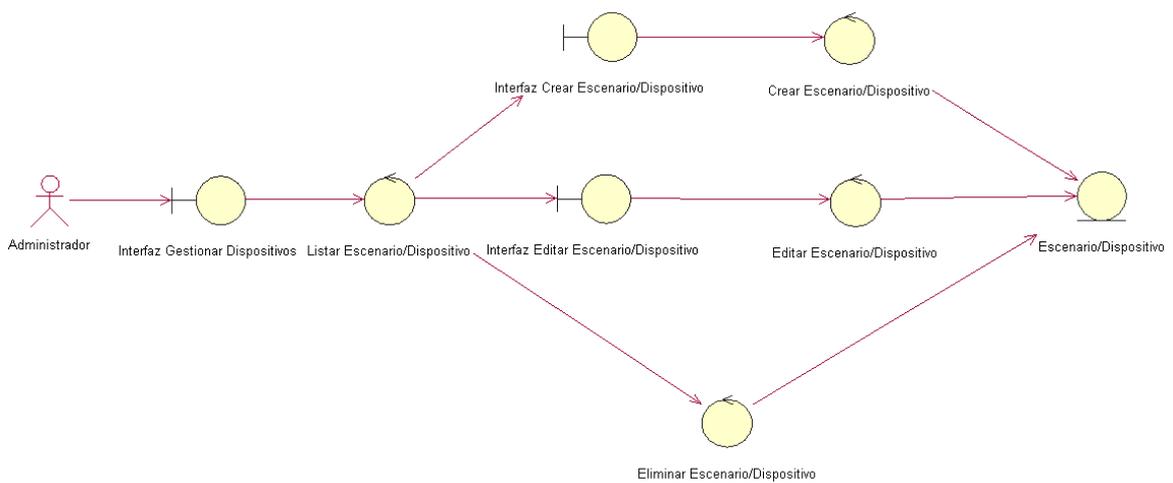


Figura 25: Diagrama de Robustez UC – Gestionar Dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

## **4.7. Descripción de la arquitectura del software**

### **4.7.1. Introducción**

Este documento brinda una visión de la arquitectura del sistema a construir. El propósito es describir las relaciones de los componentes inmersos del software con el fin de lograr un mayor entendimiento del sistema en sí.

Además este documento va dirigido al equipo de desarrollo del proyecto y para todo aquel interesado que quiera entender el diseño del sistema.

### **4.7.2. Propósito**

El documento proporciona una apreciación global y comprensible de la arquitectura del sistema usando diferentes puntos de vista para mostrar distintos aspectos del sistema. Intenta capturar y llegar a las decisiones de arquitectura críticas que han sido hechas en el sistema.

### **4.7.3. Alcance**

Este documento es la base y será utilizado para el diseño de la arquitectura de sistema y para la implementación del mismo. En el diseño se tomará la arquitectura descrita en este documento y se refinarán los subsistemas respetando las pautas definidas.

### **4.7.4. Definiciones, siglas y abreviaturas**

- SAD (Documento de Arquitectura de Software)
- SRS (Especificación de Requerimientos del Software)
- ECU (Especificación de Casos de Uso)

### **4.7.5. Referencias**

- Modelo de Casos de Uso
- Documento de Especificación de Requerimientos
- Modelo de diseño
- Glosario

#### 4.7.6. Visión General

A continuación se muestran las distintas vistas de la arquitectura actual de sistema.

- **Vista de Casos de Uso:** Esta vista muestra los casos de uso claves que representen funcionalidades centrales del sistema final que requieran una gran cobertura.
- **Vista Lógica:** Esta vista muestra las partes significativas del modelo de diseño, como la descomposición en capas, subsistemas o paquetes. Una vez presentadas estas unidades lógicas principales, se profundiza en ellas hasta el nivel que se considere adecuado.
- **Vista de Implementación:** Esta vista muestra la organización de los componentes de código. Útil para el desarrollo.
- **Vista de Despliegue:** Esta vista muestra uno o más escenarios de distribución física del sistema sobre los cuales se ejecutará y hará el despliegue del mismo. Muestra la comunicación entre los diferentes nodos que componen los escenarios antes mencionados.

#### 4.7.7. Vista de casos de uso

##### 4.7.7.1. Diagrama de casos de uso de la arquitectura

A continuación se muestran los casos de uso de la arquitectura del sistema.

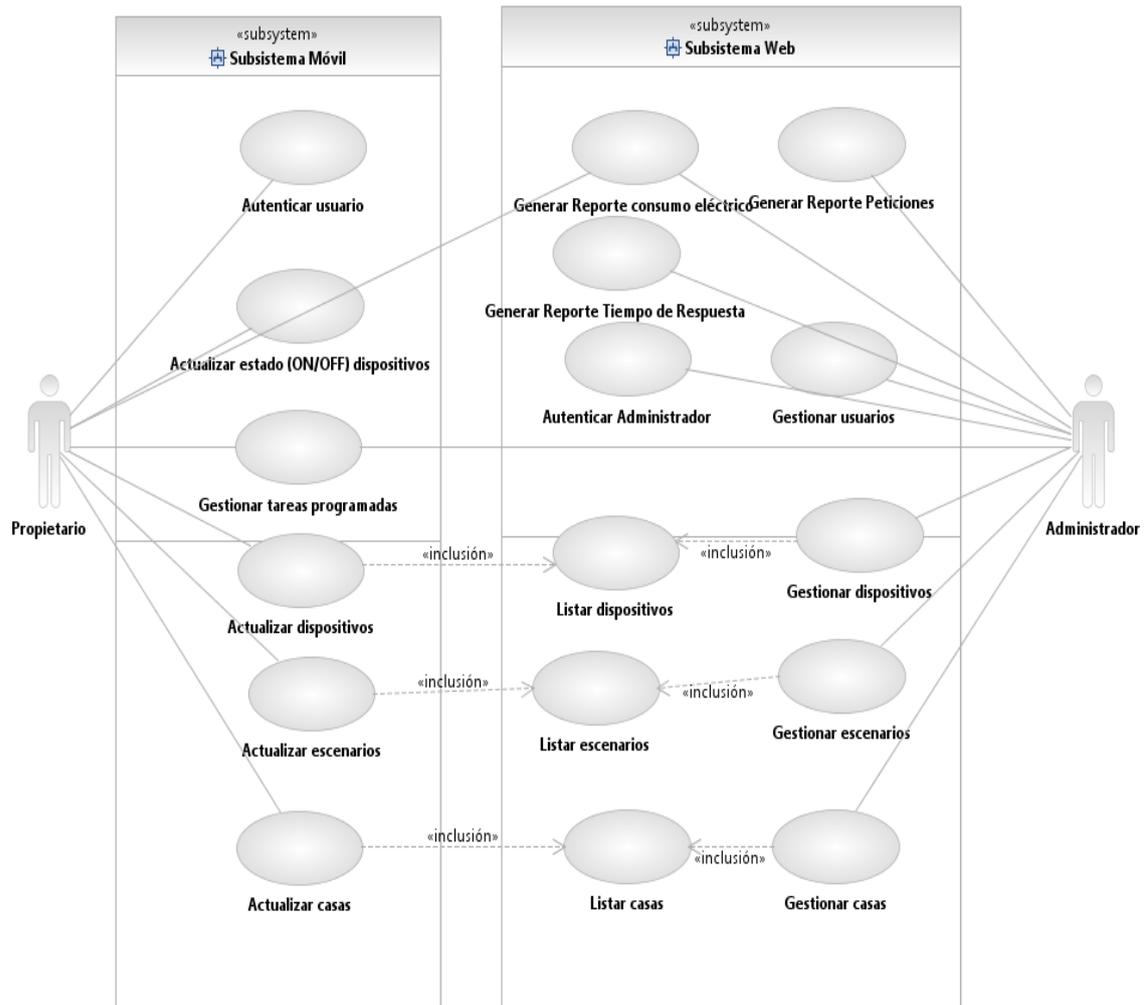


Figura 26: Diagrama de casos de uso

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.8. Trazabilidad desde el modelo de casos de uso al modelo de diseño

A continuación se muestra diagramas de los subsistemas a desarrollar en el diseño.

##### 4.7.8.1. Gestionar escenarios

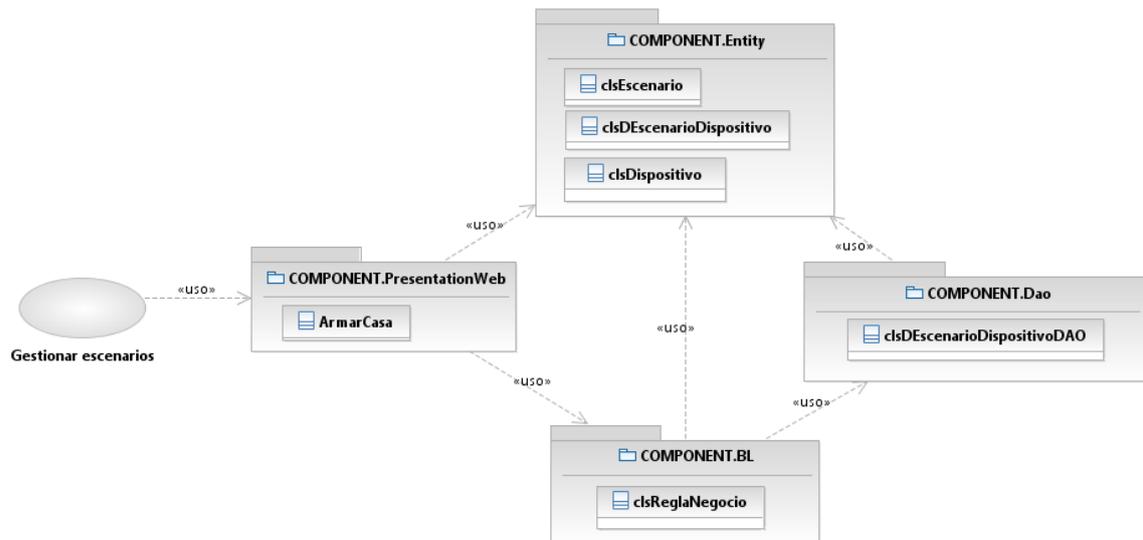


Figura 27: Trazabilidad para CU Gestionar Escenarios

Fuente: Elaboración propia

##### 4.7.8.2. Gestionar tareas programadas

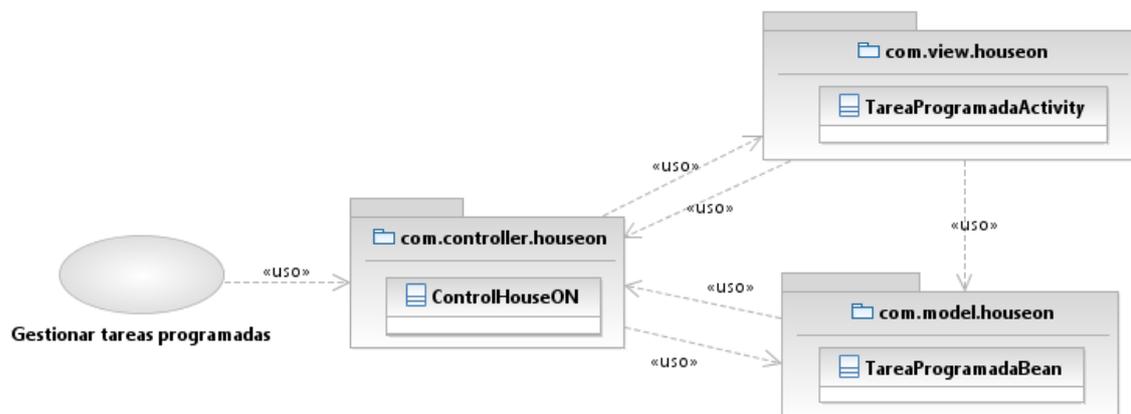


Figura 28: Trazabilidad para CU Gestionar tareas programadas

Fuente: Elaboración propia

### 4.7.8.3. Actualizar estado (ON- OFF) dispositivos

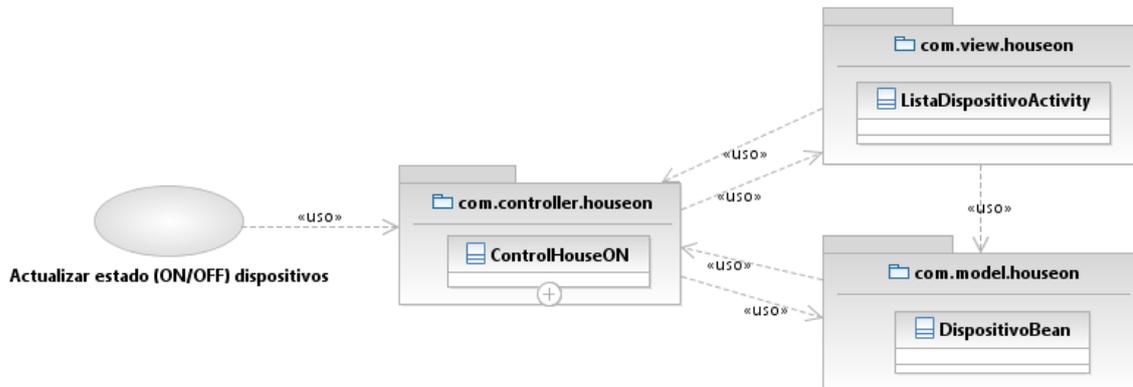


Figura 29: Trazabilidad para CU Actualizar estado (ON – OFF) dispositivos

Fuente: Elaboración propia

## 4.7.9. Vista lógica

### 4.7.9.1. Descomposición en subsistemas

El sistema a desarrollar está compuesto por 3 subsistemas muy bien definidos, subsistema web, subsistema móvil y el subsistema de comunicación en tiempo real, para este último no se abordará en este apartado, dado su origen es necesario la aplicación de otra metodología llamada Ropes, el mismo que se desarrollará posteriormente.

A continuación se muestra la arquitectura general en donde se refleja la composición y relación entre los actores, subsistemas.

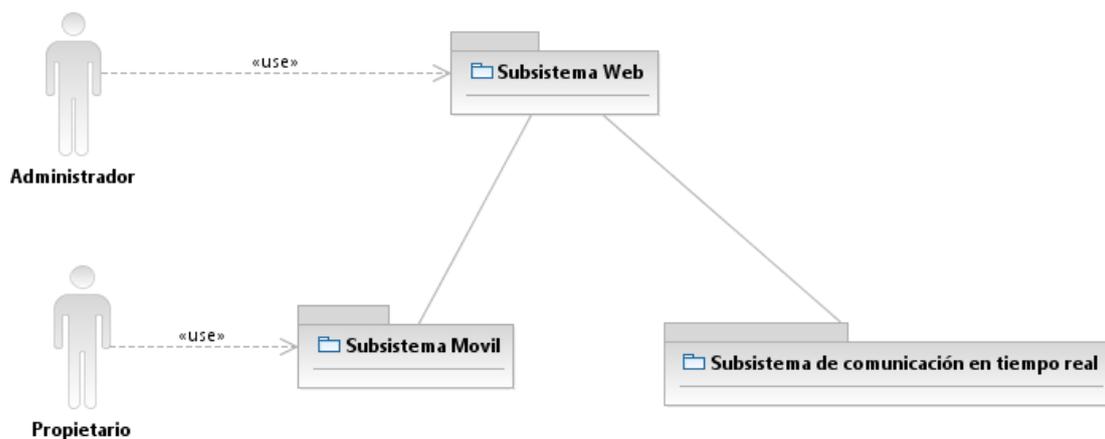


Figura 30: Descomposición subsistemas

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.9.1.1 Subsistema Móvil

El subsistema móvil, se desarrollará haciendo uso del patrón de arquitectura MVC (Modelo- Vista - Controlador), este patrón nos brinda la facilidad de separar los datos de la lógica del negocio.

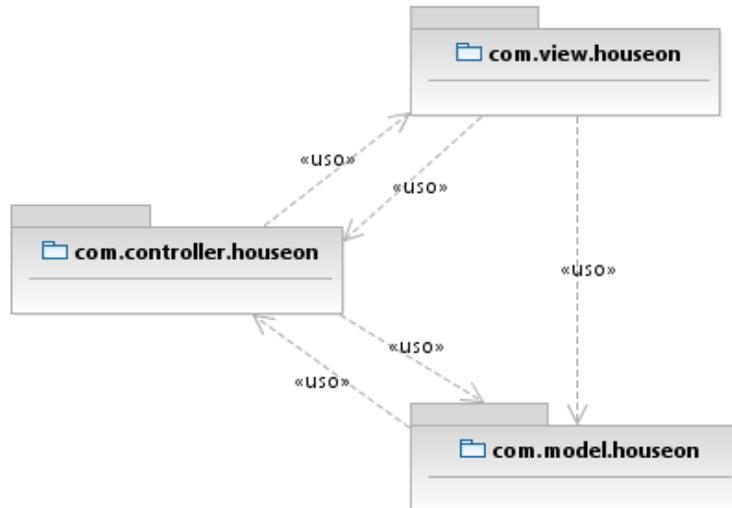


Figura 31: Diagrama de la Arquitectura del Subsistema Móvil

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.9.1.2 Subsistema Web

El subsistema web se desarrollará haciendo uso de la arquitectura n- capas que al igual que MVC, nos permite separar la lógica de negocio y la lógica de presentación, a continuación se muestra un diagrama de la arquitectura y los componentes que lo conforman.

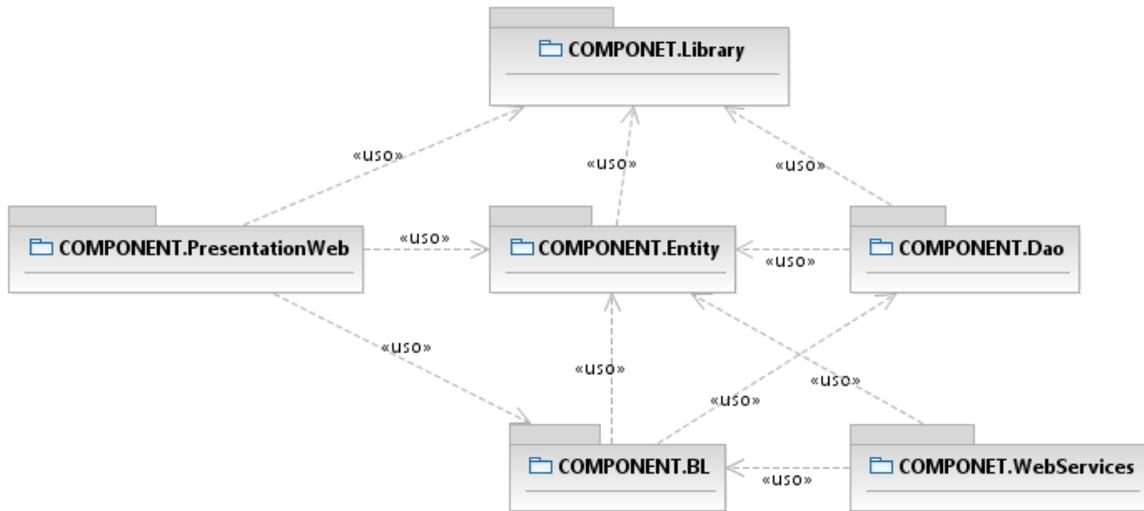


Figura 32: Diagrama de Arquitectura del Subsistema Web

Fuente: Elaboración propia

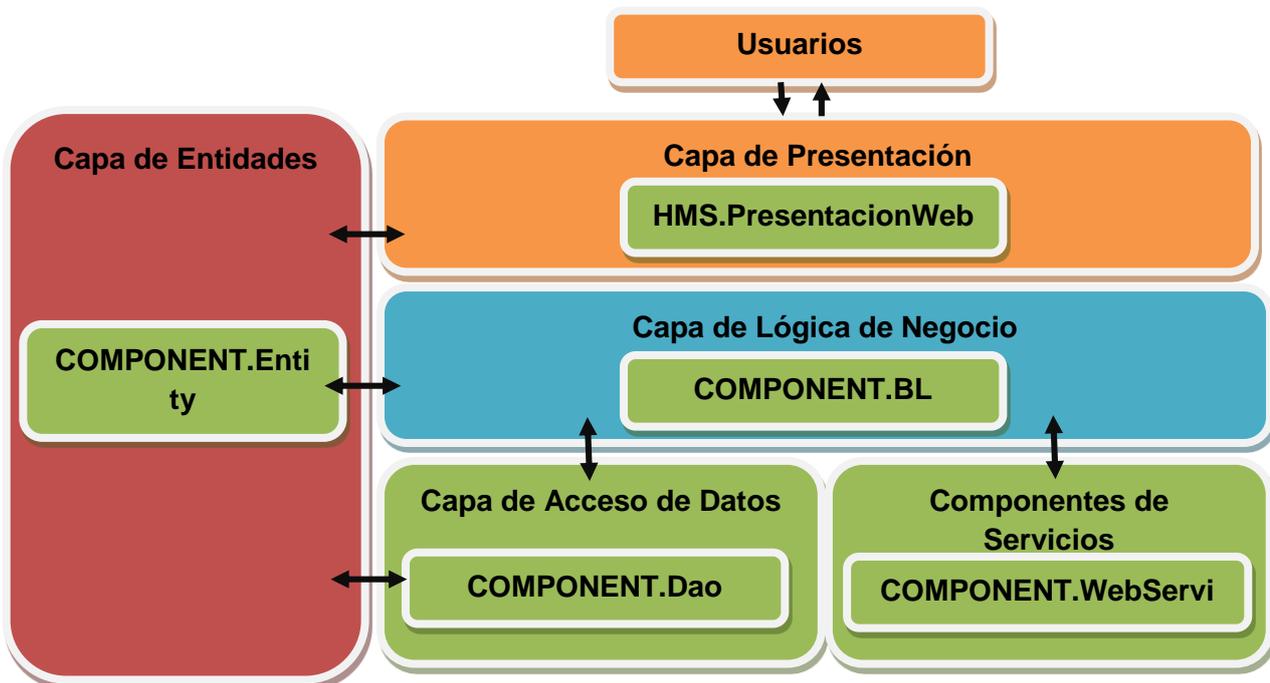


Figura 33: Diagrama de la Arquitectura N-Capas

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.9.1.3 Subsistema de comunicación de tiempo real

Este Subsistema dado su naturaleza está clasificado como un sistema de tiempo real por ello será desarrollado bajo la metodología Ropes (Proceso rápido orientado a objetos para sistemas empotrados), su función es controlar físicamente los dispositivos electrónicos en este caso los dispositivos de iluminación, Se desarrollará con amplitud más adelante.

#### 4.7.9.2. Diseño de clases

**Clase clsLógicaNegocio:** Esta clase contiene todo los métodos necesarios y es la encargada de recibir y entregar la información al proceso que lo solicite.

**Clase clsCasaDAO:** Esta clase permite acceder a la tabla que representa a las casas, en la base de datos del sistema.

**Clase clsEscenarioDAO:** Esta clase permite acceder a la tabla que representa a los escenarios de las casas, en la base de datos del sistema.

**Clase clsDispositivoDAO:** Esta clase permite acceder a la tabla que representa a los dispositivos de los escenarios, en la base de datos del sistema.

**Clase clsCasa:** Esta clase representa a las casas que se pueden gestionar en el sistema.

**Clase clsDEscenarioDispositivo:** Esta clase representa a cada dispositivo por escenario existente en el departamento, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

**Clase clsDispositivo:** Esta clase representa a cada dispositivo del departamento, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

**Clase clsEscenario:** Esta clase representa a cada escenario del edificio, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

**Clase clsTipoEscenario:** Esta clase representa a cada tipo de escenario del edificio, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

**Clase clsUsuario:** Esta clase representa al usuario del sistema, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

#### 4.7.9.2.1 Diseño de clases Caso de Uso Gestionar Casas - Subsistema Web

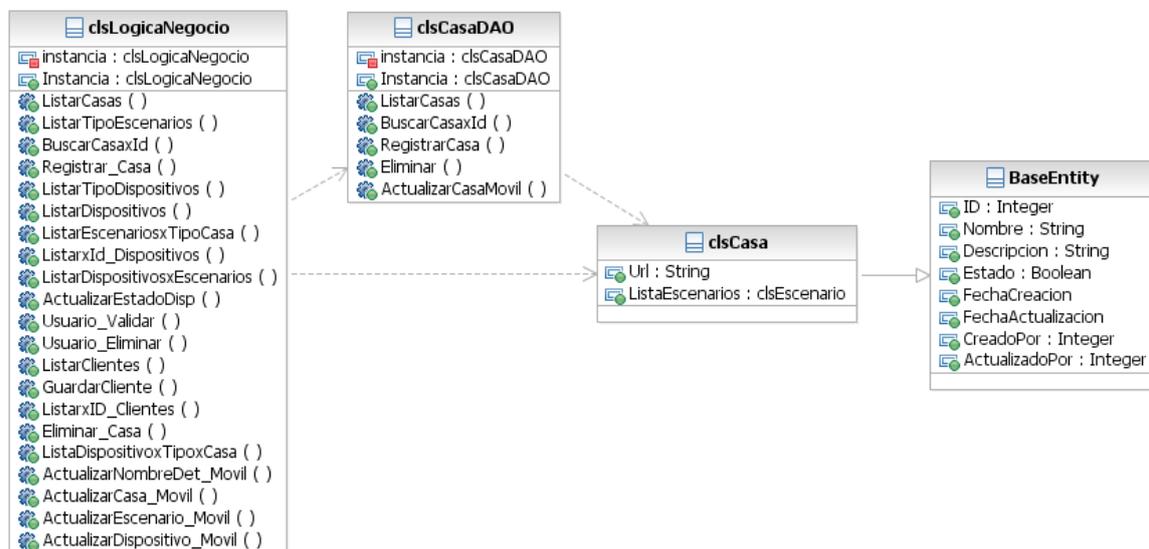


Figura 34: Diseño de clases CU Gestionar Casas.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.9.2.2 Diseño de clases Caso de Uso Gestionar Escenarios

##### - Subsistema Web

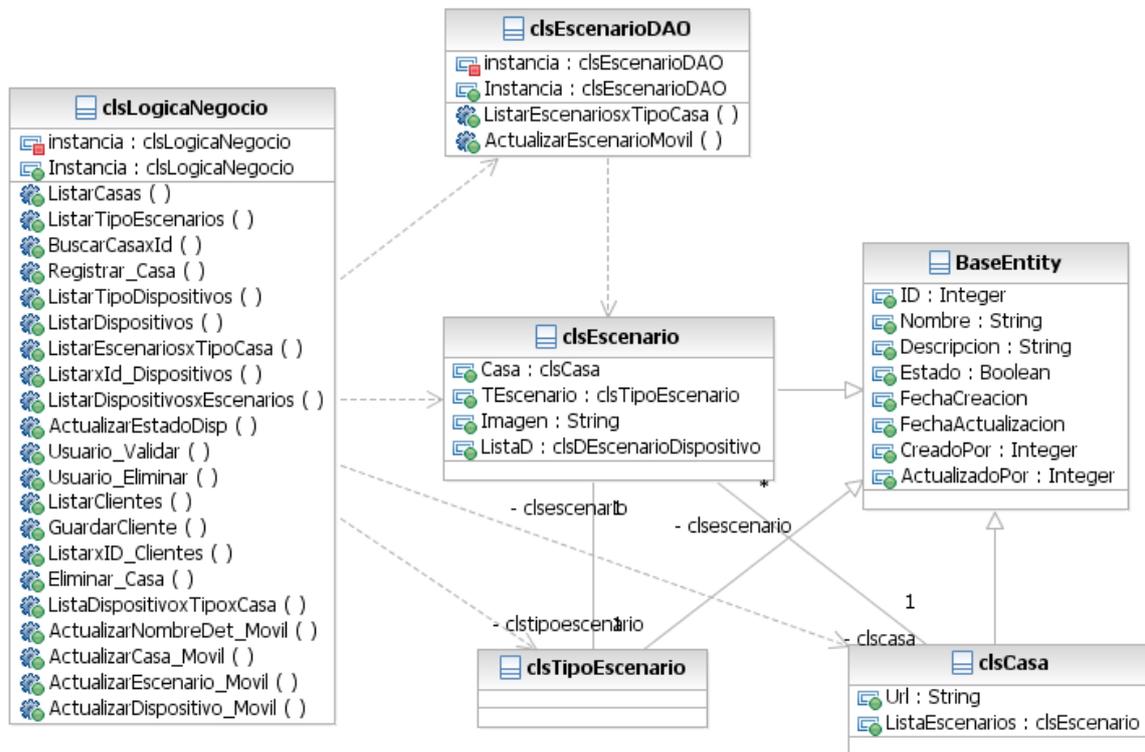


Figura 35: Diseño de clases CU Gestionar Escenarios.

Fuente: Elaboración propia

### 4.7.9.2.3 Diseño de clases Caso de Uso Gestionar Dispositivos - Subsistema Web

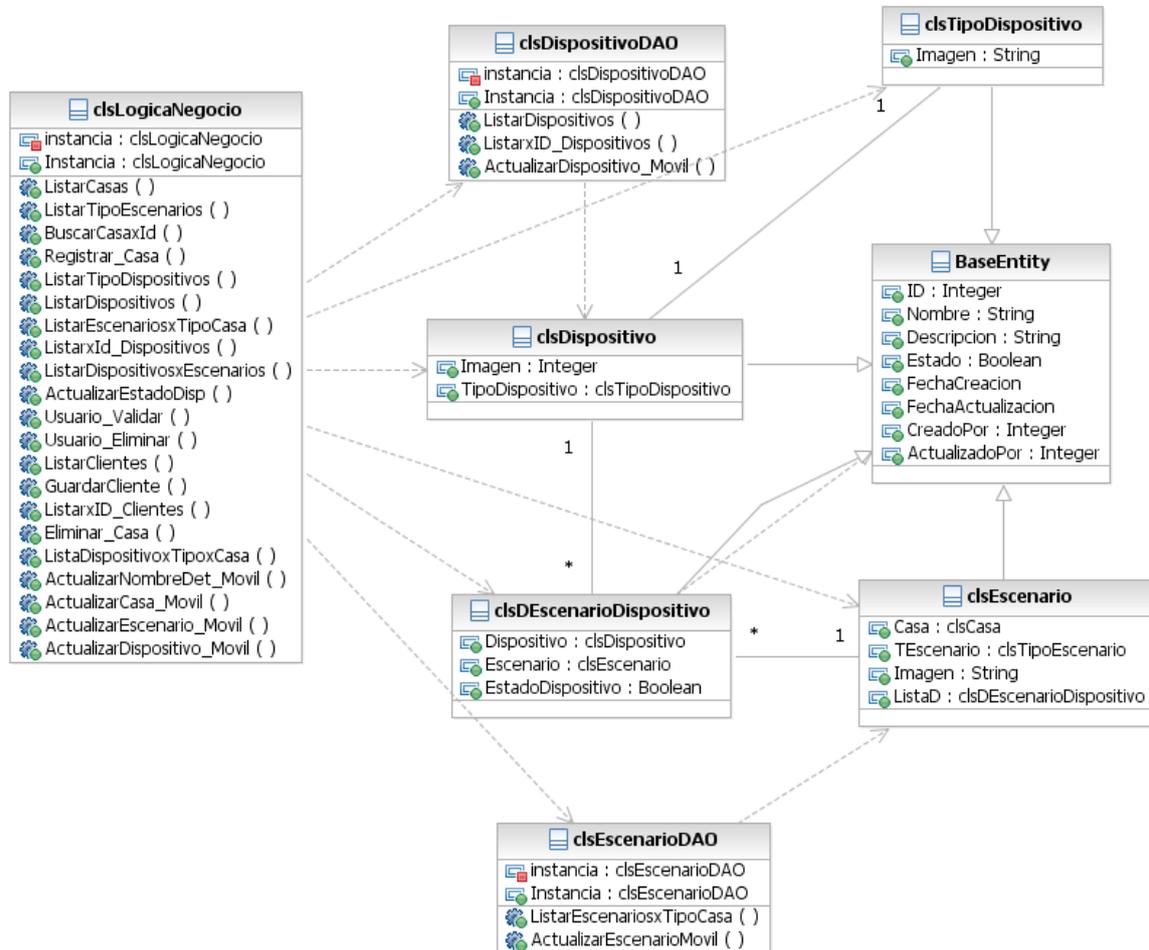


Figura 36: Diseño de clases CU Gestionar Dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

**Clase ControlHouseON:** Esta clase contiene todos los métodos necesarios y es la encargada de recibir y entregar la información al proceso que lo solicite.

**Clase ComunicaWebService:** Esta clase contiene todo los métodos necesarios y es la encargada de consumir los webservices del subsistema web, solo es accedida a través del controlador.

**Clase EscenarioBean:** Esta clase representa a cada escenario del departamento, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

**Clase DispositivoBean:** Esta clase representa a cada Dispositivo del departamento, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

**Clase UsuarioBean:** Esta clase representa al usuario de la aplicación móvil, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

**Clase TareaProgramadaBean:** Esta clase representa una tarea programada, dichas tareas serán aplicadas para el control automático de los dispositivos, contiene atributos y métodos de encapsulamiento necesarios.

**Clase ConsumoBean:** Esta clase representa la medición de un mes de consumo de energía eléctrica y el monto que representa para la casa.

#### 4.7.9.2.4 Diseño de clases Caso de Uso Actualizar Estado - Subsistema Móvil

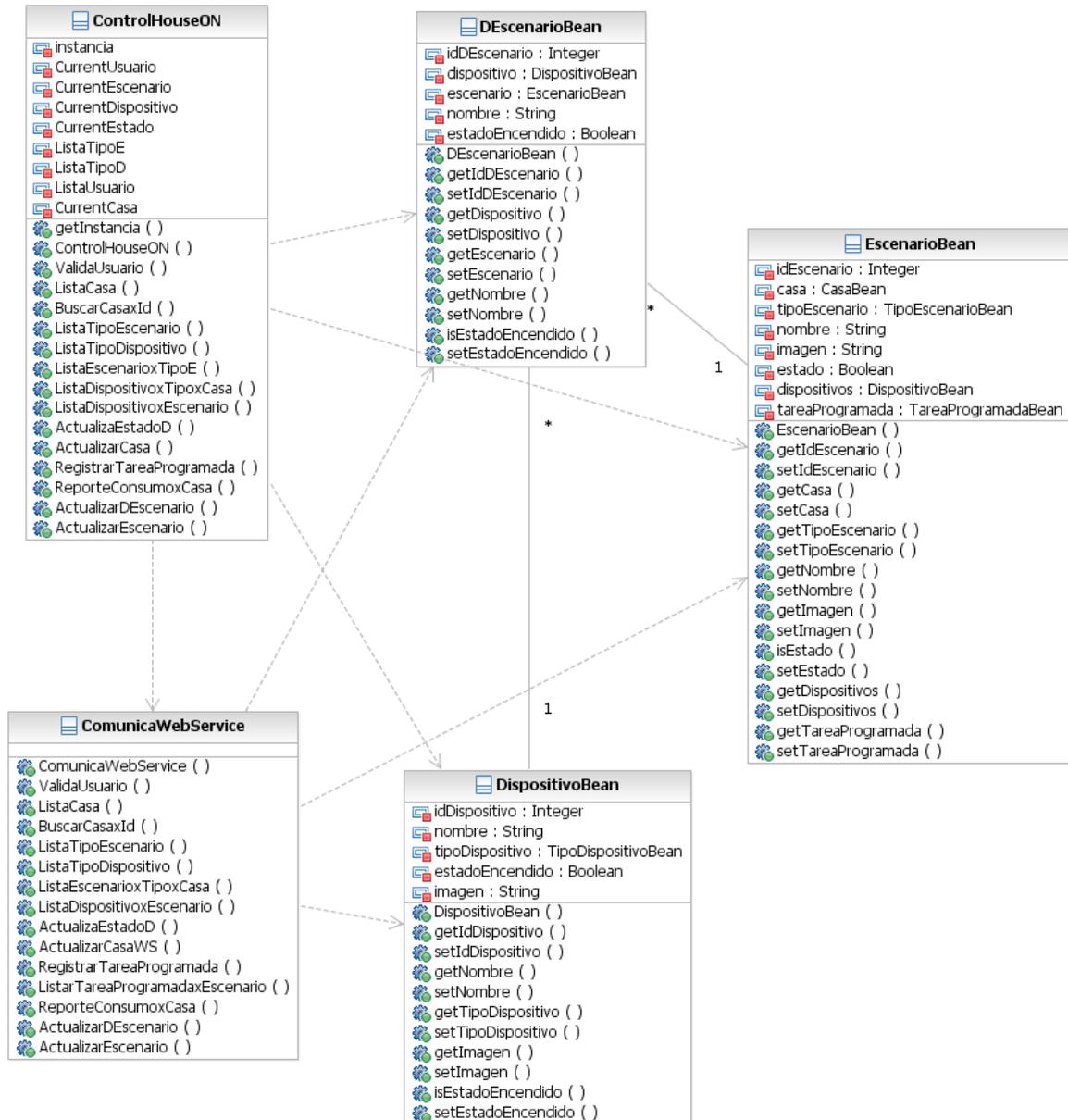


Figura 37: Diseño de clases CU Actualizar estado.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.9.2.5 Diseño de clases Caso de Uso Gestionar Tareas – Subsistema Móvil

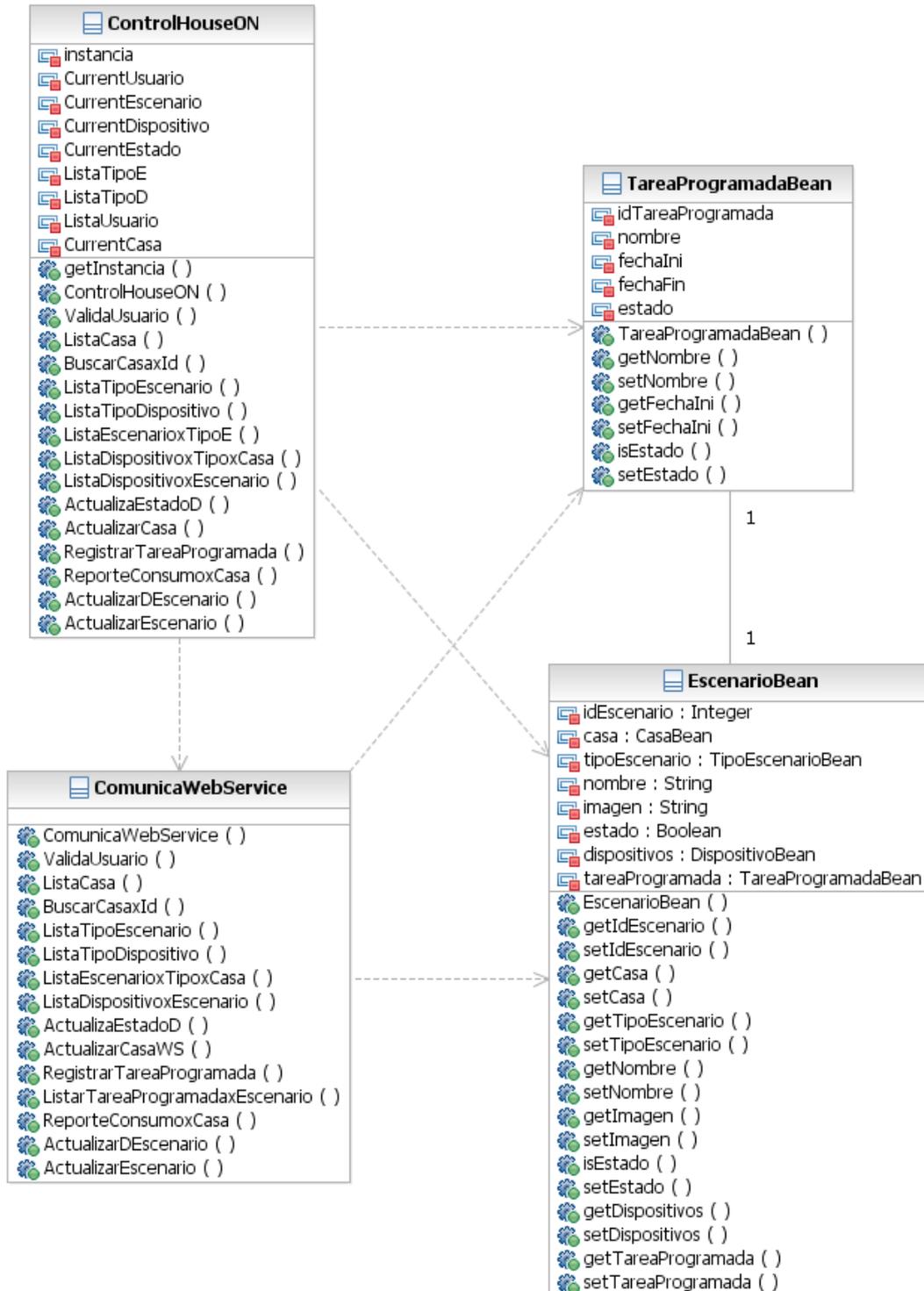


Figura 38: Diseño de clases CU Gestionar Tareas programadas.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.9.2.6 Diseño de clases Caso de Uso Generar Reporte de Consumo de Energía Eléctrica - Subsistema Móvil

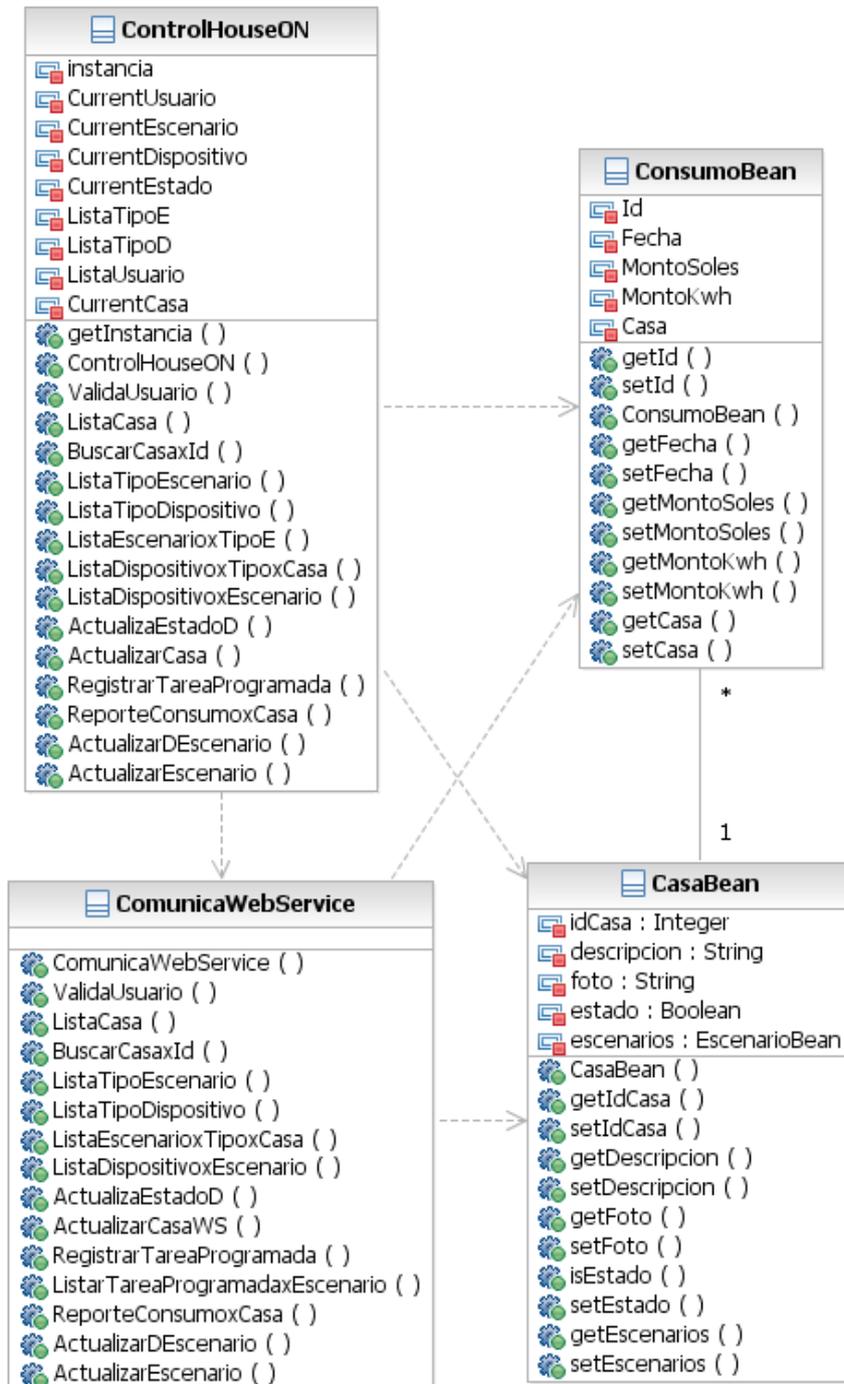


Figura 39: Diseño de clases CU Reporte de consumo eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.10. Trazabilidad desde el modelo de diseño al modelo de implementación

##### 4.7.10.1. Subsistema Web

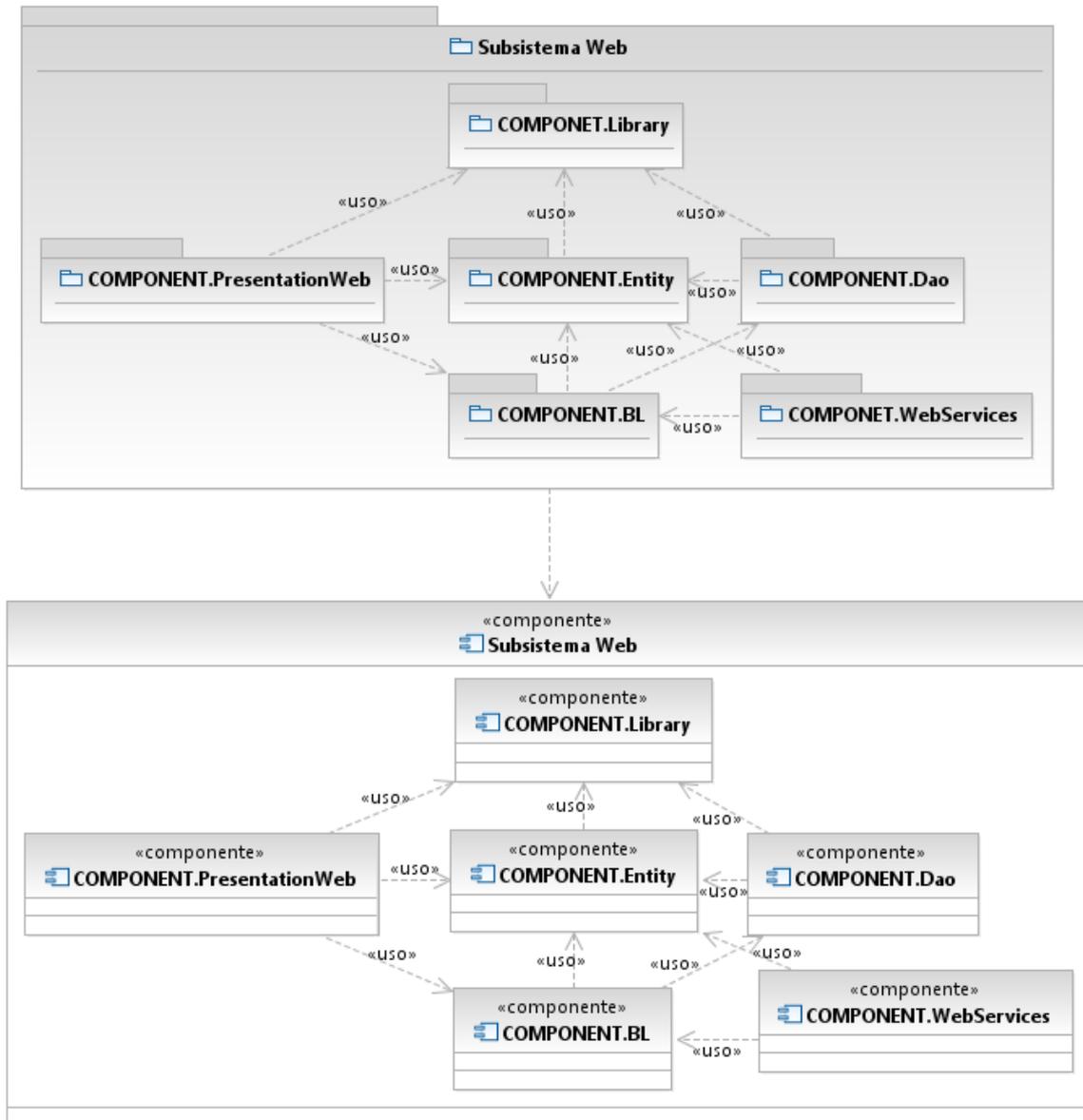


Figura 40: Diagrama trazabilidad modelo diseño/implementación subsistema web

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.10.2. Subsistema Móvil

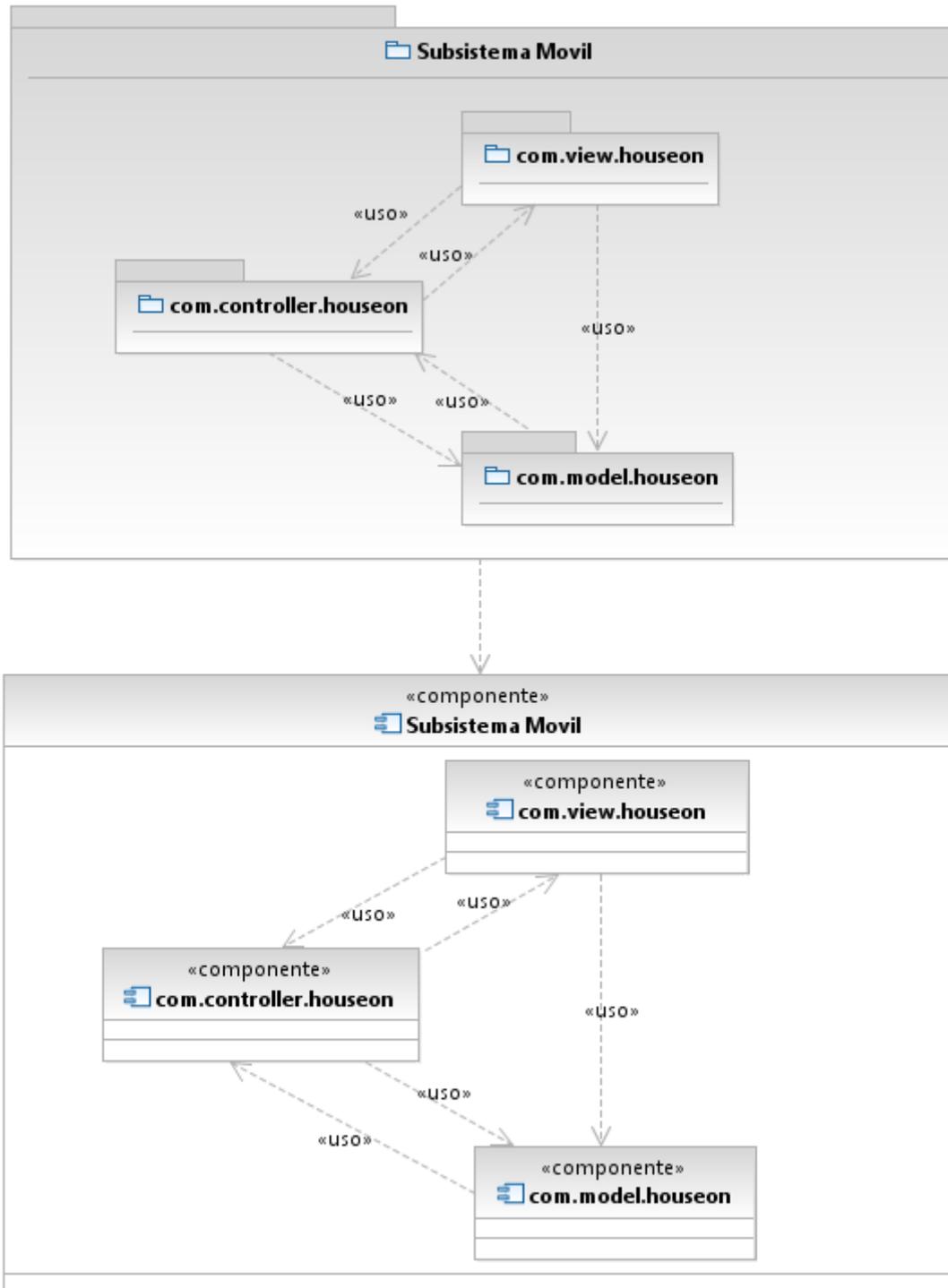


Figura 41: Diagrama trazabilidad modelo diseño/implementación subsistema móvil.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.11. Vista del modelo de Implementación

##### 4.7.11.1. Subsistemas

##### 4.7.11.1.1 Subsistema Web

El subsistema web está estructurado usando la arquitectura n-capas, tal como se había mencionado en puntos anteriores. Las capas que lo conforman son:

- Capa de Presentación
- Capa Regla de Negocio
- Capa de Acceso a Datos
- Capa de Entidades
- Capa de Servicios
- Capa de Librerías

La siguiente figura muestra la vista de implementación del subsistema web y los componentes que lo conforman.

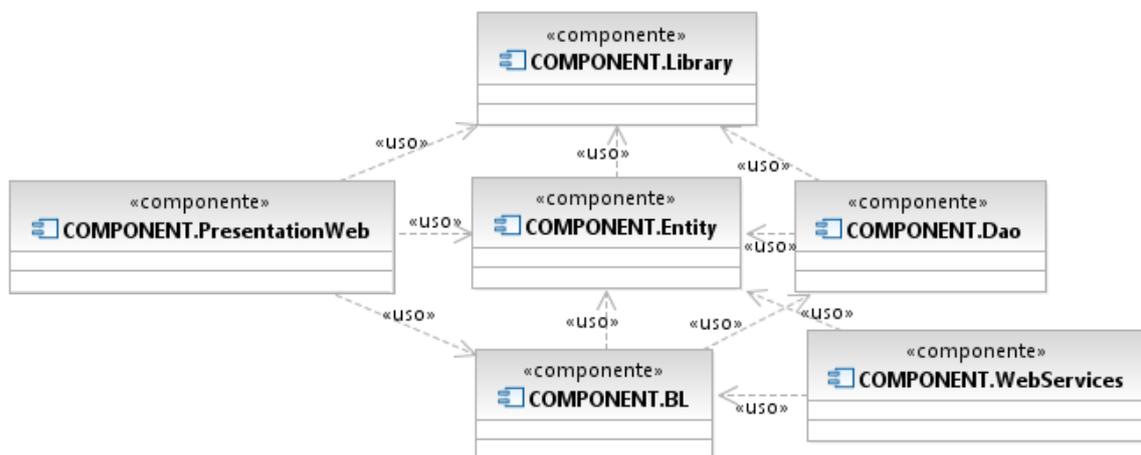


Figura 42: Diagrama modelo implementación subsistema web.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.11.1.2 Subsistema Móvil

El subsistema móvil está estructurado usando la arquitectura MVC, las capas que lo conforman son:

- Vista
- Controlador
- Modelo

La siguiente figura muestra la vista de implementación del subsistema móvil y los componentes que lo conforman.

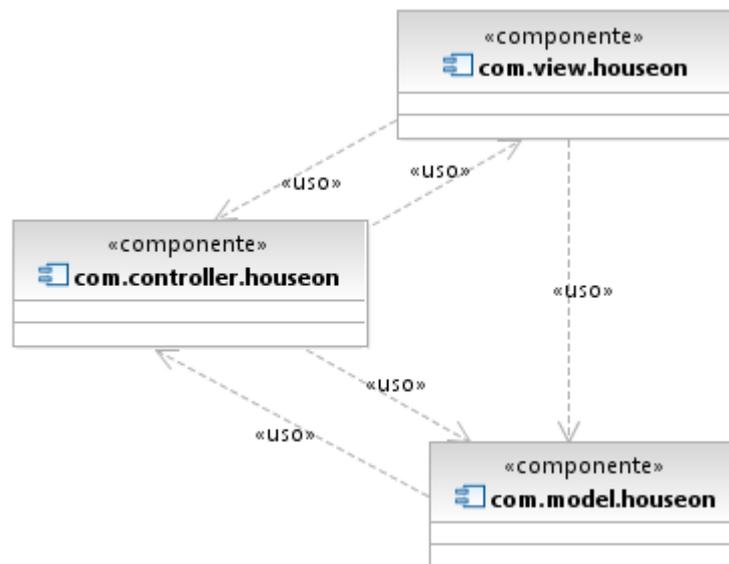


Figura 43: Diagrama modelo implementación subsistema móvil.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.12. Vista del modelo de distribución

##### 4.7.12.1. Diagrama de despliegue



Figura 44: Diagrama de distribución del sistema.

Fuente: Elaboración propia

Características de cada nodo:

Mobile:

- Android 2.2 como mínimo
- Wireless 802.11g
- Redes 3G/LTE

WorkStation:

- Pentium 300Mhz
- Ram 1GB
- Windows XP min.
- Google Chrome

Web Server:

- Procesador 1GHz
- Ram 1GB
- Windows Server 2008
- SQL Server 2008 R2
- IIS 6.0

Raspberry Pi:

- ARM Quad-Core 900 MHz
- 1 GB RAM
- Linux ARM

#### **4.7.12.2. Nodos**

##### **4.7.12.2.1 Administrador**

Representa al Usuario que Administra el Sistema (WorkStation).

##### **4.7.12.2.2 Propietario**

Representa al Usuario de la aplicación móvil.

##### **4.7.12.2.3 WorkStation**

Este nodo es un dispositivo mediante el cual se establecerá el acceso al aplicativo web, Las

características de este nodo son las generalmente cualquier ordenador convencional con acceso a internet.

#### **4.7.12.2.4 Web Server**

Este nodo es un dispositivo hardware especial, capaz de atender solicitudes web en tiempo real. El servidor contendrá al aplicativo web y los webservices, permitirá la publicación de este mismo hacia internet.

#### **4.7.12.2.5 DataBase Server**

Este nodo es un dispositivo hardware especial, capaz de almacenar y proporcionar información a los subsistemas que lo soliciten. El servicio que de gestión de Base de datos será SQLServer.

#### **4.7.12.2.6 Móvil**

Este nodo que servirá de interfaz entre el aplicativo móvil y el propietario, proporcionará a este último la información necesaria para manipular los dispositivos.

### **4.7.12.3. Conexiones**

#### **4.7.12.3.1 HTTP**

Es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.

#### **4.7.12.3.2 WSDL**

WSDL describe la interfaz pública a los servicios Web. Está basado en XML y describe la forma de comunicación, es decir, los requisitos del protocolo y los formatos de los mensajes necesarios para interactuar con los servicios listados en su catálogo.

#### 4.7.12.3.3 TCP/IP

TCP/IP provee conectividad de extremo a extremo especificando como los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario.

### 4.8. Diagrama de Secuencia

#### 4.8.1. Subsistema Móvil

##### 4.8.1.1. Actualizar estado (ON/OFF) de dispositivo

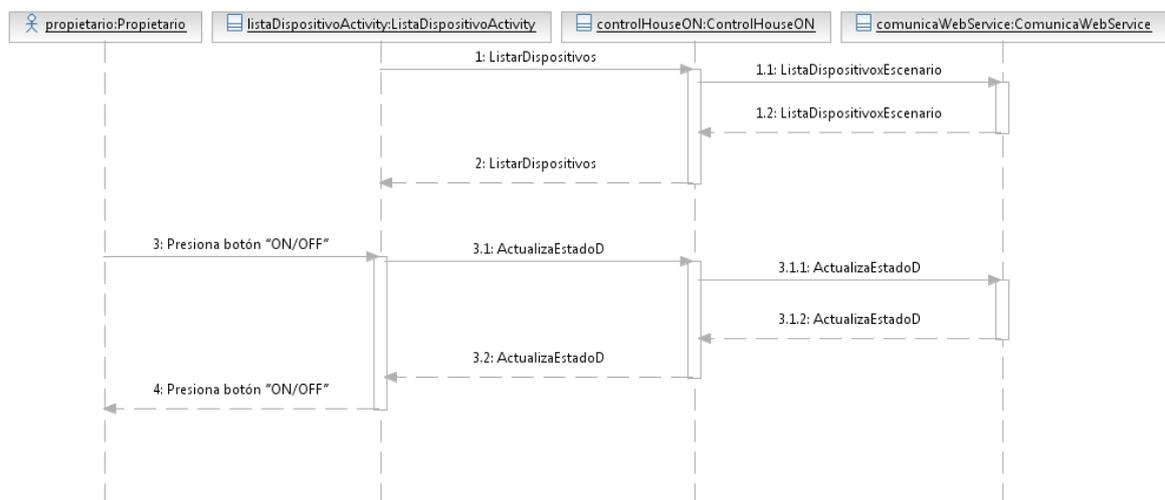


Figura 45: Diagrama de secuencia UC – Actualizar Estado ON/OFF.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.8.1.2. Gestionar tareas programadas

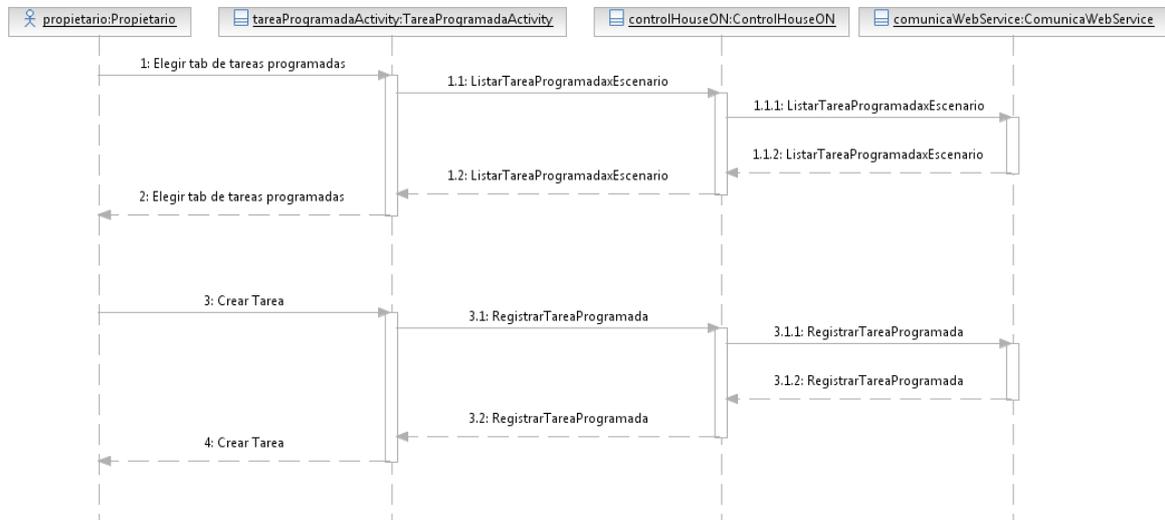


Figura 46: Diagrama de secuencia UC – Gestionar Tareas Programadas.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.8.1.3. Generar Reporte de Consumo Eléctrico

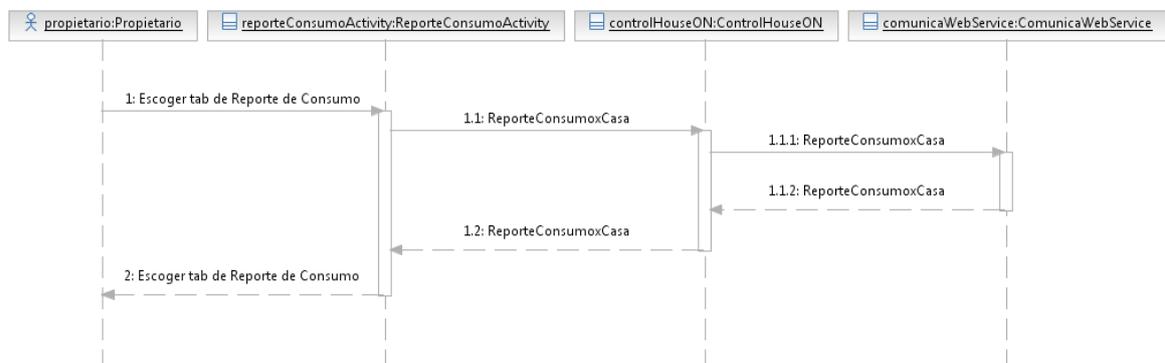


Figura 47: Diagrama de secuencia UC –Generar Reporte de Consumo Eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.8.2. Subsistema Web

### 4.8.2.1. Gestionar Casas

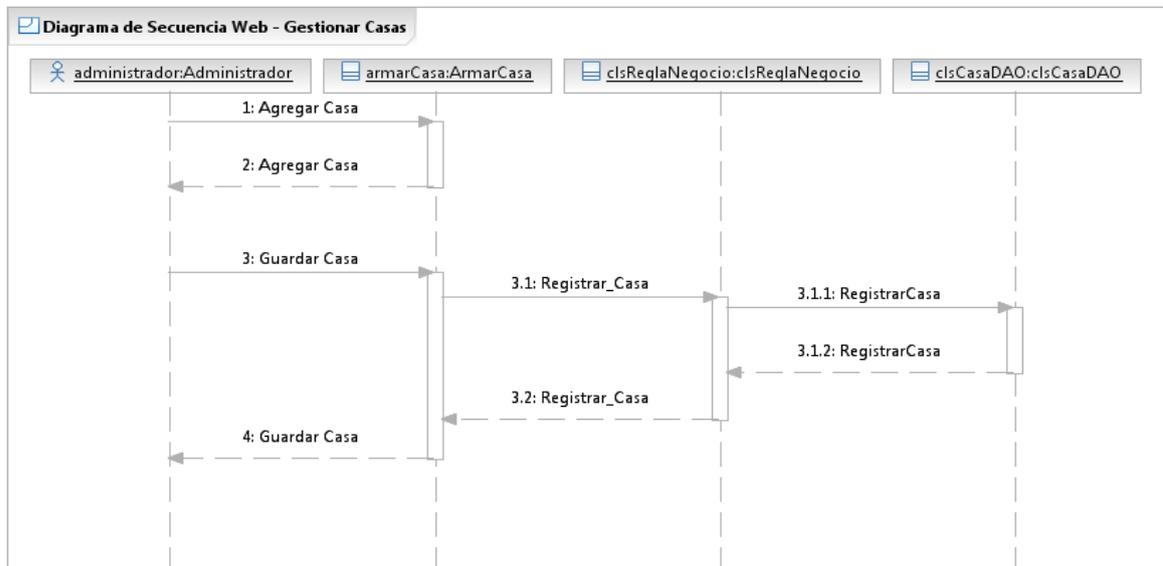


Figura 48: Diagrama de secuencia UC – Gestionar Casas.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.8.2.2. Gestionar Escenarios

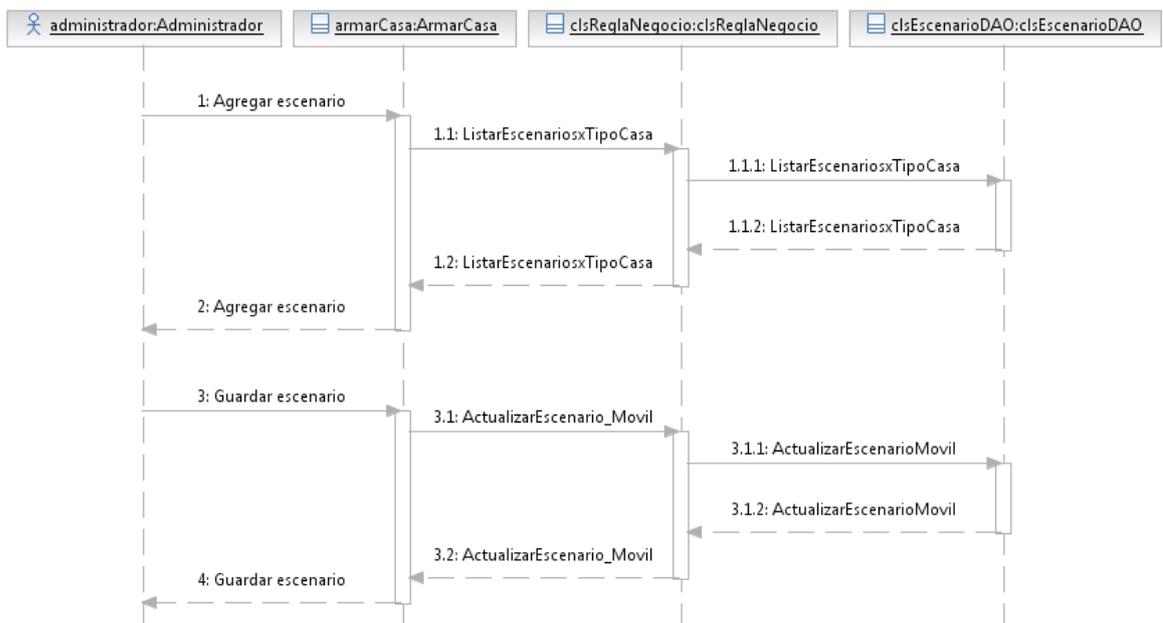


Figura 49: Diagrama de secuencia UC – Gestionar Escenarios.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.8.2.3. Gestionar Dispositivos

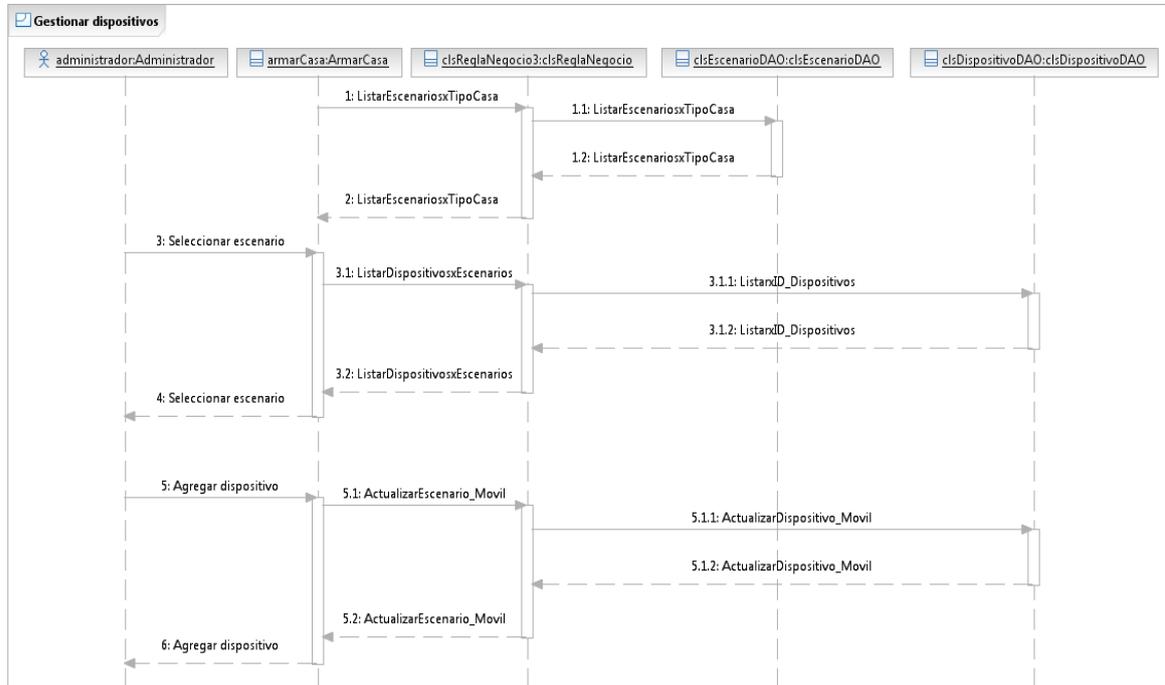


Figura 50: Diagrama de secuencia UC – Gestionar Dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.9. Plan de integración

### 4.9.1. Introducción

#### 4.9.1.1. Propósito

Este documento describe el plan que se seguirá para llevar a cabo la integración de los componentes de los subsistemas involucrados, además se desarrolla la línea base del primer reléase del sistema.

#### 4.9.1.2. Alcance

Este plan de integración cubre todo los componentes del subsistema Web y Móvil, estos formarán parte del reléase 1.0.

#### 4.9.1.3. Definiciones y abreviaciones

- Release: Es un lanzamiento de cierta funcionalidad que se realiza en el desarrollo de un software.
- Testers: Personas encargadas de encontrar errores.

## 4.9.2. Subsistemas

### 4.9.2.1. Web

A continuación se muestran los componentes del subsistema Web a ser integrados.

COMPONENTE	PROCESO
COMPONENT.PresentationWeb	Este proceso nos mostrará los formularios necesarios para gestionar usuarios, dispositivos, casas, escenarios y visualizar reportes.
COMPONENT.BL	Este proceso es el encargado de entrelazar el componente de presentación y el componente de acceso a datos.
COMPONENT.DAO	Este proceso es el encargado de conectar con la Base de datos.
COMPONENT.Entity	Este proceso define todas las entidades necesarias para cubrir los requerimientos del subsistema.
COMPONENT.WebService	Este proceso es el encargado de enviar y recibir la información a través de internet, el mismo que será consumido por el subsistema móvil y subsistema ARM.
COMPONENT.Library	Este proceso es el encargado de para cubrir los requerimientos de seguridad de la información.

Tabla 10: Componentes subsistema web.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.2.2. Móvil

A continuación se muestran los componentes del subsistema Móvil a ser integrados.

COMPONENTE	PROCESO
com.view.houseon	Este proceso nos mostrara las interfaces necesarias para gestionar y controlar dispositivos, tareas programadas y visualizar reportes desde un dispositivo móvil.
com.controlller.houseon	Este proceso es el encargado de entrelazar la comunicación entre la vista y el modelo.
com.model.houseon	Este proceso provee funcionalidad para de conectar con la Base de datos. Además define de las entidades necesarias para cubrir los requerimientos.

Tabla 11: Componentes subsistema web.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.3. Despliegue

##### 4.9.3.1. Integración 1

La primera integración incluirá la siguiente funcionalidad:

- Inicio de sesión y autenticación
- Gestor Usuarios
- Gestor Casas

SUBSISTEMA	CASOS DE USO
Subsistema Móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autenticar usuario</li> <li>• Listar casas</li> <li>• Actualizar casas</li> </ul>
Subsistema Web	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autenticar Administrador</li> <li>• Gestionar usuarios</li> <li>• Gestionar casas</li> </ul>

Tabla 12: Plan de Integración 1.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.3.2. Integración 2

La segunda integración incluirá la siguiente funcionalidad:

- Gestor Escenarios
- Gestor Dispositivos

SUBSISTEMA	CASOS DE USO
Subsistema Móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listar escenarios</li> <li>• Actualizar escenarios</li> <li>• Listar dispositivos</li> <li>• Actualizar dispositivos</li> <li>• Actualizar estado (ON/OFF) dispositivos</li> </ul>
Subsistema Web	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar escenarios</li> <li>• Gestionar dispositivos</li> </ul>

Tabla 13: Plan de Integración 2.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9.3.3. Integración 3

La tercera integración incluirá la siguiente funcionalidad:

- Gestor Tareas programadas
- Reportes

SUBSISTEMA	CASOS DE USO
Subsistema Móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar tareas programadas</li> <li>• Generar reportes de consumo eléctrico</li> </ul>
Subsistema Web	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar reportes de usuarios</li> <li>• Generar reportes de dispositivos por casa</li> </ul>

Tabla 14: Plan de Integración 3.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.10. Plan de pruebas

### 4.10.1. Descripción de pruebas

Para el desarrollo de este proyecto se estableció usar la técnica de prueba de caja negra. Las pruebas de caja negra son aquellas que enfocan el elemento de estudio desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas que produce. Este estudio no analiza el funcionamiento interno que realiza. El punto importante de este tipo de pruebas es probar el ¿Qué hace? mas no el ¿Cómo lo hace?

Las ventajas de un enfoque de caja negra son las siguientes:

- La prueba es imparcial ya que el que diseño el software y el que lo prueba son totalmente independientes.
- El tester no necesita conocimientos de programación.
- Las pruebas se realizan desde un punto de vista de usuario.

### 4.10.2. Casos de prueba

A continuación se listan los casos de prueba desarrollados para el subsistema móvil y web:

#### Subsistema Web

- Caso de prueba Registrar usuario
- Caso de prueba Registrar casa
- Caso de prueba Registrar escenario (por identificar)

#### Subsistema Móvil

- Caso de prueba Actualizar casas
- Caso de prueba Actualizar escenarios
- Caso de prueba Actualizar dispositivos
- Caso de prueba Registrar tareas programadas

#### 4.10.2.1. Caso de prueba - Registrar usuario

La interfaz de registro provee los siguientes campos:

- Nombres
- Apellidos
- Email
- Password
- Genero

A continuación se muestran las clases de equivalencia para realizar la prueba de caja negra.

NOMBRE CAMPO	CONDICIÓN	CLASE VALIDA	CLASE NO VALIDA
Nombres	Cadena de caracteres alfanumérico (incluido espacio) de hasta 20 caracteres máximo.	1.- Cualquier cadena de caracteres alfanumérico.	2.- Cualquier cadena de símbolos. 3.- Cualquier cadena nula.
Apellidos	Cadena de caracteres alfanumérico (incluido espacio) de hasta 20 caracteres máximo	4.- Cualquier cadena de caracteres alfanumérico.	5.- Cualquier cadena de símbolos. 6.- Cualquier cadena nula.
Email	Formato <a href="mailto:abc@example.com">abc@example.com</a>	7.- Formato abc@example.com	8.- Cualquier cadena diferente del formato
Password	Cadena de caracteres conformada por letras y números o símbolos entre 5 y 20 caracteres máximo.	9.- Cualquier cadena alfanumérica y numérica o símbolos	10.- Cualquier cadena alfanumérica 11.- Cualquier cadena numérica. 12.- Cualquier cadena de símbolos 13.- Cualquier cadena nula
Genero	Cadena de caracteres alfanumérico: Masculino, Femenino	14.- Cualquier cadena que sea Masculino o Femenino	14.- Cualquier cadena nula

Tabla 15: Clases de equivalencia registrar usuario.

Fuente: Elaboración propia.

N°	CLASES DE EQUIVALENCIA O CONDICIÓN	VALORES DE ENTRADA	RESULTADO ESPERADO
CP-01	1-4-7-9-14	Nombres: Pavel Abimael Apellidos: Padilla Villanueva Email: ppadilla7@gmail.com Password: Test123 Género: Masculino	El sistema registra el usuario y muestra un mensaje informando que el registro fue satisfactorio.
CP-02	2-4-7-9-14	Nombres: %%%23232 Apellidos: Príncipe Email: rich@test.com Password: Test123 Género: Masculino	El sistema no registra el usuario y muestra un mensaje informando que sólo se acepta caracteres alfanuméricos.

Tabla 16: Casos de prueba registrar usuario.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10.2.2. Caso de prueba – Registrar casa

La interfaz de registro provee los siguientes campos:

- Descripción

A continuación se muestra las clases de equivalencia para realizar la prueba de caja negra.

NOMBRE CAMPO	CONDICIÓN	CLASE VALIDA	CLASE NO VALIDA
Descripción	Cadena de caracteres alfanumérico de hasta 20 caracteres máximo.	1.- Cualquier cadena de caracteres alfanumérico.	2.- Cualquier cadena de símbolos. 3.- Cualquier cadena nula.

Tabla 17: Clases de equivalencia registrar casa.

Fuente: Elaboración propia.

N°	CLASES DE EQUIVALENCIA O CONDICIÓN	VALORES DE ENTRADA	RESULTADO ESPERADO
CP-01	1	Descripción: Casa Miraflores	El sistema registra la casa y muestra un mensaje informando que el registro fue satisfactorio.
CP-02	2	Descripción : %%%23232	El sistema no registra la casa y muestra un mensaje informando que sólo se acepta caracteres alfanuméricos.

Tabla 18: Casos de prueba registrar casa,

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10.2.3. Caso de prueba – Actualizar casa

La interfaz de actualización provee los siguientes campos:

- Nombre

A continuación se muestra las clases de equivalencia para realizar la prueba de caja negra.

NOMBRE CAMPO	CONDICIÓN	CLASE VALIDA	CLASE NO VALIDA
Nombre	Cadena de caracteres alfanumérico de hasta 20 caracteres máximo.	1.- Cualquier cadena de caracteres alfanumérico.	2.- Cualquier cadena de símbolos. 3.- Cualquier cadena nula.

Tabla 19: Clases de equivalencia actualizar casa.

Fuente: Elaboración propia.

N°	CLASES DE EQUIVALENCIA O CONDICIÓN	VALORES DE ENTRADA	RESULTADO ESPERADO
CP-01	1	Nombre: Casa Miraflores	El sistema actualiza el nombre de la casa y muestra un mensaje informando que la actualización fue satisfactoria.
CP-02	2	Nombre : %%%23232	El sistema no actualiza la casa y muestra un mensaje informando que sólo se acepta caracteres alfanuméricos.

Tabla 20: Casos de prueba actualizar casa.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10.2.4. Caso de prueba – Actualizar escenario

La interfaz de actualización provee los siguientes campos:

- Nombre

A continuación se muestra las clases de equivalencia para realizar la prueba de caja negra.

NOMBRE CAMPO	CONDICIÓN	CLASE VALIDA	CLASE NO VALIDA
Nombre	Cadena de caracteres alfanumérico de hasta 20 caracteres máximo.	1.- Cualquier cadena de caracteres alfanumérico.	2.- Cualquier cadena de símbolos. 3.- Cualquier cadena nula.

Tabla 21: Clases de equivalencia actualizar escenario.

Fuente: Elaboración propia.

N°	CLASES DE EQUIVALENCIA O CONDICIÓN	VALORES DE ENTRADA	RESULTADO ESPERADO
CP-01	1	Nombre: Habitación Principal	El sistema actualiza el nombre del escenario y muestra un mensaje informando que la actualización fue satisfactoria.
CP-02	2	Nombre : %%%23232	El sistema no actualiza el escenario y muestra un mensaje informando que sólo se acepta caracteres alfanuméricos.

Tabla 22: Casos de prueba actualizar escenario.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10.2.5. Caso de prueba – Registrar tarea programada

La interfaz de registro provee los siguientes campos:

- Nombre
- Escenario
- Fecha inicio
- Hora de inicio
- Hora finalización

A continuación se muestra las clases de equivalencia para realizar la prueba de caja negra.

NOMBRE CAMPO	CONDICIÓN	CLASE VALIDA	CLASE NO VALIDA
Nombre	Cadena de caracteres alfanumérico de hasta 20 caracteres máximo.	1.- Cualquier cadena de caracteres alfanumérico.	2.- Cualquier cadena de símbolos. 3.- Cualquier cadena nula.

Tabla 23: Clases de equivalencia registrar tarea programada.

Fuente: Elaboración propia.

N°	CLASES DE EQUIVALENCIA O CONDICIÓN	VALORES DE ENTRADA	RESULTADO ESPERADO
CP-01	1	Nombre: Habitación Principal	El sistema Actualiza el nombre del escenario y muestra un mensaje informando que la actualización fue satisfactoria.
CP-02	2	Nombre : %%%23232	El sistema no actualiza el escenario y muestra un mensaje informando que sólo se acepta caracteres alfanuméricos.

Tabla 24: Casos de prueba registrar tarea programada.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.11. Descripción de la plataforma de despliegue

### 4.11.1. Introducción

Este documento describe el proceso de despliegue requerido para el proyecto en curso. Dicho documento será de utilidad para el equipo a cargo de desplegar el proyecto.

#### 4.11.1.1. Propósito

El propósito de este documento es brindar los pasos necesarios para el despliegue correcto del software.

#### 4.11.1.2. Alcance

El documento deberá ser una guía de implementación y despliegue del sistema.

#### 4.11.1.3. Definiciones, términos y abreviaturas

- C# - Es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .NET.
- IIS - Es un servidor web y un conjunto de servicios para el sistema operativo Microsoft Windows.

- JAVA - Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible.
- DDL - Lenguaje de definición de datos proporcionado por el sistema de gestión de base de datos.
- DML - Lenguaje de manipulación de datos proporcionado por el sistema de gestión de base de datos.
- SQL SERVER - Sistema de manejo de bases de datos del modelo relacional, desarrollado por la empresa Microsoft.

#### 4.11.2. Plan de despliegue

Este plan describe los pasos a seguir en cuanto a la instalación y configuración del software para su correcto funcionamiento en el entorno web y móvil.

##### 4.11.2.1. Proceso de despliegue

- **Aplicación Web**

**Paso 1:** Para subir los archivos al servidor web, se deberá establecer una conexión RDP (Remote Desktop Protocol) y proceder a configurar el servidor.

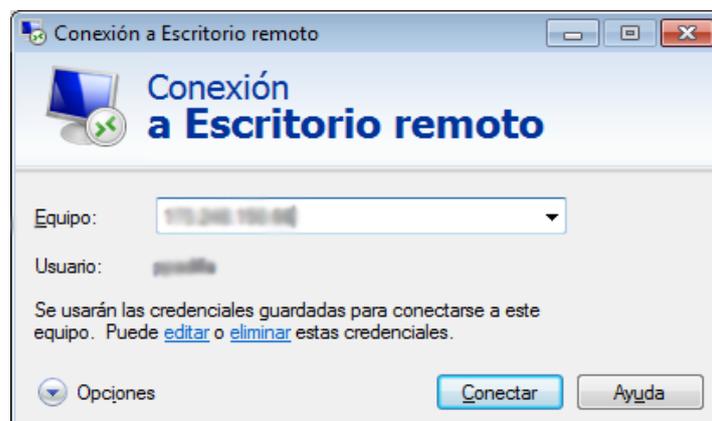


Figura 51. Conexión rdp hacia el servidor web.

Fuente: Elaboración propia.

**Paso 2:** Crear una carpeta en el disco C:// llamado “houseon”, será allí donde se alojara los archivos de la aplicación.

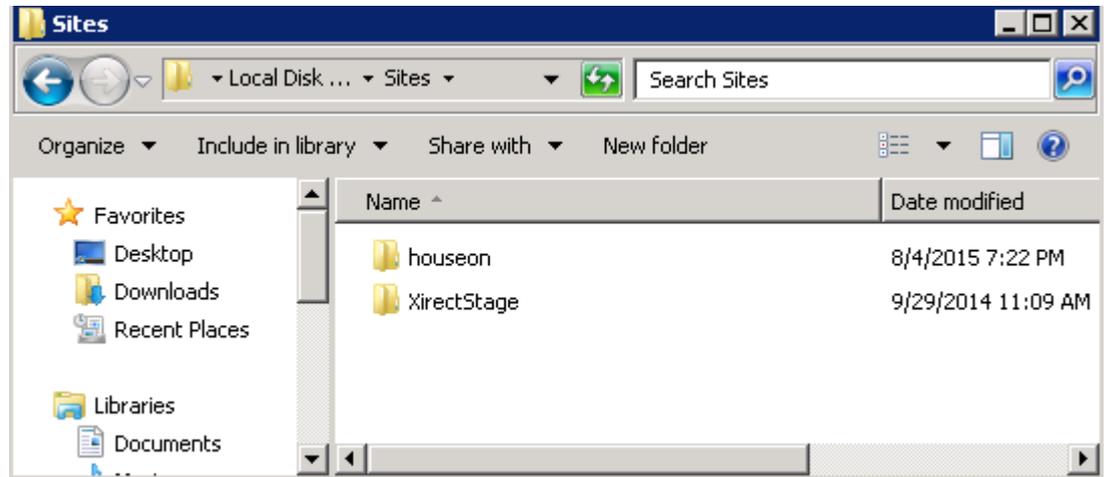


Figura 52. Carpeta de publicación en el servidor web.

Fuente: Elaboración propia.

**Paso 3:** Luego crear un site desde IIS en el servidor llamado “houseon”, se deberá asignar la ubicación donde de la carpeta “houseon” antes creada.

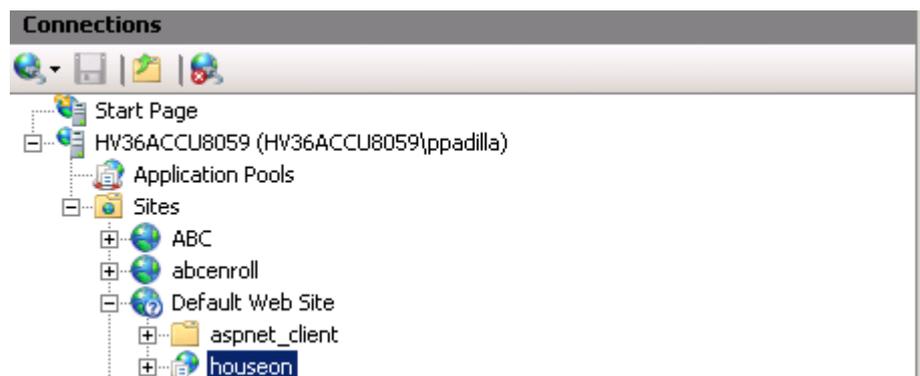


Figura 53. Site “houseon” creado en IIS.

Fuente: Elaboración propia.

**Paso 4:** Copiar y descomprimir archivo en la ubicación designada, de servidor.

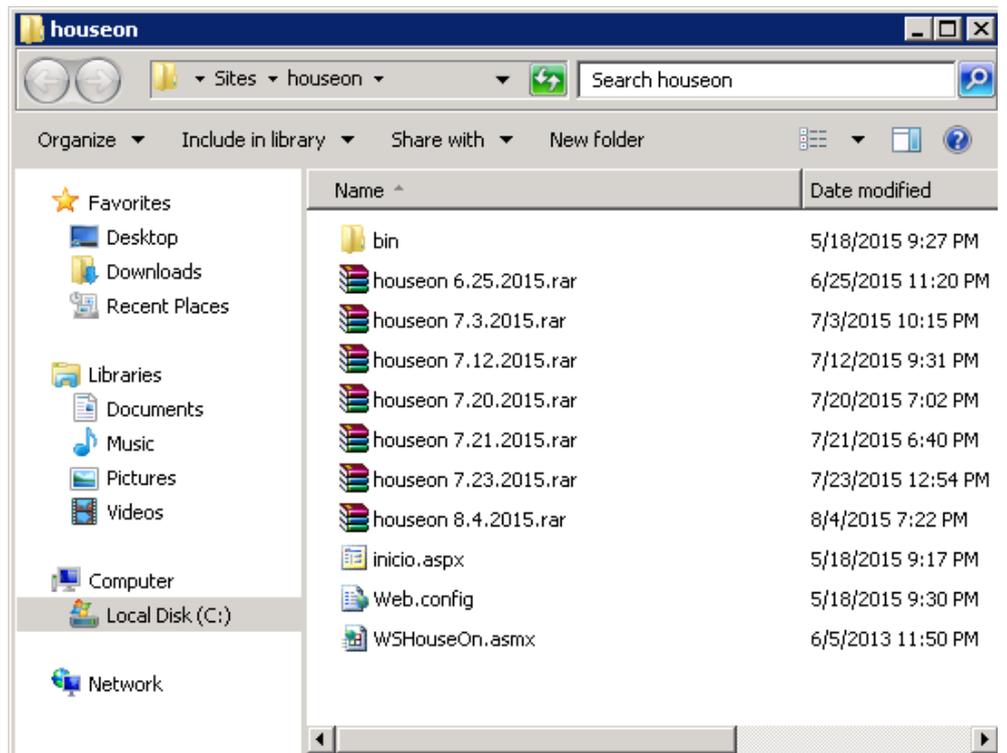


Figura 54. Archivos de publicación “houseon”.

Fuente: Elaboración propia.

**Paso 5:** Crear Base de datos llamada “**BD\_Houseon**” con la herramienta “SQL server Management Studio”.

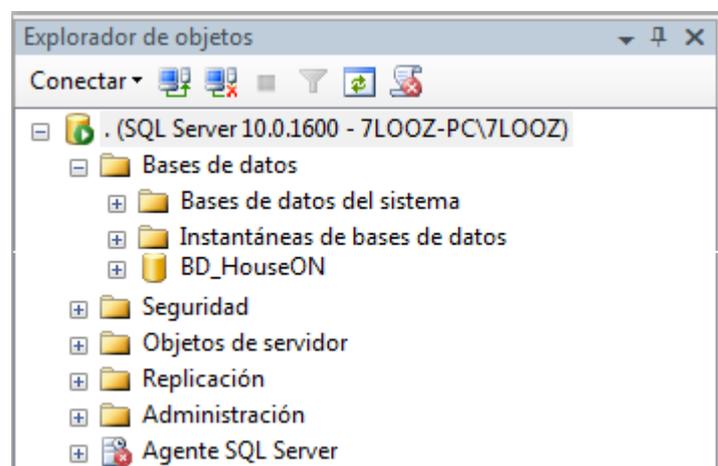


Figura 55. Creación Base de datos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Aplicación Móvil**

**Paso 1:** Para proceder el despliegue de la aplicación móvil, se deberá descargar y ejecutar el instalador generado en el dispositivo móvil del propietario.

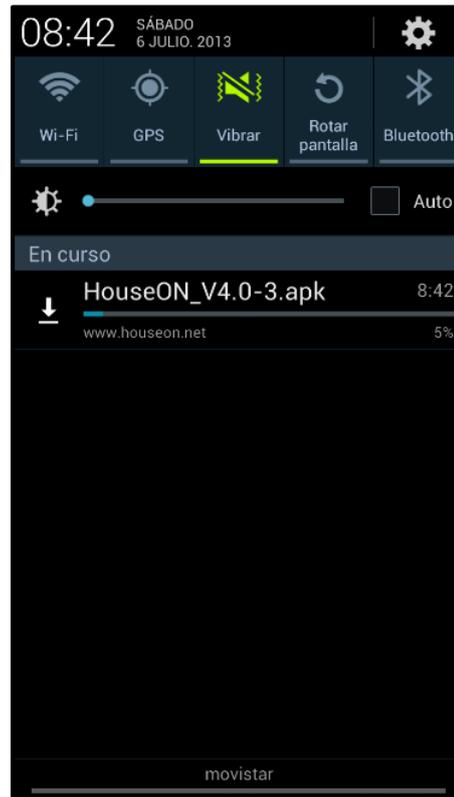


Figura 56. Descarga del app “HouseOn”

Fuente: Elaboración propia.

**Paso 2:** El propietario deberá autenticarse a través del usuario y contraseña asignada por el administrador.



Figura 57. Login “Houseon”

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.11.2.2. Responsabilidades

Es responsabilidad del equipo técnico llevar a cabo el despliegue del subsistema web y móvil para ello deberá seguir los pasos descritos en este presente documento.

### 4.11.2.3. Cronograma

#	FECHA	ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
1	24/04/2015	Crear carpeta "houseon" en el servidor	Tener en cuenta el paso 2 del despliegue web.
2	24/04/2015	Creación de site llamado "houseon" en IIS.	Tener en cuenta el paso 3 del despliegue web.
3	24/04/2015	Crear BD en el nombre "BD_Houseon"	Tener en cuenta el paso 5 del despliegue web.
4	24/04/2015	Procesar script de base de datos	-
5	24/04/2015	Configurar el acceso a la Base de datos para el aplicativo.	-
6	24/04/2015	Configurar Webconfig.	-
7	24/04/2015	Ejecutar Site.	-

Tabla 25: Cronograma de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.11.3. Recursos

#### 4.11.3.1. Hardware - web

##### Características del Servidor IIS:

- Disco Duro: 1 TB (50 Mb requeridos para el proyecto)
- Memoria: 4GB
- Procesador de 4 núcleos (AMD o Intel)

##### Características del Servidor de Base de Datos:

- Servidor SQL Server 2008

#### 4.11.3.2. Hardware – móvil

##### Características:

- Smartphone con android 2.2 como mínimo.

## 4.12. Proceso de desarrollo de software para la computadora ARM y microcontroladores

Este apartado se centra únicamente al proceso de desarrollo del subsistema ARM, dicho sistema es el encargado de reflejar los cambios de estado de los dispositivos a nivel físico es decir manipula directamente el hardware, dicho esto y según su naturaleza este se clasifica como un sistema de tiempo real, por tanto se eligió la metodología ROPES para su desarrollo.

### 4.12.1. Disciplinas aplicadas

A continuación se resume las disciplinas aplicadas durante el proceso de desarrollo del software usando la metodología ROPES, además se muestra los artefactos relacionados por cada disciplina.

DISCIPLINAS	ARTEFACTOS
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de requisitos</li> <li>• Casos de uso</li> <li>• Requerimientos específicos</li> </ul>
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de diseño arquitectónico</li> </ul>
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código fuente generado</li> </ul>
Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de pruebas de integración</li> </ul>

Tabla 26: Disciplinas aplicadas – ROPES

Fuente: Elaboración propia.

## 4.13. Documento de requisitos

Este documento proporciona información clara y precisa de cada uno de los requerimientos del software que se va a desarrollar correspondiente al subsistema ARM, siendo este elaborado para el proveedor del sistema.

### 4.13.1. Reporte de casos de uso

Un caso de uso es una técnica para la captura de requisitos potenciales de un nuevo sistema de software. Cada caso de uso proporciona uno o más escenarios que indican cómo debería interactuar el sistema con el usuario o con otro sistema para conseguir un objetivo específico.

Para el presente documento los casos de uso son:

CÓDIGO	CASO DE USO	ACTORES
CU01	Sensar cambio de estado	Subsistema Web Administrador
CU02	Sensar movimiento en sensor	Subsistema Web Administrador
CU03	Iniciar sensores	Subsistema Web Administrador
CU04	Enviar señal de cambio de estado	Raspberry Pi
CU05	Enviar señal de movimiento	Sensor de movimiento
CU06	Procesar señal de cambio de estado	Emisor RF
CU07	Procesar señal de movimiento	Emisor RF

Tabla 27: Casos de uso subsistema ARM.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.13.2. Requerimientos específicos

##### 4.13.2.1. Funcionalidad

###### 4.13.2.1.1 CU01- Sensar cambio de estado de dispositivos

El sistema deberá detectar cualquier cambio realizado por el usuario.

###### 4.13.2.1.2 CU02 - Sensar movimiento en sensor

El sistema deberá detectar cualquier cambio realizado por los sensores de movimiento.

###### 4.13.2.1.3 CU03- Iniciar sensores según tarea programada

El sistema deberá iniciar los sensores por escenario, en función de la hora de inicio y fin establecida.

#### **4.13.2.1.4 CU04- Emitir señal de cambio de estado de dispositivo**

El sistema deberá emitir una señal para indicar el encendido o apagado del dispositivo, según corresponda.

#### **4.13.2.1.5 CU05- Emitir señal de movimiento sentido**

El sistema deberá emitir una señal, obtenido a través del sensor de movimiento para indicar el encendido o apagado del dispositivo según corresponda.

#### **4.13.2.1.6 CU06- Procesar señal de cambio de estado**

El sistema deberá procesar la señal recibida inalámbricamente para prender o apagar el dispositivo según corresponda.

#### **4.13.2.1.7 CU07- Procesar señal de movimiento sentido**

El sistema deberá procesar la señal recibida inalámbricamente a través del sensor para prender o apagar el dispositivo según corresponda.

## 4.14. Casos de uso

### 4.14.1. Diagrama de casos de uso

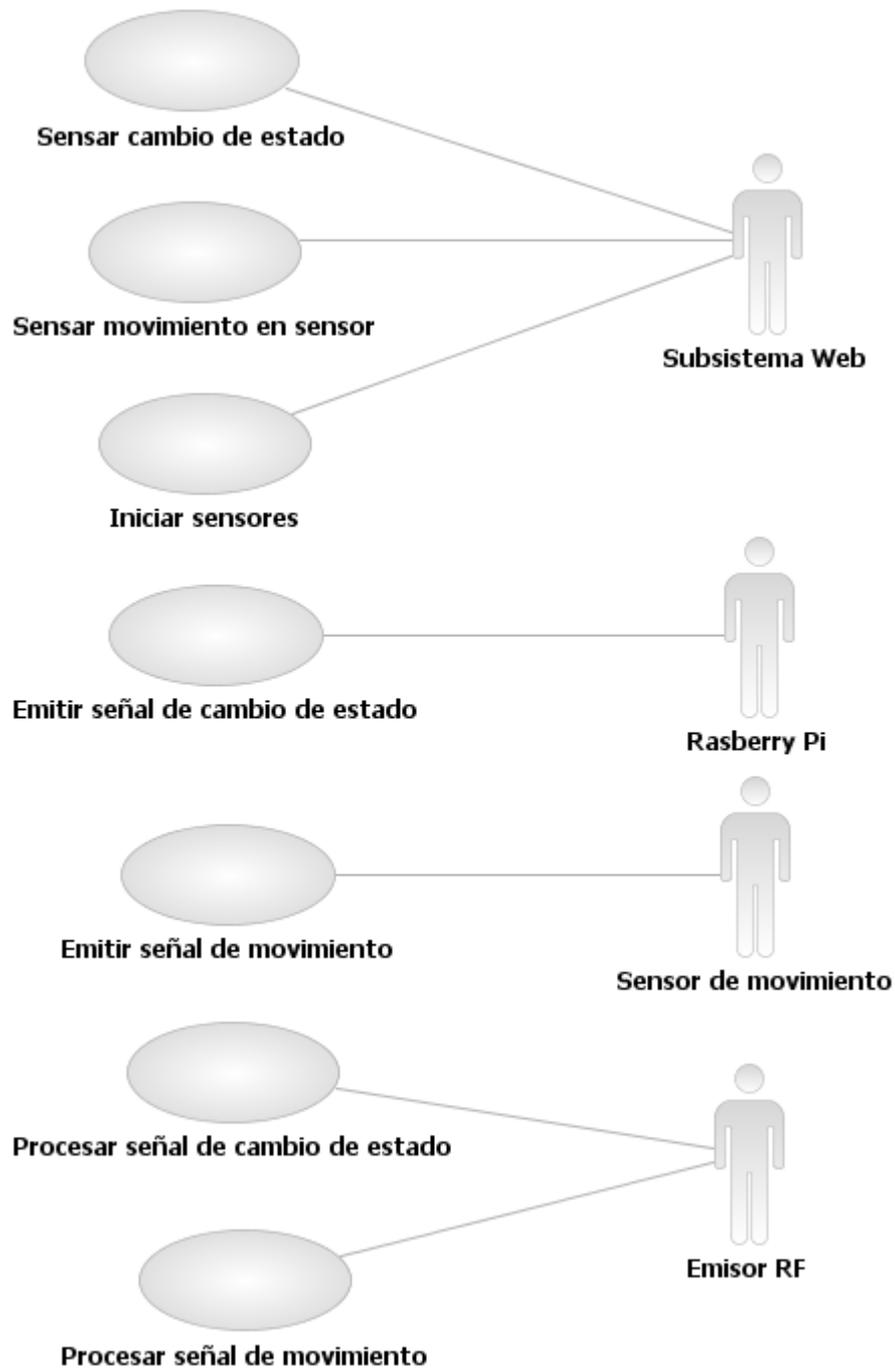


Figura 58: Diagrama de casos de uso Subsistema ARM

Fuente: Elaboración propia.

## 4.15. Modelo de diseño arquitectónico

### 4.15.1. Diseño de clases

#### 4.15.1.1. Diseño de clases subsistema Raspberry Pi

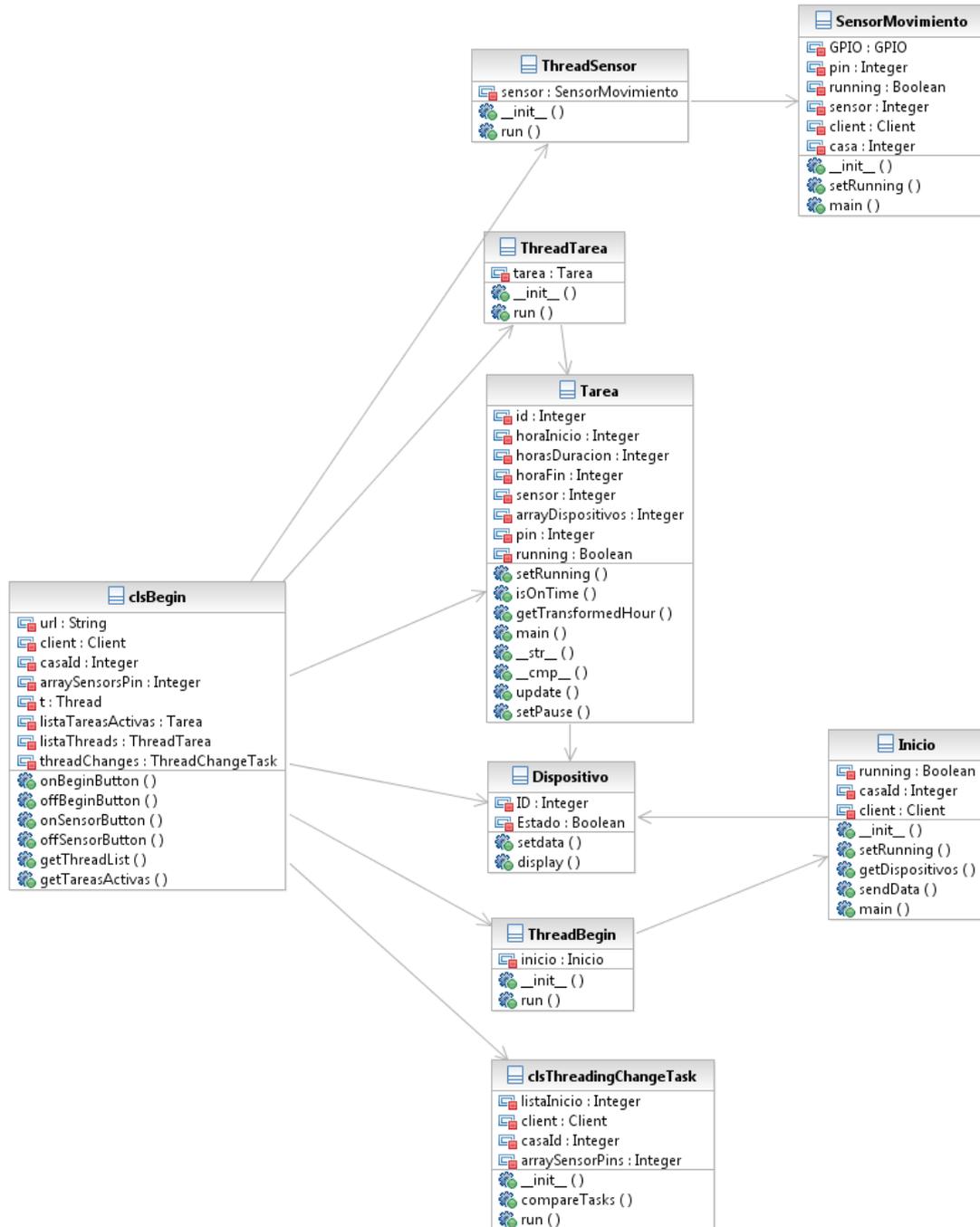


Figura 40: Diagrama de clases subsistema móvil

Fuente: Elaboración propia

- clsBegin
- ThreadSensor
- ThreadTarea
- Tarea
- Dispositivo
- ThreadBegin
- clsThreadingChangeTask
- SensorMovimiento
- Inicio

**Clase clsBegin:** Esta clase controla la puesta en marcha de los requerimientos para el control en tiempo real de los dispositivos y las tareas programadas para las tareas.

**Clase ThreadSensor:** Esta clase representa al hilo de control del sensor de presencia y los dispositivos bajo su control.

**Clase Tarea:** Esta clase encapsula las tareas programadas para el control de los sensores.

**Clase Dispositivo:** Esta clase representa a un dispositivo de iluminación a controlar.

**Clase ThreadBegin:** Esta clase controla el hilo de control para encender y apagar los dispositivos.

**Clase clsThreadingChangeTask:** Esta clase gestiona los cambios de estado de los sensores y dispositivos.

**SensorMovimiento:** Esta clase controla el funcionamiento de un sensor de movimiento.

**Inicio:** Esta clase gestiona el proceso de envío de los cambios de estado de los dispositivos hasta la base de datos remota.

#### 4.15.1.2. Diseño de clases subsistema empotrado en dispositivos



Figura 40: Diagrama de clases subsistema móvil

Fuente: Elaboración propia

- emisor
- receptor

**Clase emisor:** Esta clase encapsula el funcionamiento del emisor de señal de encendido y apagado para los dispositivos. Recibe una señal desde el subsistema raspberry pi, para procesarla y enviarla por vía inalámbrica a un receptor.

**Clase receptor:** Esta clase encapsula el funcionamiento del receptor de señal de encendido y apagado para los dispositivos. Recepciona una señal inalámbrica para procesar el identificador del dispositivo y la orden a ejecutar.

#### 4.15.1.3. Diseño de clases subsistema empotrado en sensores



Figura 40: Diagrama de clases subsistema móvil

Fuente: Elaboración propia

- emisorSensorMovimiento
- receptor SensorMovimiento

**Clase emisorSensorMovimiento:** Esta clase encapsula el funcionamiento del emisor de señal para el sensor de movimiento. Si el sensor de movimiento detecta la presencia de una persona, entonces se comunica por vía inalámbrica.

**Clase receptorSensorMovimiento:** Esta clase encapsula el funcionamiento del receptor de señal para el receptor del sensor de movimiento. Recepciona la señal proveniente de un sensor de movimiento, la procesa y comunica al subsistema raspberry pi para que gestione la orden correspondiente.

#### 4.15.2. Diagrama de componentes

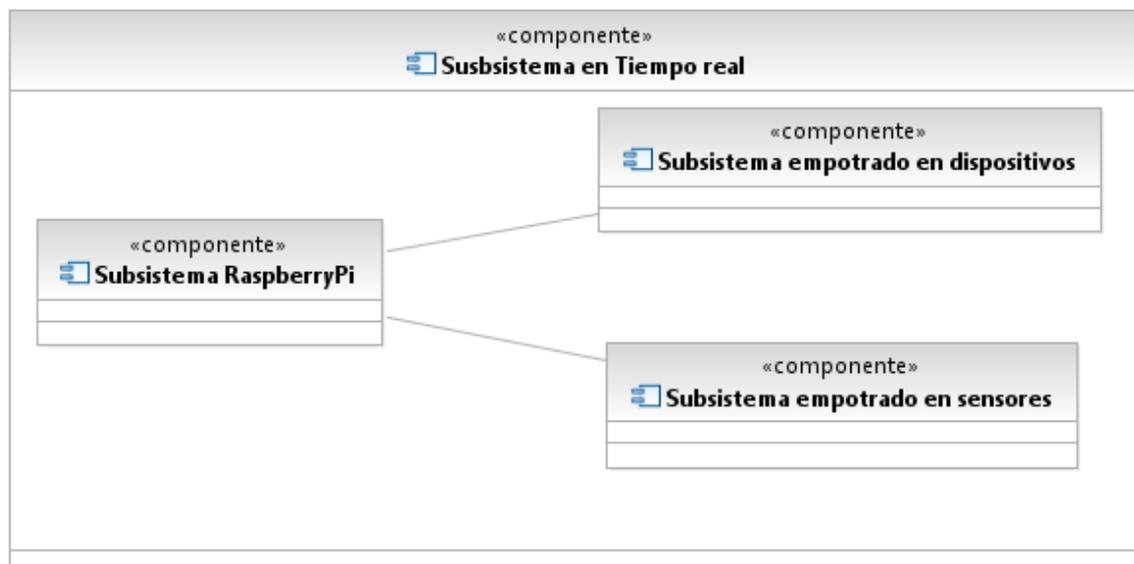


Figura 59: Diagrama de componentes Subsistema en Tiempo Real.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.16. Código fuente representativo

### 4.16.1. Subsistema Raspberry Pi

- clsBegin

```
#CLASE DE INICIO DEL SISTEMA HOUSEON EN RASPBERRY PI
from suds.client import Client
import Tkinter as TK
import clsThreadBegin
import clsThreadSensor
import clsTarea
import Dispositivo
import clsThreadTarea
import clsThreadingChangeTask

#Iniciar hilos para controlar los dispositivos de la casa
def onBeginButton():
    t.start()

#Detener hilos para controlar los dispositivos de la casa
def offBeginButton():
    t.inicio.setRunning(False)
    t.join()

#Iniciar hilos para controlar los sensores para las tareas programadas de
la casa
def onSensorButton():
    threadsNumber = len(listThreads)
    for i in range(0, threadsNumber):
        listThreads[i].start()
    threadChanges.start()

#Detener hilos para controlar los sensores para las tareas programadas de
la casa
def offSensorButton():
    threadChanges.join()
    threadsNumber = len(listThreads)
    for i in range(0, threadsNumber):
        listThreads[i].tarea.setRunning(False)
        listThreads[i].join()

#Inicializar los sensores de la casa
def getThreadList():
    lista = []
    threadsNumber = len(arraySensorPins)
    for i in range(0, threadsNumber):
```

```

        lista.append(clsThreadTarea.ThreadTarea(listaTareasActivas[i]))
    return lista

#Obtener tareas activas para controlar los sensores y sus dispositivos
relacionados
def getTareasActivas():
    tareas = client.service.ObtenerTareasActivas(casaId)
    numSensores = len(arraySensorPins)
    numTareas = len(tareas['clsTareaProgramada'])
    lista = []
    for i in range(0, numSensores):
        wasappened = False
        for j in range(0, numTareas):
            if (i+1) ==
tareas['clsTareaProgramada'][j].Escenario.ListaD['clsDetEscenarioDisposit
ivo'][0].Sensor:
                listaDevices = []
                sensor = 0
                for devices in
tareas['clsTareaProgramada'][j].Escenario.ListaD['clsDetEscenarioDisposit
ivo']:
                    device = Dispositivo.Dispositivo()
                    device.ID = devices.ID
                    device.Estado = devices.Estado
                    sensor = devices.Sensor
                    listaDevices.append(device)
                nuevaTarea =
clsTarea.Tarea(tareas['clsTareaProgramada'][j].ID,
tareas['clsTareaProgramada'][j].HoraInicio,
tareas['clsTareaProgramada'][j].HorasDuracion, listaDevices, sensor,
arraySensorPins[i])
                    lista.append(nuevaTarea)
                    wasappened = True
            if not wasappened:
                lista.append(None)
    return lista

#url para acceder a servicios web y la información de la configuración de
la casa
url = 'http://173.248.150.66:8088/houseon/WSHouseOn.asmx?WSDL'
client = Client(url)
casaId = 1

#arreglo de pines a controlar en raspberry pi
arraySensorPins = [4, 7, 8, 14, 15, 17, 18, 22, 23, 24]

#Inicializar los hilos para controlar los dispositivos de la casa
t = clsThreadBegin.ThreadBegin(casaId, client)

```

```
listaTareasActivas = getTareasActivas ()
listaThreads = getThreadList ()

#Inicializar los hilos para controlar los sensores de la casa
threadChanges =
clsThreadingChangeTask.ThreadingChangeTask(listaTareasActivas, client,
casaId)

#Configuración de la interfaz de usuario para iniciar o detener el
sistema de control de dispositivos y sensores o tareas programadas
root = TK.Tk ()
root.title("House On")
textoInicio = "Iniciar House on"
textoSensor = "Iniciar sensores"
beginLabel = TK.Label(root, text = textoInicio, width = len(textoInicio))
sensorLabel = TK.Label(root, text = textoSensor, width =
len(textoSensor))
onBeginButton = TK.Button(root, text = "On", command = onBeginButton)
offBeginButton = TK.Button(root, text = "Off", command = offBeginButton)
onSensorButton = TK.Button(root, text = "On", command = onSensorButton)
offSensorButton = TK.Button(root, text = "Off", command =
offSensorButton)
beginLabel.grid(row = 0, colspan = 2, sticky = TK.E+TK.W)
onBeginButton.grid(row = 1, column = 0, sticky = TK.E)
offBeginButton.grid(row = 1, column = 1, sticky = TK.W)
sensorLabel.grid(row = 2, colspan = 2, sticky = TK.E+TK.W)
onSensorButton.grid(row = 3, column = 0, sticky = TK.E)
offSensorButton.grid(row = 3, column = 1, sticky = TK.W)
TK.mainloop ()
```

#### 4.16.2. Subsistema empotrado en dispositivos

- Emisor

```
/** Código fuente a grabar en microcontrolador para enviar un orden de  
encendido o apagado de un dispositivo **/  
#include <TinyWireS.h> //Librería para acceder al bus I2C  
#include <Manchester.h> //Librería para serializar la información a  
transmitir  
#define I2C_SLAVE_ADDR 0x26 //constante para definir la dirección  
esclava para la comunicación  
  
/** Configuración de transmisión de datos e inicializar el bus I2C **/  
void setup()  
{  
    man.setupTransmit(3, MAN_1200);  
    TinyWireS.begin(I2C_SLAVE_ADDR);  
}  
  
/** Bucle infinito para que cuando se detecte un dato proveniente del  
Raspeberry pi, este se transmita por el emisor de radio frecuencia **/  
void loop() {  
    if (TinyWireS.available()){  
        int envio = TinyWireS.receive();  
        man.transmit(envio);  
    }  
}
```

### 4.16.3. Subsistema empotrado en sensores

- emisorSensorMovimiento

```
/** Código fuente a grabar en microcontrolador para detectar la presencia  
de una persona de un sensor y transmitir esta presencia por un circuito  
emisor de radio frecuencia **/
```

```
#include <Manchester.h> //Librería para serializar la información a  
transmitir
```

```
int pirPin = 4; //pin para leer a un sensor de movimiento  
int data = 50; //código de sensor de movimiento a manipular
```

```
/** Configuración de transmisión de datos e inicializar el bus I2C. Se  
establece el pin 4 a modo de lectura para recibir la información del  
sensor de movimiento, se espera dos segundos para su calibración, se  
inicia la funcionalidad del sensor **/
```

```
void setup(){  
    man.setupTransmit(3, MAN_1200);  
    pinMode(pirPin, INPUT);  
    for(int i = 0; i < 2; i++){  
        delay(1000);  
    }  
    digitalWrite(pirPin, LOW);  
}
```

```
/** Bucle infinito para que cuando se detecte la presencia de una  
persona, se transmita por el emisor de radio frecuencia, el código del  
sensor **/
```

```
void loop(){  
    if (digitalRead(pirPin) == HIGH){  
        man.transmit(data);  
    }  
}
```

## 4.17. Plan de pruebas de integración

### 4.17.1. Introducción

#### 4.17.1.1. Propósito

Este documento describe el plan a seguir para integrar los componentes del sistema involucrados.

#### 4.17.1.2. Alcance

Este plan de integración abarca los subsistemas Raspberry Pi, empotrado en dispositivos y sensores.

### 4.17.2. Subsistemas

#### 4.17.2.1. Raspberry Pi

Este subsistema consta de una interfaz de usuario para iniciar los procesos que controlan los dispositivos y las tareas programadas para ellas. Comunicándose por internet con el servidor remoto y comunicándose por los pines del Gpio del equipo Raspberry Pi con emisores para los dispositivos y con los receptores de los sensores de movimiento.

#### 4.17.2.2. Empotrado en dispositivos

Este subsistema se encarga de recibir una señal del equipo Raspberry Pi para enviarla por vía inalámbrica una señal consistente en una orden de encendido o apagado y el identificador del dispositivo a controlar. Finalmente recibe esta señal y la procesa para detectar el dispositivo y ejecutar la orden.

#### 4.17.2.3. Empotrado en sensores

Este subsistema se encarga enviar por vía inalámbrica el identificador del dispositivo relacionado con el sensor que detectó la presencia de una persona transitando en su rango de alcance. Luego se recepciona esta señal y se comunica al equipo Raspberry.Pi.

### 4.17.3. Despliegue

#### 4.17.3.1. Integración 1

SUBSISTEMA	CASOS DE USO
Subsistema Raspberry Pi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensar cambio de estado</li> <li>• Enviar señal de cambio de estado</li> </ul>
Subsistema empotrado en dispositivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesar señal de cambio de estado</li> </ul>

Tabla 28: Plan de integración 1 - ARM.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.17.3.2. Integración 2

SUBSISTEMA	CASOS DE USO
Subsistema Raspberry Pi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensar movimiento en sensor</li> <li>• Iniciar sensores</li> </ul>
Subsistema empotrado en dispositivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar señal de movimiento</li> <li>• Procesar señal de movimiento</li> </ul>

Tabla 29: Plan de integración 2 - ARM.

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Tipo de diseño de investigación.

Se seguirá un diseño de investigación pre experimental. El diagrama a continuación muestra el diseño propuesto, pre test – post test con un solo grupo.

$$O_1 X O_2$$

Donde:

O1: Observación del grupo antes de aplicar la solución

X: Aplicación de la solución

O2: Observación del grupo luego de aplicar la solución.

### 5.2. Material de estudio.

#### 5.2.1. Unidad de estudio.

Los departamentos del edificio Lozano.

#### 5.2.2. Población.

La población está constituida por los departamentos del edificio Lozano, ubicado en la Urbanización Monserrate mz. M lote 30 en la ciudad de Trujillo. Actualmente son 14 departamentos.  $N = 14$

#### 5.2.3. Muestra.

Dado que la población  $N < 30$ ; se asume que el tamaño de la muestra es:

$$N = n = 14$$

### 5.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

#### 5.3.1. Para recolectar datos.

##### a) Técnicas:

- **Observación:** En esta primera instancia, será la percepción del problema identificado.
- **Mediciones:** Registraremos los eventos antes y después de aplicada la solución, midiendo así nuestros indicadores.
- **Registro de eventos:** Guardaremos los eventos realizados en el sistema.

##### b) Instrumentos:

- Fichas de registro
- Fotografías

#### 5.3.2. Para procesar datos.

##### a) Técnicas:

- **Codificación:** Estableceremos claves y escalas de valores que se van a utilizar para organizar los datos.
- **Tabulación:** Es un ordenamiento de la información en filas y columnas.

##### b) Instrumentos:

- **Hoja de Cálculo Office:** Nos permitirá cuantificar los datos obtenidos de entrevistas y cuestionarios, también facilitará el tipo de vistas de los datos obtenidos.
- **Base de datos:** Para agrupar y consultar la información obtenida por el sistema.
- **Tablas estadísticas:** Nos permitirá presentar de forma ordenada las distribuciones de frecuencias.
- **Gráficos:** Para presentar los datos en forma de dibujo de tal modo que se pueda percibir fácilmente los hechos esenciales.

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS

Comprende la medición de los indicadores correspondientes a la variable dependiente, bajo los efectos de la variable independiente. Los resultados mostrados se recolectaron de la forma prueba pre-test y post-test. A continuación se describen cada una de ellas.

La contrastación de la hipótesis se realizó según el método mencionado Pre Test- Post Test para determinar si se acepta o se rechaza la hipótesis.

### **Variables de medición:**

MA: Medición Antes

MD: Medición Después

D: Diferencia entre MA – MD.

### **6.1. Indicador 1: Tiempo respuesta del sistema. (Performance)**

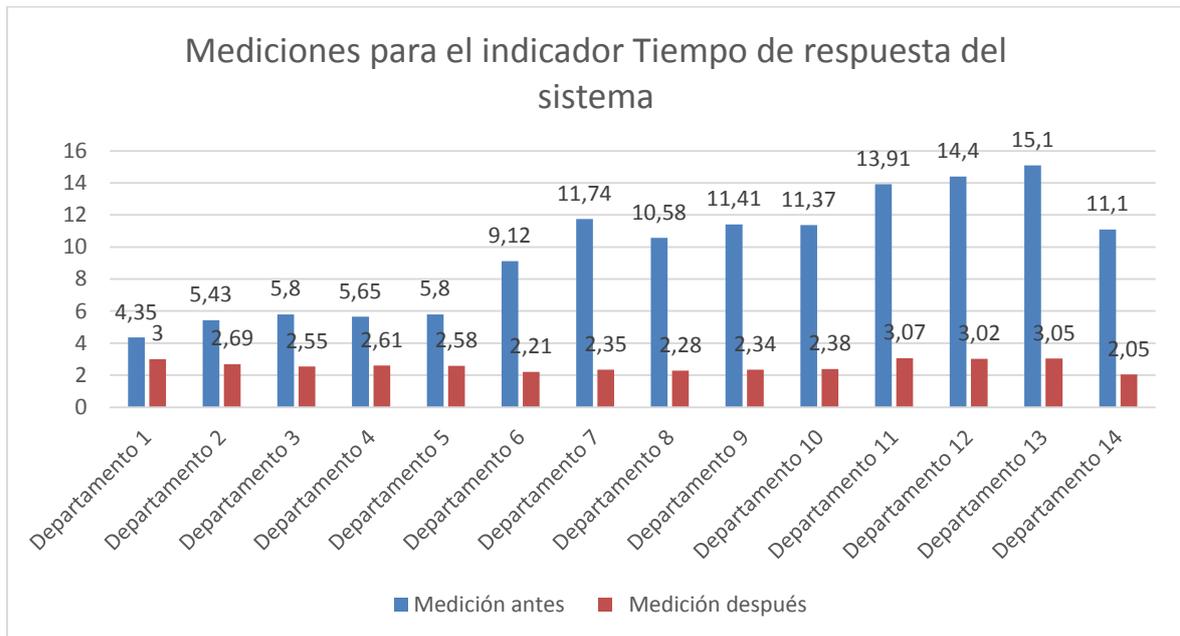
MA: Tiempo (segundos) que toma un usuario en prender un dispositivo de iluminación desplazándose desde su punto de ubicación hasta el interruptor del dispositivo.

MD: Tiempo (segundos) que toma el sistema para encender un dispositivo de iluminación a través del sistema propuesto.

MEDICIÓN	Medición Antes (Seg.)	Medición Después (Seg.)	D	D2
Departamento 1: piso 3 interruptor 1	4,35	3	1,35	33,21
Departamento 2: piso 3 interruptor 2	5,43	2,69	2,74	19,12
Departamento 3: piso 3 interruptor 3	5,8	2,55	3,25	14,92
Departamento 4: piso 3 interruptor 4	5,65	2,61	3,04	16,59
Departamento 5: piso 3 interruptor 5	5,8	2,58	3,22	15,15
Departamento 6: piso 2 interruptor 1	9,12	2,21	6,91	0,04
Departamento 7: piso 2 interruptor 2	11,74	2,35	9,39	5,19
Departamento 8: piso 2 interruptor 3	10,58	2,28	8,30	1,41
Departamento 9: piso 2 interruptor 4	11,41	2,34	9,07	3,83
Departamento 10: piso 2 interruptor 5	11,37	2,38	8,99	3,52
Departamento 11: piso 4 interruptor 1	13,91	3,07	10,84	13,89
Departamento 12: piso 4 interruptor 2	14,4	3,02	11,38	18,21
Departamento 13: piso 4 interruptor 3	15,1	3,05	12,05	24,38
Departamento 14: piso 4 interruptor 4	11,1	2,05	9,05	3,75
		<b>Total</b>	<b>99,58</b>	<b>173,21</b>
		<b>Promedio</b>	<b>7,11</b>	<b>12,37</b>

Tabla 30: Resultados Pre-Test/Post-Test para el indicador 1.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 60: Mediciones para el indicador Tiempo de respuesta del sistema.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Hipótesis a comprobar estadísticamente:

**Hipótesis  $H_0$ :**

El tiempo que emplea un usuario para prender o apagar un dispositivo de iluminación usando el sistema propuesto es mayor o igual que haciendo uso del método tradicional para prender o apagar un dispositivo de iluminación.

$$H_0: \mu_{Antes} \leq \mu_{Después}$$

**Hipótesis  $H_1$ :**

El tiempo que emplea un usuario para prender o apagar un dispositivo de iluminación usando el sistema propuesto es menor que haciendo uso del método tradicional para prender o apagar un dispositivo de iluminación.

$$H_1: \mu_{Antes} > \mu_{Después}$$

**Nivel de significancia:**

Se define el grado de significación en 5%, lo cual establece un nivel de confianza del 95%.

$$\alpha = 5\%$$

**Valor crítico:**

Para obtener el valor crítico de  $t$ :

$$t_c = (n - 1, \rho)$$

El tamaño de la muestra para  $n$ :

$$n = 14$$

Se obtiene el coeficiente de confianza  $\rho$ :

$$\rho = 1 - \alpha$$

$$\rho = 1 - 0.05 = 0.95$$

Resultado de valor crítico de  $t$ :

$$t_c = (n = 13, \rho = 0.95) = 1.771$$

**Valor de prueba:**

Para obtener el valor de prueba de  $t$ :

$$t_p = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

Obtenemos la diferencia promedio  $\bar{D}$ :

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

$$\bar{D} = 7.113$$

Obtenemos la desviación estándar:  $S_D$ :

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

$$S_D = 3.650$$

Resultado del valor de prueba  $t$ :

$$t_p = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

$$t_p = \frac{7.113}{3.650 / \sqrt{14}}$$

$$t_p = 7.291$$

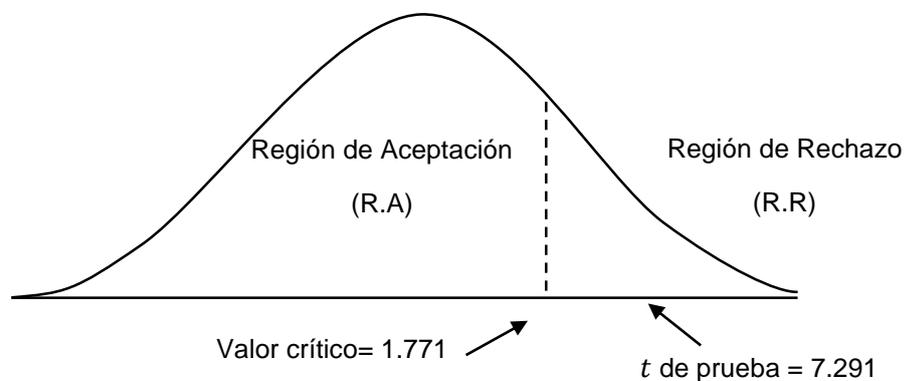


Figura 61: Región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis Tiempo de respuesta del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

**Decisión:**

Tal como se muestra  $t_p = 7.291$  es mayor  $t_c = 1.771$  y estando este valor dentro de la región de rechazo, entonces se rechaza la  $H_0$  y por consiguiente se acepta la  $H_1$ .

**Conclusión:**

Se concluye que el tiempo que emplea un usuario para prender o apagar un dispositivo de iluminación usando el sistema propuesto es menor que haciendo uso del método tradicional para controlar un dispositivo de iluminación.

## 6.2. Indicador 2: Porcentaje de peticiones satisfactorias.

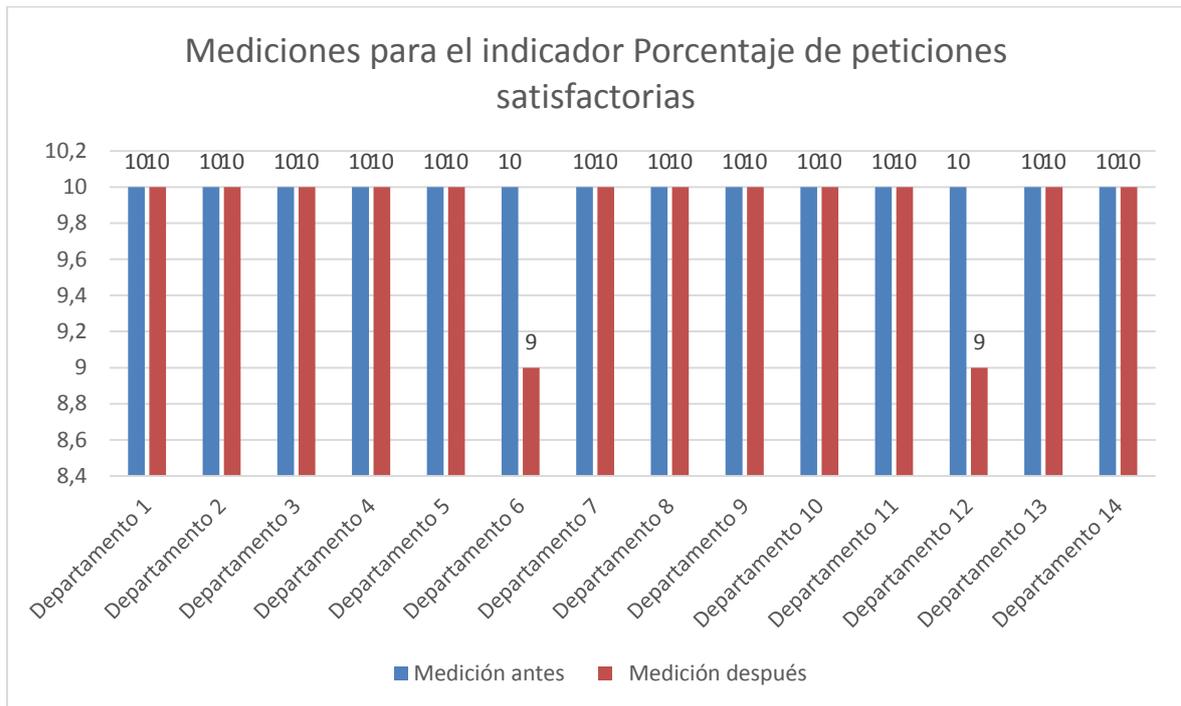
MA: Tasa de solicitudes satisfactorias al prender o apagar un dispositivo de iluminación a través del interruptor en 10 intentos.

MD: Tasa de solicitudes satisfactorias al prender o apagar un dispositivo de iluminación a través del sistema propuesto en 10 intentos.

Medición	Medición Antes (Seg.)	División MA	Medición Después (Seg.)	División MD	D	D2
Departamento 1: piso 3 interruptor 1	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 2: piso 3 interruptor 2	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 3: piso 3 interruptor 3	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 4: piso 3 interruptor 4	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 5: piso 3 interruptor 5	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 6: piso 2 interruptor 1	10/10	1	9/10	0,9	0,10	0,01
Departamento 7: piso 2 interruptor 2	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 8: piso 2 interruptor 3	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 9: piso 2 interruptor 4	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 10: piso 2 interruptor 5	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 11: piso 4 interruptor 1	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 12: piso 4 interruptor 2	10/10	1	9/10	0,9	0,10	0,01
Departamento 13: piso 4 interruptor 3	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
Departamento 14: piso 4 interruptor 4	10/10	1	10/10	1	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>14</b>		<b>13,8</b>		<b>0,20</b>	<b>0,02</b>
<b>Promedio</b>					<b>0,01</b>	<b>0,00</b>
<b>Medición Peticiones Satisfactorias (%)</b>	<b>100,00</b>		<b>98,57</b>			

Tabla 31: Resultados Pre-Test/Post-Test para el indicador 2.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 62: Mediciones para el indicador porcentaje de peticiones satisfactorias.**

**Fuente: Elaboración propia**

Hipótesis a comprobar estadísticamente:

**Hipótesis  $H_0$ :**

Las solicitudes satisfactorias que recibe el usuario al prender o apagar un dispositivo de iluminación usando el sistema propuesto es menor que haciendo uso del método tradicional para prender o apagar un dispositivo de iluminación.

$$H_0: \mu_{Antes} > \mu_{Después}$$

**Hipótesis  $H_1$ :**

Las solicitudes satisfactorias que recibe el usuario al prender o apagar un dispositivo de iluminación usando el sistema propuesto es igual que haciendo uso del método tradicional para prender o apagar un dispositivo de iluminación.

$$H_1: \mu_{Antes} = \mu_{Después}$$

**Nivel de significancia:**

Se define el grado de significación en 5%, lo cual establece un nivel de confianza del 95%.

$$\alpha = 5\%$$

**Valor crítico:**

Para obtener el valor crítico de  $t$ :

$$t_c = (n - 1, \rho)$$

El tamaño de la muestra para  $n$ :

$$n = 14$$

Se obtiene el coeficiente de confianza  $\rho$ :

$$\rho = 1 - \alpha$$

$$\rho = 1 - 0.05 = 0.95$$

Resultado de valor crítico de  $t$ :

$$t_c = (n = 13, \rho = 0.95) = 1.771$$

**Valor de prueba:**

Para obtener el valor de prueba de  $t$ :

$$t_p = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

Obtenemos la diferencia promedio  $\bar{D}$ :

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

$$\bar{D} = 0.014$$

Obtenemos la desviación estándar:  $S_D$ :

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

$$S_D = 0.036$$

Resultado del valor de prueba  $t$ :

$$t_p = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

$$t_p = \frac{0.014}{0.036 / \sqrt{14}}$$

$$t_p = 1.472$$

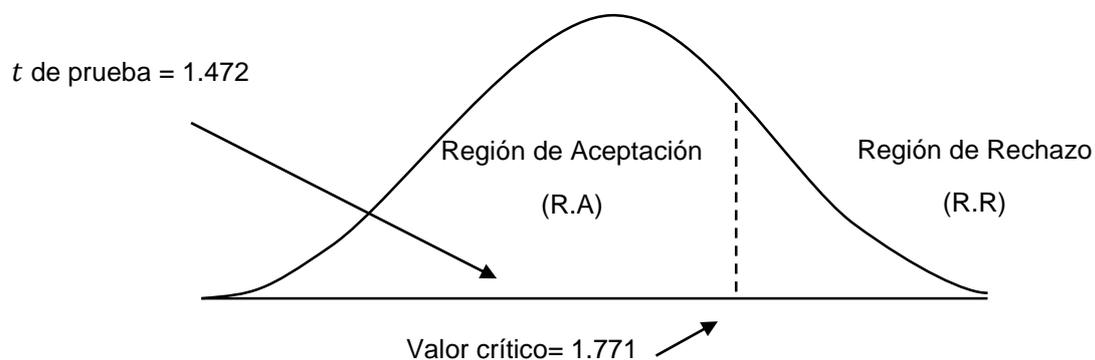


Figura 63: Región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis Porcentaje de peticiones satisfactorias.

Fuente: Elaboración propia.

**Decisión:**

Tal como se muestra  $t_p = 1.472$  es menor que  $t_c = 1.771$  y estando este valor dentro de la región de aceptación, entonces se acepta la  $H_0$  y por consiguiente se rechaza la  $H_1$ .

**Conclusión:**

Se concluye que las solicitudes satisfactorias que recibe el usuario al prender o apagar un dispositivo de iluminación usando el sistema propuesto es menor que haciendo uso el método tradicional para prender o apagar un dispositivo de iluminación.

### 6.3. Indicador 3: Kilowatts por mes

MA: Cantidad de Kilowatts consumidos en el edificio usando el método tradicional, reportados en los recibos emitidos en el mes: Mayo, Junio y Julio del 2015.

MD: Cantidad de Kilowatts consumidos en el edificio usando el sistema propuesto en los meses: Agosto, Septiembre y Octubre del 2015.

#### Aclaraciones:

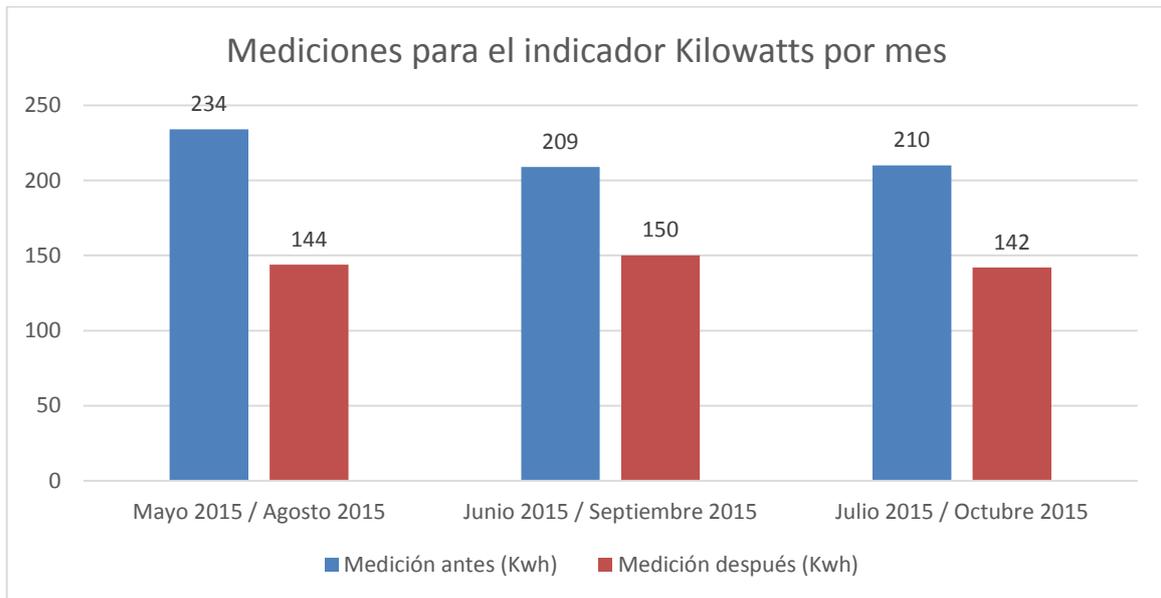
- Las condiciones de cada departamento al momento de la medición de las variables MA y MD son las mismas para cada mes correspondiente.
- Todos los departamentos tienen la misma cantidad de artefactos eléctricos y los mismos dispositivos de iluminación.

MEDICIÓN	MA (kwh)	MEDICIÓN	MD (kwh)
Mayo 2015 – Departamento 1	16,76	Agosto 2015 – Departamento 1	10,66
Mayo 2015 – Departamento 2	17,36	Agosto 2015 – Departamento 2	10,68
Mayo 2015 – Departamento 3	15,61	Agosto 2015 – Departamento 3	9,59
Mayo 2015 – Departamento 4	16,52	Agosto 2015 – Departamento 4	9,65
Mayo 2015 – Departamento 5	15,34	Agosto 2015 – Departamento 5	10,12
Mayo 2015 – Departamento 6	16,82	Agosto 2015 – Departamento 6	10,83
Mayo 2015 – Departamento 7	16,65	Agosto 2015 – Departamento 7	9,84
Mayo 2015 – Departamento 8	17,26	Agosto 2015 – Departamento 8	9,86
Mayo 2015 – Departamento 9	17,05	Agosto 2015 – Departamento 9	10,35
Mayo 2015 – Departamento 10	16,67	Agosto 2015 – Departamento 10	9,97
Mayo 2015 – Departamento 11	17,59	Agosto 2015 – Departamento 11	10,97
Mayo 2015 – Departamento 12	15,52	Agosto 2015 – Departamento 12	9,68
Mayo 2015 – Departamento 13	17,65	Agosto 2015 – Departamento 13	10,88
Mayo 2015 – Departamento 14	17,20	Agosto 2015 – Departamento 14	10,92
Junio 2015 – Departamento 1	16,11	Septiembre 2015 – Departamento 1	10,01
Junio 2015 – Departamento 2	15,00	Septiembre 2015 – Departamento 2	9,19
Junio 2015 – Departamento 3	15,09	Septiembre 2015 – Departamento 3	11,19
Junio 2015 – Departamento 4	15,19	Septiembre 2015 – Departamento 4	11,51
Junio 2015 – Departamento 5	14,41	Septiembre 2015 – Departamento 5	11,93
Junio 2015 – Departamento 6	15,90	Septiembre 2015 – Departamento 6	8,85
Junio 2015 – Departamento 7	13,67	Septiembre 2015 – Departamento 7	9,32
Junio 2015 – Departamento 8	14,79	Septiembre 2015 – Departamento 8	10,86

Junio 2015 – Departamento 9	15,98	Septiembre 2015 – Departamento 9	11,13
Junio 2015 – Departamento 10	13,25	Septiembre 2015 – Departamento 10	12,10
Junio 2015 – Departamento 11	16,32	Septiembre 2015 – Departamento 11	11,09
Junio 2015 – Departamento 12	13,55	Septiembre 2015 – Departamento 12	12,04
Junio 2015 – Departamento 13	15,77	Septiembre 2015 – Departamento 13	9,30
Junio 2015 – Departamento 14	13,98	Septiembre 2015 – Departamento 14	11,48
Julio 2015 – Departamento 1	14,28	Octubre 2015 – Departamento 1	9,95
Julio 2015 – Departamento 2	15,54	Octubre 2015 – Departamento 2	10,78
Julio 2015 – Departamento 3	14,45	Octubre 2015 – Departamento 3	10,45
Julio 2015 – Departamento 4	15,89	Octubre 2015 – Departamento 4	7,94
Julio 2015 – Departamento 5	15,23	Octubre 2015 – Departamento 5	10,52
Julio 2015 – Departamento 6	15,35	Octubre 2015 – Departamento 6	9,97
Julio 2015 – Departamento 7	14,42	Octubre 2015 – Departamento 7	10,66
Julio 2015 – Departamento 8	14,73	Octubre 2015 – Departamento 8	7,89
Julio 2015 – Departamento 9	15,56	Octubre 2015 – Departamento 9	10,45
Julio 2015 – Departamento 10	14,62	Octubre 2015 – Departamento 10	11,19
Julio 2015 – Departamento 11	14,56	Octubre 2015 – Departamento 11	10,79
Julio 2015 – Departamento 12	14,36	Octubre 2015 – Departamento 12	9,93
Julio 2015 – Departamento 13	15,59	Octubre 2015 – Departamento 13	10,01
Julio 2015 – Departamento 14	15,42	Octubre 2015 – Departamento 14	11,47

Tabla 32: Resultados Pre-Test/Post-Test para el indicador 3.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 64: Mediciones para el indicador Kilowatts por mes.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Hipótesis a comprobar estadísticamente:

### Hipótesis $H_0$ :

La cantidad de kilowatts consumidos durante 3 meses (Agosto, Septiembre, Octubre) usando el sistema propuesto es mayor o igual que la cantidad de kilowatts consumidos durante los 3 meses (Mayo, Junio, Julio) anteriores usando el método tradicional.

$$H_0: \mu_{Antes} \leq \mu_{Después}$$

### Hipótesis $H_1$ :

La cantidad de kilowatts consumidos durante 3 meses (Agosto, Septiembre, Octubre) usando el sistema propuesto es menor que la cantidad de kilowatts consumidos durante los 3 meses (Mayo, Junio, Julio) anteriores usando el método tradicional.

$$H_1: \mu_{Antes} > \mu_{Después}$$

MEDICIÓN	D	D2
Departamento 1 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	5,51	0,12
Departamento 2 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	5,75	0,34
Departamento 3 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	4,64	0,28
Departamento 4 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	6,16	0,99
Departamento 5 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	4,14	1,06
Departamento 6 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	6,14	0,94
Departamento 7 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	4,97	0,04
Departamento 8 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	6,06	0,79
Departamento 9 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	5,55	0,15
Departamento 10 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	3,76	1,96
Departamento 11 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	5,21	0,00
Departamento 12 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	3,93	1,53
Departamento 13 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	6,27	1,22
Departamento 14 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	4,25	0,84
<b>Total</b>	<b>72,33</b>	<b>10,26</b>
<b>Promedio</b>	<b>5,17</b>	<b>0,73</b>

Tabla 33: Resultado de las diferencias para el indicador 3.

Fuente: Elaboración propia.

**Nivel de significancia:**

Se define el grado de significación en 5%, lo cual establece un nivel de confianza del 95%.

$$\alpha = 5\%$$

**Valor crítico:**

Para obtener el valor crítico de  $t$ :

$$t_c = (n - 1, \rho)$$

El tamaño de la muestra para  $n$ :

$$n = 14$$

Se obtiene el coeficiente de confianza  $\rho$ :

$$\rho = 1 - \alpha$$

$$\rho = 1 - 0.05 = 0.95$$

Resultado de valor crítico de  $t$ :

$$t_c = (n = 13, \rho = 0.95) = 1.771$$

**Valor de prueba:**

Para obtener el valor de prueba de  $t$ :

$$t_p = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

Obtenemos la diferencia promedio  $\bar{D}$ :

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

$$\bar{D} = 5.1667$$

Obtenemos la desviación estándar:  $S_D$ :

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

$$S_D = 0.8883$$

Resultado del valor de prueba  $t$ :

$$t_p = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

$$t_p = \frac{5.1667}{0.8883 / \sqrt{14}}$$

$$t_p = 21.762$$

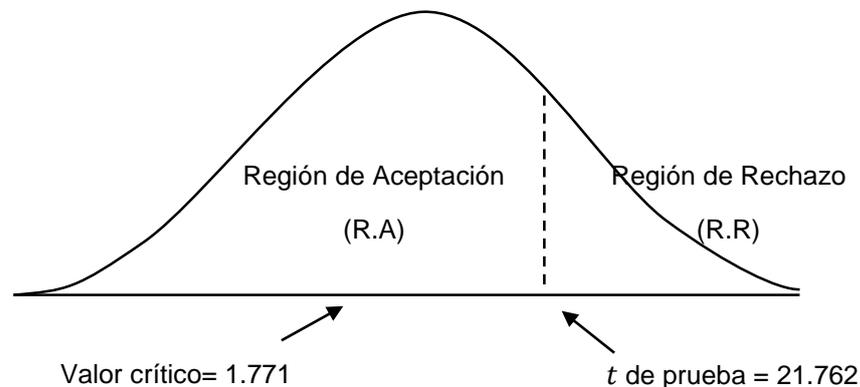


Figura 65: Región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis Kilowatts por mes.

Fuente: Elaboración propia.

### Decisión:

Tal como se muestra  $t_p = 21.762$  es mayor que  $t_c = 1.771$  y estando este valor dentro de la región de rechazo, entonces podemos decir que se rechaza la  $H_0$  y por consiguiente se acepta la  $H_1$ .

### Conclusión:

Se concluye que la cantidad de kilowatts consumidos durante 3 meses (Agosto, Septiembre, Octubre) usando el sistema propuesto es menor que la cantidad de kilowatts consumidos durante los 3 meses (Mayo, Junio, Julio) anteriores usando el método tradicional.

#### 6.4. Indicador 4: Monto promedio de consumo por mes.

MA: Monto en soles (s/) facturados por el consumo de energía eléctrica, por el edificio, en los meses de: Mayo, Junio y Julio del 2015. Usando el método tradicional.

MD: Monto en soles (s/) facturados por el consumo de energía eléctrica, por el edificio, en los meses de: Agosto, Septiembre y Octubre del 2015. Usando el sistema propuesto.

##### Aclaraciones:

- Las condiciones de cada departamento al momento de la medición de las variables MA y MD son las mismas para cada mes correspondiente.
- Todos los departamentos tienen la misma cantidad de artefactos eléctricos y los mismos dispositivos de iluminación.

MEDICIÓN	MA (s/)	MEDICIÓN	MD (s/)
Mayo 2015 – Departamento 1	8,47	Agosto 2015 – Departamento 1	5,74
Mayo 2015 – Departamento 2	8,77	Agosto 2015 – Departamento 2	5,76
Mayo 2015 – Departamento 3	7,89	Agosto 2015 – Departamento 3	5,17
Mayo 2015 – Departamento 4	8,35	Agosto 2015 – Departamento 4	5,20
Mayo 2015 – Departamento 5	7,75	Agosto 2015 – Departamento 5	5,46
Mayo 2015 – Departamento 6	8,50	Agosto 2015 – Departamento 6	5,84
Mayo 2015 – Departamento 7	8,42	Agosto 2015 – Departamento 7	5,30
Mayo 2015 – Departamento 8	8,73	Agosto 2015 – Departamento 8	5,32
Mayo 2015 – Departamento 9	8,61	Agosto 2015 – Departamento 9	5,58
Mayo 2015 – Departamento 10	8,42	Agosto 2015 – Departamento 10	5,37
Mayo 2015 – Departamento 11	8,89	Agosto 2015 – Departamento 11	5,91
Mayo 2015 – Departamento 12	7,84	Agosto 2015 – Departamento 12	5,22
Mayo 2015 – Departamento 13	8,92	Agosto 2015 – Departamento 13	5,87
Mayo 2015 – Departamento 14	8,70	Agosto 2015 – Departamento 14	5,89
Junio 2015 – Departamento 1	8,24	Septiembre 2015 – Departamento 1	5,46
Junio 2015 – Departamento 2	7,67	Septiembre 2015 – Departamento 2	5,00
Junio 2015 – Departamento 3	7,72	Septiembre 2015 – Departamento 3	6,10
Junio 2015 – Departamento 4	7,77	Septiembre 2015 – Departamento 4	6,27
Junio 2015 – Departamento 5	7,37	Septiembre 2015 – Departamento 5	6,50
Junio 2015 – Departamento 6	8,13	Septiembre 2015 – Departamento 6	4,82
Junio 2015 – Departamento 7	7,00	Septiembre 2015 – Departamento 7	5,08

Junio 2015 – Departamento 8	7,57	Septiembre 2015 – Departamento 8	5,92
Junio 2015 – Departamento 9	8,18	Septiembre 2015 – Departamento 9	6,07
Junio 2015 – Departamento 10	6,78	Septiembre 2015 – Departamento 10	6,59
Junio 2015 – Departamento 11	8,35	Septiembre 2015 – Departamento 11	6,04
Junio 2015 – Departamento 12	6,93	Septiembre 2015 – Departamento 12	6,56
Junio 2015 – Departamento 13	8,07	Septiembre 2015 – Departamento 13	5,07
Junio 2015 – Departamento 14	7,16	Septiembre 2015 – Departamento 14	6,25
Julio 2015 – Departamento 1	7,54	Octubre 2015 – Departamento 1	5,43
Julio 2015 – Departamento 2	8,21	Octubre 2015 – Departamento 2	5,88
Julio 2015 – Departamento 3	7,64	Octubre 2015 – Departamento 3	5,71
Julio 2015 – Departamento 4	8,39	Octubre 2015 – Departamento 4	4,34
Julio 2015 – Departamento 5	8,05	Octubre 2015 – Departamento 5	5,74
Julio 2015 – Departamento 6	8,11	Octubre 2015 – Departamento 6	5,45
Julio 2015 – Departamento 7	7,62	Octubre 2015 – Departamento 7	5,82
Julio 2015 – Departamento 8	7,78	Octubre 2015 – Departamento 8	4,31
Julio 2015 – Departamento 9	8,22	Octubre 2015 – Departamento 9	5,71
Julio 2015 – Departamento 10	7,73	Octubre 2015 – Departamento 10	6,11
Julio 2015 – Departamento 11	7,69	Octubre 2015 – Departamento 11	5,89
Julio 2015 – Departamento 12	7,59	Octubre 2015 – Departamento 12	5,42
Julio 2015 – Departamento 13	8,23	Octubre 2015 – Departamento 13	5,47
Julio 2015 – Departamento 14	8,15	Octubre 2015 – Departamento 14	6,26

Tabla 34: Resultados Pre-Test/Post-Test para el indicador 4.

Fuente: Elaboración propia.

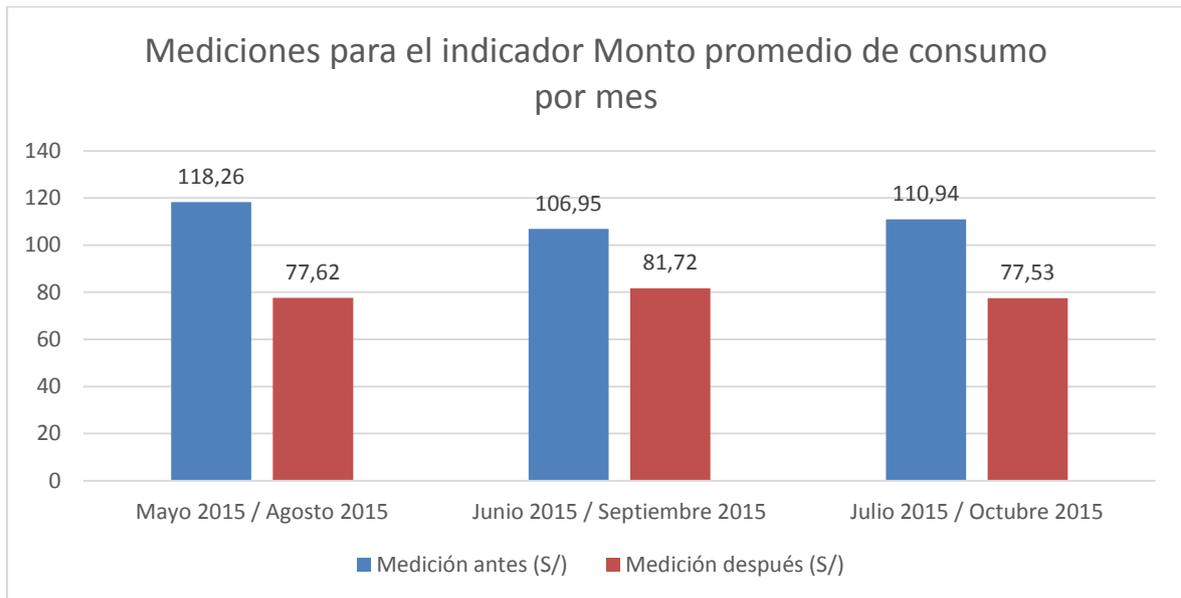


Figura 66: Mediciones para el indicador Monto promedio de consumo por mes.

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis a comprobar estadísticamente:

### Hipótesis $H_0$ :

La suma total promedio en soles de las facturas de 3 meses (Agosto, Septiembre y Octubre) emitidos usando el sistema propuesto es mayor o igual que la suma total de las facturas de los 3 meses anteriores (Mayo, Junio y Julio) usando el método tradicional.

$$H_0: \mu_{Antes} \leq \mu_{Después}$$

### Hipótesis $H_1$ :

La suma total promedio en soles de las facturas de 3 meses (Agosto, Septiembre y Octubre) emitidos usando del sistema propuesto es menor que la suma total de las facturas de los 3 meses anteriores (Mayo, Junio y Julio) usando el método tradicional.

$$H_1: \mu_{Antes} > \mu_{Después}$$

MEDICIÓN	D	D2
Departamento 1 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,54	6,89
Departamento 2 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,67	6,24
Departamento 3 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,09	9,46
Departamento 4 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,90	5,13
Departamento 5 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	1,82	11,17
Departamento 6 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,88	5,24
Departamento 7 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,28	8,36
Departamento 8 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,84	5,39
Departamento 9 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,55	6,83
Departamento 10 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	1,62	12,58
Departamento 11 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,36	7,86
Departamento 12 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	1,72	11,86
Departamento 13 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	2,94	4,95
Departamento 14 (May/Jun/Jul -Ago/Sep/Oct)	1,87	10,90
<b>Total</b>	<b>33,09</b>	<b>112,85</b>
<b>Promedio</b>	<b>2,36</b>	<b>8,06</b>

Tabla 35: Resultado de las diferencias para el indicador 4.

Fuente: Elaboración propia.

### Nivel de significancia:

Se define el grado de significación en 5%, lo cual establece un nivel de confianza del 95%.

$$\alpha = 5\%$$

### Valor crítico:

Para obtener el valor crítico de  $t$ :

$$t_c = (n - 1, \rho)$$

El tamaño de la muestra para  $n$ :

$$n = 14$$

Se obtiene el coeficiente de confianza  $\rho$ :

$$\rho = 1 - \alpha$$

$$\rho = 1 - 0.05 = 0.95$$

Resultado de valor crítico de  $t$ :

$$t_c = (n = 13, \rho = 0.95) = 1.771$$

### Valor de prueba:

Para obtener el valor de prueba de  $t$ :

$$t_p = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

Obtenemos la diferencia promedio  $\bar{D}$ :

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

$$\bar{D} = 2.3638$$

Obtenemos la desviación estándar:  $S_D$ :

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

$$S_D = 2.9463$$

Resultado del valor de prueba  $t$ :

$$t_p = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

$$t_p = \frac{2.3638}{2.9462 / \sqrt{14}}$$

$$t_p = 3.002$$

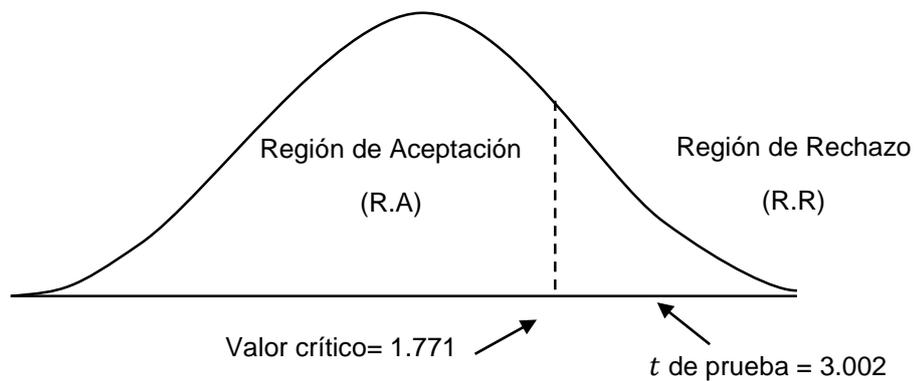


Figura 67: Región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis Monto promedio de consumo por mes.

Fuente: Elaboración propia.

### Decisión:

Tal como se muestra  $t_p = 3.002$  es mayor que  $t_c = 1.771$  y estando este valor dentro de la región de rechazo, entonces podemos decir que se rechaza la  $H_0$  y por consiguiente se acepta la  $H_1$ .

### Conclusión:

Se concluye que la suma total promedio en soles de las facturas de 3 meses (Agosto, Septiembre y Octubre) emitidos usando del sistema propuesto es menor que la suma total promedio de las facturas de los 3 meses anteriores (Mayo, Junio y Julio) usando el método tradicional.

## CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

A continuación se grafican los resultados obtenidos para cada indicador respaldado por la prueba de hipótesis.

### 7.1. Indicador 1: Tiempo de respuesta del sistema. (Performance)

El resultado de la prueba de hipótesis para este indicador concluye que el tiempo empleado por un usuario para prender o apagar un dispositivo de iluminación usando el sistema propuesto es menor que haciendo uso del método tradicional para controlar un dispositivo de iluminación.

Según la figura mostrada a continuación podemos deducir que el tiempo de respuesta en promedio para el método tradicional es de 9,70 segundos y 2,58 segundos para el método propuesto, lo que significa que reduce el tiempo de respuesta en 7,12 segundos lo que es equivalente al 73,35%.

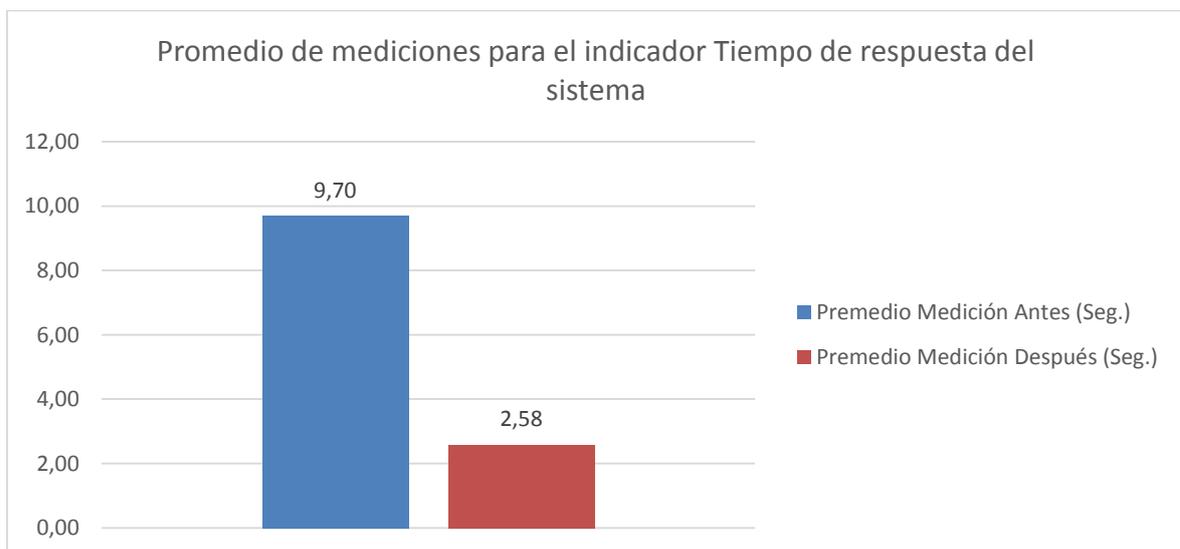


Figura 68: Promedio de mediciones para el indicador Tiempo de respuesta del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

## 7.2. Indicador 2: Porcentaje de peticiones satisfactorias.

El resultado de la prueba de hipótesis para este indicador, concluye que la tasa de solicitudes satisfactorias que recibe el usuario al prender o apagar un dispositivo de iluminación usando el sistema propuesto es menor que haciendo uso el método tradicional para prender o apagar un dispositivo de iluminación.

Según la figura mostrada podemos deducir que la tasa de solicitudes satisfactorias para el método tradicional es de 100% y 98.57% para el método propuesto, lo que significa que hay una disminución de efectividad en 1,43% con el método propuesto.

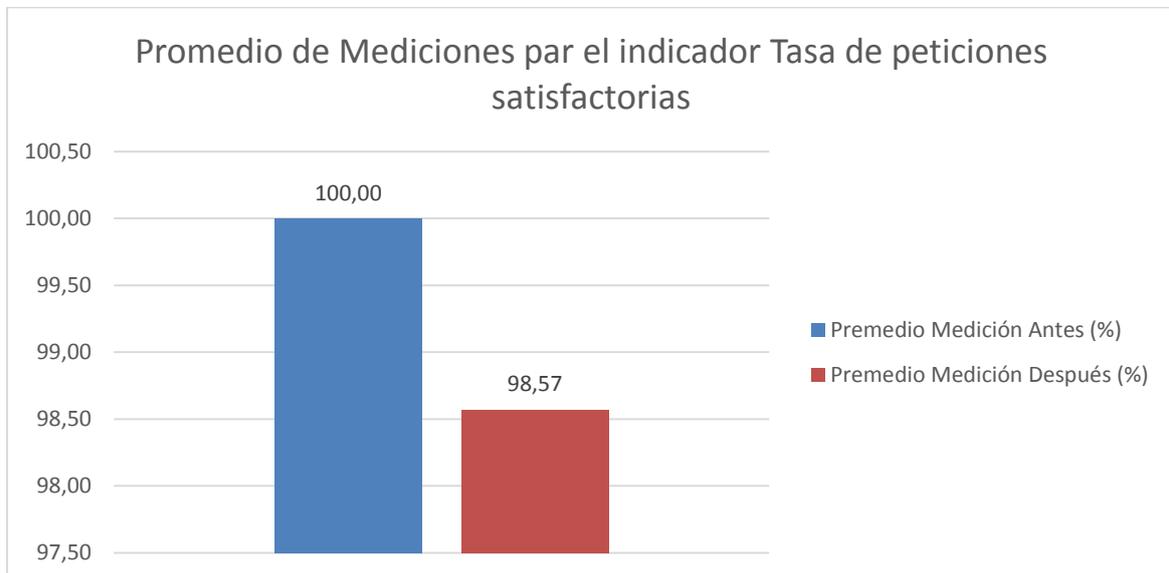


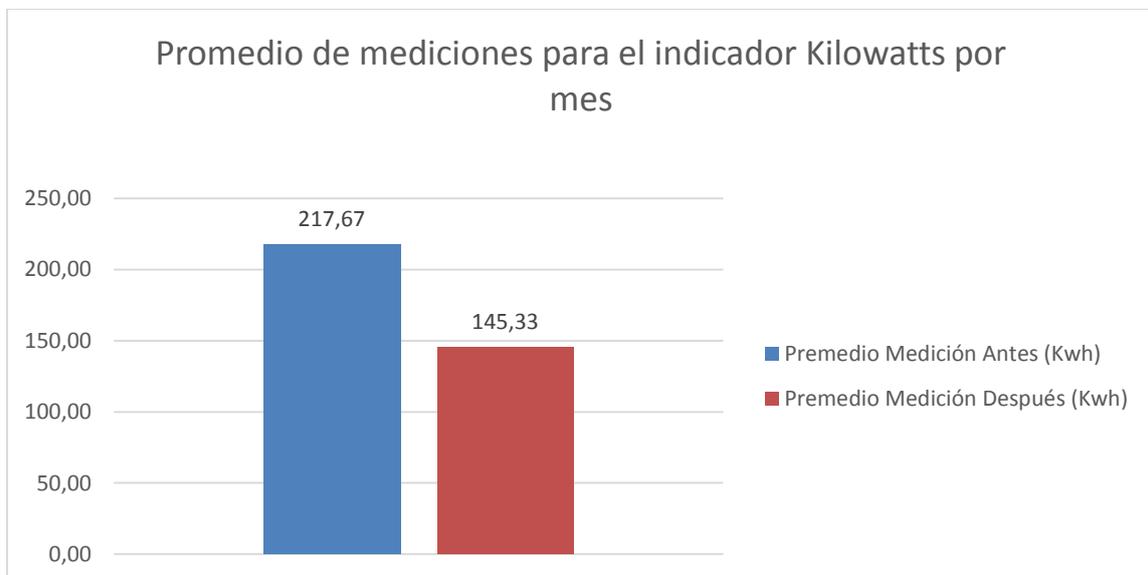
Figura 69: Promedio de Mediciones par el indicador Tasa de peticiones satisfactorias.

Fuente: Elaboración propia.

### 7.3. Indicador 3: Kilowatts por mes

El resultado de la prueba de hipótesis para este indicador, concluye que la cantidad de kilowatts consumidos durante 3 meses (Agosto, Septiembre, Octubre) usando el sistema propuesto es menor que la cantidad de kilowatts consumidos durante los 3 meses anteriores (Mayo, Junio, Julio) usando el método tradicional.

Según la figura mostrada podemos deducir que la cantidad de kilowatts consumidos en promedio con el método tradicional es de 217,67Kwh y 145,33 Kwh con el método propuesto, lo que significa que el consumo de kilowatts reduce en 72,33 Kwh lo que es equivalente al 33,23%.



**Figura 70: Promedio de mediciones para el indicador Kilowatts por mes.**

**Fuente: Elaboración propia.**

#### 7.4. Indicador 4: Monto promedio de consumo por mes.

El resultado de la prueba de hipótesis para este indicador, concluye que la suma total promedio en soles de las facturas de 3 meses (Agosto, Septiembre y Octubre) emitidos usando del sistema propuesto es menor que la suma total promedio de las facturas de los 3 meses anteriores (Mayo, Junio y Julio) usando el método tradicional.

Según la figura mostrada podemos deducir que la suma total promedio facturado para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre con el método tradicional es de 112,05 soles y 78,96 soles con el método propuesto para los meses Mayo, Junio y Agosto, lo que significa que el monto calculado reduce en 33,09 soles lo que es equivalente al 29,53%.

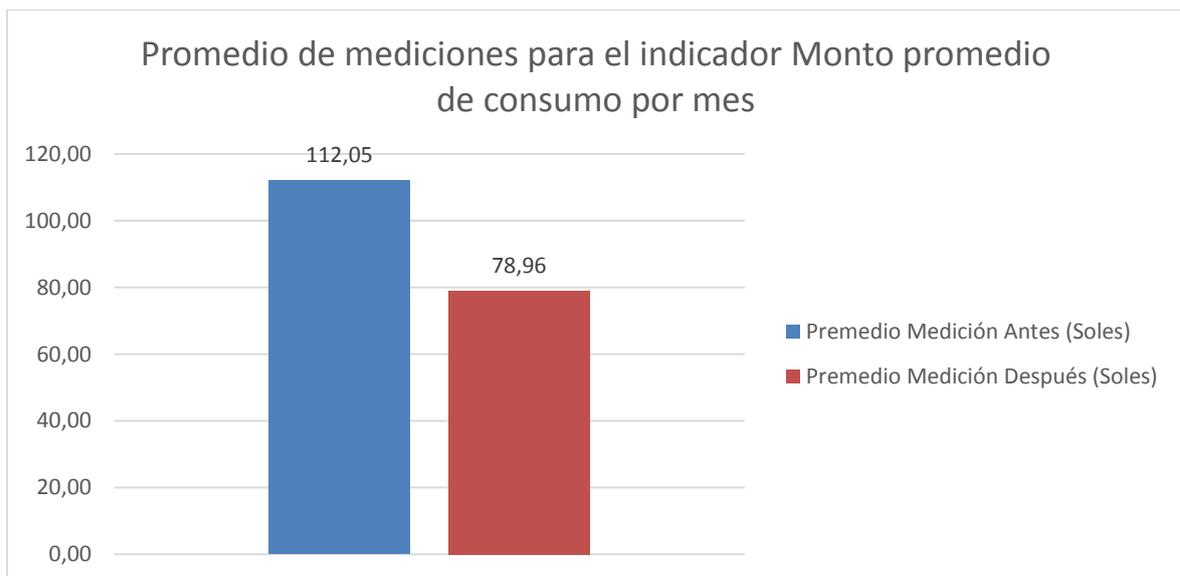


Figura 71: Promedio de medición para el indicador Monto promedio de consumo por mes.

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

- Se demostró que la solución propuesta en los departamentos elegidos para el estudio disminuye el consumo de energía eléctrica en un promedio de 72,33 Kwh lo que representa un 33,23% de ahorro. También se logró disminuir monto por consumo eléctrico en un promedio de 33.09 soles lo que representa un 29,53% de ahorro. Esto se logró a través de la implementación de un sistema domotico con tecnología móvil y arquitectura ARM.
- A través del sistema domotico desarrollado “HouseON” se logró la gestión y el control automatizado del sistema de iluminación.
- Se logró medir los kilowatts por mes en el consumo de energía eléctrica por parte de los dispositivos de iluminación. Los resultados reflejan una reducción del 33,23% de consumo en los departamentos elegidos para el estudio.
- Se logró calcular el monto mensual en soles por consumo de energía eléctrica por parte de los dispositivos de iluminación. Los resultados reflejan un ahorro del 29,53% en los departamentos elegidos para el estudio.
- A través del sistema domotico desarrollado “HouseON” se logró medir el tiempo en segundos empleado por el usuario para ubicar, prender o apagar un dispositivo de iluminación. Los resultados reflejan una reducción en promedio de 7,12 segundos lo que representa un 26.42%.
- A través del sistema domotico desarrollado “HouseON” se logró estimar el porcentaje de peticiones satisfactorias al procesar solicitudes de encendido y apagado de los dispositivos de iluminación. Los resultados obtenidos reflejan que el porcentaje de solicitudes satisfactorias nos perjudica, esto porque reduce en 1,43% respecto a l 100% de peticiones satisfactorias.
- En base a los resultados obtenidos, podemos deducir que la solución se puede aplicar a cualquier inmueble, ya sean instituciones públicas y/o privadas. Reduciendo el consumo de la energía eléctrica y logrando los demás objetivos en esta investigación.

## RECOMENDACIONES

- Se deduce que la solución propuesta puede utilizarse para reducir el consumo de otros recursos de consumo doméstico, como por ejemplo agua potable o gas.
- Considerar la posibilidad de ampliar el alcance para controlar no solo dispositivos de iluminación si no también, la calefacción, artefactos, sistema de seguridad, etc.
- Considerar la posibilidad de aplicarlo a instituciones como hospitales, clínicas, universidades, colegios, centros penitenciarios, etc.
- Considerar otras alternativas para la fuente de energía de los sensores y demás circuitos utilizados.
- Continuar la investigación para ampliar el alcance de la señal de los dispositivos inalámbricos utilizados en el sistema demótico.
- Considerar un diseño estilizado para los elementos instalados en los departamentos.
- Considerar la instalación de un interruptor inteligente en el sistema demótico propuesto.
- Analizar la posibilidad de actualizar la implementación del subsistema de Raspberry Pi con un lenguaje de programación orientado a eventos.
- Considerar la posibilidad de utilizar tecnologías open source para la implementación del subsistema web y la base de datos.

## REFERENCIAS

- Álvarez, C., Holguín, D., & Serrano, E. (2007). *Diseño de una instalación domótica en un dominio para el control de seguridad e iluminación mediante la tecnología Lonworks*. Guayaquil.
- Balcells, J. (2011). *Eficiencia en el uso de la energía eléctrica*. Barcelona: Marcombo.
- Becerra, J. (2005). *Sistema de control mediante el uso del computador para la optimización del consumo eléctrico en el hogar y la oficina*. Maracaibo.
- Benchinmol, D. (2011). *Micro controladores*. Buenos Aires.
- Bermudez, V. (2000). *Tecnología Energética*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Burns, A., & Wellings, A. (1997). *Real-time systems and programming languages*. London.
- CAPEL, D. t. (2008). *Microcontroladores ARM*.
- Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. (2007). *La Domótica como solución de futuro*. Madrid.
- Electric, S. (2009). *Guía de soluciones de eficiencia energética*. Barcelona.
- Fenosa, F. G. (Diciembre de 2013). *El Almacenamiento de la Electricidad*. Obtenido de <http://www.empresaeficiente.com/wp-content/uploads/2016/01/almacenamiento-de-electricidad.pdf>
- Firtec. (2014). *Introducción a la arquitectura ARM Cortex M4*. Rosario.
- Fowler, R. (1994). *Electricidad Principios y Aplicaciones*. Barcelona: McGraw-Hill.
- Grupo de investigación EDMANS. (2009). *El bus I2C (Inter IC) fue desarrollado por Philips Semiconductores*. Rioja.
- Huidobro, J., & Millan, R. (2004). *Domótica: edificios inteligentes*. Madrid.
- IEA. (2009). *International Energy Agency*. Obtenido de <http://www.iea.org/>
- López, C. (2007). *La domótica como solución del futuro*. Madrid. Obtenido de <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futuro-fenercom.pdf>
- Mandado, E. (2007). *Micro controladores PIC. Sistema integrado para el autoaprendizaje*. Barcelona: Marcombo.

- Martin, H., & Saez, F. (2006). *Domótica: Un enfoque sociotécnico*. Madrid: Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las Telecomunicaciones. Madrid.
- Marwedel, P. (2006). *Embedded System Design*. En P. Marwedel, *Embedded System Design*. Springer.
- Ministerio de Energía y Minas. (2001). *Ley que crea el fondo de la compensación social eléctrica*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2012). *Plan nacional de electrificación rural*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2013). *Anuario ejecutivo de electricidad*. Lima.
- OLADE. (2012). *Panorama general del sector eléctrico de América Latina y el Caribe*. Quito.
- Oliver, G., & Molas, A. (1999). *Un sistema para la recolección de datos ambientales y meteorológicos*. Mallorca.
- ONGAWA. (Julio de 2013). *Sin energía no hay desarrollo*. Obtenido de [http://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2013/07/Informaci%C3%B3n-b%C3%A1sica-Energ%C3%ADa-desarrollo\\_jul2013.pdf](http://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2013/07/Informaci%C3%B3n-b%C3%A1sica-Energ%C3%ADa-desarrollo_jul2013.pdf)
- ONU. (2014). *Organización de las naciones unidas*. Obtenido de <http://www.un.org/es/index.html>
- Pallás, R. (1993). *Adquisición y distribución de señales*. Barcelona: Marcombo.
- Powel, B. (2004). *Real Time UML: Advances in the UML for Real - Time the Systems*. En P. Douglass, *Real Time UML: Advances in the UML for Real - Time the Systems*. Boston: Pearson Education.
- Pricewaterhouse Coopers. (2014). *La electricidad del futuro – 12° Encuesta mundial del sector electric y de energía*.
- Rodriguez, W. (2012). *Sistema de control domótico utilizando una central IP PBX basado en software libre*. Lima.
- Serna, A., Antonio, R., & Carlos, R. (2010). *Guía practica de sensores*. España: Creaciones copyright.
- Uzcátegui, E., Ortega, D., & Delgado, D. (2008). *Metodología de Desarrollo para Sistemas de tiempo real. Un estudio comparativo*. Carabobo.
- Valdés, F. P. (2007). *Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC*. En *Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC*. Marcombo.

Valle, G. (2012). *Sistema domótico con tecnología Eibkonnex para la automatización de servicios, confort y seguridad en la empresa Sisteldata sa*. Ambato.

Villaverde, H. (2009). *Implementación de sistemas inteligentes aplicados en la construcción de viviendas*. Lima.

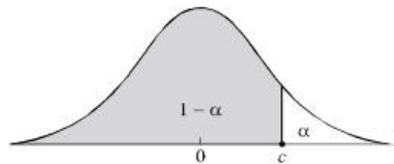
wikipedia. (s.f.). *wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)

Zeballos, C. (2011). *Diseño e implementación de un sistema domótico de seguridad inalámbrica para un laboratorio de telecomunicaciones*. Lima.

## ANEXOS

### ANEXO 01: Tabla de Distribución t-Student

La tabla da areas  $1 - \alpha$  y valores  $c = t_{1-\alpha, r}$ , donde  $P[T \leq c] = 1 - \alpha$  y donde T tiene distribución t-Student con  $r$  grados de libertad.



		1 - $\alpha$							
$r$	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	
$\infty$	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	

Figura 72: Tabla t-Student

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 02: Ficha de medición para indicador 1

<b>Actor:</b>	Propietario de edificio	
<b>Indicador:</b>	Tiempo de respuesta del sistema (performance)	
<b>Variable de medición:</b>	MA( ) / MD()	
<b>#</b>	<b>Ubicación de la Medición</b>	<b>Tiempo (segundos)</b>
1		
2		
3		
4		
5		

Tabla 36: Ficha de medición indicador 1.

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 03: Ficha de medición para indicador 2

<b>Actor:</b>	Propietario de edificio	
<b>Indicador:</b>	Porcentaje de peticiones satisfactorias.	
<b>Variable de medición:</b>	MA( ) / MD()	
<b>#</b>	<b>Ubicación de la Medición</b>	<b>N° Peticiones satisfactorias/ N° Total Peticiones</b>
1		
2		
3		
4		
5		

Tabla 37: Ficha de medición indicador 2.

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 04: Ficha de medición para el indicador 3

<b>Actor:</b>	Propietario de edificio	
<b>Indicador:</b>	Kilowatts por mes	
<b>Variable de medición:</b>	MA( ) / MD()	
<b>#</b>	<b>Mes /Año de la medición</b>	<b>Kilowatts consumidos</b>
<b>1</b>		
<b>2</b>		
<b>3</b>		

Tabla 38: Ficha de medición indicador 3

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO 05: Ficha de medición para el indicador 4

<b>Actor:</b>	Propietario de edificio	
<b>Indicador:</b>	Monto promedio de consumo por mes	
<b>Variable de medición:</b>	MA( ) / MD()	
<b>#</b>	<b>Mes /Año de la medición</b>	<b>Monto facturado (s/)</b>
1		
2		
3		

Tabla 39: Ficha de medición indicador 4.

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 06:** Archivo fotográfico de los materiales, proceso de construcción y configuración del Hardware ARM.



Figura 73: Materiales para el sistema domótico - Arduino, Emisores RF, Relay.

Fuente: Elaboración propia.

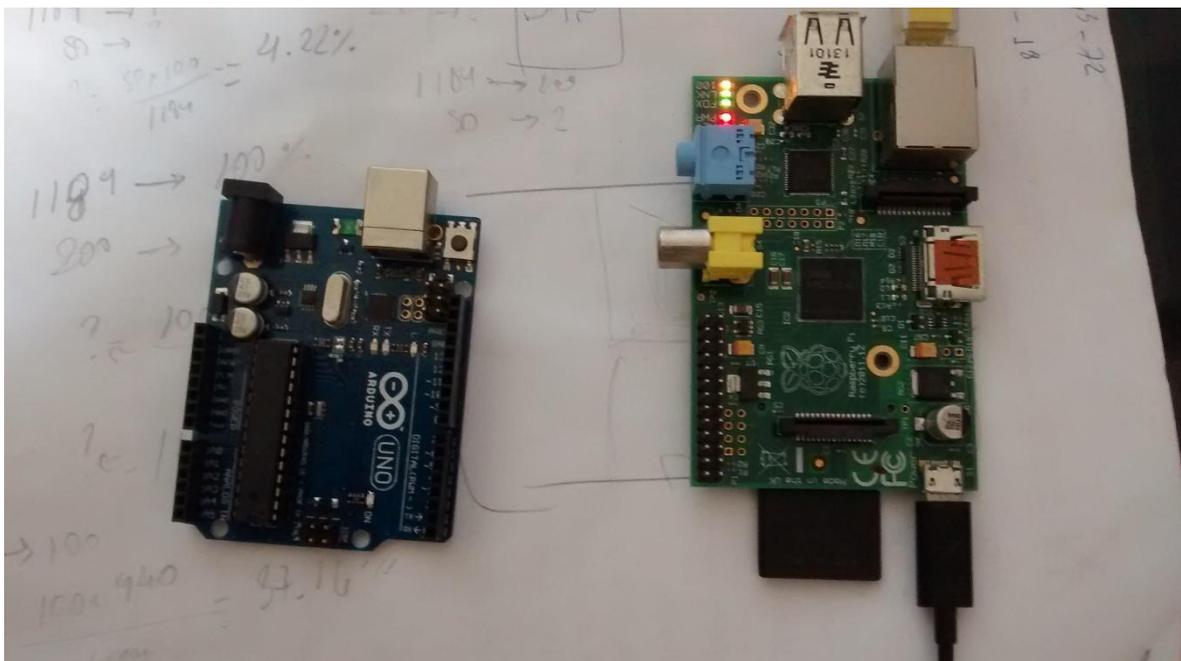


Figura 74: Materiales para el sistema domótico - Arduino, Raberry Pi.

Fuente: Elaboración propia.

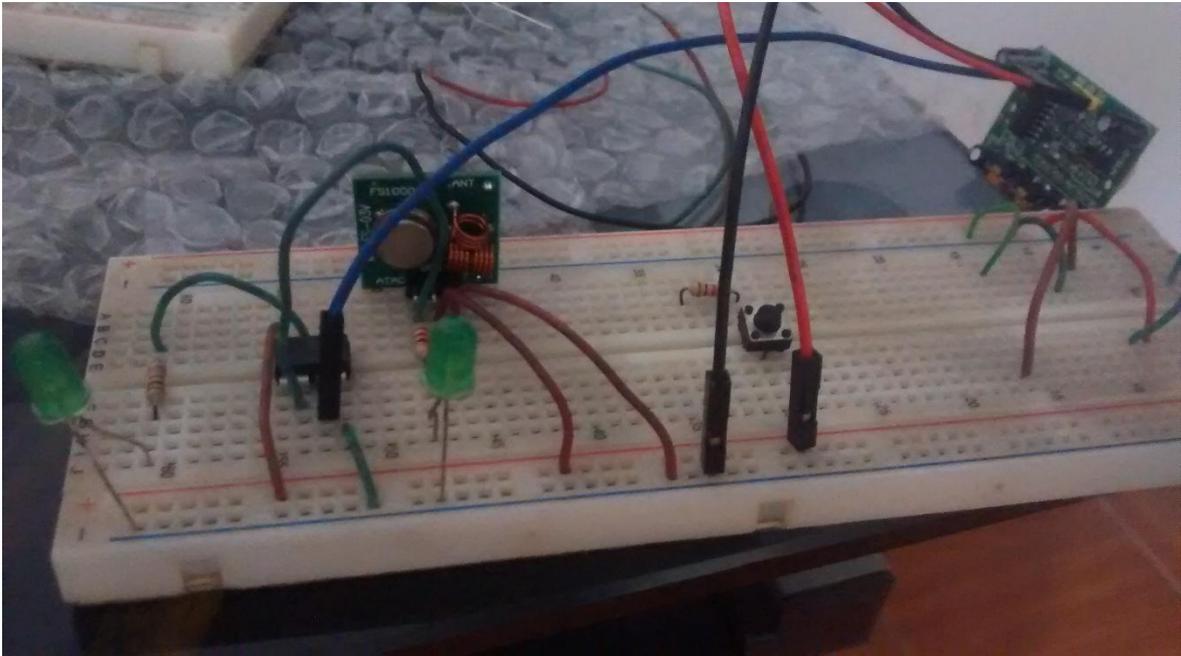


Figura 75: Implementación del circuito para subsistema empotrado en sensores.

Fuente: Elaboración propia.

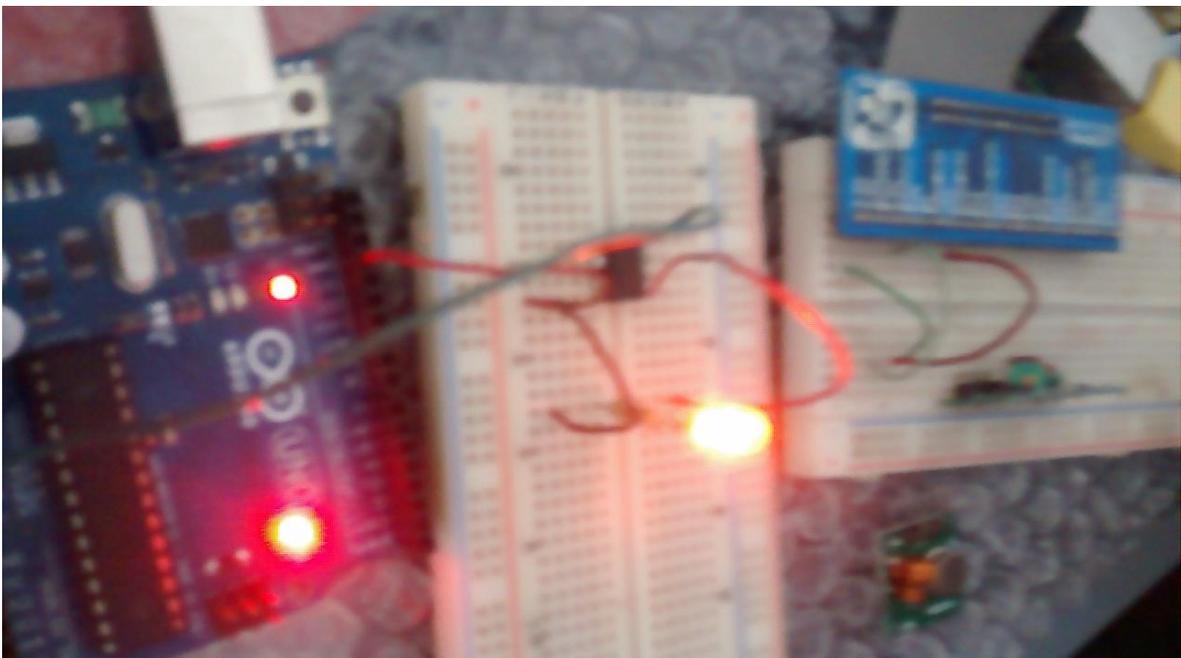


Figura 76: Grabación de programa en micro controladores para el subsistema empotrado en dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

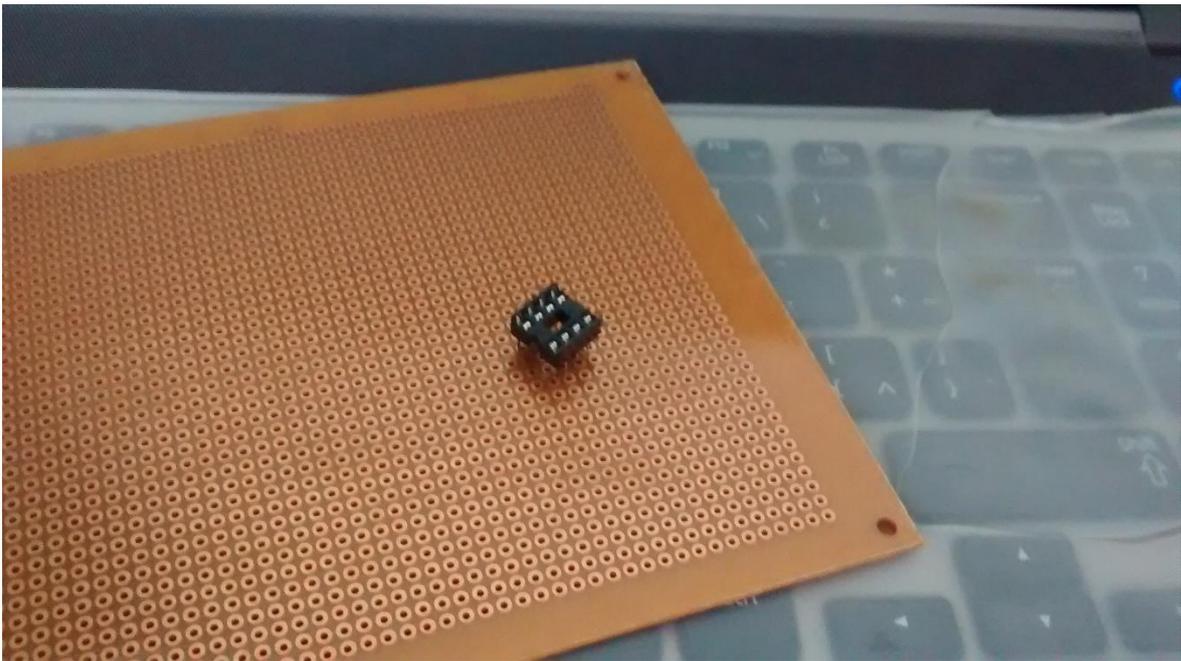


Figura 77: Inicio de elaboración del circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

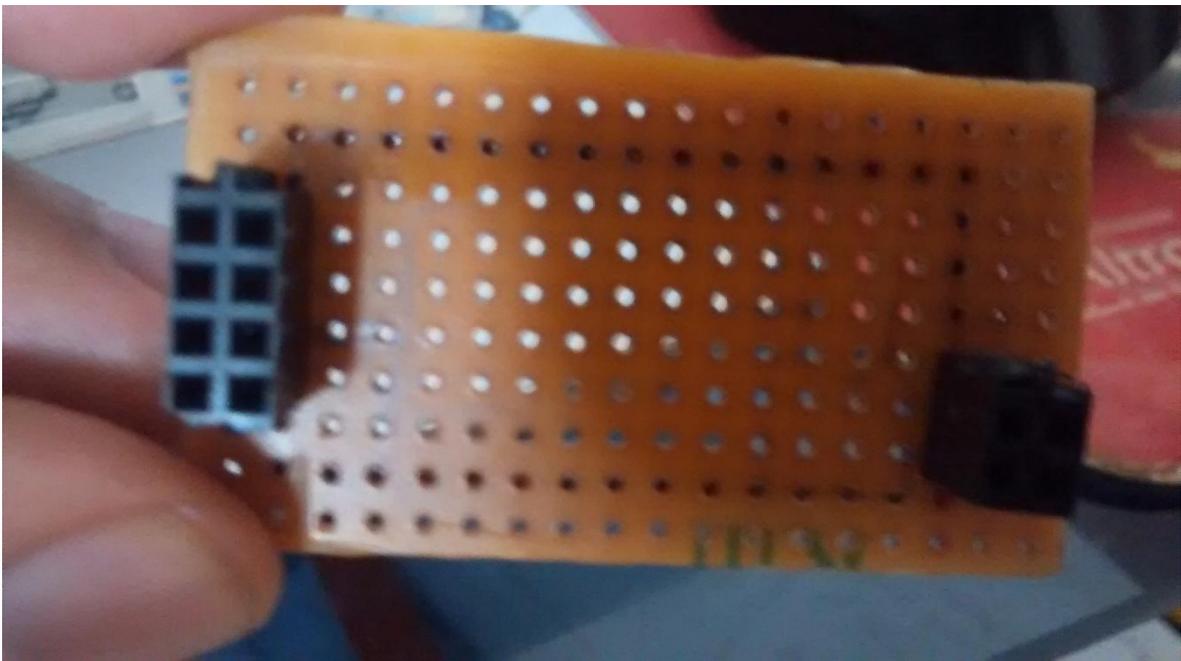


Figura 78: Diseño de pistas para el circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

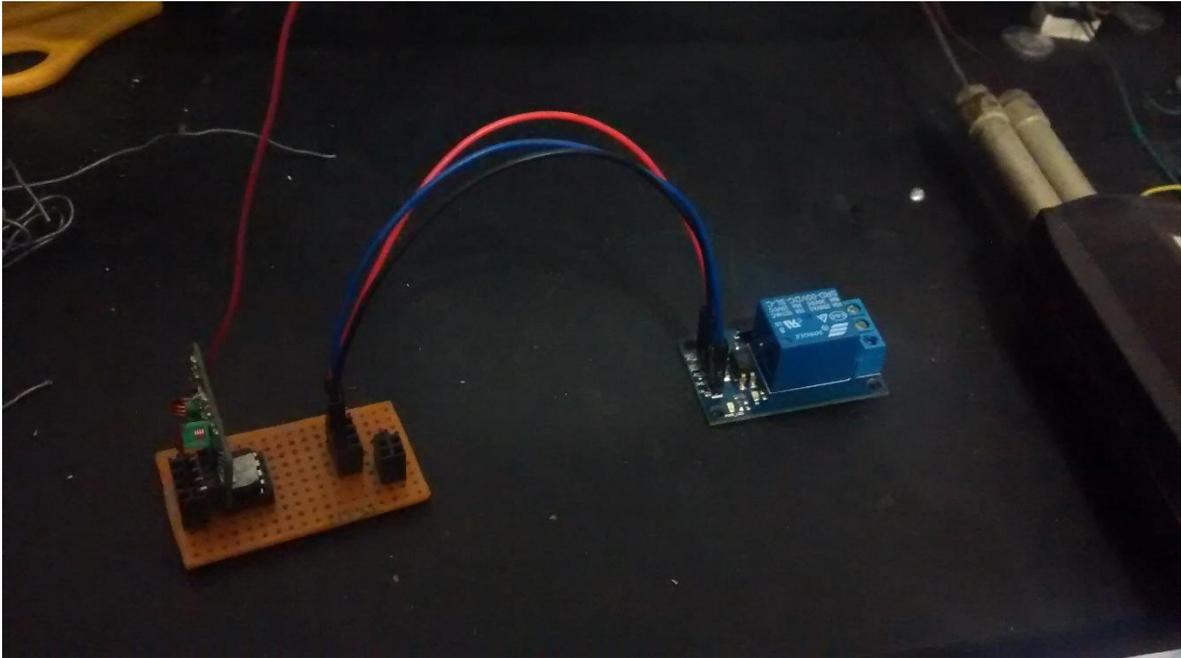


Figura 79: Vista de diseño del circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

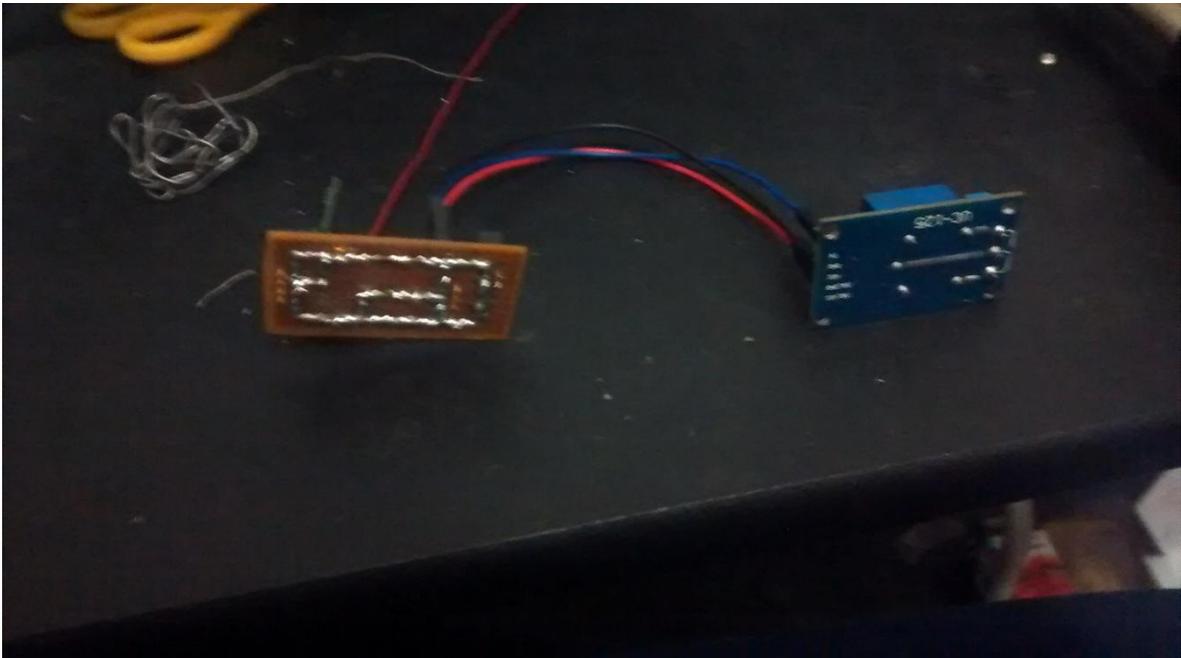


Figura 80: Vista posterior del proceso de soldadura del circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.

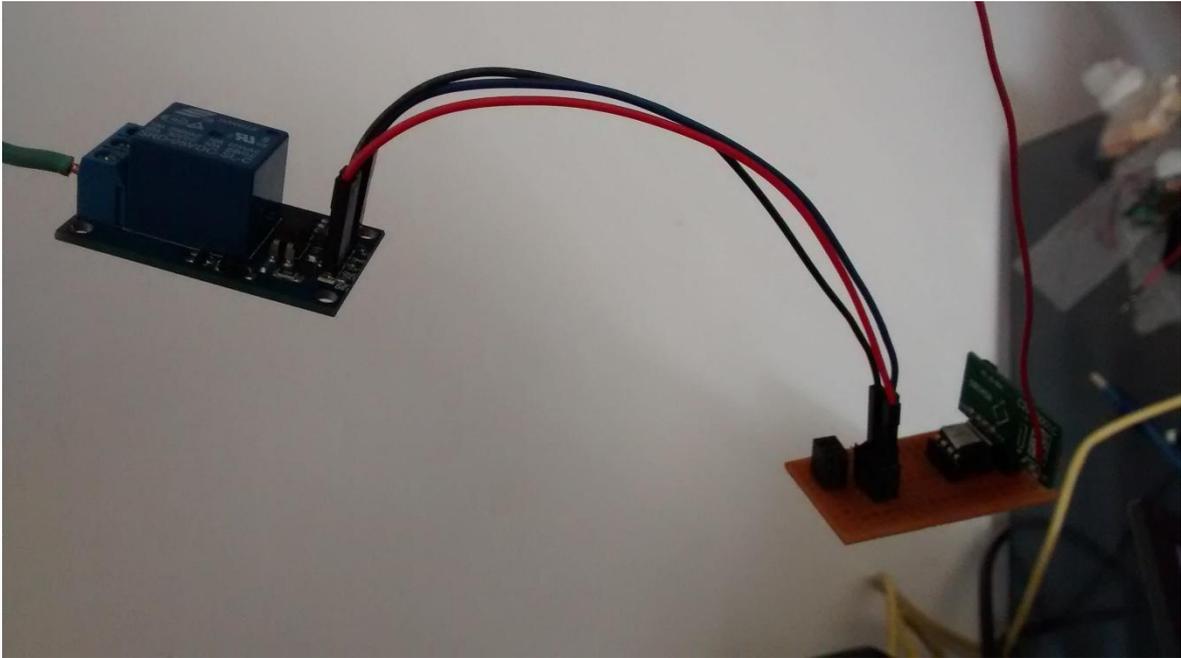


Figura 81: Proceso de prueba del circuito final para el subsistema empotrado en dispositivos.

Fuente: Elaboración propia.