



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA: INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Tesis previa a la obtención del título de:**

**INGENIERO DE SISTEMAS**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA  
UN DISPOSITIVO DE MONITOREO AMBIENTAL DE CENTROS DE  
CÓMPUTO DE BAJO COSTO BASADO EN TECNOLOGÍA ARM Y  
SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO APLICABLE A UNA PEQUEÑA Y  
MEDIANA EMPRESA”**

**AUTORES:**

**GUILLERMO SÁNCHEZ HERRERA**

**DIANA TINTINAGO CORREA**

**DIRECTORA:**

**ING. VANESSA JURADO VITE**

**Guayaquil, Marzo del 2015**

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, Marzo del 2015

---

Guillermo Andrés Sánchez Herrera  
CC. 0923398390

---

Diana Jacinta Tintinago Correa  
CC. 0919431569

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por bendecirme y permitirme llegar aquí.*

*A Diana, por su dedicación y apoyo incondicional para la conquista de esta meta.  
Sin ti no lo hubiera logrado.*

*A mis hijos, María Cristina, Isabella y el pequeño Joaquín por ser la fuerza y la luz  
que ilumina mi vida. Esto es para ustedes.*

*A mis padres, por su sacrificio y amor incondicional.*

**Guillermo Sánchez Herrera**

## **DEDICATORIA**

*A tu paciencia y comprensión le dedico este trabajo, por ser parte de mi vida y aquella motivación que ha alumbrado mi camino y me dan las fuerzas para seguir.*

*Gracias por estar a mi lado Guillermo.*

*A mis hijos, Isabella y Joaquín.*

**Diana Tintinago Correa**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mi Dios Padre y a la Virgen María por las bendiciones que han derramado en mi vida, por darme la familia que tengo y por permitirme poder cumplir este logro.*

*Agradezco a mi esposa Diana por ser el pilar que sostiene mi vida. Por su amor y comprensión. Por estar conmigo en las buenas y en las malas. Por poder llegar juntos a la meta. Te amo.*

*Agradezco a mis padres, Dolores y Franco, porque al ser padre comprendí el sacrificio, amor y apoyo incondicional que siempre me han dado. Gracias por convertirme en la persona que soy. Los quiero mucho.*

*Agradezco a mis hermanos, Luis y María José, por su ayuda y sabios consejos. Que Dios nos mantenga siempre unidos.*

*Agradezco a todos mis profesores por contribuir en mi formación.*

*Agradezco a nuestra tutora de tesis, Ing. Vanessa Jurado, por sus consejos, apoyo y paciencia.*

**Guillermo Sánchez Herrera**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios y a mi familia por el apoyo que nos han brindado todo este tiempo.*

*Agradezco a mis padres, Humberto y Martha, por contribuir en mi formación.*

*Agradezco a nuestra directora de tesis, Ing. Vanessa Jurado, por su dedicación y paciencia.*

**Diana Tintinago Correa**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>2</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Enunciado del problema.....	2
1.1.1. Factores estructurales .....	2
1.1.2. Factores intermedios .....	3
1.1.3. Factores inmediatos.....	4
1.1.3.1. Factores negativos .....	4
1.1.3.2. Factores positivos.....	5
1.2. Formulación del problema .....	5
1.2.1. Pregunta general.....	5
1.2.2. Sistematización del problema .....	6
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo general .....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	6
1.4. Justificación.....	7
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. Antecedentes investigativos .....	10
2.1.1. Las pymes en el Ecuador.....	10
2.1.2. Centros de cómputo.....	11
2.1.2.1. ¿Qué es un centro de cómputo? .....	11
2.1.2.2. Factores ambientales que pueden afectar a un centro de cómputo .....	12
2.1.3. Prototipo.....	14
2.1.4. Arquitectura ARM .....	15
2.1.4.1. Raspberry Pi.....	16
2.1.5. Software de código abierto .....	17
2.1.5.1. Linux .....	19
2.1.5.2. GPL .....	20
2.1.5.3. Distribución de Linux .....	20
2.1.5.4. Debian .....	21
2.1.5.5. Raspbian.....	21
2.1.5.6. Apache.....	21
2.1.5.7. PHP .....	22
2.1.5.8. Framework Neo.....	23
2.1.5.9. MySQL.....	24
2.1.5.10. RRDtool .....	26

2.1.6. Arquitectura de software .....	26
2.1.6.1. Arquitectura MVC .....	27
2.1.7. Sensores .....	28
2.1.7.1. Tipos de sensores .....	29
2.2. Fundamentación legal .....	30
2.2.1. La norma TIA-942 .....	30
2.2.1.1. Requerimientos de un centro de cómputo .....	32

### **CAPÍTULO 3..... 37**

#### **ANÁLISIS DEL SISTEMA..... 37**

3.1. Requerimientos funcionales .....	37
3.1.1. Módulo Usuarios .....	37
3.1.2. Módulo Sistema .....	42
3.1.3. Módulo Sensores .....	45
3.1.4. Módulo Reportes .....	48
3.2. Requerimientos no funcionales .....	50
3.2.1. Requerimientos de interfaz externa.....	50
3.2.1.1. Interfaz de usuario.....	51
3.2.1.2. Interfaz de hardware.....	51
3.2.1.3. Interfaz de software.....	52
3.2.2. Requerimientos de desempeño.....	53
3.2.3. Requerimientos de seguridad .....	54
3.2.4. Requerimientos de calidad .....	54
3.3. Definición de roles en los módulos.....	55
3.3.1. Casos de uso.....	56

### **CAPÍTULO 4..... 66**

#### **DISEÑO DEL SISTEMA ..... 66**

4.1. Diseño de la arquitectura del sistema.....	66
4.1.1. Diseño Arquitectónico .....	66
4.1.1.1. Vista lógica.....	67
4.1.1.2. Vista de despliegue .....	68
4.1.2. Módulos del sistema.....	70
4.1.2.1. Módulo Usuarios.....	70
4.1.2.2. Módulo Sistema .....	71
4.1.2.3. Módulo Sensores .....	72
4.1.2.4. Módulo Reportes.....	72
4.1.3. Diseño de la interfaz gráfica .....	73
4.1.3.1. Pantalla de inicio .....	74
4.1.3.2. Pantalla de usuarios.....	75
4.1.3.3. Pantalla de configuración de sensor.....	76

4.1.3.4. Pantalla de reportes .....	76
4.2. Diagrama de clases del sistema.....	78
4.3. Modelo lógico de la base de datos .....	79
4.3.1. Diccionario de datos.....	80
4.3.1.1. Diccionario de datos base frameworkdb .....	80
4.3.1.2. Diccionario de datos base sensordb .....	84
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>86</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS.....</b>	<b>86</b>
5.1. Capas del sistema y comunicación entre capas.....	86
5.1.1. Capa de datos .....	86
5.1.2. Capa modelo.....	87
5.1.3. Capa controlador .....	88
5.1.4. Capa vista .....	89
5.2. Plan de pruebas .....	90
5.2.1. Tipos de pruebas .....	90
5.2.2. Estrategia de pruebas.....	91
5.2.3. Catálogo de pruebas .....	92
5.2.4. Criterios de calificación y evaluación .....	94
5.3. Resultados de las pruebas y métricas tomadas.....	94
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>100</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>100</b>
6.1. Conclusiones .....	100
6.2. Recomendaciones.....	101
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>106</b>
1. ANEXO: Instalación y configuración del sistema operativo Raspbian en placa Raspberry Pi .....	106
2. ANEXO: Manual de ensamblaje del hardware para el prototipo de monitoreo ambiental .....	116
3. ANEXO: Manual de usuario del sistema de monitoreo ambiental DCSensorWeb .....	120
4. ANEXO: Plantilla de caso de prueba utilizada .....	134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las empresas en el Ecuador .....	10
Tabla 2: Especificaciones técnicas de los modelos de placa Raspberry Pi.....	17
Tabla 3: Requerimiento Autenticar usuario .....	37
Tabla 4: Requerimiento Finalizar sesión.....	37
Tabla 5: Requerimiento Cambiar contraseña.....	38
Tabla 6: Requerimiento Crear un usuario .....	38
Tabla 7: Requerimiento Eliminar un usuario .....	39
Tabla 8: Requerimiento Actualizar un usuario .....	39
Tabla 9: Requerimiento Crear un grupo.....	40
Tabla 10: Requerimiento Eliminar un grupo .....	40
Tabla 11: Requerimiento Actualizar un grupo.....	41
Tabla 12: Requerimiento Asignar permisos a un grupo.....	41
Tabla 13: Requerimiento Mostrar una pantalla de inicio.....	42
Tabla 14: Requerimiento Apagar y reiniciar el dispositivo .....	42
Tabla 15: Requerimiento Actualizar los parámetros de red.....	43
Tabla 16: Requerimiento Generar un archivo de respaldo.....	43
Tabla 17: Requerimiento Restaurar el sistema.....	44
Tabla 18: Requerimiento Seleccionar idioma .....	44
Tabla 19: Requerimiento Configurar fecha y hora .....	45
Tabla 20: Requerimiento Habilitar y deshabilitar sensor.....	45
Tabla 21: Requerimiento Presentar lectura actual del sensor .....	46
Tabla 22: Requerimiento Configurar valores umbral de sensores de temperatura y humedad .....	46
Tabla 23: Requerimiento Habilitar y deshabilitar envío de alarmas para un sensor..	47
Tabla 24: Requerimiento Seleccionar usuario para envío de alarmas .....	47
Tabla 25: Requerimiento Habilitar y deshabilitar cámara integrada .....	48
Tabla 26: Requerimiento Visualizar reportes de eventos de sensor .....	48
Tabla 27: Requerimiento Visualizar reportes de datos de sensor .....	48
Tabla 28: Requerimiento Exportar reportes a archivos.....	49
Tabla 29: Requerimiento Crear gráficos de datos de sensor en series de tiempo .....	49
Tabla 30: Requerimiento Visualizar reportes gráficos de datos de sensor .....	50
Tabla 31: Requerimiento Visualizar gráficos de indicadores del estado de los sensores .....	50
Tabla 32: Roles de los usuarios respecto a los módulos del sistema .....	56
Tabla 33: Descripción caso de uso: Autenticación de usuario.....	57
Tabla 34: Descripción de caso de uso: Sesión de usuario.....	58
Tabla 35: Descripción de caso de uso: Gestión de usuarios .....	59
Tabla 36: Descripción de caso de uso: Gestión de grupos y permisos .....	60
Tabla 37: Descripción de caso de uso: Gestión del sistema.....	61
Tabla 38: Descripción de caso de uso: Respaldo y restauración del sistema.....	62
Tabla 39: Descripción de caso de uso: Gestión de sensores .....	63
Tabla 40: Descripción de caso de uso: Generación de reportes.....	64

Tabla 41: Diccionario de datos tabla acl_user .....	80
Tabla 42: Diccionario de datos tabla acl_group.....	80
Tabla 43: Diccionario de datos tabla acl_membership .....	81
Tabla 44: Diccionario de datos tabla acl_resource .....	81
Tabla 45: Diccionario de datos tabla acl_action .....	81
Tabla 46: Diccionario de datos tabla acl_group_permission .....	82
Tabla 47: Diccionario de datos tabla acl_user_permission.....	82
Tabla 48: Diccionario de datos tabla acl_user_shortcut .....	82
Tabla 49: Diccionario de datos tabla sticky_note .....	83
Tabla 50: Diccionario de datos tabla menu.....	83
Tabla 51: Diccionario de datos tabla sensor .....	84
Tabla 52: Diccionario de datos tabla current_sample .....	84
Tabla 53: Diccionario de datos tabla sample .....	85
Tabla 54: Diccionario de datos tabla event.....	85
Tabla 55: Catálogo de pruebas .....	92
Tabla 56: Resultados de las pruebas realizadas .....	95

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Modelos y costo de computadora de placa única Raspberry Pi .....	16
Figura 2: Funcionamiento de un servidor web.....	22
Figura 3: Gráfico de temperatura elaborado con RRDtool .....	26
Figura 4: Estructura genérica del patrón MVC .....	27
Figura 5: El proceso de un sensor .....	29
Figura 6: Diagrama de caso de uso: Autenticación de usuario .....	57
Figura 7: Diagrama de caso de uso: Sesión de usuario .....	58
Figura 8: Diagrama de caso de uso: Gestión de usuarios.....	59
Figura 9: Diagrama de caso de uso: Gestión de grupos y permisos.....	60
Figura 10: Diagrama de caso de uso: Gestión del sistema.....	61
Figura 11: Diagrama de caso de uso: Respaldo y restauración del sistema.....	62
Figura 12: Diagrama de caso de uso: Gestión de sensores .....	63
Figura 13: Diagrama de caso de uso: Generación de reportes .....	64
Figura 14: Vista lógica de la arquitectura del sistema .....	67
Figura 15: Diagrama de despliegue del sistema.....	68
Figura 16: Diagrama jerárquico de los módulos del sistema .....	70
Figura 17: Diagrama jerárquico módulo Usuarios .....	71
Figura 18: Diagrama jerárquico módulo Sistema .....	71
Figura 19: Diagrama jerárquico módulo Sensores .....	72
Figura 20: Diagrama jerárquico módulo Reportes .....	73
Figura 21: Distribución general de la interfaz de usuario del sistema .....	73
Figura 22: Diseño pantalla de inicio .....	75
Figura 23: Diseño pantalla de usuarios .....	75
Figura 24: Diseño pantalla configuración de sensor .....	76
Figura 25: Diseño pantalla de reportes.....	77
Figura 26: Diagrama de clases del sistema .....	78
Figura 27: Modelo lógico de la base de datos.....	79
Figura 28: Comunicación entre las capas del sistema.....	86
Figura 29: Estructura de directorios de un módulo en el framework Neo .....	89
Figura 30: Distribución de calificación de pruebas realizadas.....	97
Figura 31: Distribución de pruebas realizadas por módulo .....	98
Figura 32: Distribución de tipos de pruebas realizadas .....	98
Figura 33: Distribución de iteraciones efectuadas por prueba realizada.....	99

## **RESUMEN**

El presente trabajo de desarrollo tiene como objetivo principal diseñar e implementar un prototipo de un dispositivo que ayude a monitorear los factores físicos y ambientales que provocan fallos en los equipos ubicados en un centro de cómputo, lo cual se deriva en la indisponibilidad de las tecnologías de la información y comunicación, las cuales son indispensables para la operación de las empresas hoy en día, generando la existencia de un riesgo de interrupción en la continuidad del negocio, lo cual causaría perjuicios económicos importantes y una mala imagen de la empresa frente a sus clientes y proveedores.

Debido al desconocimiento de las normas y buenas prácticas para la instalación de un centro de cómputo, la falta de implementación de sistemas de monitoreo ambiental debido a su elevado costo, la falta de personal calificado y la poca existencia de este tipo de soluciones en el mercado local para las pequeñas y medianas empresas del Ecuador, el resultado del presente es un prototipo para un dispositivo de monitoreo ambiental de centro de cómputo de bajo costo basado en tecnología ARM y software de código abierto, lo cual representa una alternativa económica y fiable frente a otro tipo de sistemas similares en el mercado cuyos costos y requerimientos de instalación son más elevados.

## **ABSTRACT**

This development work has as main objective to design and implement a prototype of a device that helps monitor physical and environmental factors that cause equipment failure located in a data center, which is derived in the unavailability of information technology and communication, which are indispensable for the businesses operation today, generating a risk of disruption in business continuity, which could cause significant economic damage and a bad image of the company towards its customers and suppliers.

Due to the lack of standards and best practices for installing a data center, lack of implementation of environmental monitoring systems due to its high cost, lack of qualified staff and poor existence of such solutions on the local market for small and medium enterprises in Ecuador, the result of this project is a device prototype for environmental monitoring of data centers based on ARM technology and open source software, which is an economical and reliable alternative to other similar systems on the market whose costs and installation requirements are higher.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la tecnología informática y el uso de Internet han transformado de manera importante la forma de trabajar de las empresas. La dependencia que se tiene en la actualidad de las computadoras y equipos informáticos y de comunicaciones es evidente, de ahí que, surge la necesidad de custodiarlos en un lugar seguro y libre de fallos, esto es, un centro de cómputo. Si bien es cierto, que la mayoría de las empresas montan sus centros de cómputo con la tecnología necesaria para mantener sus equipos y aplicaciones disponibles, tales como sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), sistemas de aire acondicionado y sistemas de extinción de incendios en algunos casos, el problema se suscita cuando otros aspectos del entorno físico son ignorados.

El entorno circundante en un centro de cómputo debe ser visto de manera integral y observado proactivamente en busca de amenazas y ataques. Tales amenazas incluyen: temperaturas excesivas generadas por los servidores o equipos de cómputo, humedad, fugas de agua, el acceso no autorizado o acciones inapropiadas por parte del personal en el centro de cómputo, entre otras. Si una o algunas de estas amenazas llegaran a presentarse y no se tomaren las medidas pertinentes para mitigarlas o prevenirlas a tiempo, pudieran causar la interrupción de los servicios provistos por los equipos de cómputo y por ende detener la continuidad y operación del negocio. Reparar estos daños luego de suscitados pudiera tomar horas o incluso días, sobre todo si no existiere un plan de recuperación de desastres, lo cual causaría un perjuicio económico importante para la empresa y una mala imagen frente a sus clientes y proveedores.

## **CAPÍTULO 1**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Enunciado del problema**

Existencia del riesgo de interrupción de la continuidad del negocio a causa de la indisponibilidad de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) debido a la falta de monitoreo y control de los factores físicos y ambientales que provocan fallos en los equipos ubicados en los centros de cómputo de las pymes en Ecuador.

##### **1.1.1. Factores estructurales**

En el Ecuador, al igual que en otros países del mundo, las empresas y organizaciones de todo tipo dependen cada vez más de las tecnologías de la información y comunicación.

Las tecnologías de la información y comunicación están conformadas por diferentes equipos y aplicaciones o sistemas informáticos que se ajustan a las necesidades y permiten la operación diaria de la empresa.

Con el objeto de albergar y tratar de asegurar estas tecnologías, las empresas instalan sus propios centros de cómputo o también llamados centros de datos de acuerdo a sus necesidades.

Una parte de las empresas, siguen las normas y buenas prácticas para el montaje de este tipo de instalaciones, mientras que las restantes no tienen el conocimiento o los recursos necesarios.

En el caso de las pymes, por lo general, se utilizan espacios físicos, compartidos o dedicados, que no cuentan con la infraestructura adecuada para operar como centros de cómputo, o al menos cumplir con las normas y buenas prácticas mínimas requeridas.

No todas las empresas cuentan con personal calificado para la administración y gestión de un centro de cómputo.

### **1.1.2. Factores intermedios**

Si bien es cierto, que la mayoría de las empresas montan sus centros de cómputo con la tecnología necesaria para mantener sus equipos y aplicaciones disponibles, tales como sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), sistemas de aire acondicionado y sistemas de extinción de incendios en algunos casos, el problema se suscita cuando otros aspectos del entorno físico son ignorados.

Entonces, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, la sola instalación y operación de un centro de cómputo conlleva lo siguiente:

1. Existencia de factores físicos y ambientales en el centro de cómputo, tales como acceso no autorizado o acciones inapropiadas por parte del personal, temperaturas excesivas generadas por los servidores o equipos de cómputo, humedad, fugas de agua, entre otras.

2. Existencia de un riesgo potencial de que los equipos y aplicaciones fallen si una o algunas de estas amenazas llegaran a presentarse y no se tomaren las medidas pertinentes para mitigarlas o prevenirlas a tiempo.
3. Desconocimiento del tipo y nivel de daño que ocasionarían los factores físicos y ambientales en los equipos y aplicaciones en un centro de cómputo.
4. La reparación de los daños ocasionados pudiera tomar horas o incluso días, sobre todo si no existiere un plan de recuperación de desastres.
5. La administración y correcta gestión de un centro de cómputo requiere la contratación de personal calificado en este tipo de tecnologías.

### **1.1.3. Factores inmediatos**

#### **1.1.3.1. Factores negativos**

El no considerar el medio ambiente como una posible amenaza al instalar u operar un centro de cómputo, ya sea por desconocimiento, carencia de recursos técnicos o económicos, o simplemente por falta de voluntad del personal a cargo, pudiera traer consigo un impacto negativo y graves repercusiones como:

1. Interrupción parcial o total de las operaciones de la empresa o continuidad del negocio.
2. Perjuicio económico importante por la paralización de las actividades del día a día.
3. Pérdida de competitividad frente a otras empresas del sector.
4. Pérdida de valor de la empresa. Mala imagen frente a clientes y proveedores.

5. Pérdida de datos o información relevante de la empresa.

### **1.1.3.2. Factores positivos**

Conocer los daños que el ambiente circundante puede ocasionar a los equipos y aplicaciones informáticas y de comunicaciones de la empresa e implementar un sistema de monitoreo ambiental funcional cuyo costo se ajuste a su realidad financiera, acarrea consigo las siguientes ventajas:

1. Supervisión y control de los factores físicos y ambientales en el centro de cómputo.
2. Prevención oportuna y capacidad de reacción inmediata para la mitigación de posibles fallos y amenazas debido a factores físicos y ambientales.
3. Aseguramiento de la continuidad de las operaciones de la empresa.
4. Ayuda a la toma de decisiones estratégicas en el diseño ambiental y modificaciones necesarias para la optimización de un centro de cómputo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Pregunta general**

¿En qué medida la implementación de un dispositivo de monitoreo ambiental ayuda a prevenir posibles fallos en los equipos ubicados en los centros de cómputo de las pymes en Ecuador que causan el riesgo de interrupción de la continuidad del negocio?

### **1.2.2. Sistematización del problema**

¿En qué manera se puede reducir el costo de implementación de un dispositivo de monitoreo ambiental para centros de cómputo para ajustarse al presupuesto de inversión tecnológica manejado por una pyme en Ecuador?

¿En qué forma la limitación de recursos económicos para la contratación de personal calificado de TICs influye en la correcta administración de un dispositivo de monitoreo ambiental para centros de cómputo?

¿De qué forma se evitaría la falta de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas que regulan el medio ambiente en un centro de cómputo?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un prototipo de un dispositivo de monitoreo ambiental para centros de cómputo que ayude a minimizar la existencia de riesgo de interrupción de la continuidad del negocio en las pymes de Ecuador.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Aplicar tecnología de hardware embebido de bajo costo y software libre y de código abierto.

Desarrollar una interfaz de administración del dispositivo de monitoreo ambiental de fácil uso, intuitiva y amigable para el usuario.

Proveer información relevante acerca del comportamiento de los factores ambientales que sirva para la toma de decisiones sobre la ejecución oportuna del mantenimiento preventivo o correctivo que los sistemas que los regulan requieren.

#### **1.4. Justificación**

##### **Importancia**

El problema que se presenta debido a los fallos ocasionados en los equipos dentro de un centro de cómputo y que son provocados por factores físicos y ambientales es la indisponibilidad de las tecnologías de información y comunicación que pueden llevar a la interrupción de la continuidad del negocio, lo que causa perjuicios económicos importantes para la empresa ya que sus actividades y operaciones se verían total o parcialmente paralizadas, además de que su imagen comercial frente a clientes y proveedores se vería afectada por la ocurrencia de estos hechos, más aún si el tiempo de recuperación frente a estos eventos toma más tiempo del esperado. Otro inconveniente que se puede presentar, quizás el más grave, es la pérdida de datos o información relevante para la empresa, lo que muchas veces se considera una pérdida invaluable y muy difícil de recuperar, ya que en el entorno tecnológico actual se considera a la información como el activo fijo más importante.

##### **Necesidad**

Muchas empresas no tienen la capacidad para prevenir este tipo de eventos y ni siquiera advertirlos cuando se presentan, ya que ignoran la presencia de los factores

ambientales y el daño que pueden causar en un centro de cómputo, y es justamente que debido a esto no se han implementado sistemas de monitoreo que les permita supervisar y controlar el correcto funcionamiento de su infraestructura de cómputo.

### **Beneficios**

La presente investigación, análisis, diseño e implementación del proyecto busca dar una solución al problema planteado, creando un prototipo para un dispositivo de monitoreo ambiental de centros de cómputo de bajo costo basado en tecnología ARM y software de código abierto, lo que disminuye de manera importante su costo de implementación.

El prototipo del dispositivo propuesto tendrá la capacidad de monitorear diferentes factores ambientales y aspectos como temperatura, humedad, fugas de agua, luz, movimiento y cierre de puertas y ventanas a través del uso de varios sensores que irán instalados físicamente sobre una placa madre de tecnología ARM Raspberry Pi Modelo B utilizando el sistema operativo Raspbian basado en el núcleo de Linux. En el caso de detección de un evento por parte de los sensores, éstos generarán una serie de alarmas que serán enviadas a un administrador a través de correo electrónico, lo que le permitirá conocer de primera mano el inconveniente presentado para tomar medidas de prevención o corrección lo antes posible, minimizando así la ocurrencia de algún evento que pudiera llevar a la interrupción parcial o total del negocio, como por ejemplo que el sistema de facturación dejase de operar o que el servicio de correo electrónico no se encuentre disponible.

El prototipo contará con una interfaz web de fácil uso, intuitiva y amigable para el usuario que se desarrollará para administrar el dispositivo. De esta manera, la contratación de personal altamente calificado en este tipo de tecnología no será necesaria, ya que un usuario promedio estaría en la capacidad plena de gestionar el dispositivo. Adicionalmente, al ser la interfaz desarrollada en ambiente web, significa que podrá ser accedida de manera local a través de una red LAN o de manera remota a través de Internet. No solo se necesitaría un computador o laptop, ya que la interfaz podrá ser accedida mediante un dispositivo móvil como una tableta o teléfono inteligente, lo que aportaría un mejor control para el administrador.

### **Beneficiarios**

Si bien es cierto que actualmente existen soluciones en el mercado que ofrecen este tipo de ventajas y nivel de monitoreo, la gran mayoría de ellas tienen costos y requerimientos muy elevados como para ser implementados, debido a los presupuestos limitados de inversión tecnológica de la mayoría de las pymes del Ecuador, quienes serían los principales beneficiarios del presente proyecto que está orientado a ser una solución con un bajo costo total de propiedad o TCO (por sus siglas en inglés, *Total Cost of Ownership*), aunque debido a lo atractivo y funcional de esta tecnología, tanto organizaciones de todo tipo, instituciones educativas, gubernamentales o no gubernamentales también serían potenciales beneficiarios del presente proyecto.

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes investigativos

##### 2.1.1. Las pymes en el Ecuador

Se conoce como pymes al conjunto de pequeñas y medianas empresas que de acuerdo a su volumen de ventas, capital social, cantidad de trabajadores, y su nivel de producción o activos presentan características propias de este tipo de entidades económicas.<sup>1</sup>

La clasificación de las empresas en el Ecuador<sup>2</sup> se detalla en la Tabla 1:

**Tabla 1: Clasificación de las empresas en el Ecuador**

<b>VARIABLES</b>	<b>Micro Empresa</b>	<b>Pequeña Empresa</b>	<b>Mediana Empresa</b>	<b>Grandes Empresas</b>
<b>Personal Ocupado</b>	1 - 9	10 - 49	50 - 199	> 200
<b>Valor Bruto de las ventas anuales</b>	< 100,000	100,001 – 1,000,000	1,000,001 – 5,000,000	> 5,000,000
<b>Montos Activos</b>	Hasta US \$ 100,000	De US \$ 100,001 hasta US \$ 750,000	De US \$ 750,001 hasta US \$ 3,999,999	> US \$ 4,000,000

**Fuente:** Directorio de Empresas y Establecimientos 2012, INEC

En el Ecuador existen 704,566 empresas, de las cuales 69,569 son pymes, lo que representa un 9.9% del universo de empresas.

<sup>1</sup> Servicio de Rentas Internas. (2014). *Pymes*. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/de/32>

<sup>2</sup> Resolución No. SC-INPA-UA-G-10-005. (7 de Diciembre de 2010). *Clasificación de las PYMES, de acuerdo a la Normativa implantada por la Comunidad Andina en su resolución 1260 y la legislación interna vigente*. Registro Oficial del Ecuador.

## 2.1.2. Centros de cómputo

### 2.1.2.1. ¿Qué es un centro de cómputo?

Un centro de cómputo, o también llamado centro de datos por su nombre en inglés *data center*, es el lugar o ubicación donde se alojan los recursos informáticos y de comunicación críticos en ambientes controlados y bajo una gestión centralizada, que permite a las empresas operar todo el día o de acuerdo a sus necesidades de negocio. Estos recursos informáticos y de comunicación incluyen mainframes, servidores, software de aplicación y los sistemas operativos sobre el cual se ejecutan, sistemas de almacenamiento, y la infraestructura de red.

Los beneficios provistos por un centro de cómputo incluyen los objetivos tradicionales de una empresa, tales como el apoyo a las operaciones del negocio durante todo el día, reducción del costo total de operación y el mantenimiento necesario para sostener las funciones de la empresa, y el rápido despliegue de aplicaciones y consolidación de los recursos informáticos.

Debido a que los centros de cómputo alojan recursos informáticos críticos, las empresas deben preocuparse tanto de las instalaciones físicas que albergan los equipos como el personal necesario para una operación 24x7, de ser el caso. La demanda de estos recursos, junto con la criticidad del negocio, crea la necesidad de abordar las siguientes áreas para su correcta operación:

- Capacidad de energía
- Capacidad de enfriamiento
- Cableado
- Controles de temperatura y humedad
- Sistemas de incendio y humo
- Seguridad física: acceso restringido y vigilancia <sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Arregoces, M., & Portolani, M. (2003). *Data Center Fundamentals*. Indianapolis: Cisco Press.

### **2.1.2.2. Factores ambientales que pueden afectar a un centro de cómputo**

Un factor o condición ambiental es la influencia del medio ambiente sobre los seres vivos u objetos. En el caso de un centro de cómputo, los factores ambientales deben ser ideales para que los equipos que se alojan en él puedan operar adecuadamente.

#### **2.1.2.2.1. Temperatura**

El incremento en la temperatura en un centro de cómputo por inconvenientes con los sistemas de enfriamiento o porque está muy cercano a fuentes de calor, puede ocasionar mal funcionamiento de los equipos que se alojan en él, pudiendo originar daños físicos en los equipos y pérdida de datos; así como también condiciones inapropiadas para el trabajador del centro de cómputo.

Un rango de temperatura ambiente de 21 a 23°C (70 a 74°F) es óptimo para la fiabilidad de los sistemas y la comodidad del operador del centro de cómputo. Mientras que la mayoría de equipos de cómputo pueden funcionar dentro de una gama bastante amplia, un nivel de temperatura cercano a los 22°C (72°F) es deseable porque es más fácil mantener un nivel seguro de humedad relativa asociada a esta temperatura (Sun Microsystems, Inc., 2004).

El rango de temperatura de funcionamiento de los servidores es de 5 a 40°C (41 a 104°F) o de 5 a 35°C (41 a 95°F). Estas temperaturas se aplican al aire captado por cada servidor en el punto donde el aire entra en el servidor, y no necesariamente la temperatura del aire en los pasillos. Hay que asegurarse de que la temperatura de entrada de aire está dentro del rango de funcionamiento del sistema.

#### **2.1.2.2.2. Humedad**

La humedad relativa (RH, por sus siglas en inglés) es la cantidad de humedad en una muestra dada de aire a una temperatura dada en relación a la cantidad máxima de humedad que una muestra podría contener a la misma temperatura. Un volumen de aire a una temperatura dada puede contener una cierta cantidad de humedad. Dado que el aire es un gas, este se expande cuando se calienta. Cuando el aire se calienta, aumenta su volumen y la cantidad de humedad que puede contener aumenta, causando así que su humedad relativa disminuya (Sun Microsystems, Inc., 2004).

Niveles de humedad relativa entre el 45% y el 50% son los más adecuados para la operación segura de los servidores. Los equipos en un centro de cómputo son particularmente sensibles a los altos niveles de humedad. Cuando estos niveles son demasiado altos, la condensación del agua puede ocurrir, lo que puede llevar a problemas de corrosión del hardware, ya que se conforman de elementos metálicos. Cuando la humedad en el aire es muy baja, existe la posibilidad de descargas electrostáticas que pudieran dañar un equipo.

#### **2.1.2.2.3. Agua**

En caso de existir una fuga o inundación, el agua perjudica directamente a los equipos de un centro de cómputo además de ser causante de cortos circuitos.

#### **2.1.2.2.4. Fuego**

La existencia de fuego es uno de los factores más peligrosos en un centro de cómputo ya que los equipos y cableado ubicados en su interior son inflamables.

#### **2.1.2.2.5. Energía eléctrica**

Este factor es muy importante, ya que el suministro continuo de energía eléctrica es indispensable para el funcionamiento del centro de cómputo y también para los sistemas de enfriamiento o aire acondicionado que controlan la temperatura y humedad en el ambiente.

#### **2.1.2.2.6. Polvo**

Es uno de los principales enemigos en un centro de cómputo, ya que puede afectar la integridad de los datos que se encuentran almacenados en algún dispositivo.

#### **2.1.3. Prototipo**

Un prototipo es una muestra temprana, un modelo o versión de un producto construido para probar un concepto o proceso, o para actuar como algo para ser replicado o aprendido. Es un término que se utiliza en una variedad de contextos, incluyendo la semántica, el diseño, la electrónica y la programación de software. Un prototipo está diseñado para poner a prueba y ensayo un nuevo diseño para mejorar la precisión de los analistas y usuarios. Los prototipos sirven para proveer especificaciones para un sistema real y de trabajo, más que uno teórico.

La palabra prototipo se deriva del griego *prototypon*, “forma primitiva”, neutral de *prototypos*, “original, primitivo”, de *protos*, “primero” y *typos*, “impresión”.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Harper, D. (2014). *Online Etymology Dictionary*. Obtenido de <http://www.etymonline.com/index.php?search=prototype&searchmode=none>

#### 2.1.4. Arquitectura ARM

La arquitectura ARM (*Advanced RISC Machine*) es una alternativa muy importante en el diseño de microprocesadores, cuyo objetivo es realizar cualquier proceso de una manera rápida y sencilla, porque permite usar un número menor de instrucciones, alberga menos espacio de memoria y debido a su procesador de 32 bits puede desempeñar muchas más aplicaciones que otras arquitecturas.<sup>5</sup>

Gracias a su diseño sencillo, ARM tiene relativamente pocos componentes en el chip, por lo que no alcanza altas temperaturas y tiene bajos requerimientos de energía. Estas características lo han hecho candidato perfecto para el mercado de aplicaciones integradas (*embedded applications*) que van desde un teléfono celular a una lavadora. Esta arquitectura tuvo su primera aparición en productos comerciales como los asistentes personales Newton de Apple.

Basándose en la arquitectura ARM se ha logrado grandes avances tecnológicos; conforme ha ido avanzando su desarrollo el manejo de dispositivos se ha incrementado. Los procesadores basados en arquitectura ARM han evolucionado tanto que han llegado a ser parte fundamental en el desarrollo de aplicaciones tanto en el área de las comunicaciones, en automatización industrial y en la electrónica de consumo.

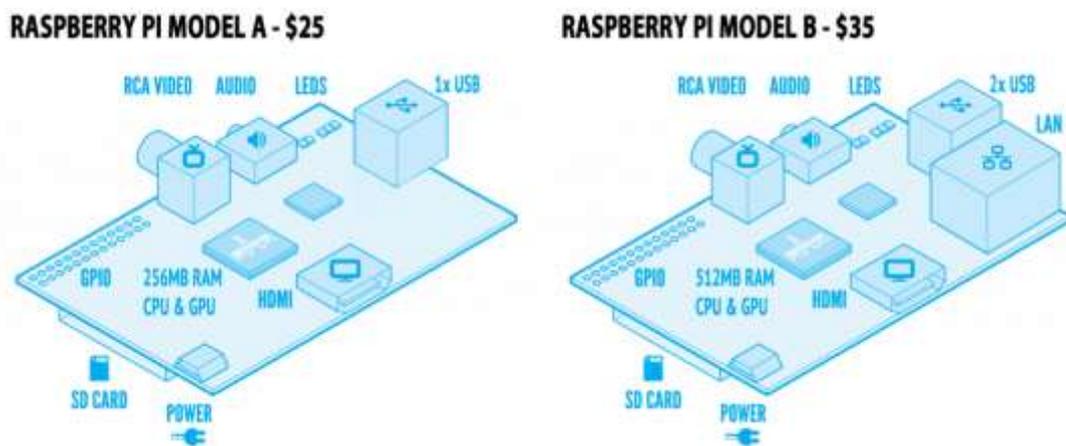
Tanta es la importancia de estos procesadores que el diseño básico de ARM fue licenciado por diferentes compañías como: Freescale, IBM, Nintendo, Philips, Infineon Technologies, Texas Instruments, VLSI, Atmel, Sharp, Samsung, etc. Al ser ARM una tecnología licenciable, esto significa que cualquier fabricante puede utilizar y producir esta tecnología previamente la adquisición de una licencia.

---

<sup>5</sup> Martínez Arias, B. R. (2007). *Arquitectura de procesadores ARM de 32 bits, circuitos integrados y entornos de desarrollo*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/561/1/T-ESPE-014396.pdf>

### 2.1.4.1. Raspberry Pi

La Raspberry Pi es una computadora de placa única o SBC (Single Board Computer, por sus siglas en inglés) de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito que se conecta a un monitor o a un televisor, y utiliza un teclado y un ratón estándar. Es un dispositivo pequeño que permite a personas de todas las edades a explorar la computación y aprender a programar en lenguajes como Scratch o Python. Es capaz de hacer todo lo que se espera que una computadora de escritorio pueda hacer, desde navegar en Internet y reproducir vídeo de alta definición, hasta hacer hojas de cálculo, documentos y jugar juegos. Es desarrollada en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi.<sup>6</sup>



**Figura 1: Modelos y costo de computadora de placa única Raspberry Pi**

**Fuente:** <http://www.raspberrypi.org/>

Existen tres variantes, el modelo A, el modelo B y el modelo B+, teniendo el modelo B+ más características. Como se muestra en la Figura 1, el modelo A tiene un costo referencial de US\$25 y los modelos B y su variante B+ cuestan US\$35 aproximadamente.

Las especificaciones técnicas de la placa Raspberry Pi se detallan en la Tabla 2:

<sup>6</sup> Raspberry Pi Foundation. (2014). *Raspberry Pi*. Obtenido de What is a Raspberry Pi?: <http://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>

**Tabla 2: Especificaciones técnicas de los modelos de placa Raspberry Pi**

<b>Especificaciones</b>	<b>Modelo A</b>	<b>Modelo B</b>	<b>Modelo B+</b>
Precio:	US\$25	US\$35	US\$35
System-on-a-Chip (SoC):	Broadcom BCM2835		
CPU:	700 MHz ARM1176JZF-S		
GPU:	Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, OpenVG 1080p H.264		
Memory (SDRAM):	256 MB	512 MB	512 MB
Puertos USB 2.0:	1	2	4
Salida de Video:	Video compuesto, HDMI (no al mismo tiempo)		HDMI, Video compuesto requiere adaptador de 4 polos
Salida de Audio:	Conector 3.5 mm		
Almacenamiento incorporado:	Slot Secure Digital (SD)		Slot Micro Secure Digital (MicroSD)
Interfaz de red incorporada:	Ninguna	10/100 Mbps RJ45 Ethernet	
Potencia:	300 mA (1.5W)	700 mA (3.5W)	650 mA (3.0W)
Fuente de energía:	5V (DC) via Micro USB		
Tamaño:	85.0 x 56.0 mm x 15mm	85.0 x 56.0 mm x 17mm	
Peso:	31g	40g	

Fuente: <http://www.raspberrypi.org/>

### 2.1.5. Software de código abierto

El software de código abierto (en inglés, *open source software*) es software que puede ser libremente utilizado, cambiado, y compartido (en forma modificada o no modificada) por cualquier persona. El software de código abierto es elaborado por muchas personas, y se distribuye bajo licencias que cumplen con la Definición de Código Abierto (en inglés, *Open Source Definition*).<sup>7</sup>

Open Source Definition es un documento publicado por la Open Source Initiative, una organización global sin fines de lucro que apoya y promueve el código abierto

<sup>7</sup> Open Source Initiative. (2014). Obtenido de <http://opensource.org/>

con el fin de determinar si una licencia de software se puede marcar con el sello de certificación de código abierto. Código abierto no solo significa acceso al código fuente. Los términos de licencia para la distribución de software de código abierto deben cumplir con lo siguiente:

- **Redistribución Libre.** La licencia no debe restringir a un tercero el vender o entregar el programa como parte de una distribución mayor que contiene programas de diferentes fuentes. La licencia no debe requerir una regalía u otras comisiones por esta venta.
- **Código fuente.** El programa debe incluir el código fuente, y debe permitir su distribución en código fuente y en forma compilada. Si alguna forma de un producto de software no se distribuye con el código fuente, tiene que publicarse de manera adecuada dónde obtener el código fuente por no más que un costo razonable de reproducción o la descarga a través de Internet sin costo alguno. El código fuente debe ser la forma preferida en la cual un programador podría modificar el programa. No se permite código fuente deliberadamente ofuscado.
- **Derivados.** La licencia debe permitir modificaciones y trabajos derivados, y debe permitir que estos se distribuyan bajo los mismos términos que la licencia del software original.
- **Integridad del código fuente del autor.** La licencia puede impedir que el código fuente sea distribuido en forma modificada sólo si la licencia permite la distribución de "archivos de revisión" con el código fuente con el fin de modificar el programa en tiempo de compilación. La licencia debe permitir explícitamente la distribución de software a partir de código fuente modificado. La licencia puede requerir que los trabajos derivados lleven un nombre o número de versión diferentes del programa original.
- **No discriminación contra personas o grupos.** La licencia no debe discriminar a ninguna persona o grupo de personas.

- **No discriminación en función de la finalidad deseada.** La licencia no debe restringir a nadie hacer uso del programa en algún campo específico de actividad. Por ejemplo, no se puede impedir que el programa sea utilizado en un negocio, o que se utilice para la investigación genética.
- **Distribución de la licencia.** Los derechos asociados al programa deben aplicarse a todos aquellos a quienes se redistribuya el programa, sin necesidad de pedir una licencia adicional para aquellas partes.
- **La licencia no debe ser específica de un producto.** Los derechos asociados al programa no deben depender de que el programa forme parte de una distribución de software en particular. Si el programa se extrae de esa distribución y es usado o distribuido dentro de los términos de la licencia del programa, todas las partes a las que se redistribuya el programa deben tener los mismos derechos que los que se otorgan en relación con la distribución de software original.
- **La licencia no debe restringir otro software.** La licencia no debe poner restricciones sobre otros programas que se distribuyan junto con el programa licenciado. Por ejemplo, la licencia no puede insistir en que todos los demás programas distribuidos sobre el mismo medio deben ser software de código abierto.
- **La licencia debe ser tecnológicamente neutral.** Ninguna disposición de la licencia puede basarse en una tecnología individual o estilo de interfaz.

#### 2.1.5.1. Linux

Linux es un sistema operativo, es decir, un programa de software que controla una computadora (McCarty, 1999). En términos técnicos más específicos, Linux es sólo el núcleo del sistema operativo, que ofrece los servicios básicos de planificación de procesos, memoria virtual, gestión de archivos, y manejo de dispositivos de

entrada/salida (Welsh, Dalheimer, Dawson, & Kaufman, 2003). En otras palabras, Linux en sí mismo es la parte de más bajo nivel del sistema operativo. Sin embargo, la mayoría de la gente usa el término "Linux" para referirse a todo el sistema, es decir, el núcleo junto con las muchas aplicaciones que el ejecuta.

Todos los sistemas operativos modernos tienen su origen en 1969 cuando Dennis Ritchie y Ken Thompson desarrollaron el lenguaje C y el sistema operativo Unix en AT&T Bell Labs (Cobbaut, 2014). Linux es una versión de libre distribución de Unix, originalmente desarrollada por Linus Torvalds, quien empezó a trabajar en Linux en 1991 como estudiante de la Universidad de Helsinki en Finlandia. Debido a que Linux es libre, y todo el código fuente está disponible, cualquiera puede modificar el sistema para satisfacer sus propias necesidades. Linux está protegido bajo los términos de la licencia GPL.

#### **2.1.5.2. GPL**

La Licencia Pública General de GNU o más conocida por su nombre en inglés *GNU General Public License* (o simplemente sus siglas del inglés GNU GPL) es la licencia más ampliamente usada en el mundo del software y garantiza a los usuarios finales (personas, organizaciones, compañías) la libertad de usar, estudiar, compartir (copiar) y modificar el software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

#### **2.1.5.3. Distribución de Linux**

Una distribución es un conjunto de software, generalmente de código abierto, que se agrega al núcleo de Linux. Una distribución, o también llamada *distro*, puede incluir software de servidor, herramientas de gestión del sistema, documentación y muchas aplicaciones de escritorio en un repositorio de software seguro y centralizado. Una distribución tiene como objetivo proporcionar una apariencia común, una administración fácil y segura y, a menudo un propósito de operación específico.

#### **2.1.5.4. Debian**

El proyecto Debian es una asociación de personas que han hecho causa común para crear un sistema operativo libre. Este sistema operativo se llama Debian. Los sistemas Debian actualmente usan el núcleo de Linux o de FreeBSD. Debian viene con más de 37500 paquetes (software pre compilado y empaquetado en un formato amigable para una instalación sencilla en una computadora), todos ellos de forma gratuita.<sup>8</sup> Es uno de los sistemas operativos basados en Linux más populares en la actualidad.

#### **2.1.5.5. Raspbian**

Raspbian es un sistema operativo libre basado en Debian optimizado para el hardware Raspberry Pi. Es el conjunto de programas básicos y utilidades que hacen que funcione el hardware Raspberry Pi. Sin embargo, Raspbian ofrece más que un sistema operativo puro; viene con 35000 paquetes, programas pre compilados incluidos en un formato agradable para una fácil instalación en el Raspberry Pi.<sup>9</sup>

#### **2.1.5.6. Apache**

El Servidor HTTP Apache es un software de servidor web de código abierto para sistemas operativos modernos incluyendo UNIX y Windows. Se puso en marcha en 1995 y ha sido el servidor web más popular en Internet desde Abril de 1996. Es un proyecto de software mantenido por The Apache Software Foundation, con el objetivo de proporcionar un servidor seguro, eficiente y extensible que proporcione servicios HTTP de acuerdo a los estándares actuales.<sup>10</sup>

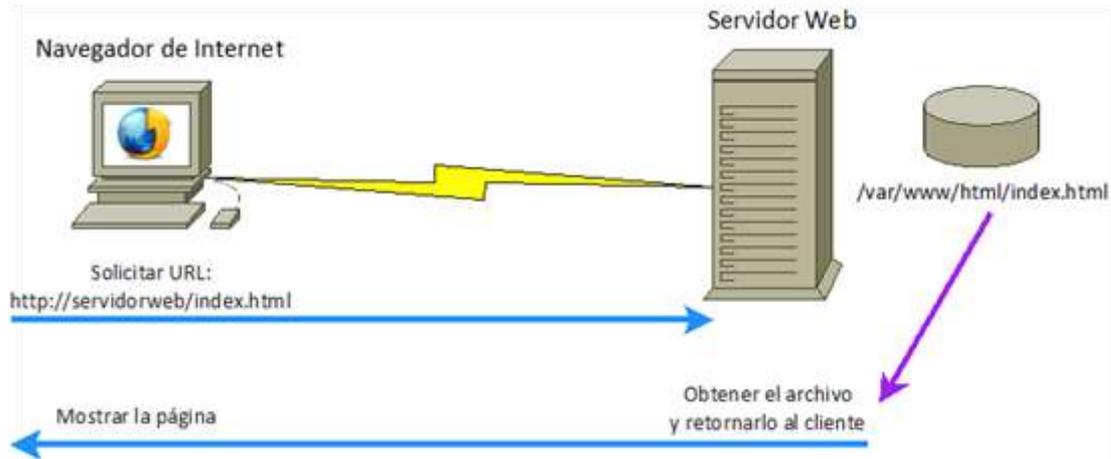
---

<sup>8</sup> Software in the Public Interest, Inc. (2014). *Acerca de Debian*. Obtenido de Debian:<https://www.debian.org/intro/about.es.html>

<sup>9</sup> *Raspbian*. (2014). Obtenido de <http://www.raspbian.org/>

<sup>10</sup> The Apache Software Foundation. (2015). *Apache HTTP Server Project*. Obtenido de <http://httpd.apache.org/>

Lo que hace un servidor web es traducir una dirección URL en un nombre de archivo y luego enviarlo nuevamente a través de Internet al cliente que lo solicitó (Laurie & Laurie, 2002), como se muestra en la Figura 2:



**Figura 2: Funcionamiento de un servidor web**

**Elaborado por:** Los autores

Apache se adapta a todo tipo de sitios web, ya sean grandes o pequeños. Se puede ejecutar desde una sola página personal hasta un gran sitio con millones de visitantes.

Ya que Apache es de código abierto y gratuito, los usuarios pueden descargar el software sin costo alguno e instalarlo en cuestión de minutos. Algunos sistemas operativos actuales, como Linux, ya incluyen el instalador de Apache haciendo más fácil su implementación. Actualmente, el software de servidor web Apache se encuentra disponible en su versión 2.4.

#### **2.1.5.7. PHP**

PHP es un lenguaje de programación para la creación de sitios web dinámicos e interactivos. Una página web dinámica es aquella cuyo contenido puede cambiar automáticamente cada vez que se ve la página, mientras tanto, un sitio web interactivo es aquel que responde a la entrada de sus visitantes (Doyle, 2010).

Como regla general, los programas PHP se ejecutan en un servidor web y muestran páginas web a los visitantes. Una de las características claves de este lenguaje, es que se puede insertar código PHP dentro de páginas web HTML, haciendo muy fácil la creación de sitios web con contenido dinámico de manera rápida.

PHP es un acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor, lo que da una buena idea de su propósito fundamental: procesar información y producir hipertexto (HTML) como resultado.

PHP es un lenguaje muy popular debido a que es soportado por muchos proveedores de Internet y empresas de alojamiento web, por lo que cientos de miles de desarrolladores lo están usando e instalando en millones de sitios web.

Otra gran característica de PHP es que es un lenguaje multiplataforma, es decir, permite ejecutar programas PHP en diferentes sistemas operativos tales como Microsoft Windows, Linux, FreeBSD, Mac OS X y Solaris, entre otros. Lo que es mejor aún, es que el motor de PHP se puede integrar con todos los servidores web más comunes como Apache, Internet Information Server (IIS), Zeus y lighttpd. Esto significa que es posible desarrollar y poner a prueba un sitio web PHP en una configuración de sistema operativo, y luego desplegarlo en un tipo diferente de sistema sin tener que cambiar gran parte del código.<sup>11</sup>

Actualmente, el lenguaje PHP se encuentra en su versión 5, la cual tiene soporte total para la programación orientada a objetos.

#### **2.1.5.8. Framework Neo**

Un *framework* o marco de trabajo es un ambiente de software que sirve como base para el desarrollo de aplicaciones de software o productos. Puede incluir compiladores, librerías de código, herramientas e interfaces de programación que al

---

<sup>11</sup> Doyle, M. (2010). *Beginning PHP 5.3*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

juntarlos permiten facilitar y agilizar el desarrollo de un software o producto, a través de la reutilización de código.

Un *web application framework* (WAF, por sus siglas en inglés) es un framework que está diseñado para el desarrollo de aplicaciones y sitios web dinámicos.

Neo<sup>12</sup> es un framework para aplicaciones web basado en el lenguaje de programación PHP y desarrollado especialmente para el proyecto de software de comunicaciones unificadas Elastix. Es de código abierto y permite su libre uso, ya sea para el desarrollo de módulos para Elastix o para aplicaciones particulares.

Entre las características que ofrece el framework Neo se tienen las siguientes:

- Arquitectura web basada en MVC (Modelo Vista Controlador)
- Desarrollo POO (Programación Orientada a Objetos)
- Concepto e implementación modular
- Mantenimiento de idiomas
- Mantenimiento de ayuda embebida
- Patrones de desarrollo
- Soporte ACLs (Listas de Control de Acceso)

#### **2.1.5.9. MySQL**

MySQL es un sistema gestor de base de datos relacional que funciona bajo la arquitectura cliente-servidor. MySQL incluye un servidor SQL, programas cliente para acceder al servidor, herramientas administrativas y una interfaz de programación para escribir programas personalizados (DuBois, 2009).

Entre las características que posee MySQL se tienen las siguientes:

---

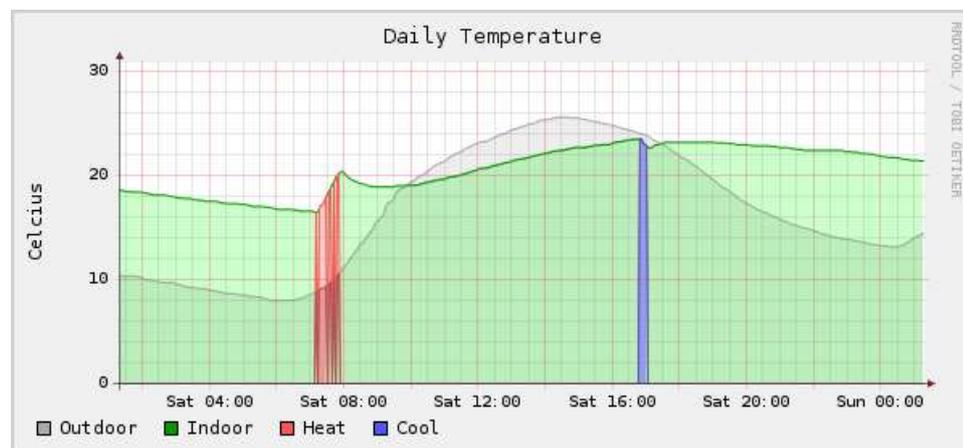
<sup>12</sup> Landívar, E. (2009). *Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 2*

- **Velocidad.** MySQL es rápido. Los desarrolladores de MySQL afirman que es uno de los sistemas de base de datos más rápidos en la actualidad.
- **Facilidad de uso.** MySQL es un sistema de base de datos de alto rendimiento pero relativamente simple, y es mucho menos complejo de configurar y administrar que los sistemas más grandes que existen.
- **Capacidad.** El servidor MySQL es multi-hilo, esto quiere decir que muchos clientes pueden conectarse al mismo tiempo. Cada cliente puede utilizar varias bases de datos simultáneamente. Se puede acceder a MySQL de forma interactiva a través de varias interfaces que permiten introducir consultas y ver los resultados, tales como la interfaz de línea de comandos, navegadores web o clientes gráficos.
- **Conectividad y seguridad.** MySQL funciona totalmente en red, y las bases de datos se pueden acceder desde cualquier lugar en Internet. Pero MySQL posee control de acceso, de modo que un usuario que no debería ver los datos no podrá hacerlo. Para proveer seguridad adicional, MySQL soporta conexiones encriptadas utilizando el protocolo *Secure Socket Layer* (SSL).
- **Portabilidad.** MySQL se ejecuta en muchas variedades Unix y Linux, así como en otros sistemas como Windows y Netware. MySQL se ejecuta en hardware como servidores de gama alta hasta los PC, inclusive en dispositivos de bolsillo.
- **Disponibilidad y costo.** MySQL es un proyecto de código abierto disponible bajo múltiples tipos de licencia. En primer lugar, está disponible bajo los términos de la licencia GNU GPL, lo que significa que no tiene costo para la mayoría de usos. En segundo lugar, para organizaciones que prefieren o requieren acuerdos formales o que no quieren estar bajo los términos de la licencia GPL, están disponibles licencias comerciales.

### 2.1.5.10. RRDtool

RRDtool es un acrónimo de *Round Robin Database tool*. Permite registrar y analizar datos que se recogen de varios tipos de fuentes de datos, tales como temperaturas, carga de CPU, ancho de banda, etc., es decir, cualquier dato cuyos valores puedan ser medidos en varios puntos en el tiempo.<sup>13</sup>

RRDtool tiene la capacidad de generar rápidamente representaciones gráficas de los valores de datos recogidos durante un periodo de tiempo definible, tal como se muestra en la Figura 3. Para guardar y obtener los datos, RRDtool trabaja con archivos RRD, de ahí su nombre.



**Figura 3: Gráfico de temperatura elaborado con RRDtool**

**Fuente:** RRDtool Gallery (<http://www.mrtg.org/rrdtool/gallery/index.en.html>)

### 2.1.6. Arquitectura de software

El diseño de la arquitectura de un sistema es el proceso por el cual se define una solución para los requisitos técnicos y operacionales del mismo. Este proceso define que componente forman el sistema, cómo se relacionan entre ellos, y cómo mediante su interacción llevan a cabo la funcionalidad especificada, cumpliendo con los

<sup>13</sup> van den Bogaerdt, A. (2014). *RRDtool*. Obtenido de rrdtutorial: <http://oss.oetiker.ch/rrdtool/tut/rrdtutorial.en.html>

criterios de calidad indicados como seguridad, disponibilidad, eficiencia o usabilidad (De La Torre Llorente, Zorrilla Castro, Ramos Barros, & Calvarro Nelson, 2010).

### 2.1.6.1. Arquitectura MVC

El Modelo-Vista-Controlador (MVC) es un patrón de diseño para la arquitectura de aplicaciones web, ampliamente adoptado, en muchos lenguajes de programación y frameworks, cuyo propósito es lograr una separación entre tres componentes de la mayoría de las aplicaciones web, los cuales se aprecian en la Figura 4.

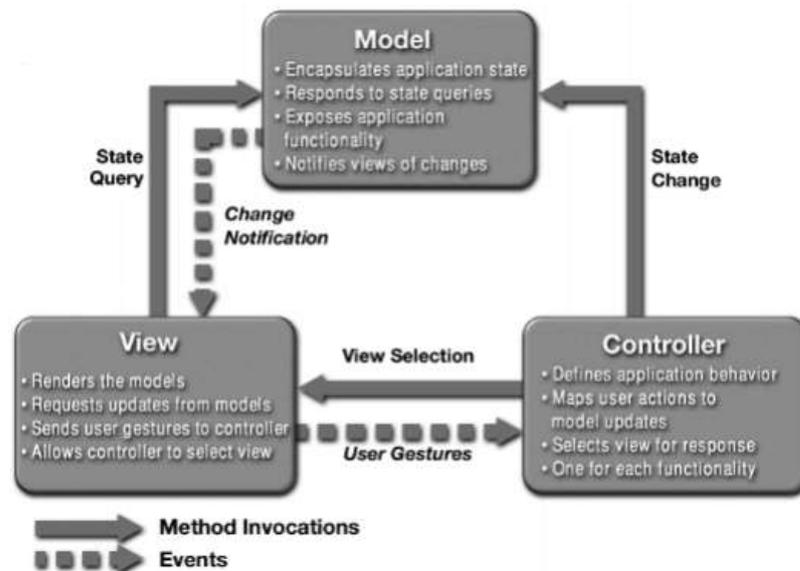


Figura 4: Estructura genérica del patrón MVC

Fuente: <https://ist.berkeley.edu/as-ag/pub/pdf/mvc-seminar.pdf>

- **Modelo.** Se encarga de la lógica del negocio y el procesamiento, es decir, la información almacenada en una base de datos o archivo XML, junto con las reglas de negocio que transforma esa información teniendo en cuenta las acciones de los usuarios.

- **Vista.** Maneja la interfaz gráfica y su interacción con el usuario, en otras palabras, la página HTML.
- **Controlador.** Responde a los eventos que se producen en la interfaz gráfica, usualmente por acciones del usuario.

El flujo de control del patrón de diseño MVC (Pavón Mestras, 2010) se detalla a continuación:

1. El usuario realiza una acción en la interfaz.
2. El controlador trata el evento de entrada.
3. El controlador notifica al modelo la acción del usuario, lo que puede implicar un cambio del estado del modelo.
4. Se genera una nueva vista. La vista toma los datos del modelo. El modelo no tiene conocimiento directo de la vista.
5. La interfaz de usuario espera otra interacción del usuario, que comenzará otro nuevo ciclo.

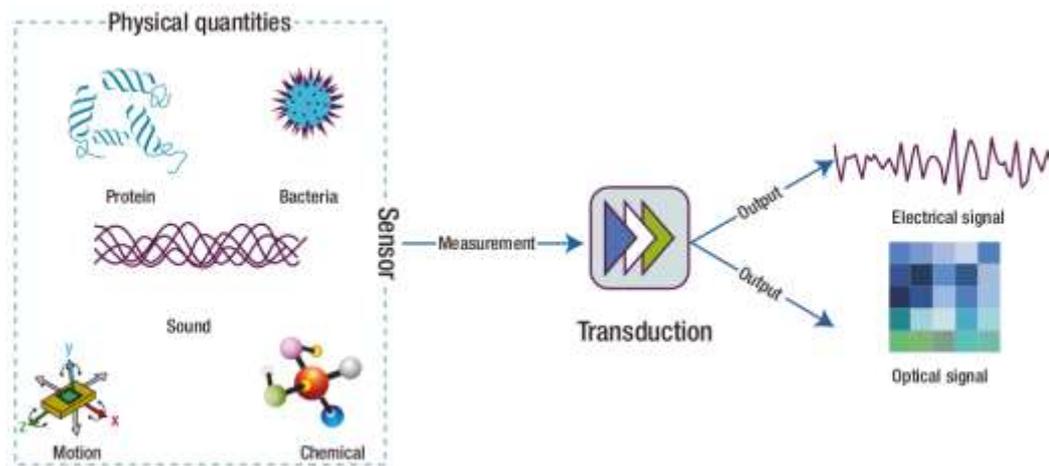
### 2.1.7. Sensores

Un sensor es un dispositivo que recibe un estímulo y responde con una señal eléctrica. El estímulo es la cantidad, la propiedad o la condición que se recibe y se convierte en una señal eléctrica (Fraden, 2010).

El propósito de un sensor es responder a algún tipo de propiedad física de entrada (estímulo) y convertirla en una señal eléctrica que es compatible con circuitos electrónicos. Cuando se dice “eléctrica”, se refiere a una señal que puede ser canalizada, amplificada y modificada por dispositivos electrónicos. La señal de salida del sensor puede ser en forma de voltaje, corriente o carga.

Los sensores pueden ser utilizados para medir o detectar una amplia variedad de propiedades físicas, químicas, biológicas, incluyendo proteínas, bacterias, productos químicos, gases, intensidad de luz, movimiento, posición, sonido y muchos otros. Las mediciones del sensor son convertidas por un transductor en una señal que representa la cantidad de interés para un observador o para el mundo exterior (McGrath & Ni Scanail, 2013).

La Figura 5 presenta un esquema que detalla el funcionamiento de un sensor de manera general:



**Figura 5: El proceso de un sensor**

**Fuente:** (McGrath & Ni Scanail, 2013)

### 2.1.7.1. Tipos de sensores

Para una cantidad, propiedad o condición dada, usualmente hay más de una forma de sensor que se puede utilizar para realizar la medición. Cada tipo de sensor ofrece diferentes niveles de precisión, sensibilidad, especificidad o la capacidad de operar en diferentes condiciones ambientales. Existen también consideraciones de costo. Los sensores más costosos ofrecen características más sofisticadas que ofrecen

mejores características de rendimiento (McGrath & Ni Scanaill, 2013). Entre los tipos de sensores existentes se pueden mencionar:

- **Mecánicos.** Los sensores mecánicos se basan en el principio de la medición de los cambios en un dispositivo o material como el resultado de una entrada que causa la deformación mecánica de este dispositivo o material. Movimiento, velocidad, aceleración y desplazamiento son entradas que pueden ser medidas como resultado de la deformación mecánica. Cuando la salida se convierte directamente en una salida eléctrica, entonces el sensor se describe como electromecánico. Otras señales de salida posibles son magnética, óptica y térmica.
- **Ópticos.** Los sensores ópticos funcionan detectando ondas o fotones de luz, incluyendo la luz en los espectros visible, infrarrojo y ultravioleta. Operan mediante la medición de un cambio en la intensidad de la luz en relación con la emisión de luz o la absorción por una cantidad de interés. La medición de la ausencia o interrupción de una fuente de luz es un uso común.
- **Biológicos.** Los sensores biológicos utilizan mecanismos bioquímicos para identificar una sustancia de interés en muestras químicas, ambientales (aire, suelo y agua) y muestra biológicas (sangre, saliva y orina). El sensor utiliza un material biológico inmovilizado, que podría ser una enzima, anticuerpo, ácido nucleico, u hormona en un dispositivo autónomo. Se inmoviliza el material biológico de manera que mantenga su bioactividad.

## **2.2. Fundamentación legal**

### **2.2.1. La norma TIA-942**

La Asociación de la Industria de Telecomunicaciones, o TIA (*Telecommunication Industry Association*, por sus siglas en inglés) es la principal asociación comercial que representa a la industria mundial de tecnologías de información y comunicación a través de la elaboración de normas, iniciativas políticas, oportunidades de negocio, inteligencia de mercado y eventos de networking.<sup>14</sup>

Desafortunadamente, los centros de cómputo se diseñaron históricamente en la ausencia de normas establecidas. Esto hizo que muchos administradores de red enfrenten el desafío de elegir tecnologías y descifrar como implementarlas adecuadamente en un espacio, a menudo de tamaño insuficiente, que es responsable de proporcionar de forma segura y confiable todos los servicios existentes y futuros a una empresa.

En Abril de 2005, la TIA respondió a esta necesidad con la norma TIA-942 (*Telecommunications Infrastructure Standards for Data Centers*), la primera norma en abordar específicamente la infraestructura del centro de datos.<sup>15</sup> La TIA revisa las normas cada 5 años. En ese tiempo, las normas son reafirmadas, rescindidas o revisadas de acuerdo con los cambios presentados. Más de 60 organizaciones dentro de la industria de las telecomunicaciones aportaron su experiencia para el desarrollo de esta norma (incluidos los fabricantes, consultores, usuarios finales y otras organizaciones).

El propósito de esta norma es proporcionar los requerimientos mínimos y directrices para el diseño e instalación de un centro de datos o cuarto de equipos, ya sea para el uso de una sola empresa o para alojar múltiples usuarios de Internet, y es aplicable para centros de datos de cualquier tamaño.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> Telecommunications Industry Association. (2014). *Telecommunications Industry Association*. Obtenido de TIA: <http://www.tiaonline.org/about/>

<sup>15</sup> ADC Telecommunications, Inc. (2006). *TIA-942 Data Center Standards Overview*. Minneapolis.

<sup>16</sup> Telecommunications Industry Association. (2005). *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers TIA-942*. Arlington, VA, USA.

## **2.2.1.1. Requerimientos de un centro de cómputo**

### **2.2.1.1.1. Ubicación**

Al seleccionar el sitio para un centro de cómputo, evitar lugares que estén restringidos de alguna manera por los componentes del edificio y que limiten la expansión, tales como ascensores, paredes exteriores o paredes que limiten con otros edificios. El lugar deberá proporcionar accesibilidad para el suministro de equipos de gran tamaño y encontrarse alejado de fuentes de interferencia electromagnética, tales como transformadores eléctricos, motores y generadores, equipos de rayos x, transmisores de radio o de radar, y dispositivos de sellado de inducción. Así también, la habitación no deberá tener ventanas exteriores, ya que éstas aumentan la carga de calor y reducen la seguridad.

### **2.2.1.1.2. Acceso**

Las puertas del centro de cómputo deben proporcionar acceso sólo al personal autorizado.

### **2.2.1.1.3. Tamaño**

El centro de cómputo deberá estar dimensionado para satisfacer las necesidades de los equipos. Esta información puede obtenerse del(los) proveedor(es) de estos equipos. El dimensionamiento debe incluir un futuro proyectado, así como los requerimientos actuales.

#### **2.2.1.1.4. Directrices para otros equipos**

Equipo eléctrico de control, tales como sistemas de distribución de energía, y UPS hasta 100 kVA se permitirán en el centro de cómputo, con la excepción de baterías externas. UPS de más de 100 kVA y cualquiera que contenga baterías externas deben estar ubicados en una sala aparte. Todo equipo de apoyo no relacionado con el centro de cómputo (por ejemplo, tuberías, conductos, tubos neumáticos, etc.) no se instalará, pasará o entrará al cuarto de equipos.

#### **2.2.1.1.5. Altura del techo**

La altura mínima en el centro de cómputo será de 2.6 metros desde el piso terminado a cualquier obstáculo como aspersores, accesorios de iluminación o cámaras.

#### **2.2.1.1.6. Tratamiento**

Los pisos, paredes y techo serán sellados, pintados y contruidos de un material para minimizar el polvo. Los acabados deben ser de color claro para mejorar la iluminación del ambiente. Además, los pisos deben tener propiedades antiestáticas.

#### **2.2.1.1.7. Iluminación**

La iluminación será de un mínimo de 500 lux en el plano horizontal y 200 lux en el plano vertical, medida a 1 metro por encima del piso terminado. Los accesorios de iluminación no deben ser alimentados desde el mismo panel de distribución eléctrica destinado para el equipo de telecomunicaciones. No deben usarse reguladores de voltaje. La iluminación de emergencia y la señalética deberán colocarse

correctamente por la autoridad competente, de tal manera que la ausencia de iluminación primaria no obstaculice la salida de emergencia.

#### **2.2.1.1.8. Puertas**

Las puertas deberán ser de un mínimo de 1 metro de ancho y 2.13 metros de alto con bisagras para permitir abrir hacia afuera, deslizarse o ser removibles.

#### **2.2.1.1.9. Climatización**

Si el centro de cómputo no tiene un sistema de climatización dedicado, deberá estar ubicado con acceso directo al sistema de suministro de climatización principal del edificio. El sistema de climatización deberá ser provisto en una base de 24 horas al día los 365 días del año. Si el sistema en el edificio no puede asegurar la operación continua para grande aplicaciones de equipos, se dispondrá de una unidad independiente en el centro de cómputo. El sistema de climatización deberá estar respaldado por el sistema generador del cuarto de equipos, si existiere uno instalado, caso contrario por el sistema generador del edificio, si existiere alguno.

#### **2.2.1.1.10. Parámetros operacionales**

La temperatura y la humedad deberán ser controladas para proporcionar rangos de operación continuos:

- Temperatura del aire (DBT): 20° C (68° F) a 25° C (77° F);
- Humedad relativa: 40% a 55%;
- Máximo punto de rocío: 21° C (68.9° F);

- Máxima tasa de cambio: 5° C (9° F) por hora;
- Equipos de humidificación y des humidificación pueden ser necesarios dependiendo de las condiciones ambientales locales.

La temperatura y la humedad se medirán después de que los equipos estén en operación. Las mediciones se realizan a una distancia de 1.5 metros por encima del nivel del suelo cada 3 a 6 metros a lo largo de la línea de los pasillos y en cualquier ubicación en la toma de aire de los equipos que se encuentran operando.

#### **2.2.1.1.11. Baterías**

Si se usan baterías para respaldo, se proporcionará ventilación adecuada y contención de derrames según sea necesario.

#### **2.2.1.1.12. Vibración**

La vibración mecánica de los equipos o de la infraestructura de cableado puede provocar fallas en el servicio a través del tiempo. Un ejemplo común de este tipo de fallas serían conexiones sueltas o flojas.

#### **2.2.1.1.13. Energía**

Deberán proporcionarse circuitos de alimentación independientes para el centro de cómputo y que terminen en su propio panel eléctrico. El centro de cómputo tendrá tomas 120V para herramientas eléctricas, equipos de limpieza y cualquier otro equipo no adecuado para ser conectado en los gabinetes, ni estar en el mismo panel eléctrico o utilizar los mismos circuitos destinados para las computadoras y equipos

de telecomunicaciones. Los paneles eléctricos del centro de cómputo deberán apoyarse por un sistema generador de respaldo, si hubiere uno instalado. Cualquier generador utilizado debe estar clasificado para cargas electrónicas.

#### **2.2.1.1.14. Protección contra incendios**

Los sistemas de protección contra incendios y extintores portátiles deberán cumplir con la norma NFPA-75, que abarca la protección contra incendios para los equipos de tecnologías de la información.

#### **2.2.1.1.15. Filtración de agua**

Cuando exista riesgo de entrada de agua, se proporcionará un medio de evacuación de agua en el espacio provisto para el centro de cómputo, por ejemplo, un desagüe en el suelo. Adicionalmente, se debe proporcionar al menos un drenaje u otros medios para la evacuación de agua por cada área de 100 m<sup>2</sup>. Cualquier tipo de tuberías de agua y desagüe que vaya a través del cuarto, deben estar ubicadas lejos y no directamente encima de los equipos en el cuarto.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS DEL SISTEMA

#### 3.1. Requerimientos funcionales

##### 3.1.1. Módulo Usuarios

**Tabla 3: Requerimiento Autenticar usuario**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.1 Autenticar usuario</b>
<b>Descripción</b>	Los usuarios registrados deben ingresar al sistema utilizando sus credenciales de acceso, es decir, un nombre de usuario y una contraseña válidas. Si las credenciales son correctas, se muestra una pantalla de inicio para dicho usuario.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	Datos obligatorios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de usuario.</li> <li>• Contraseña.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla de inicio o <i>dashboard</i>.</li> <li>• Acceso a los menús asignados para el usuario en cuestión.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña en una pantalla de inicio de sesión. El sistema verifica si el nombre de usuario y la contraseña existen en la base de datos y son correctos. Si es así, el sistema presenta al usuario autenticado una pantalla de inicio con acceso a los menús asignados para dicho usuario, caso contrario el sistema vuelve a mostrar la pantalla de inicio de sesión.
<b>Precondiciones</b>	El nombre de usuario y contraseña deben estar creados y almacenados en la base de datos del sistema.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario ingresa al sistema.
<b>Efectos colaterales</b>	Ingreso al sistema.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 4: Requerimiento Finalizar sesión**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.2 Finalizar sesión</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir al usuario que se ha autenticado finalizar la sesión existente.
<b>Prioridad</b>	Alta

<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de usuario autenticado.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla de inicio de sesión.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	En la pantalla principal, el usuario dispone de un botón que le permite finalizar o cerrar la sesión existente.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema.
<b>Postcondiciones</b>	La sesión del usuario finaliza.
<b>Efectos colaterales</b>	El usuario no puede efectuar cambio alguno en el sistema una vez que ha finalizado su sesión.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 5: Requerimiento Cambiar contraseña**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.3 Cambiar contraseña</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir al usuario cambiar su propia contraseña.
<b>Prioridad</b>	Baja
<b>Entradas</b>	Datos obligatorios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraseña actual</li> <li>• Contraseña nueva</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmación de que la contraseña fue actualizada.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	En la pantalla principal, el usuario dispondrá de un botón que le permitirá cambiar su contraseña.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema.
<b>Postcondiciones</b>	La contraseña del usuario se modifica.
<b>Efectos colaterales</b>	El usuario deberá ingresar con su nueva contraseña en el próximo inicio de sesión en el sistema.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 6: Requerimiento Crear un usuario**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.4 Crear un usuario</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir agregar usuarios que puedan autenticarse y utilizar el sistema. El nombre de usuario administrador creado por defecto para este propósito es admin, al igual que su contraseña.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	Datos obligatorios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de usuario o login.</li> <li>• Contraseña.</li> <li>• Grupo.</li> <li>• Dirección de correo electrónico.</li> </ul> Datos opcionales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre completo del usuario.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los usuarios existentes en el sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema despliega un formulario para el registro de nuevos

	usuarios, en el cual se deben ingresar los datos descritos anteriormente. Después de ingresados los datos, se validan y se registran en el sistema.
<b>Precondiciones</b>	Ingresar con usuario admin, el cual existe por defecto y cuenta con los privilegios para crear otros usuarios.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario queda registrado y puede posteriormente autenticarse e ingresar al sistema con sus credenciales respectivas.
<b>Efectos colaterales</b>	Se ingresa un registro en la base de datos con los datos del nuevo usuario.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 7: Requerimiento Eliminar un usuario**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.5 Eliminar un usuario</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir eliminar usuarios.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de usuario.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los usuarios existentes en el sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema muestra el listado de los usuarios existentes. El usuario administrador selecciona el usuario a eliminar, presiona el botón Eliminar y confirma la acción. El usuario es eliminado de la base de datos del sistema.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar creado en el sistema. Solo el usuario administrador puede eliminar otros usuarios.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario eliminado ya no podrá autenticarse más en el sistema.
<b>Efectos colaterales</b>	Se elimina un registro de usuario de la base de datos.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 8: Requerimiento Actualizar un usuario**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.6 Actualizar un usuario</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir actualizar o modificar los datos de un usuario.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	<p>Datos obligatorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraseña.</li> <li>• Grupo.</li> <li>• Dirección de correo electrónico.</li> </ul> <p>Datos opcionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre completo del usuario.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los usuarios existentes en el sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema muestra el listado de los usuarios existentes. El usuario administrador selecciona el usuario a actualizar, presiona el botón Editar e ingresa los datos si son correctos,

	caso contrario muestra el error existente.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar creado en el sistema. Solo el usuario administrador puede actualizar los datos de otros usuarios.
<b>Postcondiciones</b>	La información del usuario es actualizada.
<b>Efectos colaterales</b>	Se modifica un registro de la base de datos con los cambios de datos del usuario.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 9: Requerimiento Crear un grupo**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.7 Crear un grupo</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir agregar grupos para poder asignar permisos a los usuarios que pertenezcan a dicho grupo en particular.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	Datos obligatorios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de grupo.</li> <li>• Descripción.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los grupos existentes en el sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema despliega un formulario para el registro de nuevos grupos, en el cual se deben ingresar los datos descritos anteriormente. Después de ingresados los datos, se validan y se registran en el sistema.
<b>Precondiciones</b>	Ingresar con usuario admin, el cual existe por defecto y cuenta con los privilegios para crear grupos.
<b>Postcondiciones</b>	El grupo queda registrado.
<b>Efectos colaterales</b>	Se ingresa un registro en la base de datos con los datos del nuevo grupo.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 10: Requerimiento Eliminar un grupo**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.8 Eliminar un grupo</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir eliminar grupos.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de grupo.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los grupos existentes en el sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema muestra el listado de los grupos existentes. El usuario administrador selecciona el grupo a eliminar, presiona el botón Eliminar y confirma la acción. A continuación, el grupo es eliminado de la base de datos del sistema.
<b>Precondiciones</b>	Ingresar con usuario admin, el cual existe por defecto y cuenta con los privilegios para eliminar grupos.
<b>Postcondiciones</b>	El grupo queda eliminado del sistema.
<b>Efectos colaterales</b>	Usuarios nuevos creados ya no podrán ser asignados al grupo

	eliminado.
--	------------

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 11: Requerimiento Actualizar un grupo**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.9 Actualizar un grupo</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir actualizar o modificar los datos de un grupo.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	Datos obligatorios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de grupo.</li> <li>• Descripción.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los grupos existentes en el sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema muestra el listado de los grupos existentes. El usuario administrador selecciona el grupo a actualizar, presiona el botón Editar e ingresa los datos si son correctos, caso contrario muestra el error existente.
<b>Precondiciones</b>	El grupo debe estar creado en el sistema. Solo el usuario administrador puede actualizar los datos de un grupo.
<b>Postcondiciones</b>	La información del grupo es actualizada.
<b>Efectos colaterales</b>	Se modifica un registro de la base de datos con los cambios de datos del grupo.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 12: Requerimiento Asignar permisos a un grupo**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>1.10 Asignar permisos a un grupo</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir asignar permisos a un grupo.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	Datos obligatorios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de grupo.</li> <li>• Uno o más permisos.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los permisos del grupo.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema muestra el listado de todos los permisos existentes. El usuario administrador escoge el grupo al cual afectarán los permisos y selecciona tantos permisos como privilegios desee darle a un grupo en particular dentro del sistema.
<b>Precondiciones</b>	El grupo debe estar creado en el sistema. Solo el usuario administrador puede agregar permisos a un grupo.
<b>Postcondiciones</b>	Los permisos se asignan al grupo seleccionado.
<b>Efectos colaterales</b>	Los usuarios pertenecientes a un grupo en particular tendrán tantos privilegios en el sistema como permisos se hayan asignado a dicho grupo.

**Elaborado por:** Los autores

### 3.1.2. Módulo Sistema

Tabla 13: Requerimiento Mostrar una pantalla de inicio

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>2.1 Mostrar una pantalla de inicio</b>
<b>Descripción</b>	Una vez que un usuario se ha autenticado correctamente, el sistema presenta a continuación una pantalla de inicio o dashboard, la cual muestra indicadores e información relevante acerca del sistema.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros de la base de datos.</li> <li>• Información obtenida del sistema operativo.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla de inicio con indicadores e información relevante acerca de varios aspectos del sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	<p>Si el usuario es autenticado correctamente por el sistema, entonces se presenta una pantalla de inicio o dashboard con indicadores e información relevante de varios aspectos del sistema. Los datos a mostrar son obtenidos de la base de datos y del sistema operativo Linux sobre el cual se basa el dispositivo.</p> <p>Los indicadores e información relevante a mostrar se dividen en cuatro secciones y se presentan en un formato de 2 filas por 2 columnas. Las secciones a mostrar son:</p> <p>Recursos del sistema: Uso de CPU, memoria RAM y memoria SWAP.</p> <p>Discos duros: Capacidad de disco duro, espacio libre y utilizado, fabricante de disco duro.</p> <p>Estado de los sensores: Estado (OK/Fallo) de los cinco sensores a instalar, que son: temperatura, humedad, luz, movimiento y contacto de puerta.</p> <p>Estado de alertas: Estado de los eventos generados por los sensores en las últimas 24 horas, 1 semana y 1 mes.</p>
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe autenticarse correctamente en el sistema.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario ingresa al sistema.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

Elaborado por: Los autores

Tabla 14: Requerimiento Apagar y reiniciar el dispositivo

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>2.2 Apagar y reiniciar el dispositivo</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir apagar y reiniciar el dispositivo.
<b>Prioridad</b>	Baja
<b>Entradas</b>	Ninguna.
<b>Salidas</b>	Ninguna.
<b>Proceso</b>	El sistema dispone de dos acciones: apagar y reiniciar el dispositivo. El usuario escoge una de las dos acciones y

	presiona el botón Proceder para continuar. El usuario debe confirmar nuevamente que desea proseguir.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema y poseer permisos para apagar y reiniciar el dispositivo.
<b>Postcondiciones</b>	El dispositivo es apagado o reiniciado.
<b>Efectos colaterales</b>	El dispositivo se apagará o reiniciará indistintamente si otros usuarios están o no autenticados en el sistema.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 15: Requerimiento Actualizar los parámetros de red**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>2.3 Actualizar los parámetros de red</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir, en la misma pantalla, modificar o actualizar los parámetros generales de red, así como también mostrar el listado de las interfaces de red existentes en el sistema para su edición.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	Configuración de red general del sistema operativo y de las interfaces de red existentes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de host</li> <li>• Dirección IP</li> <li>• Máscara de red</li> <li>• Puerta de enlace predeterminada</li> <li>• Servidor DNS primario</li> <li>• Servidor DNS secundario</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de interfaces de red existentes en el sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema muestra en una pantalla los parámetros generales de red y un listado de las interfaces de red existentes cuya configuración puede ser modificada. El usuario presiona el botón Editar y se habilitan los cuadros de texto para editar la información existente. Una vez editada la información y si es correcta, se muestra nuevamente la pantalla inicial, caso contrario se muestra el error existente.
<b>Precondiciones</b>	Ingresar al sistema con un usuario con privilegios necesarios para cambiar esta configuración.
<b>Postcondiciones</b>	El sistema cambia su configuración de red.
<b>Efectos colaterales</b>	Pérdida de conexión con la interfaz de usuario para gestión del sistema. Debe ser accedida a través de la nueva dirección IP.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 16: Requerimiento Generar un archivo de respaldo**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>2.4 Generar un archivo de respaldo</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir generar un archivo de respaldo de la configuración e información del sistema.

<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivos de configuración.</li> <li>• Base de datos del sistema.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo comprimido en formato TAR.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema genera un archivo comprimido de respaldo en formato TAR, el cual contiene todos los archivos de configuración y la información existente en la base de datos del sistema.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para poder generar un archivo de respaldo.
<b>Postcondiciones</b>	El archivo de respaldo es creado con extensión tar.gz.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 17: Requerimiento Restaurar el sistema**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>2.5 Restaurar el sistema</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir su restauración a partir de un archivo de respaldo previamente generado en el mismo sistema.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo comprimido en formato TAR.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmación de restauración del sistema.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema muestra un listado de los archivos de respaldo existentes y permite restaurar el sistema a partir de uno de los archivos seleccionados.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para poder restaurar el sistema. Un archivo de respaldo válido debe existir.
<b>Postcondiciones</b>	El sistema es restaurado de acuerdo a las configuraciones e información existente en el archivo de respaldo.
<b>Efectos colaterales</b>	El proceso de restauración modifica toda configuración e información existente en el sistema.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 18: Requerimiento Seleccionar idioma**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>2.6 Seleccionar idioma</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir seleccionar el idioma para la interfaz de usuario entre español e inglés.
<b>Prioridad</b>	Baja
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un archivo de texto con las traducciones para los diferentes módulos.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	Ninguna.
<b>Proceso</b>	El usuario selecciona el idioma para la interfaz entre español

	e inglés y presiona el botón Guardar para aplicar los cambios.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para poder cambiar el idioma.
<b>Postcondiciones</b>	La interfaz de usuario del sistema se muestra con el nuevo idioma seleccionado.
<b>Efectos colaterales</b>	Todos los módulos y sus respectivas opciones se mostrarán en el idioma seleccionado.

Elaborado por: Los autores

**Tabla 19: Requerimiento Configurar fecha y hora**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>2.7 Configurar fecha y hora</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir configurar la fecha y hora.
<b>Prioridad</b>	Baja
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre de host o dirección IP de un servidor NTP.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fecha y hora actualizadas.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El usuario ingresa un nombre de host o dirección IP de un servidor NTP ubicado en Internet o en la red local para proveer de fecha y hora adecuadas al sistema.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para poder cambiar el idioma.
<b>Postcondiciones</b>	La hora y fecha son actualizadas en el sistema.
<b>Efectos colaterales</b>	Las marcas de tiempo de los registros nuevos creados en la base de datos utilizarán la fecha y hora actualizada.

Elaborado por: Los autores

### 3.1.3. Módulo Sensores

**Tabla 20: Requerimiento Habilitar y deshabilitar sensor**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>3.1 Habilitar y deshabilitar sensor</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir habilitar y deshabilitar el funcionamiento de un sensor.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	Ninguna.
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirmación de habilitación o des habilitación del sensor.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	En la pantalla de configuración de un sensor en particular, el usuario selecciona si desea habilitar o deshabilitar el mismo. Presiona el botón Guardar para aplicar los cambios.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para acceder a la configuración de los sensores.

<b>Postcondiciones</b>	El sensor queda habilitado o deshabilitado.
<b>Efectos colaterales</b>	Si el sensor se habilita tomará muestras del ambiente, caso contrario no las tomará y por lo tanto no se registrarán en la base de datos.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 21: Requerimiento Presentar lectura actual del sensor**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>3.2 Presentar última lectura del sensor</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir presentar la última lectura generada por el sensor.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor de última lectura del sensor.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de la última lectura del sensor.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	En la pantalla de configuración de un sensor en particular, el usuario observa la última lectura generada por el sensor.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para acceder a la configuración de los sensores.
<b>Postcondiciones</b>	Se muestra la última lectura del sensor en cuestión.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 22: Requerimiento Configurar valores umbral de sensores de temperatura y humedad**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>3.3 Configurar valores umbral de sensores de temperatura y humedad</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir configurar los valores de umbral mínimo y máximo de los sensores de temperatura y humedad del dispositivo.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	Datos obligatorios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor de umbral mínimo.</li> <li>• Valor de umbral máximo.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmación de cambio de los valores de umbral.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	En la pantalla de configuración de los sensores de temperatura y humedad, el usuario configura los valores de umbral mínimo y máximo.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para acceder a la configuración de los sensores.
<b>Postcondiciones</b>	Se modifican los valores de umbral mínimo y máximo.
<b>Efectos colaterales</b>	Al modificarse los valores de umbral mínimo y máximo, los eventos generados por el sistema por sobrepasar el límite de estos valores se verán alterados.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 23: Requerimiento Habilitar y deshabilitar envío de alarmas para un sensor**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>3.4 Habilitar y deshabilitar envío de alarmas para un sensor</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir habilitar y deshabilitar el envío de alarmas en caso de generación de un evento por parte de un sensor.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	Ninguna.
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmación de habilitación o des habilitación del envío de alarmas.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	En la pantalla de configuración de un sensor en particular, el usuario selecciona si desea habilitar o deshabilitar el envío de alarmas. Presiona el botón Guardar para aplicar los cambios.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para acceder a la configuración de los sensores.
<b>Postcondiciones</b>	El envío de alarmas queda habilitado o deshabilitado.
<b>Efectos colaterales</b>	Si el envío de alarmas se habilita, se enviarán notificaciones en caso de ocurrir un evento, caso contrario no se enviarán las notificaciones.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 24: Requerimiento Seleccionar usuario para envío de alarmas**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>3.5 Seleccionar usuario para envío de alarmas</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir seleccionar el usuario a cuya dirección de correo electrónico se enviarán las alarmas en caso de ocurrencia de un evento para un sensor.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los usuarios existentes en el sistema.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmación.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	En la pantalla de configuración de un sensor en particular, el usuario selecciona a cual usuario se enviarán las alarmas. Presiona el botón Guardar para aplicar los cambios.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para acceder a la configuración de los sensores.
<b>Postcondiciones</b>	El envío de alarmas a un usuario en particular queda habilitado.
<b>Efectos colaterales</b>	El envío de alarmas se habilita para un usuario en particular, por lo tanto si otro usuario recibía las alarmas anteriormente, ya no las recibirá más.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 25: Requerimiento Habilitar y deshabilitar cámara integrada**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>3.6 Habilitar y deshabilitar cámara integrada</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir habilitar y deshabilitar el funcionamiento de la cámara integrada al activarse el sensor de contacto de puerta o el de movimiento.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	Ninguna.
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmación de habilitación o des habilitación de la cámara integrada.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	En la pantalla de configuración de la cámara integrada, el usuario selecciona si desea habilitar o deshabilitar su funcionamiento. Presiona el botón Guardar para aplicar los cambios.
<b>Precondiciones</b>	El usuario autenticado debe tener privilegios para acceder a la configuración de los sensores.
<b>Postcondiciones</b>	La cámara integrada queda habilitada o deshabilitada.
<b>Efectos colaterales</b>	Si la cámara integrada se des habilita, no tomará fotos en caso de activarse el sensor de contacto de puerta o movimiento.

**Elaborado por:** Los autores

### 3.1.4. Módulo Reportes

**Tabla 26: Requerimiento Visualizar reportes de eventos de sensor**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>4.1 Visualizar reportes de eventos de sensor</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir visualizar reportes de los eventos generados por los sensores del dispositivo.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de sensor.</li> <li>• Rango de fecha.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros de eventos del sensor seleccionado.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El usuario selecciona el tipo de sensor y el rango de fecha de los registros a visualizar.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe tener privilegios para visualizar los reportes.
<b>Postcondiciones</b>	Se genera el reporte para el sensor dado.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 27: Requerimiento Visualizar reportes de datos de sensor**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>4.2 Visualizar reportes de datos de sensor</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir visualizar reportes de los datos

	generados por los sensores del dispositivo.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de sensor.</li> <li>• Rango de fecha.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros de datos del sensor seleccionado.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El usuario selecciona el tipo de sensor y el rango de fecha de los registros a visualizar.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe tener privilegios para visualizar los reportes.
<b>Postcondiciones</b>	Se genera el reporte para el sensor dado.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 28: Requerimiento Exportar reportes a archivos**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>4.3 Exportar reportes a archivos</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir exportar los diferentes reportes a archivos CSV y PDF.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros del reporte generado.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivo CSV y PDF.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El usuario selecciona el tipo de archivo a exportar los reportes.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe tener privilegios para visualizar los reportes.
<b>Postcondiciones</b>	Se genera el archivo de reportes y puede ser almacenado en el computador del usuario.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 29: Requerimiento Crear gráficos de datos de sensor en series de tiempo**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>4.4 Crear gráficos de datos de sensor en series de tiempo</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir crear gráficos de datos de sensor en series de tiempo de 24 horas, 1 semana y 1 mes.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos del sensor.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfico RRD de series de tiempo.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El sistema automáticamente cada 5 minutos almacena en la base de datos los datos de las lecturas de los sensores. En base a estos datos, el sistema genera gráficos de datos en series de tiempo de 24 horas, 1 semana y 1 mes.
<b>Precondiciones</b>	El sensor debe estar habilitado para poder tomar las lecturas de manera automática.
<b>Postcondiciones</b>	Se genera el gráfico RRD de series de tiempo.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 30: Requerimiento Visualizar reportes gráficos de datos de sensor**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>4.5 Visualizar reportes gráficos de datos de sensor</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir crear visualizar reportes gráficos de series de tiempo de los datos generados por los sensores del dispositivo.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de sensor.</li> <li>• Rango de fecha.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfico RRD de series de tiempo.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El usuario selecciona el tipo de sensor y el rango de fecha de los gráficos a visualizar. Los gráficos a mostrarse son de las últimas 24 horas, 1 semana y 1 mes.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe tener privilegios para visualizar los reportes.
<b>Postcondiciones</b>	Se genera el reporte gráfico RRD de series de tiempo.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 31: Requerimiento Visualizar gráficos de indicadores del estado de los sensores**

<b>Id. Requerimiento</b>	<b>4.6 Visualizar gráficos de indicadores del estado de los sensores</b>
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir visualizar gráficos de indicadores del estado de los sensores del dispositivo.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de sensor.</li> <li>• Rango de fecha.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfico de indicador del sensor seleccionado.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	El usuario selecciona el tipo de sensor y el rango de fecha de los registros a visualizar. El sistema genera un gráfico de indicador y muestra información relevante respecto a los resultados.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe tener privilegios para visualizar los reportes.
<b>Postcondiciones</b>	Se genera el gráfico de indicador para el sensor seleccionado.
<b>Efectos colaterales</b>	Ninguno.

**Elaborado por:** Los autores

## 3.2. Requerimientos no funcionales

### 3.2.1. Requerimientos de interfaz externa

### **3.2.1.1. Interfaz de usuario**

- La interfaz de usuario a desarrollar será web.
- Se necesitará un navegador web para acceder a la aplicación. Deberá soportar los navegadores Mozilla Firefox y Google Chrome.
- Al ser web, la interfaz podrá ser accedida desde cualquier computador o dispositivo móvil, tales como una tableta o teléfono inteligente.
- La resolución óptima requerida es de 1280 x 768 pixeles.
- La pantalla se distribuirá en cinco secciones:
  - Sección 1. Contendrá el logo del sistema y los botones de finalizar sesión y cambiar contraseña.
  - Sección 2. Contendrá los menús del sistema.
  - Sección 3. Contendrá los submenús del sistema.
  - Sección 4. Contendrá las opciones de los submenús del sistema.
  - Sección 5. Contendrá el área de trabajo.

### **3.2.1.2. Interfaz de hardware**

- El sistema deberá ser instalado sobre un computador de placa única Raspberry Pi modelo B, para lo cual deberá funcionar con un procesador de 700 MHz de velocidad, 512 MB de memoria RAM y sobre una memoria microSD de 4GB de capacidad.
- El sistema deberá interactuar con los siguientes componentes de hardware instalados sobre la placa Raspberry Pi:
  - Tarjeta de memoria SD.

- Interfaz de red alámbrica RJ45.
  - Sensor de luz.
  - Sensor de temperatura.
  - Sensor de humedad.
  - Sensor de movimiento.
  - Sensor de contacto de puerta.
  - Cámara integrada.
  - Pantalla LCD de 20 x 2 caracteres.
- 
- El sistema no podrá interactuar con otro hardware no descrito en el listado anterior.
  - El protocolo de comunicación a utilizar será TCP/IP, por lo tanto se necesita acceso a una red de computadoras de forma alámbrica con su direccionamiento IP respectivo.
  - El sistema será accesible a través del protocolo HTTPS que funciona en el puerto de comunicación TCP 443.

### **3.2.1.3. Interfaz de software**

- El sistema deberá funcionar sobre el sistema operativo Raspbian Linux.
- El sistema deberá ser desarrollado sobre el lenguaje de programación PHP versión 5.
- El sistema desarrollado deberá ejecutarse sobre el servidor de páginas web Apache versión 2.
- El sistema deberá utilizar el motor de base de datos MySQL versión 5 para el almacenamiento de registros.

- El sistema utilizará el módulo php5-mysql para permitir la conexión entre el lenguaje PHP y la base de datos MySQL.
- El sistema utilizará el módulo ssl del servidor Apache para proveer el protocolo HTTPS.
- Para la comunicación con los sensores, el sistema internamente utilizará el lenguaje de programación C.
- El sistema utilizará la librería libmysqlclient-dev versión 5 para proveer una interfaz de comunicación entre el lenguaje C y la base de datos MySQL, para el almacenamiento de las lecturas de los sensores.
- El sistema usará la herramienta rrdtool versión 1 para la generación de gráficos de series de tiempo en base a las lecturas de los sensores.
- Todo el software a utilizar deberá ser de código abierto y de libre distribución, es decir, sin licenciamiento comercial.

### **3.2.2. Requerimientos de desempeño**

- El sistema debe permitir registrar al menos un usuario en el sistema.
- El sistema debe permitir hasta tres usuarios concurrentes.
- El sistema debe permitir los siguientes tiempos de respuesta máximos para la interfaz web de usuario cuando estén conectados todos los usuarios de manera concurrente, de acuerdo al sitio y la velocidad de conexión:
  - LAN ( $\geq 100$  Mbps): 4 segundos.
  - Internet banda ancha ( $\geq 1$  Mbps): 5 segundos.
  - Internet móvil 3G ( $\geq 1$  Mbps): 10 segundos.

### **3.2.3. Requerimientos de seguridad**

- El sistema dispondrá de una dirección IP por defecto para ingresar a la interfaz web de administración.
- El sistema deberá ser configurado para ser accedido a través de una dirección IP privada, mas no a través de una dirección IP pública conectada directamente a Internet.
- Para ser accesible desde Internet, el dispositivo donde funcionará el sistema deberá estar protegido por medio de un equipo firewall ubicado delante de él.
- La interfaz de usuario debe ser accedida mediante el protocolo HTTPS para proveer encriptación y seguridad a la conexión durante el inicio y la duración de la sesión.
- Cada usuario deberá autenticarse para ingresar al sistema y su acceso será verificado contra los registros almacenados en la base de datos.
- Las claves de usuario se almacenarán en la base de datos de manera encriptada con el algoritmo MD5.
- El usuario accederá a los módulos provistos por los permisos asignados al grupo.

### **3.2.4. Requerimientos de calidad**

- El sistema se preinstalará en el dispositivo para que el usuario no tenga que instalarlo y por ende cometa errores durante este proceso.

- El sistema será intuitivo y fácil de usar. El usuario estará apto para su manejo y configuración con una capacitación de 2 horas y con el uso del manual de usuario.
- El sistema debe tener un 99% de disponibilidad en un periodo de 30 días para garantizar su confiabilidad.

### 3.3. Definición de roles en los módulos

El sistema contempla la existencia de dos tipos de usuarios o actores:

- **Administrador.** Es el usuario que viene creado por defecto en el sistema y tiene acceso a todos los módulos. Realiza las configuraciones críticas en el sistema. Puede crear nuevos usuarios y grupos, así como también asignar permisos para un grupo dado.
- **No administrador.** Es aquel usuario que pertenece a un grupo creado previamente por el usuario administrador. Tiene acceso solamente a los módulos, opciones y configuraciones que le hayan sido asignadas por el administrador.

Cada uno de estos usuarios o actores cumple varios roles con respecto a los módulos definidos en el sistema, los cuales se muestran en detalle en la Tabla 32 a continuación:

**Tabla 32: Roles de los usuarios respecto a los módulos del sistema**

Módulo	Tareas	Roles	
		Administrador	No Administrador
Usuarios	Autenticar usuario.	X	X
	Finalizar sesión.	X	X
	Cambiar contraseña.	X	X
	Crear, eliminar y actualizar un usuario.	X	
	Crear, eliminar y actualizar un grupo.	X	
	Asignar permisos a un grupo.	X	
Sistema	Mostrar una pantalla de inicio.	X	X
	Apagar y reiniciar el dispositivo.	X	X
	Actualizar los parámetros de red.	X	X
	Generar un archivo de respaldo.	X	X
	Restaurar el sistema.	X	X
	Seleccionar idioma y configurar fecha y hora.	X	X
Sensores	Habilitar y deshabilitar sensor.	X	X
	Configurar valores umbral de sensores de temperatura y humedad.	X	X
	Habilitar y deshabilitar envío de alarmas para un sensor.	X	X
	Seleccionar el usuario para envío de alarmas.	X	X
Reportes	Visualizar reportes de eventos, datos y gráficos de sensor.	X	X
	Exportar reportes a archivos.	X	X
	Visualizar gráficos de indicadores de estado de los sensores.	X	X

**Elaborado por:** Los autores

### 3.3.1. Casos de uso

Se han determinado los siguientes casos de uso de acuerdo a los módulos definidos para el sistema:

a. Autenticación de usuario

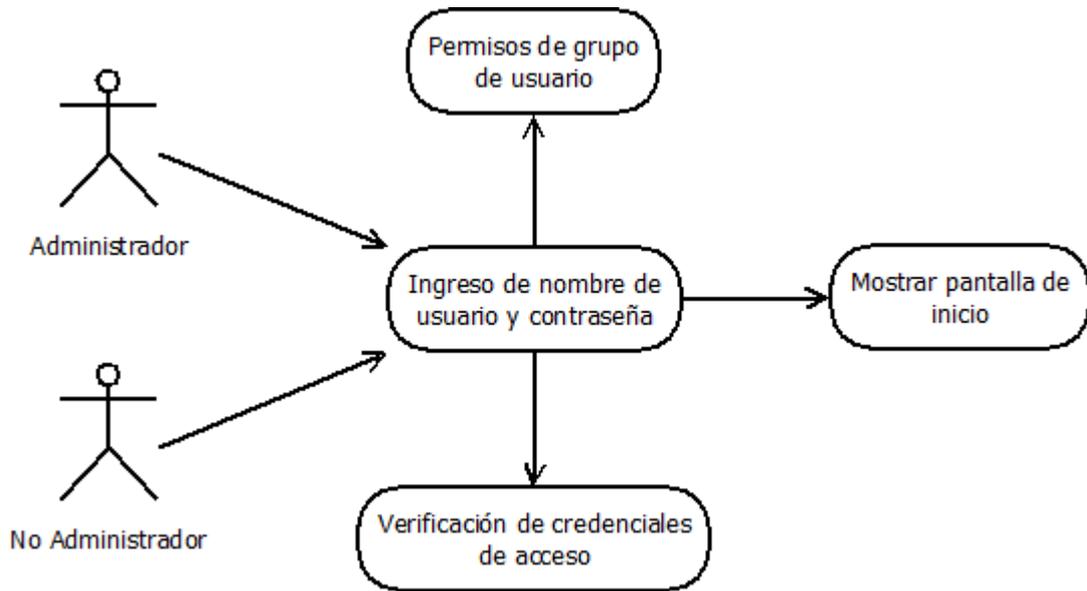


Figura 6: Diagrama de caso de uso: Autenticación de usuario

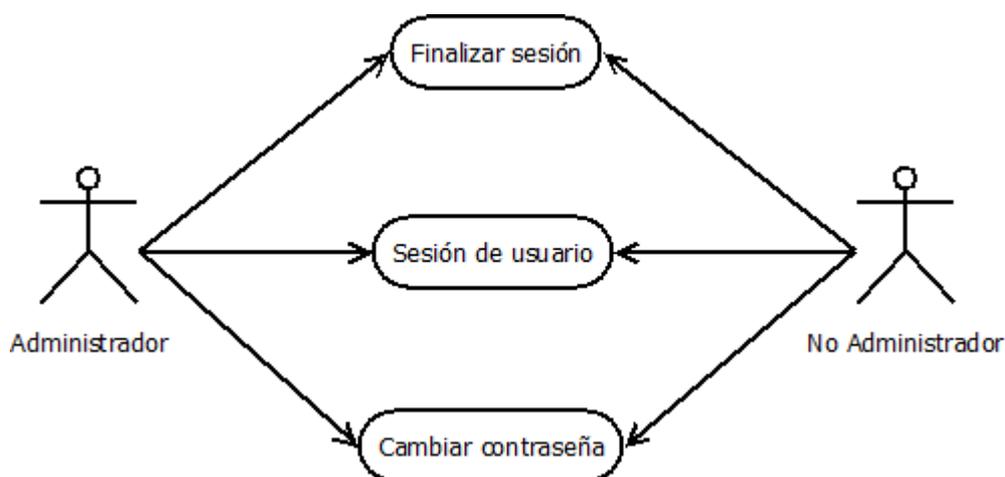
Elaborado por: Los autores

Tabla 33: Descripción caso de uso: Autenticación de usuario

Descripción caso de uso: Autenticación de usuario	
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrador</li> <li>• No Administrador</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Ingreso al sistema.
<b>Descripción</b>	Los usuarios registrados deben ingresar al sistema utilizando sus credenciales de acceso, es decir, un nombre de usuario y una contraseña válidas. Si las credenciales son correctas, se muestra una pantalla de inicio para dicho usuario.
<b>Precondiciones</b>	El nombre de usuario y contraseña deben estar creados y almacenados en la base de datos del sistema.
<b>Secuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña.</li> <li>• El sistema verifica si el nombre de usuario y la contraseña existen en la base de datos.</li> <li>• Si los datos son correctos, el sistema otorga acceso a los menús permitidos para el usuario y presenta una pantalla de inicio.</li> </ul>

Elaborado por: Los autores

**b. Sesión de usuario**



**Figura 7: Diagrama de caso de uso: Sesión de usuario**

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 34: Descripción de caso de uso: Sesión de usuario**

<b>Descripción caso de uso: Sesión de usuario</b>	
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrador</li> <li>• No Administrador</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Permitir finalizar sesión y cambiar contraseña.
<b>Descripción</b>	Una vez iniciada la sesión de un usuario, el usuario podrá finalizar su sesión y cambiar su contraseña.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema.
<b>Secuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario inicia sesión.</li> <li>• El usuario puede finalizar sesión y cambiar su contraseña.</li> </ul>

**Elaborado por:** Los autores

c. Gestión de usuarios

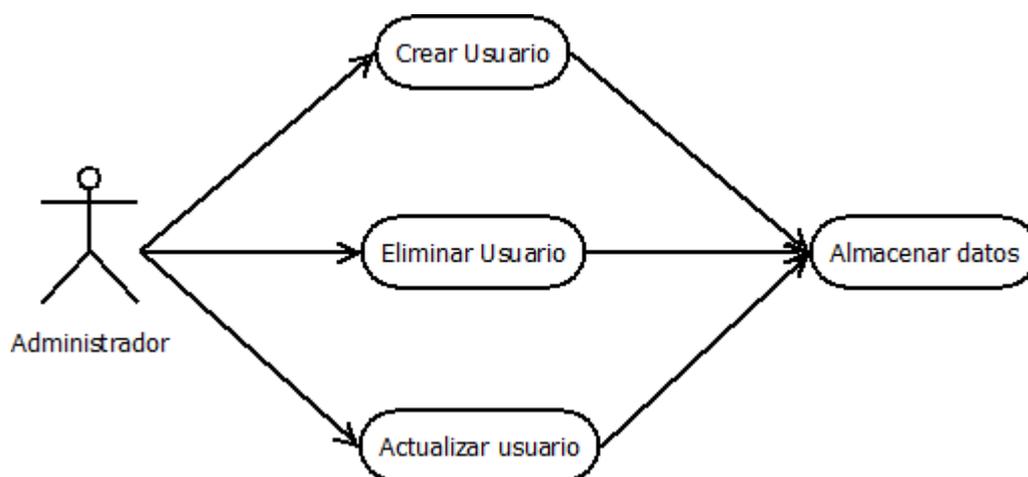


Figura 8: Diagrama de caso de uso: Gestión de usuarios

Elaborado por: Los autores

Tabla 35: Descripción de caso de uso: Gestión de usuarios

Descripción caso de uso: Gestión de usuarios	
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Administrador</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Gestionar usuarios del sistema.
<b>Descripción</b>	El administrador es el único que se encarga de la creación de usuarios que accederán al sistema. También le es permitido eliminarlos y modificarlos.
<b>Precondiciones</b>	Ingresar al sistema con usuario administrador, el cual ya existe por defecto.
<b>Secuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El administrador crea el usuario respectivo.</li> <li>El administrador puede consultar los usuarios creados.</li> <li>El administrador puede eliminar un usuario creado.</li> <li>El administrador puede actualizar un usuario creado.</li> </ul>

Elaborado por: Los autores

#### d. Gestión de grupos y permisos

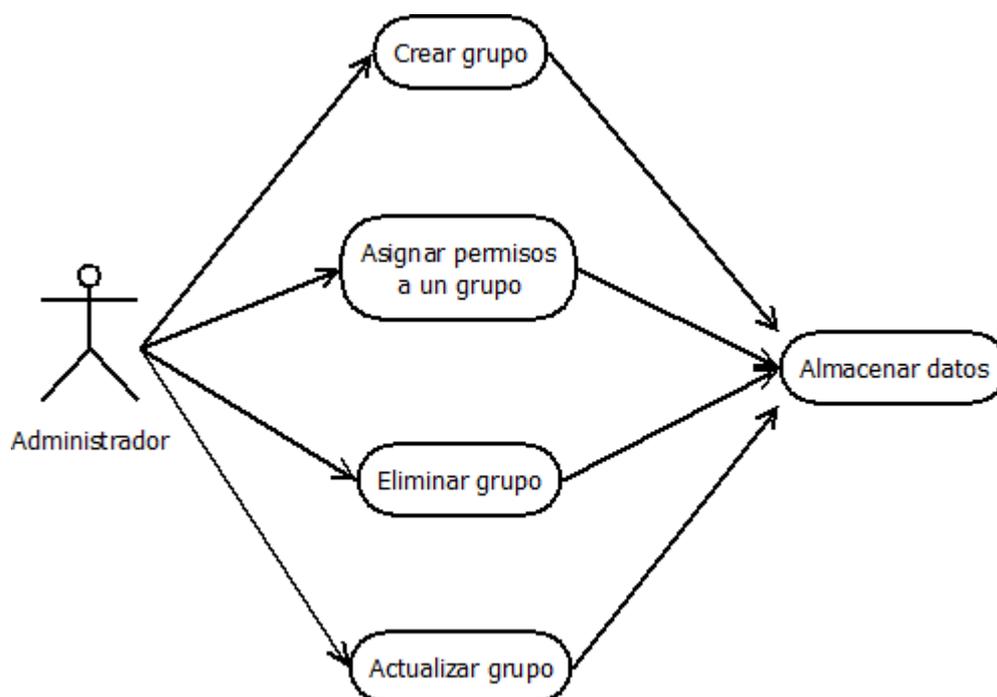


Figura 9: Diagrama de caso de uso: Gestión de grupos y permisos

Elaborado por: Los autores

Tabla 36: Descripción de caso de uso: Gestión de grupos y permisos

Descripción caso de uso: Gestión de grupos y permisos	
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Administrador</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Gestionar grupos del sistema y asignación de permisos.
<b>Descripción</b>	El administrador es el único que se encarga de la creación de grupos y la asignación de permisos para estos grupos. También le es permitido eliminarlos y modificarlos.
<b>Precondiciones</b>	Ingresa al sistema con usuario administrador, el cual ya existe por defecto.
<b>Secuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El usuario crea el grupo respectivo.</li> <li>El administrador asigna permisos al grupo respectivo.</li> <li>El administrador puede consultar los grupos creados.</li> <li>El administrador puede eliminar un grupo creado.</li> <li>El administrador puede actualizar un grupo creado.</li> </ul>

Elaborado por: Los autores

e. Gestión del sistema

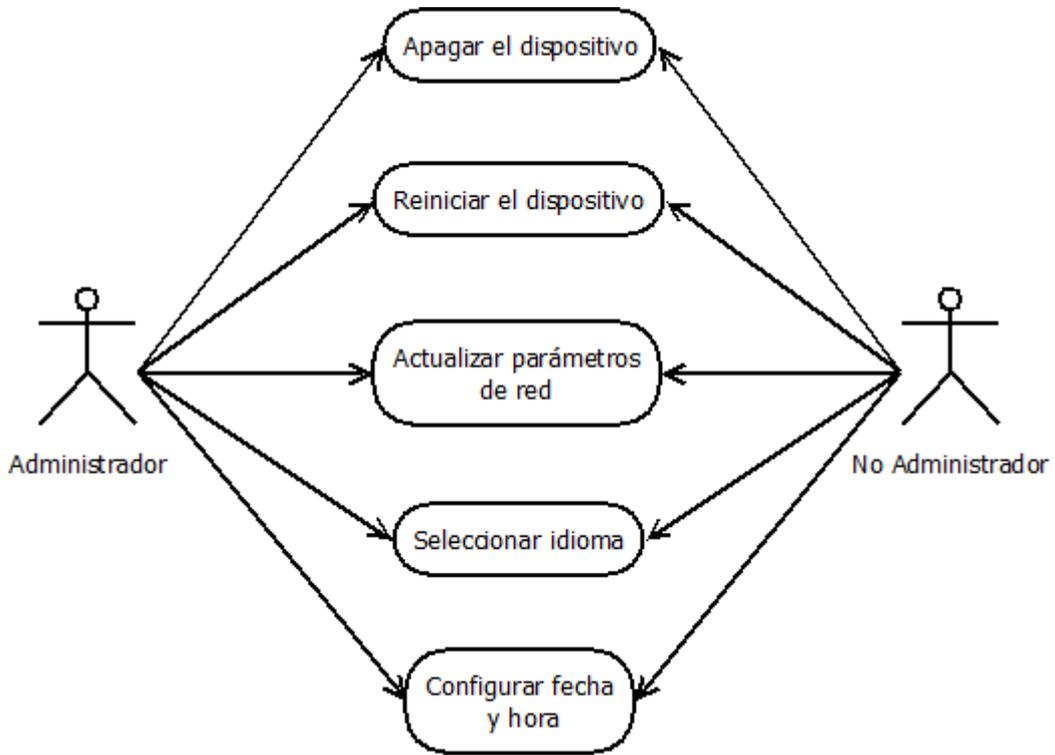


Figura 10: Diagrama de caso de uso: Gestión del sistema

Elaborado por: Los autores

Tabla 37: Descripción de caso de uso: Gestión del sistema

Descripción caso de uso: Gestión del sistema	
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrador</li> <li>• No Administrador</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Gestionar aspectos generales del sistema.
<b>Descripción</b>	Los usuarios con los permisos respectivos pueden gestionar varios aspectos generales del sistema, tales como: apagar y reiniciar el dispositivo, actualizar los parámetros de red, seleccionar idioma y configurar fecha y hora.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos respectivos.
<b>Secuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario puede apagar el dispositivo.</li> <li>• El usuario puede reiniciar el dispositivo.</li> <li>• El usuario puede actualizar parámetros de red.</li> <li>• El usuario puede seleccionar el idioma entre español e inglés.</li> <li>• El usuario puede configurar fecha y hora.</li> </ul>

Elaborado por: Los autores

## f. Respaldo y restauración del sistema

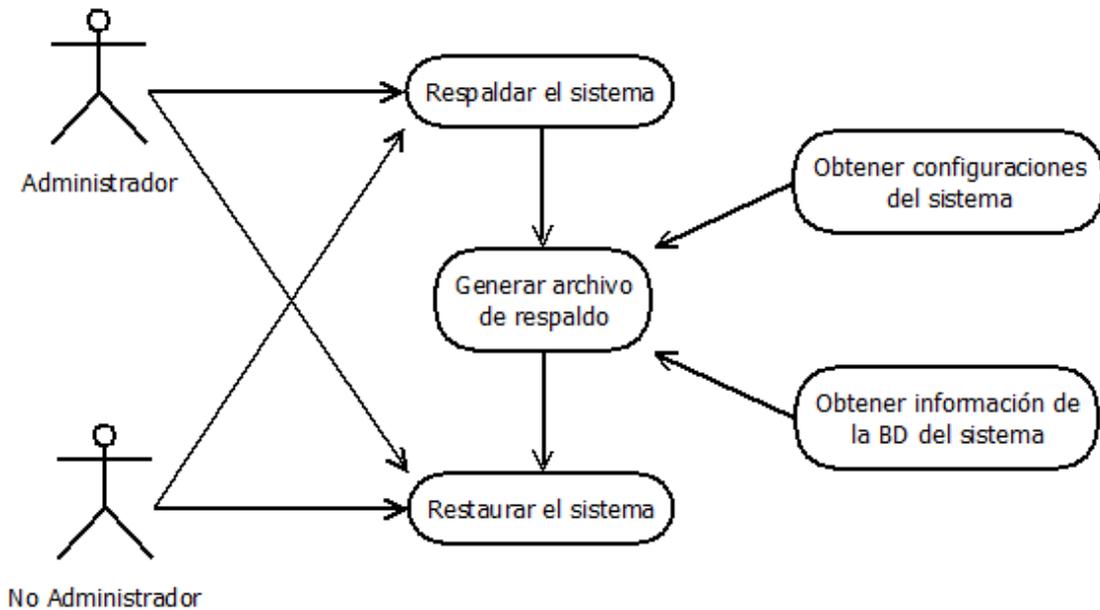


Figura 11: Diagrama de caso de uso: Respaldo y restauración del sistema

Elaborado por: Los autores

Tabla 38: Descripción de caso de uso: Respaldo y restauración del sistema

Descripción caso de uso: Respaldo y restauración del sistema	
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrador</li> <li>• No Administrador</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Respaldo y restaurar el sistema.
<b>Descripción</b>	Los usuarios con los permisos respectivos pueden respaldar el sistema, generando un archivo de respaldo, el cual contiene todos los archivos de configuración y la información de la base de datos. Con este archivo de respaldo generado, el usuario puede restaurar el sistema.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos respectivos.
<b>Secuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario puede respaldar el sistema.</li> <li>• El sistema genera un archivo de respaldo.</li> <li>• El archivo de respaldo contiene las configuraciones del sistema y la información de la base de datos.</li> <li>• Con el archivo de respaldo generado, se puede restaurar el sistema.</li> </ul>

Elaborado por: Los autores

g. Gestión de sensores

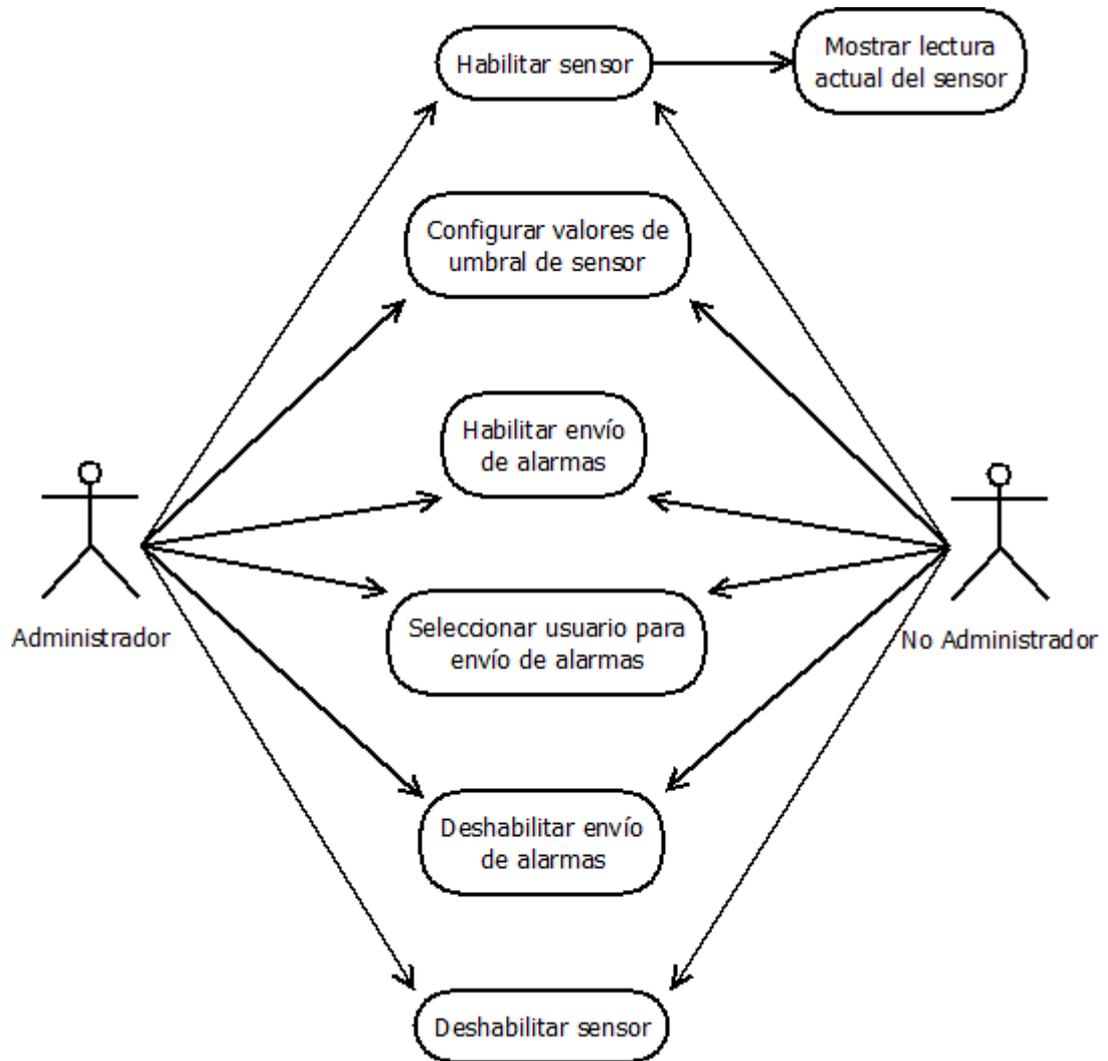


Figura 12: Diagrama de caso de uso: Gestión de sensores

Elaborado por: Los autores

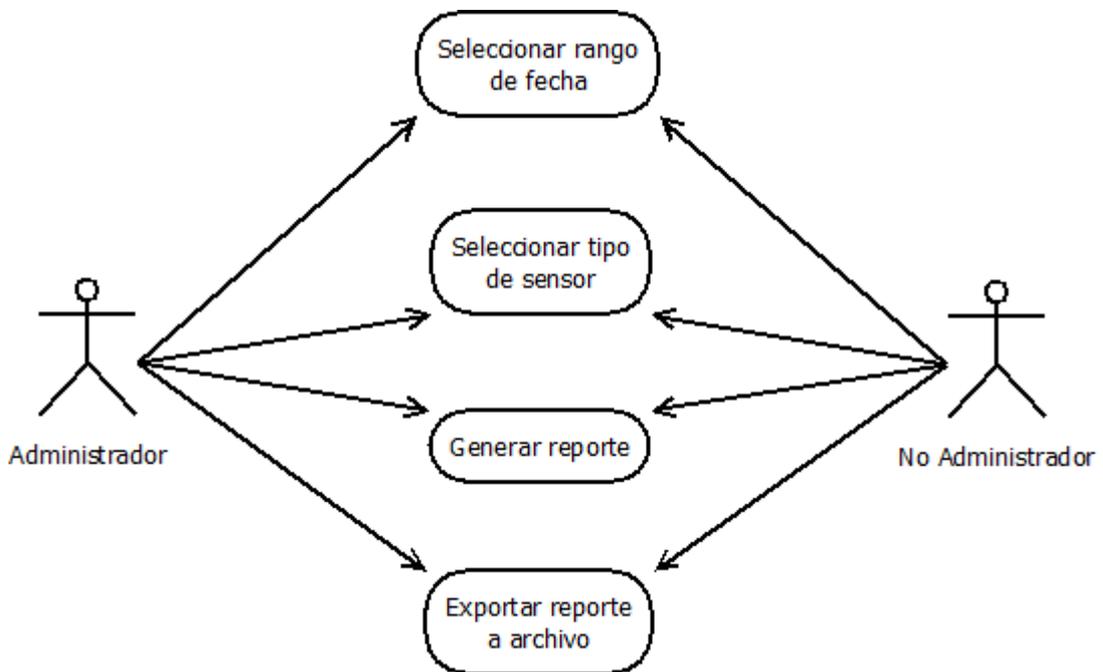
Tabla 39: Descripción de caso de uso: Gestión de sensores

Descripción caso de uso: Gestión de sensores	
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrador</li> <li>• No Administrador</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Gestionar los sensores del dispositivo.
<b>Descripción</b>	Los usuarios con los permisos respectivos pueden acceder a gestionar las configuraciones de los sensores del dispositivo, tales como: habilitar y deshabilitar un sensor, observar la lectura actual del sensor, habilitar y deshabilitar el envío de alarmas y seleccionar el usuario para el envío de alarmas.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema y poseer los

	permisos respectivos.
<b>Secuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario puede habilitar un sensor.</li> <li>• El sistema muestra la lectura del sensor.</li> <li>• El usuario puede configurar los valores de umbral mínimo y máximo para el sensor.</li> <li>• El usuario puede habilitar el envío de alarmas.</li> <li>• El usuario puede seleccionar a que cual usuario seleccionar para el envío de alarmas.</li> <li>• El usuario puede deshabilitar el envío de alarmas.</li> <li>• El usuario puede deshabilitar un sensor.</li> </ul>

**Elaborado por:** Los autores

### h. Generación de reportes



**Figura 13: Diagrama de caso de uso: Generación de reportes**

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 40: Descripción de caso de uso: Generación de reportes**

<b>Descripción caso de uso: Generación de reportes</b>	
<b>Actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrador</li> <li>• No Administrador</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Generar reportes de eventos y datos de los sensores del dispositivo.
<b>Descripción</b>	Los usuarios con los permisos respectivos pueden generar reportes de los eventos y datos de los sensores existentes en el

	dispositivo. Una vez generado el reporte, puede ser exportado a un archivo.
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema y poseer los permisos respectivos.
<b>Secuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario selecciona el rango de fecha.</li> <li>• El sistema selecciona el tipo de sensor.</li> <li>• El usuario puede generar el reporte de eventos y datos del sensor.</li> <li>• El usuario puede exportar el reporte a un archivo.</li> </ul>

**Elaborado por:** Los autores

## CAPÍTULO 4

### DISEÑO DEL SISTEMA

#### 4.1. Diseño de la arquitectura del sistema

En esta sección se presenta el diseño a alto nivel y el estilo arquitectural a utilizar para el sistema a implementar, el cual incluye sus componentes y la forma en que estos interactúan entre sí, además de que presenta una vista abstracta que permitirá comprender más fácilmente la estructura del sistema.

##### 4.1.1. Diseño Arquitectónico

El sistema a desarrollar está orientado a un ambiente web. Bajo esta premisa, se utilizará el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador que divide la lógica del negocio del diseño y abstrae los datos. Permite que el sistema sea más escalable, facilidad de mantenimiento y reutilización de código. De acuerdo a este modelo, la arquitectura del sistema se divide en tres capas descritas a continuación:

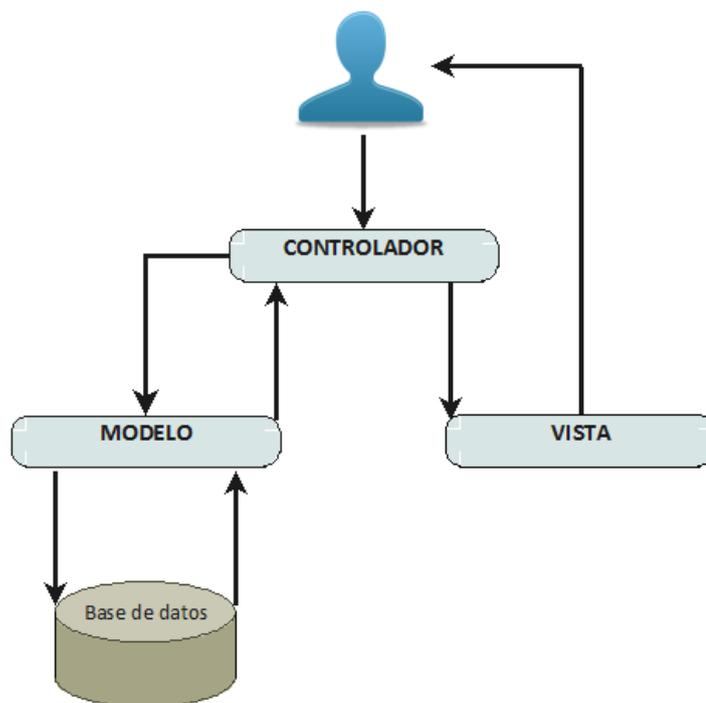
- **Modelo.** Es la capa donde se trabaja con los datos, por tanto contendrá los mecanismos para acceder a la información y también para actualizar su estado. Aquí se ubican las librerías de conexión encargadas de las operaciones de inserción, lectura, modificación y borrado a nivel de la base de datos como php5-mysql y libmysqlclient-dev.
- **Vista.** Esta capa contiene los componentes de la interfaz gráfica de usuario, que los clientes utilizarán para interactuar de forma directa con el sistema, así como para visualizar la información y los datos. En esta capa, la forma de

operar del sistema es totalmente transparente para el usuario. Involucra las páginas HTML, librerías CSS y JavaScript, además de contenido multimedia.

- **Controlador.** Contiene el código necesario para responder a los eventos que se producen en la interfaz gráfica o vista, usualmente por acciones del usuario. Sirve de enlace entre las capas de vista y modelo. Esta capa se compone de las clases que sirven para implementar las reglas del negocio atendiendo a los requerimientos del usuario.

#### 4.1.1.1. Vista lógica

A continuación, en la Figura 14, se muestra el diagrama de vista lógica de la arquitectura del sistema con las tres capas anteriormente descritas y sus componentes:



**Figura 14: Vista lógica de la arquitectura del sistema**

**Elaborado por:** Los autores

#### 4.1.1.2. Vista de despliegue

El diagrama de la Figura 15 modela la arquitectura a tiempo de ejecución del sistema y muestra la asociación entre los diferentes nodos de hardware y los componentes de software:

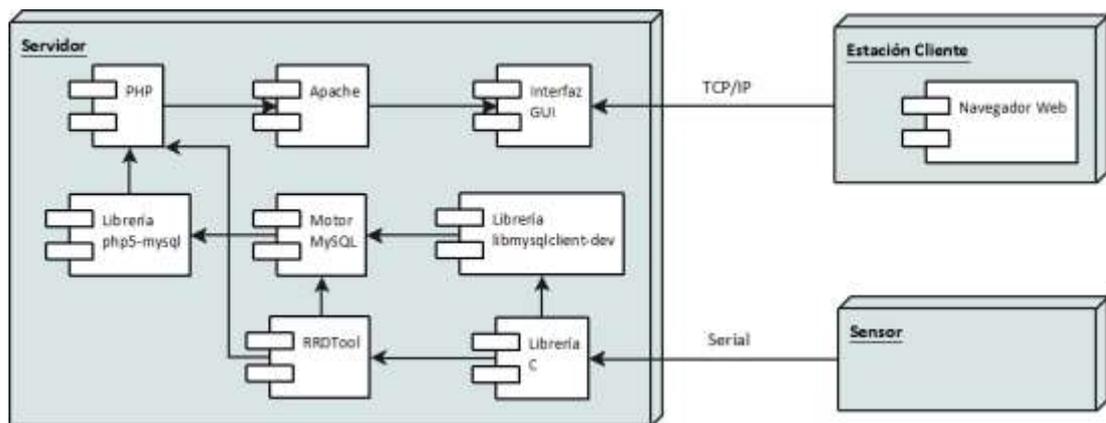


Figura 15: Diagrama de despliegue del sistema

Elaborado por: Los autores

Los nodos representados en el diagrama se detallan a continuación:

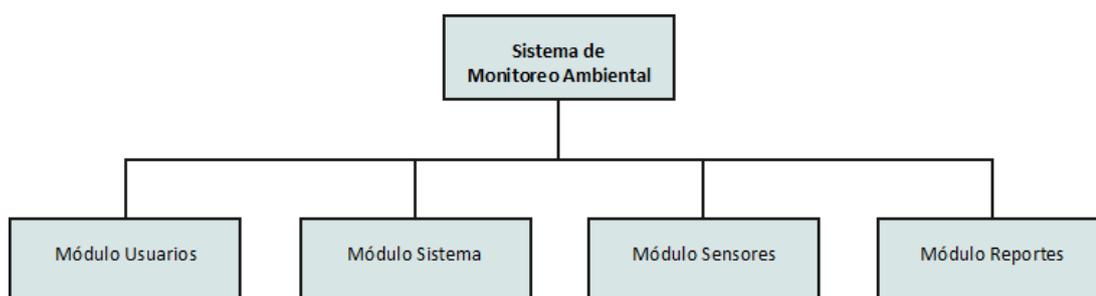
- **Estación Cliente.** Este nodo representa el equipo cliente desde donde se realiza la conexión al sistema. Se comunica con el nodo Servidor mediante el protocolo TCP/IP ya sea en un ambiente LAN o a través de Internet.
- **Sensor.** Este nodo representa los dispositivos de hardware que serán conectados al servidor para tomar las lecturas del medio ambiente. Estos dispositivos se comunican mediante una conexión Serial con el servidor.
- **Servidor.** Este nodo representa al equipo servidor donde residen los componentes de la arquitectura en tres capas del sistema: la interfaz gráfica, la lógica del negocio y la base de datos.

Los componentes de software existentes en el diagrama se describen a continuación:

- **Navegador Web.** Es el software que el usuario requiere para utilizar el sistema.
- **Interfaz GUI.** Representa la interfaz gráfica basada en páginas web HTML y librerías CSS y JavaScript, la cual le permite al usuario interactuar con el sistema y visualizar información.
- **Apache.** Es el software servidor de páginas web que se utiliza para alojar la aplicación y permite la comunicación a través de la red LAN o Internet.
- **PHP.** Es el lenguaje de programación orientado a objetos que se utiliza para el desarrollo de la aplicación. PHP genera las páginas web HTML.
- **Librería php5-mysql.** Es el componente de software que permite que el lenguaje de programación PHP pueda comunicarse con el motor de base de datos MySQL para obtener y almacenar los datos de la aplicación.
- **Motor MySQL.** Es el gestor de base de datos que almacena la información de la aplicación.
- **Librería mysqlclient-dev.** Es el componente de software que permite que el lenguaje de programación C pueda comunicarse con el motor de base de datos MySQL.
- **Librería C.** Es el componente de software codificado en lenguaje C que permite la comunicación entre el servidor y los dispositivos sensores.
- **RRDTool.** Es un componente de software que, a través de la librería C, permite comunicación con los dispositivos sensores, tomar dicha información y guardarla en el motor de base de datos MySQL. Una vez almacenados los datos, RRDTool puede generar gráficos en series de tiempo con estos valores.

#### 4.1.2. Módulos del sistema

El sistema se ha dividido en cuatro subsistemas o módulos, cada uno de los cuales cumple un conjunto de tareas específicas. Para representarlos de mejor manera, se ha definido un diagrama jerárquico mostrado en la Figura 16.



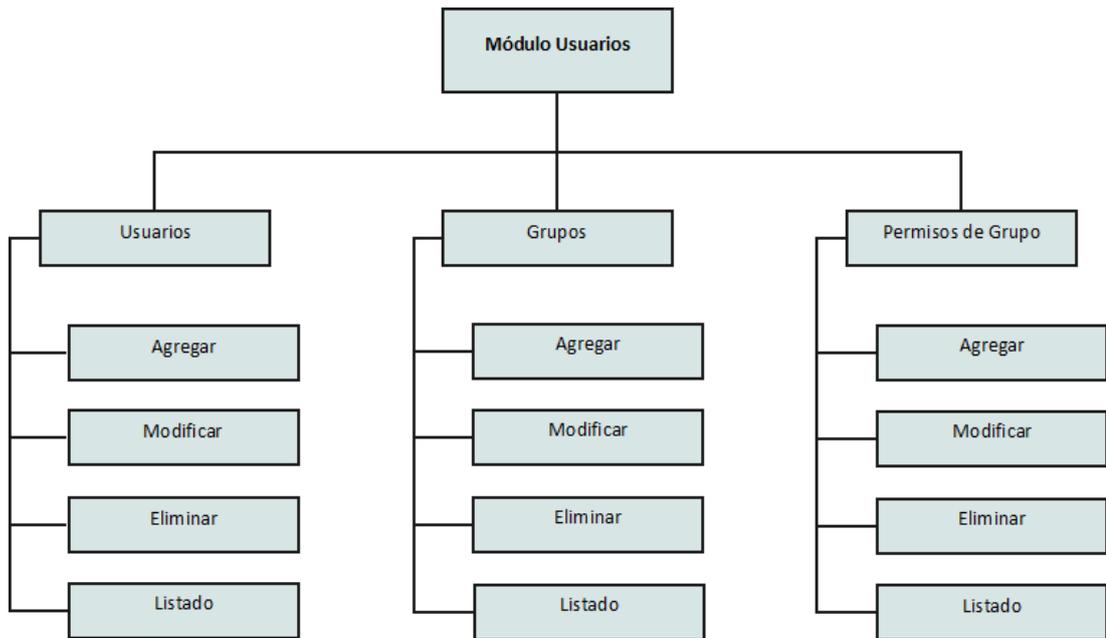
**Figura 16: Diagrama jerárquico de los módulos del sistema**

**Elaborado por:** Los autores

##### 4.1.2.1. Módulo Usuarios

Se encarga de la seguridad del sistema, ya que permite la gestión de usuarios, grupos y de los permisos que le son asignados a cada grupo. Estos permisos le otorgan a un usuario que pertenezca a un grupo dado, la capacidad de acceder a los diferentes menús y opciones existentes en la aplicación para realizar determinadas tareas o acciones.

El diagrama jerárquico del módulo Usuarios se detalla en la Figura 17 a continuación:

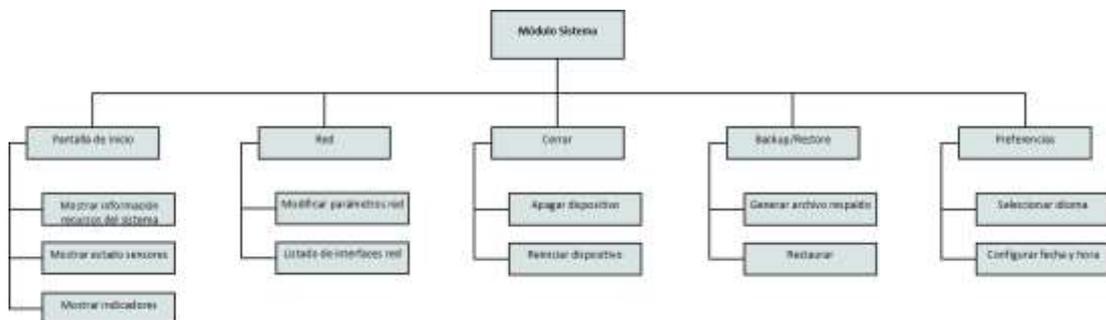


**Figura 17: Diagrama jerárquico módulo Usuarios**

**Elaborado por:** Los autores

#### 4.1.2.2. Módulo Sistema

Es el encargado de la interacción del usuario con el sistema operativo, ya que permite obtener información de los recursos de hardware sobre el cual se ejecuta la aplicación, tales como procesador, memoria, almacenamiento, la cual es utilizada para mostrar al usuario el estado actual del sistema en general. Adicionalmente, permite la configuración de parámetros esenciales del sistema operativo, como la conexión de red, idioma, fecha y hora, como se muestra en la Figura 18.



**Figura 18: Diagrama jerárquico módulo Sistema**

**Elaborado por:** Los autores

### 4.1.2.3. Módulo Sensores

Se encarga de la interacción del sistema con los dispositivos sensores que se conectan al computador Raspberry Pi sobre el cual se ejecuta el sistema, los cuales toman lecturas del medio ambiente en base a una serie de configuraciones definidas previamente por el usuario. Así mismo se encarga del envío de alarmas de notificación en caso de ocurrencia de un evento por parte de estos sensores sobre la configuración realizada por el usuario. El diagrama jerárquico del módulo se detalla en la Figura 19.

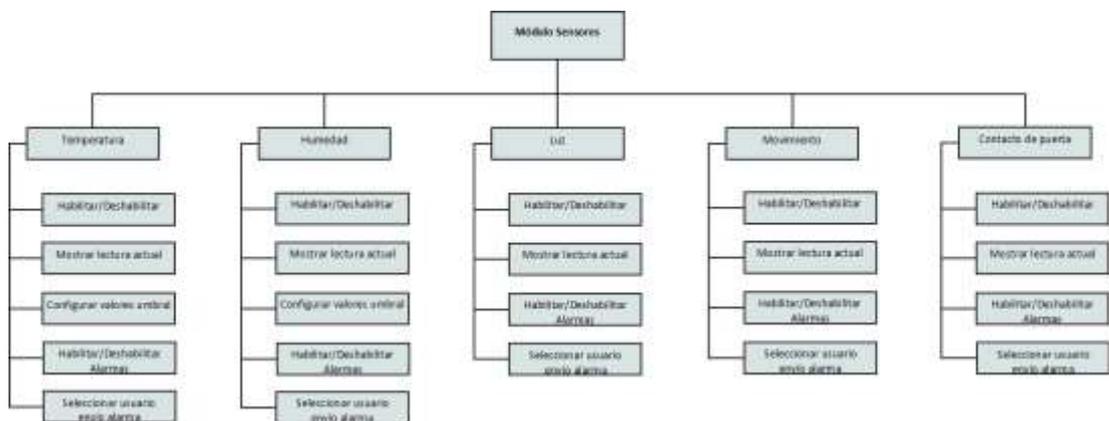
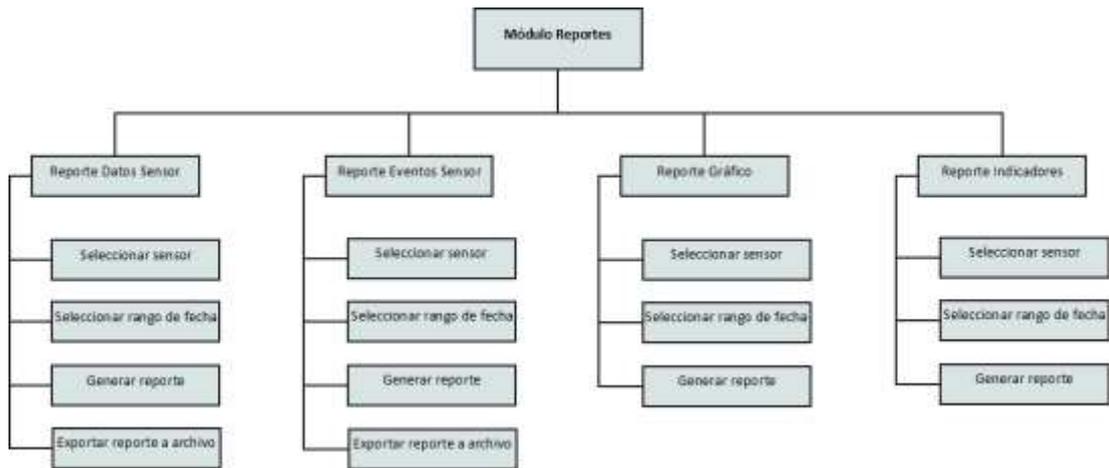


Figura 19: Diagrama jerárquico módulo Sensores

Elaborado por: Los autores

### 4.1.2.4. Módulo Reportes

Es el encargado de la generación de reportes, tanto de texto como gráficos, de los datos y eventos originados por los sensores en un determinado periodo de tiempo. También se ocupa de la exportación de estos reportes a archivos. El diagrama jerárquico del módulo se muestra en la Figura 20.

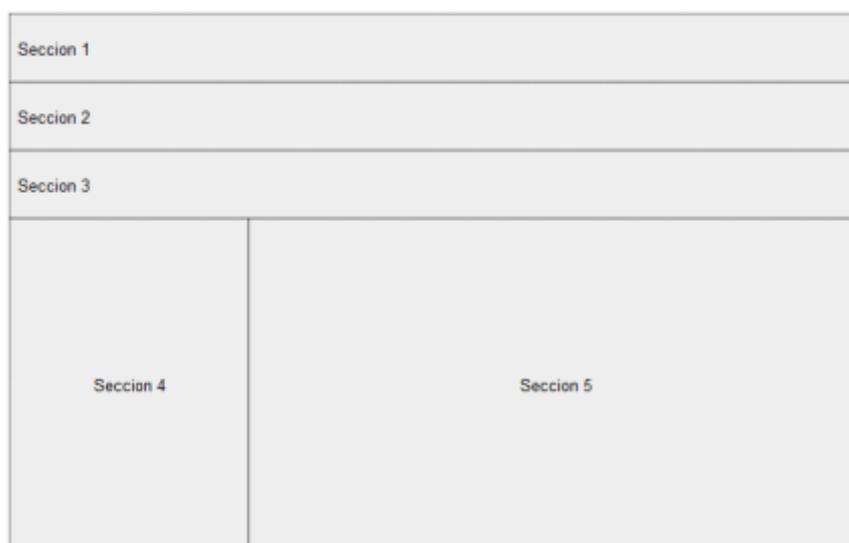


**Figura 20: Diagrama jerárquico módulo Reportes**

**Elaborado por:** Los autores

### 4.1.3. Diseño de la interfaz gráfica

Dado que el sistema está orientado a ambientes web y para cumplir con los requerimientos no funcionales del sistema respecto a la interfaz de usuario, ésta debe ser intuitiva, amigable y fácil de usar. Para cumplir con estos requisitos, se ha elaborado un esquema que representa de manera general el diseño a utilizar de acuerdo a la distribución mostrada en la Figura 21.



**Figura 21: Distribución general de la interfaz de usuario del sistema**

**Elaborado por:** Los autores

- **Sección 1.** Corresponde a la cabecera de la interfaz. En el lado izquierdo se ubicará el logo de la aplicación y en el lado derecho mostrará las opciones para cerrar sesión y cambiar contraseña.
- **Sección 2.** Aquí se ubicará el menú principal o de nivel 1 del sistema distribuido en forma de pestañas. Este menú será visible siempre.
- **Sección 3.** Contiene los submenús o menús de nivel 2 que se derivan de cada opción del menú principal. Se visualizarán solamente aquellos submenús del elemento de menú seleccionado.
- **Sección 4.** Contiene las opciones del submenú o menú de nivel 2 seleccionado.
- **Sección 5.** Representa el área de trabajo propiamente dicha, donde se mostrarán los formularios e información del sistema.

#### **4.1.3.1. Pantalla de inicio**

La Figura 22 muestra la pantalla de inicio del sistema, aquella que da la bienvenida al usuario cuando inicia su sesión. Aquí se muestra información relevante del sistema como:

- Uso de CPU
- Uso de memoria RAM
- Uso de memoria SWAP
- Uso y capacidad de disco duro
- Estado de los sensores



**Figura 22: Diseño pantalla de inicio**

**Elaborado por:** Los autores

#### 4.1.3.2. Pantalla de usuarios

La pantalla de usuarios, mostrada en la Figura 23, permitirá al administrador del sistema gestionar el mantenimiento de los usuarios, grupos y permisos de grupo en el sistema. Aquí, al igual que el resto de las opciones de este menú, se trabaja con listas y formularios que se cargan en el área de trabajo de la pantalla.



**Figura 23: Diseño pantalla de usuarios**

**Elaborado por:** Los autores

#### 4.1.3.3. Pantalla de configuración de sensor

Al seleccionar el menú Sensores, se mostrarán los submenús para configurar cada uno de los cinco sensores con los que dispone el sistema. La pantalla de configuración, mostrada en la Figura 24, es similar para cada sensor.



**Figura 24: Diseño pantalla configuración de sensor**

**Elaborado por:** Los autores

#### 4.1.3.4. Pantalla de reportes

La pantalla de reportes, mostrada en la Figura 25, adopta el formato de grilla donde se mostrarán los registros extraídos de la base de datos del sistema, en base a una selección de filtros a seleccionar, los cuales incluyen fecha de inicio y fin, el tipo de registro que se desea mostrar y el valor a filtrar. Se mostrarán por defecto 25 registros en la misma pantalla. En caso de existir mayor cantidad de registros, estos se agruparán en páginas que podrán ser accedidas con un navegador de páginas ubicado tanto en la parte superior e inferior de la grilla de registros mostrados.

Logo Sistema Sensores Reportes Usuario

Eventos Log de datos Indicadores Gráfica

Reporte de eventos

Eliminar registros Mostrar filtro Descargar Page 1 of 1 (5 registros)

Fecha Inic: 01/02/2015 Campo: Sensor Text Input Filtar

Fecha Fin: 03/02/2015

Fecha	Sensor	Valor	Evento
2015-02-01 08:34:21	Temperatura	Ninguna	Se deshabilitó el sensor
2015-02-01 10:54:10	Humedad	12%RH	El valor actual (12%RH) supera el valor máximo (10%RH)
2015-02-02 19:00:02	Luz	Encendido	La luz fue encendida
2015-02-03 01:01:34	Contacto Puerta	Abierto	La puerta ha sido abierta
2015-02-03 01:01:35	Movimiento	Encendido	Se ha detectado movimiento

Page 1 of 1 (5 registros)

**Figura 25: Diseño pantalla de reportes**

**Elaborado por:** Los autores

## 4.2. Diagrama de clases del sistema

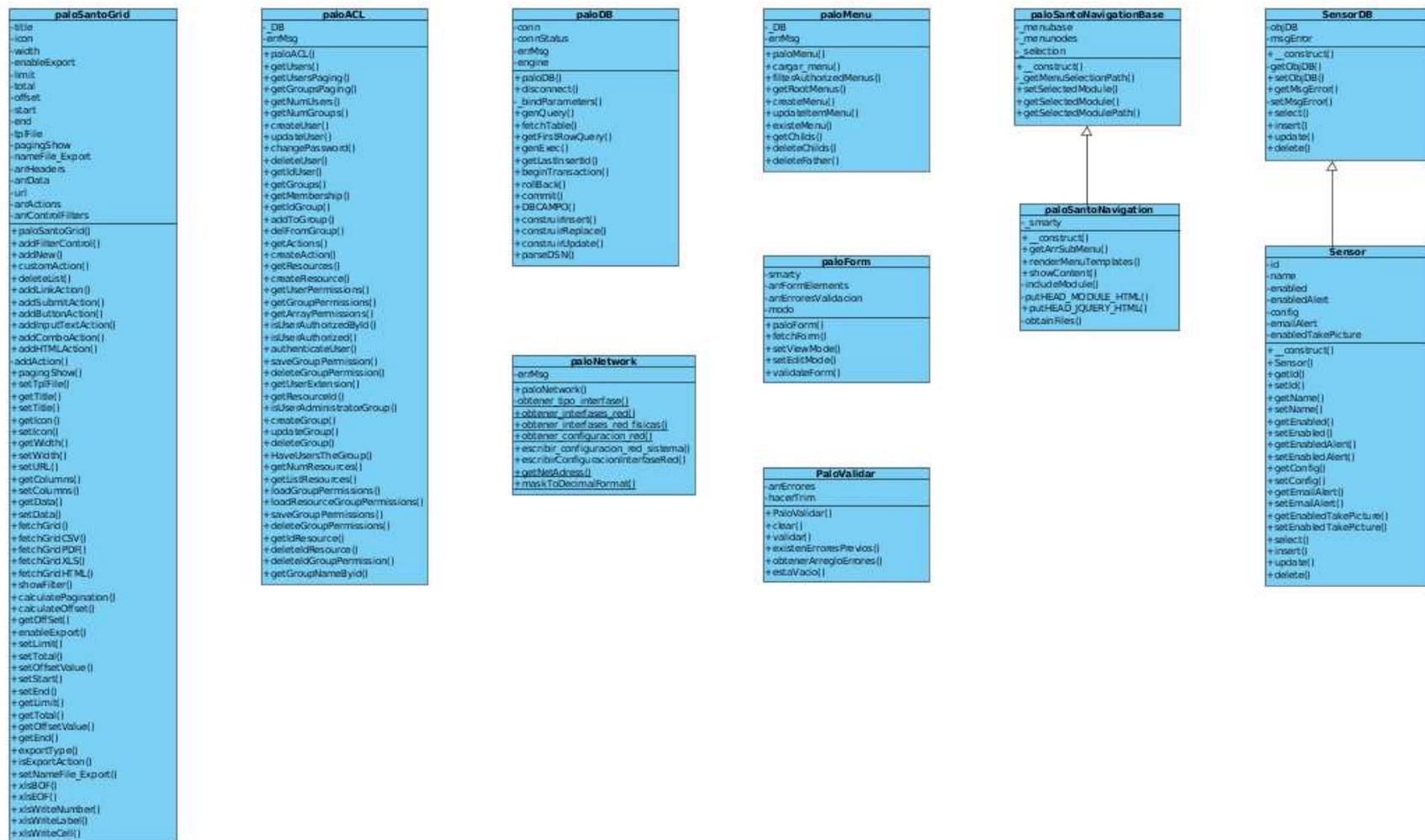


Figura 26: Diagrama de clases del sistema

Elaborado por: Los autores

### 4.3. Modelo lógico de la base de datos

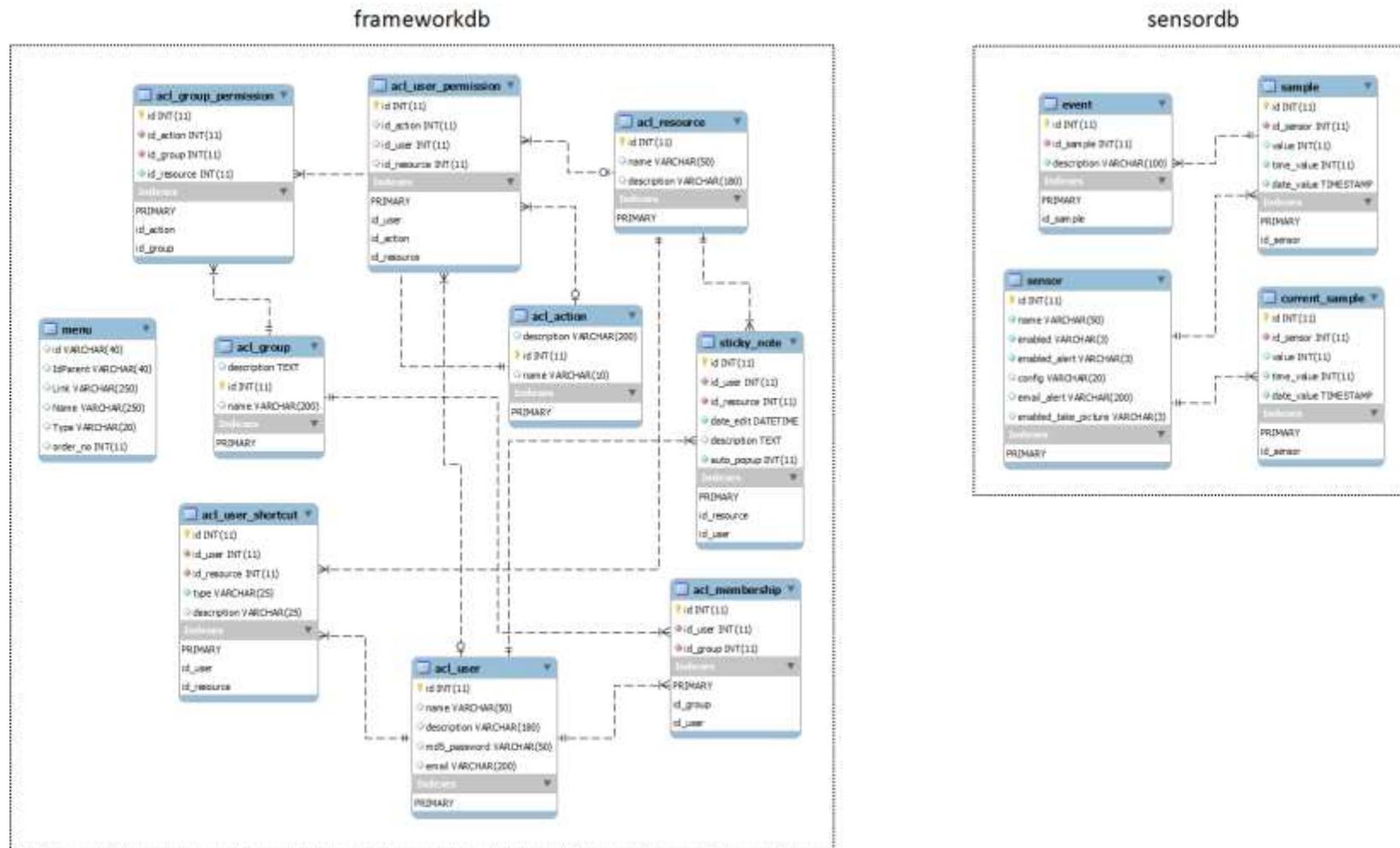


Figura 27: Modelo lógico de la base de datos

Elaborado por: Los autores

### 4.3.1. Diccionario de datos

Como se observa en el diagrama lógico de la base de datos en la figura anterior, se hará uso de dos bases de datos para el almacenamiento de la información del sistema. La base de datos frameworkdb almacenará los datos relacionados al framework Neo utilizado para el desarrollo de la interfaz de usuario, en tanto que la base de datos sensordb almacenará los datos relacionados a los sensores que son el núcleo del sistema en sí.

#### 4.3.1.1. Diccionario de datos base frameworkdb

**Tabla 41: Diccionario de datos tabla acl\_user**

<b>Tabla</b>		<b>acl_user</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena la información de los usuarios del sistema			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único del usuario
	name	VARCHAR(50)		NULL	Nombre de usuario
	description	VARCHAR(180)		NULL	Descripción o nombre completo del usuario
	md5_password	VARCHAR(50)		NULL	Contraseña del usuario encriptada con algoritmo MD5
	email	VARCHAR(200)		NULL	Dirección de correo electrónico del usuario

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 42: Diccionario de datos tabla acl\_group**

<b>Tabla</b>		<b>acl_group</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena la información de los grupos del sistema			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único del grupo
	name	VARCHAR(200)		NULL	Nombre de grupo
	description	TEXT		NULL	Descripción del grupo

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 43: Diccionario de datos tabla acl\_membership**

<b>Tabla</b>		<b>acl_membership</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena la relación usuario grupo, es decir, qué usuarios pertenecen a cada grupo			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador de la relación
FK	id_user	INT(11)	Yes	'0'	Identificador del usuario
FK	id_group	INT(11)	Yes	'0'	Identificador del grupo

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 44: Diccionario de datos tabla acl\_resource**

<b>Tabla</b>		<b>acl_resource</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena la información de los recursos del sistema, que en nuestro caso son los diferentes menús y submenús			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único del recurso
	name	VARCHAR(50)		NULL	Nombre del recurso
	description	VARCHAR(180)		NULL	Descripción del recurso

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 45: Diccionario de datos tabla acl\_action**

<b>Tabla</b>		<b>acl_action</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena las acciones posibles a realizar sobre un recurso o menú del sistema, tales como leer, modificar, eliminar, etc.			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único de la acción
	name	VARCHAR(10)		NULL	Nombre de la acción
	description	VARCHAR(200)		NULL	Descripción de la acción

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 46: Diccionario de datos tabla acl\_group\_permission**

<b>Tabla</b>		<b>acl_group_permission</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena las acciones o permisos que puede realizar un determinado grupo sobre un recurso dado			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único de la acción o permiso
FK	id_action	INT(11)	Yes		Identificador de la acción
FK	id_group	INT(11)	Yes		Identificador del grupo
	id_resource	INT(11)	Yes		Identificador del recurso

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 47: Diccionario de datos tabla acl\_user\_permission**

<b>Tabla</b>		<b>acl_user_permission</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena la matriz de permisos para cada usuario			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único de la acción o permiso
FK	id_action	INT(11)	Yes	NULL	Identificador de la acción
FK	id_user	INT(11)	Yes	NULL	Identificador del usuario
FK	id_resource	INT(11)	Yes	NULL	Identificador del recurso

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 48: Diccionario de datos tabla acl\_user\_shortcut**

<b>Tabla</b>		<b>acl_user_shortcut</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena los accesos directos ( <i>bookmarks</i> ) a los menús favoritos definidos por los usuarios			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único del acceso directo
FK	id_user	INT(11)	Yes		Identificador del usuario
FK	id_resource	INT(11)	Yes		Identificador del recurso
	type	VARCHAR(25)	Yes		Tipo del acceso directo definido por el usuario

	description	VARCHAR(25)	No	NULL	Descripción del acceso directo definido por el usuario
--	-------------	-------------	----	------	--

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 49: Diccionario de datos tabla sticky\_note**

<b>Tabla</b>		<b>sticky_note</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena notas con recordatorios para el usuario y que serán mostradas al ingresar al menú donde fue creada, inclusive de manera automática			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único de la nota
FK	id_user	INT(11)	Yes		Identificador del usuario
FK	id_resource	INT(11)	Yes		Identificador del recurso
	date_edit	DATETIME	Yes		Fecha de modificación de la nota
	description	TEXT	No	NULL	Texto de la nota
	auto_popup	INT(11)	Yes	'0'	Mostrar la nota automáticamente al ingresar al menú

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 50: Diccionario de datos tabla menu**

<b>Tabla</b>		<b>Menú</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena el nombre de todos los menús de cualquier nivel que se muestran en el sistema			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	VARCHAR(40)	Yes	NULL	Identificador único del menú
FK	IdParent	VARCHAR(40)	Yes	NULL	Identificador del menú padre que lo contiene
FK	Link	VARCHAR(250)	Yes	NULL	El enlace para acceder al menú
	Name	VARCHAR(250)	Yes	NULL	Nombre del menú
	Type	VARCHAR(20)	No	NULL	El tipo de menú
	order_no	INT(11)	Yes	NULL	El número de orden en que se mostrará el menú en la pantalla

**Elaborado por:** Los autores

### 4.3.1.2. Diccionario de datos base sensordb

**Tabla 51: Diccionario de datos tabla sensor**

Tabla		Sensor			
Descripción		Almacena la información de la configuración de los sensores del dispositivo			
Key	Column Name	Datatype	Not Null	Default	Descripción
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador único del sensor
	name	VARCHAR(50)	Yes		Nombre del sensor
	enabled	VARCHAR(3)	Yes		Habilitar el uso del sensor
	enabled_alert	VARCHAR(3)	Yes		Habilitar la alerta para el sensor
	config	VARCHAR(20)	No	NULL	Configuración del sensor
	email_alert	VARCHAR(200)	No	NULL	Dirección de correo electrónico para envío de alertas
	enabled_take_picture	VARCHAR(3)	No	NULL	Habilitar la toma de fotografía al generarse una alerta

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 52: Diccionario de datos tabla current\_sample**

Tabla		current_sample			
Descripción		Almacena la muestra actual o más reciente tomada por cada sensor			
Key	Column Name	Datatype	Not Null	Default	Descripción
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador de la muestra actual
FK	id_sensor	INT(11)	Yes		Identificador del sensor
	value	INT(11)	No	NULL	Valor de la muestra actual
	time_value	INT(11)	Yes		Fecha de la muestra actual en formato Unix time
	date_value	TIMESTAMP	Yes	CURRENT_TIMESTAMP	Fecha y hora de la muestra actual

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 53: Diccionario de datos tabla sample**

<b>Tabla</b>		<b>sample</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena todas las muestras tomadas por los sensores del dispositivo			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador de la muestra
FK	id_sensor	INT(11)	Yes		Identificador del sensor
	value	INT(11)	No	NULL	Valor de la muestra
	time_value	INT(11)	Yes		Fecha de la muestra en formato Unix time
	date_value	TIMESTAMP	Yes	CURRENT_TIMESTAMP	Fecha y hora de la muestra

**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 54: Diccionario de datos tabla event**

<b>Tabla</b>		<b>event</b>			
<b>Descripción</b>		Almacena la información de los eventos generados por los sensores de acuerdo a la configuración de cada uno de ellos			
<b>Key</b>	<b>Column Name</b>	<b>Datatype</b>	<b>Not Null</b>	<b>Default</b>	<b>Descripción</b>
PK	id	INT(11)	Yes		Identificador del evento
FK	id_sample	INT(11)	Yes		Identificador de la muestra
	description	VARCHAR(100)	Yes		Descripción del evento

**Elaborado por:** Los autores

## CAPÍTULO 5

### IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

#### 5.1. Capas del sistema y comunicación entre capas

De acuerdo con la arquitectura MVC descrita en el capítulo anterior utilizada para el diseño del sistema, se establecen tres capas: modelo, vista y controlador. Adicionalmente, se tiene también la capa de datos donde radica la base de datos propiamente dicha. La Figura 28 muestra el esquema de comunicación entre capas:

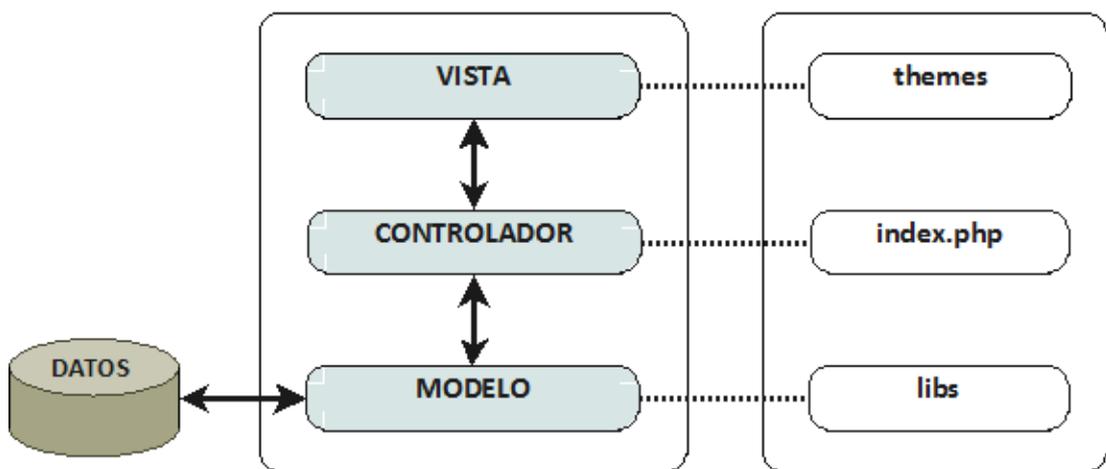


Figura 28: Comunicación entre las capas del sistema

Elaborado por: Los autores

##### 5.1.1. Capa de datos

En esta capa se encuentran los datos del modelo de negocio. Para esto, se utiliza el gestor de base de datos relacional MySQL, donde se definen dos bases de datos: frameworkdb y sensordb.

La base de datos frameworkdb, usada propiamente por el framework Neo, es la encargada de almacenar los usuarios y sus permisos con respecto a los menús y opciones en la interfaz web del sistema. En tanto, que la base de datos sensordb se encarga de almacenar los datos obtenidos por los sensores conectados al dispositivo y sus configuraciones.

Ambas bases de datos se cargan en el sistema a través de archivos scripts SQL que contienen las sentencias necesarias para la creación de las tablas y sus relaciones de manera automatizada. Los scripts que contienen las sentencias SQL a utilizar son frameworkdb.sql y sensordb.sql, los cuales se encuentran ubicados en el directorio /var/www/sql-db.

### **5.1.2. Capa modelo**

Esta capa se encarga de las transacciones para obtener y enviar datos a la capa de datos. La librería php5-mysql permite la comunicación entre el lenguaje PHP y el gestor de base de datos MySQL, en tanto que la librería libmysqlclient-dev permite la comunicación entre el lenguaje C y el gestor MySQL.

El framework Neo, basado en PHP y usado para el desarrollo de la interfaz web del sistema, para conectarse a la base de datos frameworkdb utiliza la clase paloDB localizada en el archivo de clase paloSantoDB.class.php, el cual se ubica en el directorio /var/www/html/libs que es la ruta que contiene los archivos de clase del framework Neo.

Adicionalmente, la lógica del negocio utilizada por el sistema web para interactuar con los datos generados por los sensores almacenados en la base sensordb, utiliza la clase SensorDB localizada en el archivo de clase SensorDB.class.php, el cual se

ubica en el directorio `/var/www/html/module.libs` que es la ruta que contiene los archivos de clase personalizados ajenos al framework Neo.

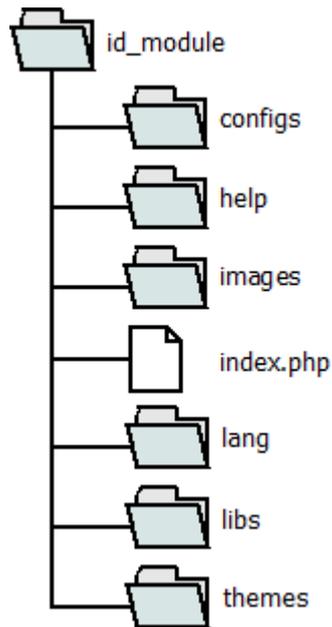
Para que los sensores conectados a la placa Raspberry Pi, a través de una conexión serial y que se comunican con el sistema a través del lenguaje C, puedan almacenar los valores obtenidos en la base de datos `sensordb`, se utiliza la clase `getMySQLConnect` localizada dentro del archivo `connectDB.c`, el cual se ubica en el directorio `/var/www/gpio-sensor/src` que es la ruta que contiene los archivos de comunicación con los sensores escritos en lenguaje C.

En todos los archivos de clases mencionados anteriormente, se encuentra la codificación necesaria para realizar las operaciones CRUD (create, read, update, delete) en las dos bases de datos utilizadas por el sistema.

### **5.1.3. Capa controlador**

Esta capa se encarga de recoger los datos y entregarlos a la capa de vista. Para recoger los datos se usan los métodos GET y POST establecidos en los formularios HTML generados con la codificación existente en un archivo `index.php`, el cual a su vez invoca a otros archivos de clase.

En el framework Neo, cada opción existente en un menú es tratada como un módulo independiente y posee su propio árbol de directorios dentro de la ruta `/var/www/html/modules`. Por ejemplo, para la opción Temperatura ubicada dentro del menú Sensores, su directorio será `/var/www/html/modules/temperature`. Para conservar la estructura del framework Neo, cada directorio lleva su correspondiente nombre en idioma inglés como en el ejemplo antes mencionado. De acuerdo a esto, la estructura del árbol de directorios para un módulo en el framework Neo se muestra en la Figura 29 a continuación:



**Figura 29:** Estructura de directorios de un módulo en el framework Neo

**Elaborado por:** Los autores

El archivo `index.php` mostrado en la figura anterior representa la capa de control y es el que se encarga de comunicar a la capa vista con la capa modelo. Este archivo ya viene escrito con una plantilla de código por defecto, sobre la cual se hacen las modificaciones respectivas para implementar la lógica del negocio requerida para el sistema desarrollado. Este archivo a su vez invoca otros archivos de clase o librerías. El directorio `libs` mostrado en la figura anterior contiene los archivos de clase específicos para un módulo en particular, pero para el desarrollo del sistema se utilizan los archivos de clase del framework ubicados en los directorios `/var/www/html/libs` y `/var/www/html/modules.libs`.

#### **5.1.4. Capa vista**

Esta capa contiene la interfaz gráfica del sistema y sus componentes. De acuerdo con la Figura 29, el directorio `themes` representa la capa de vista. Este directorio contiene otro llamado `default` que es el que contiene todas las vistas que puede tener un módulo del sistema. Ejemplos de vistas son: formularios y grillas, estas últimas muy

utilizadas para la presentación de reportes. Los archivos de plantillas (.tpl) se ubican en este directorio y su codificación permite la generación de las vistas.

Para hacer el sistema más amigable e interactivo con el usuario, se utiliza código JavaScript. Para incluir este código en la programación de los módulos del framework Neo, se crea una carpeta llamada js dentro de la ruta themes/default y se colocan los archivos JavaScript (los cuales deben tener extensión .js). Así mismo, para el uso de estilos se crea una carpeta css en la misma ruta, donde se colocan los archivos CSS (los cuales deben tener extensión .css).

En la Figura 29 se aprecian también los directorios images y lang. El primero contiene archivos de imagen a ser utilizados por el módulo como íconos, gráficos, etc. En el segundo directorio se almacenan los archivos que contienen las traducciones para el módulo (los cuales tienen extensión .lang), ya que el framework Neo soporta traducción de idiomas. La interfaz gráfica del sistema soporta los idiomas español e inglés, por lo tanto existirán los archivos es.lang y en.lang.

## **5.2. Plan de pruebas**

El objetivo del plan de pruebas es asegurar que el software desarrollado satisface todos los requerimientos especificados, tanto funcionales como no funcionales y que sus componentes operan de acuerdo al diseño realizado.

### **5.2.1. Tipos de pruebas**

Los tipos de pruebas a utilizar durante la ejecución del presente plan de pruebas son las siguientes:

- **Unitarias.** Son pruebas básicas a nivel de módulo realizadas para asegurar que una función dada funciona correctamente. Las realiza el programador durante el desarrollo del sistema.
- **Integración.** Estas pruebas se realizan para verificar que la integración de los módulos se ejecute correctamente conforme al proceso de negocio esperado.
- **Carga.** Estas pruebas ponen la aplicación bajo cargas pesadas, a fin de verificar si el sistema se degrada o no. Generalmente se usan herramientas automatizadas para llevar a cabo estas pruebas.

### 5.2.2. Estrategia de pruebas

Para la realización de las pruebas, se establece la siguiente estrategia:

- Se establecerá un listado de funciones y características a ser probadas en base a los requerimientos funcionales y no funcionales.
- Las pruebas se realizarán con el sistema operando sobre la placa Raspberry Pi con todos los dispositivos sensores conectados, tal como se detalla en el Anexo 3 del presente documento.
- Para el caso del cliente, las pruebas se realizarán desde una computadora con sistema operativo Windows 8 a través de los navegadores Google Chrome y Mozilla Firefox
- Las pruebas unitarias se desarrollarán en paralelo al desarrollo del sistema a fin de verificar el correcto funcionamiento del código fuente en el lenguaje de programación utilizado.

- Las pruebas funcionales cubrirán uno o más requerimientos funcionales en un mismo caso de prueba.
- Las pruebas de carga serán realizadas de manera automatizada usando el software Apache JMeter instalado en la máquina cliente.

### 5.2.3. Catálogo de pruebas

Las pruebas a realizar para comprobar el funcionamiento del sistema se detalla en la Tabla 55 a continuación:

**Tabla 55: Catálogo de pruebas**

<b>Módulo</b>	<b>ID Prueba</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Usuarios	US-P-01	Unitaria	Verificar si el usuario administrador se puede autenticar en el sistema.
Usuarios	US-P-02	Unitaria	Crear un nuevo usuario.
Usuarios	US-P-03	Unitaria	Ver el listado de usuarios.
Usuarios	US-P-04	Unitaria	Eliminar un usuario.
Usuarios	US-P-05	Unitaria	Modificar la información de un usuario.
Usuarios	US-P-06	Unitaria	Crear un nuevo grupo.
Usuarios	US-P-07	Unitaria	Ver el listado de grupos.
Usuarios	US-P-08	Unitaria	Eliminar un grupo.
Usuarios	US-P-09	Unitaria	Modificar la información de un grupo.
Usuarios	US-P-10	Unitaria	Asignar permisos a un grupo.
Usuarios	US-P-11	Unitaria	Verificar si un usuario diferente del administrador se puede autenticar en el sistema.
Usuarios	US-P-12	Unitaria	Verificar si es posible que el usuario pueda modificar su contraseña.
Usuarios	US-P-13	Unitaria	Finalizar sesión.
Usuarios	US-P-14	Integración	Verificar si al iniciar sesión se cargan los menús y opciones de acuerdo a los permisos asignados al grupo al que pertenece el usuario autenticado.
Sistema	SI-P-01	Unitaria	Verificar si al iniciar sesión con cualquier usuario se carga la página de inicio.
Sistema	SI-P-02	Unitaria	Verificar si en la página de inicio se muestra información relevante del sistema.
Sistema	SI-P-03	Unitaria	Apagar el dispositivo.
Sistema	SI-P-04	Unitaria	Reiniciar el dispositivo.
Sistema	SI-P-05	Unitaria	Modificar los parámetros generales de red.

Sistema	SI-P-06	Unitaria	Visualizar la interfaz de red del sistema.
Sistema	SI-P-07	Unitaria	Modificar los parámetros de la interfaz de red.
Sistema	SI-P-08	Unitaria	Generar un archivo de respaldo.
Sistema	SI-P-09	Unitaria	Restaurar el sistema a partir de un archivo.
Sistema	SI-P-10	Unitaria	Seleccionar idioma de la interfaz gráfica.
Sistema	SI-P-11	Unitaria	Configurar fecha y hora.
Sensores	SE-P-01	Unitaria	Verificar si el sistema permite habilitar y deshabilitar un sensor.
Sensores	SE-P-02	Unitaria	Verificar si el sistema permite ver la última lectura de un sensor.
Sensores	SE-P-03	Unitaria	Configurar valor de umbral mínimo y máximo para los sensores de temperatura y humedad.
Sensores	SE-P-04	Unitaria	Verificar si el sistema permite habilitar y deshabilitar el envío de alarmas para un sensor.
Sensores	SE-P-05	Integración	Seleccionar usuario para envío de alarmas.
Sensores	SE-P-06	Unitaria	Verificar si el sistema permite habilitar y deshabilitar la cámara integrada para los sensores de movimiento y contacto de puerta.
Sensores	SE-P-07	Integración	Verificar si un mensaje de correo electrónico generado por una alarma llega a su destino.
Reportes	RE-P-01	Integración	Verificar si es posible visualizar los reportes de eventos de sensor.
Reportes	RE-P-02	Integración	Verificar si es posible visualizar los reportes de datos de sensor.
Reportes	RE-P-03	Unitaria	Verificar si es posible filtrar la información de acuerdo a un rango de fecha o criterio dado.
Reportes	RE-P-04	Unitaria	Verificar si es posible exportar los reportes de eventos y datos a un archivo PDF.
Reportes	RE-P-05	Unitaria	Verificar si es posible exportar los reportes de eventos y datos a un archivo CSV.
Reportes	RE-P-06	Unitaria	Verificar si es posible visualizar el reporte de gráficos de series de tiempo.
Reportes	RE-P-07	Integración	Verificar si es posible visualizar los reportes de indicadores tipo semáforo para los sensores.
No Funcional	NF-P-01	Unitaria	Verificar si la interfaz web del sistema soporta el navegador Google Chrome.
No Funcional	NF-P-02	Unitaria	Verificar si la interfaz web del sistema soporta el navegador Mozilla Firefox.
No Funcional	NF-P-03	Unitaria	Verificar si el sistema detecta todos los dispositivos de hardware y sensores conectados a la placa Raspberry Pi.
No	NF-P-04	Unitaria	Verificar si el sistema es accesible vía

Funcional			protocolo HTTPS.
No Funcional	NF-P-05	Carga	Verificar que el sistema permita el ingreso vía interfaz web de hasta tres usuarios concurrentes.
No Funcional	NF-P-06	Carga	Verificar que el sistema permita un tiempo de conexión a la interfaz web de hasta 4 segundos a través de una LAN.
No Funcional	NF-P-07	Carga	Verificar que el sistema permita un tiempo de conexión a la interfaz web de hasta 5 segundos a través de Internet banda ancha.
No Funcional	NF-P-08	Carga	Verificar que el sistema permita un tiempo de conexión a la interfaz web de hasta 10 segundos a través de Internet móvil 3G.
No Funcional	NF-P-09	Unitaria	Verificar el tiempo de encendido (uptime) continuo de la placa Raspberry Pi por un periodo de 7 días.

**Elaborado por:** Los autores

#### **5.2.4. Criterios de calificación y evaluación**

Para que una prueba sea calificada como aprobada debe cumplir completamente el requerimiento de evaluación, caso contrario será calificada como fallida. Para que el plan de pruebas sea catalogado como exitoso, al menos el 90% de las pruebas deben ser calificadas como aprobadas.

Adicionalmente, se ha tomado en cuenta como un criterio adicional las iteraciones para reparar falencias que se necesitaron hacer antes de que una prueba llegue a ser calificada como aprobada.

#### **5.3. Resultados de las pruebas y métricas tomadas**

Luego de realizadas las 48 pruebas detalladas anteriormente en el catálogo de pruebas y de acuerdo a los criterios dados, los resultados se expresan en la Tabla 56 a continuación:

**Tabla 56: Resultados de las pruebas realizadas**

<b>ID Prueba</b>	<b>Resultado obtenido</b>	<b>Estado</b>	<b>Iteraciones</b>
US-P-01	El usuario administrador se autentica en el sistema correctamente.	Aprobado	0
US-P-02	El usuario se creado y almacenado en la base de datos.	Aprobado	0
US-P-03	El sistema muestra el listado de los usuarios existentes.	Aprobado	0
US-P-04	El usuario es eliminado de la base de datos.	Aprobado	0
US-P-05	La información del usuario es modificada en la base de datos.	Aprobado	0
US-P-06	El grupo es creado y almacenado en la base de datos.	Aprobado	0
US-P-07	El sistema muestra el listado de los grupos existentes.	Aprobado	0
US-P-08	El grupo es eliminado de la base de datos.	Aprobado	0
US-P-09	La información del grupo es modificada en la base de datos.	Aprobado	0
US-P-10	Los permisos son asignados al grupo y almacenados en la base de datos.	Aprobado	0
US-P-11	Un usuario almacenado en la base de datos y diferente de administrador se autentica en el sistema de manera correcta.	Aprobado	0
US-P-12	El usuario modifica su contraseña correctamente.	Aprobado	0
US-P-13	El usuario finaliza sesión correctamente.	Aprobado	0
US-P-14	Al iniciar sesión un usuario se cargan los menús y opciones de acuerdo a los permisos configurados.	Aprobado	0
SI-P-01	Al iniciar sesión cualquier usuario se muestra la página de inicio.	Aprobado	0
SI-P-02	Al cargar la página de inicio para un usuario, ésta muestra información relevante del sistema.	Aprobado	2
SI-P-03	El dispositivo se apaga correctamente.	Aprobado	0
SI-P-04	El dispositivo se reinicia correctamente.	Aprobado	0
SI-P-05	El sistema permite modificar los parámetros generales de red satisfactoriamente.	Aprobado	0
SI-P-06	El sistema permite visualizar las interfaces de red existentes.	Aprobado	0
SI-P-07	El sistema permite modificar los parámetros de la interface de red.	Aprobado	0

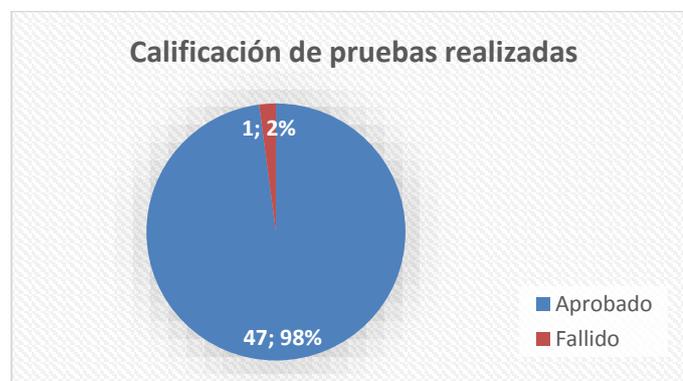
SI-P-08	El sistema genera un archivo de respaldo correctamente.	Aprobado	2
SI-P-09	El sistema restaura el sistema a partir de un archivo de respaldo generado previamente.	Aprobado	3
SI-P-10	El sistema modifica el idioma para la interfaz web.	Aprobado	0
SI-P-11	El sistema configura la fecha y hora de manera correcta.	Aprobado	0
SE-P-01	El sistema habilita y deshabilita un sensor correctamente.	Aprobado	0
SE-P-02	El sistema muestra la última lectura del sensor respectivo.	Aprobado	0
SE-P-03	El sistema configura los valores de umbral máximo y mínimo para los sensores de temperatura y humedad.	Aprobado	1
SE-P-04	El sistema habilita y deshabilita el envío de alarmas para un sensor dado.	Aprobado	0
SE-P-05	El sistema muestra un listado de usuarios con sus direcciones de email y permite seleccionar uno para el envío de alarmas.	Aprobado	1
SE-P-06	El sistema habilita y deshabilita el uso de la cámara integrada para los sensores de movimiento y contacto de puerta.	Aprobado	2
SE-P-07	El mensaje de correo electrónico llega a su destino con normalidad.	Aprobado	3
RE-P-01	El sistema muestra el reporte de eventos de sensor.	Aprobado	1
RE-P-02	El sistema muestra el reporte de datos de sensor.	Aprobado	1
RE-P-03	El sistema si permite filtrar la información de los reportes de acuerdo a un rango de fecha o criterio dado.	Aprobado	1
RE-P-04	Los reportes son exportados a un archivo PDF correctamente.	Aprobado	0
RE-P-05	Los reportes son exportados a un archivo CSV correctamente.	Aprobado	0
RE-P-06	El sistema muestra el reporte de gráficos de tiempo para cada sensor.	Aprobado	2
RE-P-07	El sistema muestra el reporte de indicadores para cada sensor.	Aprobado	3
NF-P-01	La interfaz web del sistema es soportada por el navegador Google Chrome correctamente.	Aprobado	0
NF-P-02	La interfaz web del sistema es	Aprobado	0

	soportada por el navegador Mozilla Firefox correctamente.		
NF-P-03	El sistema detecta correctamente todos los dispositivos de hardware y sensores conectados.	Aprobado	3
NF-P-04	En ambos navegadores, Chrome y Firefox, el sistema es accesible vía HTTPS.	Aprobado	0
NF-P-05	El sistema permite más de 3 usuarios concurrentes.	Aprobado	0
NF-P-06	A través de una red LAN el tiempo de conexión a la interfaz web es de 3 segundos en promedio.	Aprobado	0
NF-P-07	A través de una conexión a Internet banda ancha el tiempo de conexión a la interfaz web es de 5 segundos en promedio.	Aprobado	0
NF-P-08	A través de una conexión a Internet móvil 3G el tiempo de conexión a la interfaz web es de 12 segundos en promedio.	Fallido	No Aplica
NF-P-09	La placa Raspberry Pi ha estado encendido continuamente por un periodo superior a los 7 días.	Aprobado	0

**Elaborado por:** Los autores

Luego de ejecutado el catálogo de pruebas, se puede concluir lo siguiente:

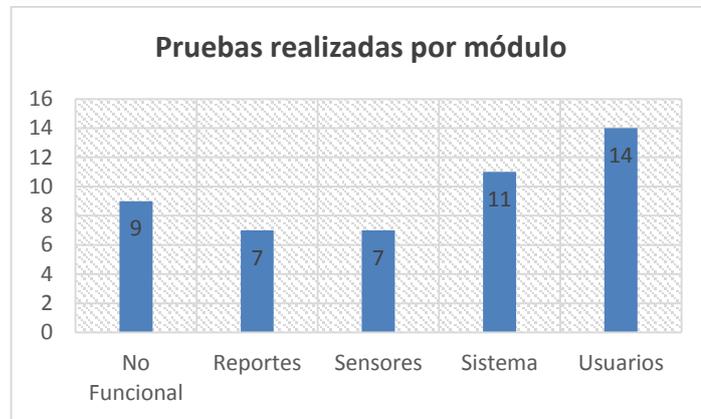
- Del total de 48 pruebas realizadas, el 98% (47) fueron aprobadas, en tanto que solamente el 2% (1) fueron fallidas, como se observa en la Figura 30.



**Figura 30:** Distribución de calificación de pruebas realizadas

**Elaborado por:** Los autores

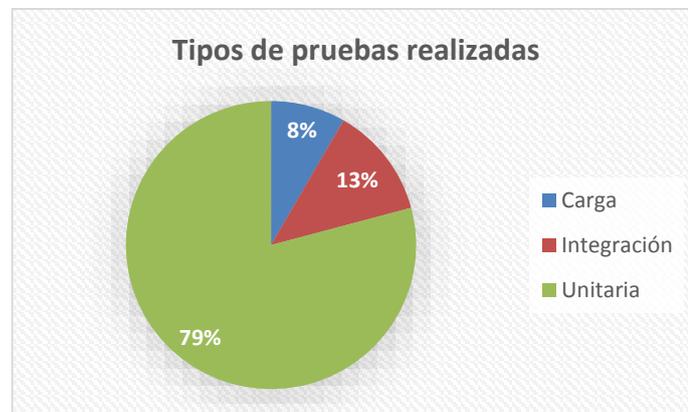
- Del total de pruebas realizadas por módulo, 14 corresponden a Usuarios, 11 a Sistema, 7 a Sensores y 7 a Reportes. En tanto que 9 pruebas corresponden a requerimientos no funcionales, como se detalla en la Figura 31.



**Figura 31: Distribución de pruebas realizadas por módulo**

**Elaborado por:** Los autores

- De acuerdo al tipo de pruebas realizadas, 79% (38) son Unitarias, 13% (6) son de Integración y 8% (4) son de Carga, como se observa en la Figura 32.



**Figura 32: Distribución de tipos de pruebas realizadas**

**Elaborado por:** Los autores

- Del total de pruebas realizadas, 34 fueron calificadas como aprobadas al realizar el primer intento, en tanto que 5 pruebas necesitaron 1 iteración para ser aprobadas, 4 pruebas necesitaron 2 iteraciones y otras 4 pruebas

necesitaron 3 iteraciones, tal como se muestra en la Figura 33. No se incluye la prueba fallida.



**Figura 33: Distribución de iteraciones efectuadas por prueba realizada**

**Elaborado por:** Los autores

Este resultado se debe a que se ha utilizado el framework Neo para el desarrollo del sistema, el mismo que posee funcionalidades ya probadas. En tanto, aquellas funciones que han requerido mayor número de iteraciones son las que se han desarrollado específicamente para implementar las reglas del negocio requeridas para la aplicación.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

Luego de la realización del presente proyecto se concluye lo siguiente:

- Se logró implementar un prototipo de un dispositivo de monitoreo ambiental para centros de cómputo, el cual incorpora una interfaz web de administración, que ayudará a las empresas a minimizar el riesgo de interrupción de la continuidad del negocio gracias a la prevención de los daños causados a los equipos informáticos por los factores ambientales.
- Con el uso de tecnología de hardware de bajo costo, que incluye la computadora de placa única Raspberry Pi y los sensores empleados, en conjunto con la utilización de software libre y de código abierto, se ha podido desarrollar una solución económica asequible para las pymes en el Ecuador.
- La computadora Raspberry Pi utilizada en el presente proyecto es un dispositivo ideal para el desarrollo de este tipo de sistemas embebidos de propósito general, debido a su tamaño compacto, bajo costo y flexibilidad de comunicación con otros dispositivos o componente electrónicos, a pesar de su limitación en potencia.
- El uso del sistema operativo Raspbian, basado en el núcleo de Linux, y de software de código abierto ampliamente utilizado y de funcionalidad comprobada como el servidor web Apache, el gestor de base de datos MySQL y el lenguaje de programación PHP, proveen estabilidad, confiabilidad y seguridad al sistema desarrollado.

- Al utilizar el framework Neo para la implementación de la interfaz web del sistema se ha logrado minimizar los tiempos de desarrollo al mismo tiempo que ha permitido la elaboración de una interfaz atractiva, intuitiva y de fácil uso para el usuario.
- El estándar TIA 942 provee especificaciones precisas que se han tenido en cuenta para que, a través de los indicadores implementados en el sistema, se provea de información relevante al usuario acerca del comportamiento del ambiente en el centro de cómputo y le permita tomar decisiones oportunas.
- El prototipo implementado deja abierta la posibilidad para el desarrollo de nuevas características y funcionalidades a través de la incorporación de diversos sensores, hardware y módulos en el sistema que los controlen. Así, una vez ya elaborado como producto terminado, se presente como una alternativa a las soluciones de monitoreo ambiental para centros de cómputo ya existentes en el mercado.

## **6.2. Recomendaciones**

Finalmente, se han planteado las siguientes recomendaciones:

- Mejorar la funcionalidad y alcance del prototipo de dispositivo de monitoreo ambiental a través de la incorporación de nuevos sensores y módulos que los controlen, tales como: detector de humo, para aquellos centros de cómputo que dispongan de sistemas contra incendio; detector de fugas de agua o inundación, para aquellos centros de cómputo que dispongan de piso falso; entre otros.
- Proveer al prototipo de conectividad de red inalámbrica a través de la instalación de un adaptador WiFi USB, ya que por defecto la placa Raspberry

Pi, sobre la cual se basa el dispositivo, incorpora únicamente conexión de red Ethernet cableada.

- Integrar al prototipo un módem 3G USB, el cual permitiría la optimización del envío de alertas en caso de ocurrencia de un evento, al dar la posibilidad de enviar mensajes SMS o inclusive realizar una llamada telefónica.
- Asegurar el acceso a la interfaz web de administración del dispositivo con la implementación de contraseñas seguras, de un equipo firewall o de soluciones VPN, sobre todo si el dispositivo va a ser accesible a través de Internet. De esta manera, se evita el acceso no autorizado de intrusos o de terceras personas.
- Utilizar los navegadores Mozilla Firefox o Google Chrome para acceder a la interfaz web de administración del dispositivo, ya que al ser multiplataforma permiten la conexión desde cualquier sistema operativo como Microsoft Windows, Linux, Mac OS, Android, etc. Y desde cualquier dispositivo como computadores personales, tabletas o teléfonos inteligentes.
- Eliminar los registros más antiguos de la base de datos del sistema, a través del menú Reportes, para prevenir que la capacidad de almacenamiento de la memoria microSD del dispositivo se sature. En caso de requerir conservar un respaldo de estos registros, es recomendable generar un archivo CSV a través del mismo sistema.
- Contratar personal calificado para la instalación física del dispositivo y los sensores y del cableado eléctrico y de datos necesarios para su implementación en un centro de cómputo.
- Convertir el prototipo en producto final teniendo en cuenta las recomendaciones dadas anteriormente, a fin de que el dispositivo sea utilizado no solo en las pymes, sino también en organizaciones comerciales de todo tipo, instituciones educativas, gubernamentales y sin fines de lucro.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADC Telecommunications, Inc. (2006). *TIA-942 Data Center Standards Overview*. Minneapolis.
- Arregoces, M., & Portolani, M. (2003). *Data Center Fundamentals*. Indianapolis: Cisco Press.
- Cobbaut, P. (2014). *Linux Fundamentals*.
- Cowan, C., & Gaskins, C. (2011). *Monitoring Physical Threats in the Data Center White Paper 102 Revision 3*. Obtenido de [http://www.apcmedia.com/salestools/JMON-5ZLP8M/JMON-5ZLP8M\\_R3\\_EN.pdf](http://www.apcmedia.com/salestools/JMON-5ZLP8M/JMON-5ZLP8M_R3_EN.pdf)
- De La Torre Llorente, C., Zorrilla Castro, U., Ramos Barros, M. A., & Calvarro Nelson, J. (2010). *Guía de Arquitectura N-Capas orientada al Dominio con .NET 4.0*. Krasis Consulting, S. L.
- Doyle, M. (2010). *Beginning PHP 5.3*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- DuBois, P. (2009). *MySQL Fourth Edition*. Pearson Education, Inc.
- Encyclopedia Britannica, Inc. (2014). *Encyclopedia Britannica*. Obtenido de <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/352255/lux>
- Fraden, J. (2010). *Handbook of Modern Sensors* (4 ed.). Springer.
- Harper, D. (2014). *Online Etymology Dictionary*. Obtenido de <http://www.etymonline.com/index.php?search=prototype&searchmode=none>
- INEC. (2014). *Directorio de Empresas y Establecimientos 2012*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Janssen, C. (2014). *Techopedia*. Obtenido de What is a computer architecture?: <http://www.techopedia.com/definition/26757/computer-architecture>
- Landívar, E. (2009). *Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 2*.
- Laurie, B., & Laurie, P. (2002). *Apache: The Definitive Guide, 3rd Edition*. Sebastopol: O'Reilly & Associates, Inc.
- Martínez Arias, B. R. (2007). *Arquitectura de procesadores ARM de 32 bits, circuitos integrados y entornos de desarrollo*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/561/1/T-ESPE-014396.pdf>
- McCarty, B. (1999). *Learning Debian GNU/Linux*. O'Reilly & Associates, Inc.

- McGrath, M. J., & Ni Scanail, C. (2013). *Sensor Technologies Healthcare, Wellness and Environmental Applications*. Apress.
- Oetiker, T. (2014). *RRDtool*. Obtenido de RRDtool Gallery:  
<http://www.mrtg.org/rrdtool/gallery/index.en.html>
- Oetiker, T. (2014). *RRDtool*. Obtenido de rrdtool:  
<http://www.mrtg.org/rrdtool/doc/rrdtool.en.html>
- Open Source Initiative*. (2014). Obtenido de <http://opensource.org/>
- Pavón Mestras, J. (2010). *Universidad Complutense de Madrid*. Obtenido de Programación Orientada a Objetos:  
<https://www.fdi.ucm.es/profesor/jpavon/poo/2.14.MVC.pdf>
- Raspberry Pi Foundation. (2014). *Raspberry Pi*. Obtenido de What is a Raspberry Pi?: <http://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>
- Raspberry Pi Foundation. (2014). *Raspberry Pi*. Obtenido de Quick Start Guide:  
<http://www.raspberrypi.org/help/quick-start-guide/>
- Raspberry Pi Foundation. (2014). *Raspberry Pi Documentation*. Obtenido de Installing Operating System Images:  
<http://www.raspberrypi.org/documentation/installation/installing-images/>
- Raspbian*. (2014). Obtenido de <http://www.raspbian.org/>
- Resolución No. SC-INPA-UA-G-10-005. (7 de Diciembre de 2010). *Clasificación de las PYMES, de acuerdo a la Normativa implantada por la Comunidad Andina en su resolución 1260 y la legislación interna vigente*. Registro Oficial del Ecuador.
- Romero Galindo, R. M. (2012). *Análisis, diseño e implementación de un sistema de información aplicado a la gestión educativa en centros de educación especial*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Santos, A. (2012). *Elastix*. Obtenido de Manual para desarrolladores:  
[http://sourceforge.net/projects/elastix/files/Tutorials\\_Docs\\_Manuals/Elastix%20Development%20Manual/manual\\_para\\_Desarrolladores-elastix-.pdf/download](http://sourceforge.net/projects/elastix/files/Tutorials_Docs_Manuals/Elastix%20Development%20Manual/manual_para_Desarrolladores-elastix-.pdf/download)
- Servicio de Rentas Internas. (2014). *Pymes*. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/de/32>
- Software in the Public Interest, Inc. (2014). *Acerca de Debian*. Obtenido de Debian:  
<https://www.debian.org/intro/about.es.html>
- Sun Microsystems, Inc. (2004). *Site Planning Guide for Entry-Level Servers Version 1.4*. Obtenido de Chapter 2 - Environmental Requirements:  
<http://docs.oracle.com/cd/E19095-01/sfv890.srvr/816-1613-14/Chapter2.html>

- Telecommunications Industry Association. (2005). *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers TIA-942*. Arlington, VA, USA.
- Telecommunications Industry Association. (2014). *Telecommunications Industry Association*. Obtenido de TIA: <http://www.tiaonline.org/about/>
- The Apache Software Foundation. (2015). *Apache HTTP Server Project*. Obtenido de <http://httpd.apache.org>
- The Regents of the University of California. (2004). *Information Services and Technology*. Obtenido de Model-View-Controller: A Design Pattern for Software: <https://ist.berkeley.edu/as-ag/pub/pdf/mvc-seminar.pdf>
- van den Bogaerdt, A. (2014). *RRDtool*. Obtenido de rrdtutorial: <http://oss.oetiker.ch/rrdtool/tut/rrdtutorial.en.html>
- Welsh, M., Dalheimer, M. K., Dawson, T., & Kaufman, L. (2003). *Running Linux, Fourth Edition*. Sebastopol: O'Reilly & Associates, Inc.
- Wulfinghoff, D. (1999). *Energy Institute Press*. Obtenido de Measuring Light Intensity: <http://www.energybooks.com/pdf/D1150.pdf>

## ANEXOS

### 1. ANEXO: Instalación y configuración del sistema operativo Raspbian en placa Raspberry Pi

Esta guía trata acerca de la instalación del sistema operativo Raspbian Linux en la placa de computadora única Raspberry Pi, sobre los cuales se va a implementar el prototipo de dispositivo de monitoreo ambiental y la interfaz web del sistema que lo controla, descrito en este documento de tesis.

Los elementos de hardware a utilizar son los siguientes:

		
Placa Raspberry Pi Modelo B+		
		
Adaptador de corriente 5V microUSB para Raspberry Pi Modelo B+	Tarjeta de memoria microSD 16GB	Lector USB de tarjetas microSD

## Descargar la imagen del sistema operativo

Para instalar el sistema operativo en la placa Raspberry Pi se necesita un archivo de imagen que contiene el sistema operativo en sí. La imagen debe ser cargada en la tarjeta microSD con el uso de otra computadora que disponga de un lector de tarjetas, como el dispositivo USB mencionado anteriormente.

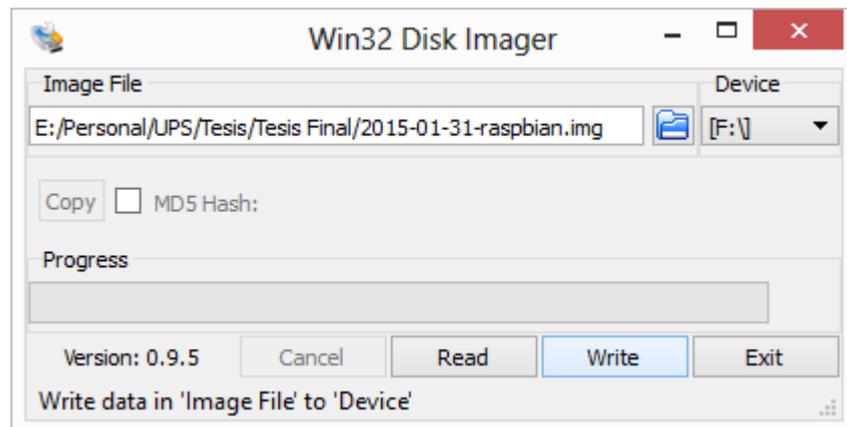
Los archivos de imagen oficiales para sistemas operativos recomendados por Raspberry Pi están disponibles para su descarga desde el sitio web: <http://www.raspberrypi.org/downloads/>. Descargue la imagen correspondiente al sistema operativo Raspbian Debian Wheezy. El archivo a descargar está en formato ZIP y su nombre debería ser similar a 2015-01-31-raspbian.zip.

## Escribir una imagen a la tarjeta SD

Una vez que disponga del archivo de imagen del sistema operativo Raspbian, es necesario utilizar una herramienta de software para instalar la imagen en la tarjeta microSD en nuestro caso. En una computadora con sistema operativo Microsoft Windows realice los siguientes pasos:

- Inserte la tarjeta microSD en el lector USB de tarjetas microSD y verifique qué letra de unidad le fue asignada. Puede ver la letra de la unidad (por ejemplo F:) en la columna izquierda del Explorador de Windows.
- Descargue la herramienta **Win32DiskImager** desde el siguiente sitio (el archivo a descargar es un ejecutable):  
<http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/files/>

- Ejecute e instale la herramienta Win32DiskImager. Puede que tenga que ejecutar la herramienta como administrador, para esto, presione clic derecho sobre el archivo y seleccione **Ejecutar como administrador**.
- Extraiga el archivo de imagen del sistema operativo Raspbian que se encontraba en formato ZIP. El archivo extraído debe tener la extensión .img.
- Abra la herramienta Win32DiskImager. Seleccione el archivo de imagen del sistema operativo Raspbian extraído anteriormente y la letra de la unidad asignada a la tarjeta microSD. Tenga cuidado de seleccionar la unidad correcta, si lo hace mal podría destruir los datos en el disco duro de su computador.



- Haga clic en la opción **Write** y espere a que el proceso de escritura de la imagen en la tarjeta microSD termine.
- Salga de la herramienta Win32DiskImager y expulse la tarjeta microSD.

### **Conectar la placa Raspberry Pi**

Adicional a los elementos de hardware requeridos al inicio de esta guía, también se necesitarán los siguientes:

- Cualquier monitor o TV con entrada HDMI que servirá como pantalla para la Raspberry Pi.
- Un cable de red Ethernet para conexión a Internet.
- Un teclado y un mouse USB estándar.

Antes de conectar algo en la placa Raspberry Pi, asegurarse de tener a la mano todos los elementos de hardware mencionados anteriormente. A continuación, seguir estas instrucciones:

- Empiece insertando la tarjeta microSD cargada con la imagen del sistema operativo en la ranura microSD ubicada en la parte inferior de la Raspberry Pi, que solo se ajusta de una manera:



- A continuación, conecte un teclado y mouse USB en los puertos USB de la Raspberry Pi (1).

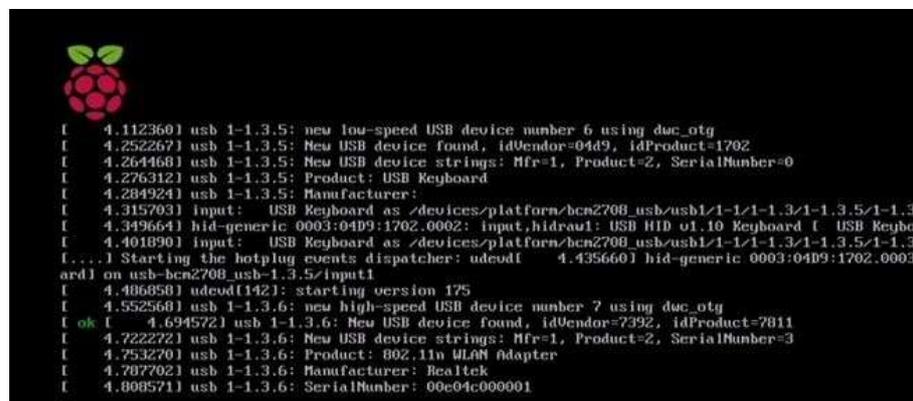


- Asegurarse de que el monitor o TV esté encendido y de haber seleccionado la entrada correcta (por ejemplo, HDMI 1, etc.). Conecte el cable HDMI desde la Raspberry Pi al monitor o TV (2).
- Conecte el cable de red en el puerto RJ45 que se ubica a lado de los puertos USB (3).
- Cuando haya verificado que todos los componentes están correctamente conectados, finalmente conecte el adaptador de corriente microUSB (4). Esta acción encenderá y arrancará la Raspberry Pi.

### Primer arranque e inicio de sesión

Una vez que ha seguido las instrucciones de como conectar los componentes de hardware para la Raspberry Pi, el siguiente paso es el arranque del sistema operativo. Siga los pasos a continuación:

- Una vez conectado el adaptador de corriente microUSB, la Raspberry Pi arranca con la imagen del sistema operativo Raspbian existente en la tarjeta microSD, se muestra la secuencia de arranque:



```

I 4.1123601 usb 1-1.3.5: new low-speed USB device number 6 using dwc_otg
I 4.2522671 usb 1-1.3.5: New USB device found, idVendor=04d9, idProduct=1702
I 4.2644661 usb 1-1.3.5: New USB device strings: Mfr=1, Product=2, SerialNumber=0
I 4.2763121 usb 1-1.3.5: Product: USB Keyboard
I 4.2849241 usb 1-1.3.5: Manufacturer:
I 4.3157931 input: USB Keyboard as /devices/platform/bcm2708_usb/usb1/1-1/1-1.3/1-1.3.5/1-1.3
I 4.3496641 hid-generic 0003:04d9:1702.0002: input,hidraw1: USB HID v1.10 Keyboard [ USB Keybo
I 4.4018901 input: USB Keyboard as /devices/platform/bcm2708_usb/usb1/1-1/1-1.3/1-1.3.5/1-1.3
I...] Starting the hotplug events dispatcher: udevd 4.4356601 hid-generic 0003:04d9:1702.0003
ard) on usb-bcm2708_usb-1.3.5/input1
I 4.4068581 udevd[142]: starting version 175
I 4.5525681 usb 1-1.3.6: new high-speed USB device number 7 using dwc_otg
I ok I 4.6945721 usb 1-1.3.6: New USB device found, idVendor=7392, idProduct=7811
I 4.7222721 usb 1-1.3.6: New USB device strings: Mfr=1, Product=2, SerialNumber=3
I 4.7532701 usb 1-1.3.6: Product: 802.11n WLAN Adapter
I 4.7877021 usb 1-1.3.6: Manufacturer: Realtek
I 4.8085711 usb 1-1.3.6: SerialNumber: 00e04c000001

```

- Después de unos segundos, se mostrará la pantalla **Raspi-config** donde se pueden realizar algunas tareas de configuración básicas:

```

Raspi-config

info          Information about this tool
expand_rootfs Expand root partition to fill SD card
overscan     Change overscan
configure_keyboard Set keyboard layout
change_pass  Change password for 'pi' user
change_locale Set locale
change_timezone Set timezone
memory_split Change memory split
ssh          Enable or disable ssh server
boot_behaviour Start desktop on boot?
update      Try to upgrade raspi-config

                <Select>                <Finish>

```

- Seleccione la opción **expand\_rootfs** para hacer que el sistema operativo abarque todo el tamaño de la tarjeta microSD.
- Seleccione la opción **configure\_keyboard** para configurar el teclado de acuerdo a sus necesidades.
- Seleccione la opción **change\_timezone** para configurar la zona horaria. Seleccione America/Guayaquil.
- Presione **Finish** para terminar con esta configuración previa. Cuando le pida reiniciar el dispositivo, seleccione **Yes**.
- Una vez que la Raspberry Pi se reinicia, se mostrará el mensaje de inicio de sesión del sistema de la siguiente manera:  

```
raspberrypi login:
```
- El usuario por defecto es `pi` y la contraseña es `raspberrypi`.
- Una vez iniciada la sesión se mostrará el siguiente prompt:  

```
pi@raspberrypi ~ $
```

- Se necesitará de una cuenta root (administrador) para el sistema operativo. Para habilitarla y poder iniciar sesión con ella, hay que asignarle una contraseña con el siguiente comando:

```
sudo passwd
```

- La contraseña configurada para la cuenta root es dcS3nS0rW.

## Habilitar el puerto serial

Por defecto, el puerto serial de la placa Raspberry Pi está configurado para ser utilizado para la entrada y salida de la consola, lo que significa que no podrá utilizar este puerto para conectar y hablar con otros dispositivos, por lo que la consola en el puerto serial tiene que ser desactivada. De ahí que la forma para conectarse a la placa Raspberry Pi va a ser a través de la red con una conexión SSH. Siga las instrucciones a continuación para deshabilitar la consola del puerto serial:

- Inicie sesión con el usuario root.
- Abra el archivo `/etc/inittab` con un editor de texto y vaya al final del archivo. Verá una línea similar a la siguiente:

```
T0:23:respawn:/sbin/getty -L ttyAMA0 115200 vt100
```

- Deshabilítela agregando el carácter de numeral (#) al inicio de dicha línea, así:

```
#T0:23:respawn:/sbin/getty -L ttyAMA0 115200 vt100
```

- Abra el archivo `/boot/cmdline.txt`, cuyo contenido es similar a:

```
dwc_otg.lpm_enable=0 console=ttyAMA0,115200
kgdboc=ttyAMA0,115200 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2
rootfstype=ext4 elevator=deadline rootwait
```

- Remueva todas las referencias a `ttYAMA0` (que es el nombre del puerto serial) representadas por el texto en negrita. El contenido del archivo ahora se vería así:

```
dwc_otg.lpm_enable=0 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2
rootfstype=ext4 elevator=deadline rootwait
```

- Finalmente, para aplicar los cambios, reinicie la Raspberry Pi con el siguiente comando:

```
shutdown -r now
```

## Configuración de red

El sistema operativo Raspbian por defecto está configurado para obtener una dirección IP automáticamente desde la red a través de DHCP, ya sea por cable de red o por una conexión inalámbrica (a través de un conector USB inalámbrico opcional). Raspbian puede soportar IPv4 e IPv6. IPv4 está listo para ser usado por defecto, en tanto que IPv6 debe ser habilitado manualmente. Para el presente caso se trabajará con el puerto de red cableado, el protocolo IPv4 y una dirección IP estática. Para configurar una dirección IP estática manualmente en Raspbian, ejecute lo siguiente:

- Inicie sesión como usuario root.
- El archivo de configuración de red de Raspbian está ubicado en `/etc/network/interfaces`. Un archivo de configuración por defecto luce como se muestra a continuación, donde DHCP es utilizado para la conexión de red cableada:

```
auto lo
iface lo inet loopback
iface eth0 inet dhcp
allow-hotplug wlan0
iface wlan0 inet manual
wpa-roam /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
iface default inet dhcp
```

- Edite este archivo de configuración como se detalla a continuación. El texto en negrita indica la configuración realizada:

```
auto lo
iface lo inet loopback
auto eth0
iface eth0 inet static
address 192.168.10.20
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.10.1
allow-hotplug wlan0
iface wlan0 inet manual
wpa-roam /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
iface default inet dhcp
```

- Donde 192.168.10.20 es la dirección IP por defecto que se utilizará para el dispositivo.
- Para que la Raspberry Pi pueda conectarse a Internet, debe poder ser capaz de resolver nombres a direcciones IP. Para esto hay que configurar los servidores DNS del sistema en el archivo `/etc/resolv.conf`. Para el presente caso, se configurará las direcciones IP de los servidores DNS públicos de Google:

```
nameserver 8.8.8.8
nameserver 8.8.4.4
```

- Reinicie los servicios de red para activar los cambios sin tener que reiniciar el equipo:  
`service networking restart`

## Instalación de software y librerías

A continuación se detallan los componentes de software y librerías instaladas en la placa Raspberry Pi necesarios para el funcionamiento del sistema de monitoreo ambiental:

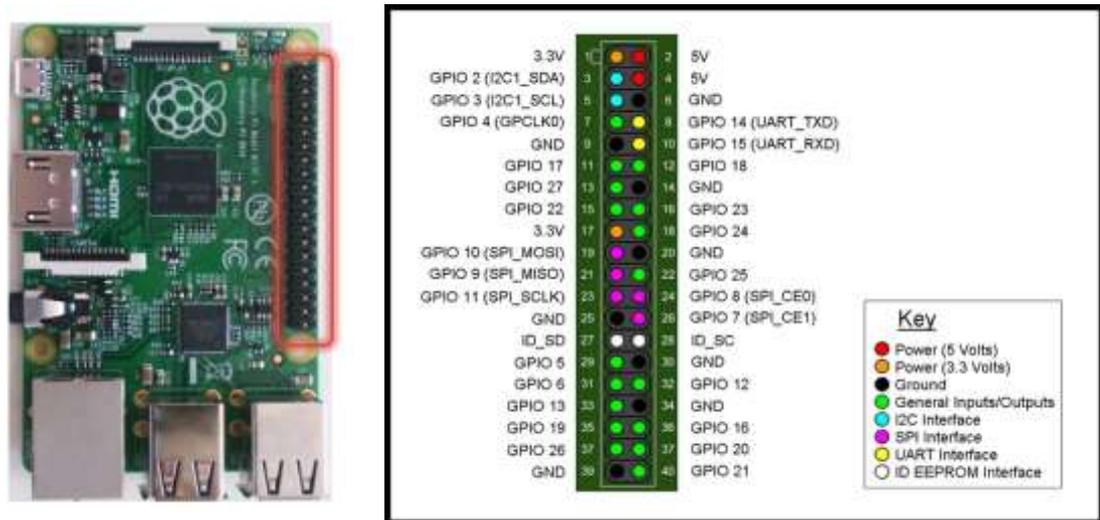
- Antes de instalar cualquier componente de software o librería, se lo hará a través de Internet, por lo que es necesario verificar que la conexión de red cableada función adecuadamente.
- Luego, ejecute el siguiente comando para actualizar los repositorios de Internet del sistema operativo Raspbian:  
`apt-get update`
- Para instalar el servidor web Apache, ejecute:  
`apt-get install apache2`
- Para instalar el sistema gestor de base de datos MySQL y la librería que permite que el lenguaje C se comunique con MySQL, ejecute:  
`apt-get install mysql-server libmysqlclient-dev`
- Para instalar el lenguaje de programación PHP y las librerías que permiten su ejecución en Apache e interacción con MySQL, digite:  
`apt-get install php5 libapache2-mod-php5 php5-mysql`
- Para instalar el software RRDtool para la creación de gráficos de series de tiempo, ejecute:  
`apt-get install rrdtool`
- Para instalar las librerías que permiten que el software RRDtool interactúe con la base de datos MySQL, ejecute:  
`apt-get install libdbi1 libdbd-mysql`

## 2. ANEXO: Manual de ensamblaje del hardware para el prototipo de monitoreo ambiental

Una vez que ya se ha instalado el sistema operativo y el software necesario sobre el cual funciona el sistema, lo siguiente es el ensamblaje de los dispositivos de hardware y sensores que irán conectados físicamente a la placa Raspberry Pi. Los dispositivos de hardware y sensores a utilizar son:

	
<p>Sensor de temperatura y humedad DHT11</p>	<p>Sensor de luz LM393</p>
	
<p>Sensor de movimiento PIR DYP-ME003</p>	<p>Sensor de contacto/tope</p>
	
<p>Pantalla LCD 16x2</p>	<p>Cámara Pi NoIR</p>
	
<p>Cables puente</p>	<p>Caja para proyectos</p>

La placa Raspberry Pi posee un conjunto de pines GPIO (General Purpose Input Output) que son de entrada y salida, cuyo comportamiento puede ser programado a través de un software por parte del usuario para darle un uso en particular, por ejemplo: recibir la señal de un sensor o enviar caracteres a una pantalla LCD, como se ha hecho en este caso. Estos pines se utilizan para armar sistemas embebidos. A continuación se muestra la ubicación de los pines GPIO y su respectivo pinout, que es el diagrama que muestra la disposición de estos pines y sus funciones:



Los dispositivos de hardware y los sensores deben ir conectados, mediante los cables puente, a los pines descritos a continuación:

- **Sensor de temperatura y humedad DHT11**

VCC	1
Data Digital	7
Ground	9

- **Sensor de luz LM393**

VCC	2
Data Digital	12
Ground	14

- **Sensor de movimiento PIR DYP-ME003**

VCC	4
Data Digital	8
Ground	6

- **Sensor de contacto/tope**

Data Digital	22
Ground	20

- **Pantalla LCD 16x2**

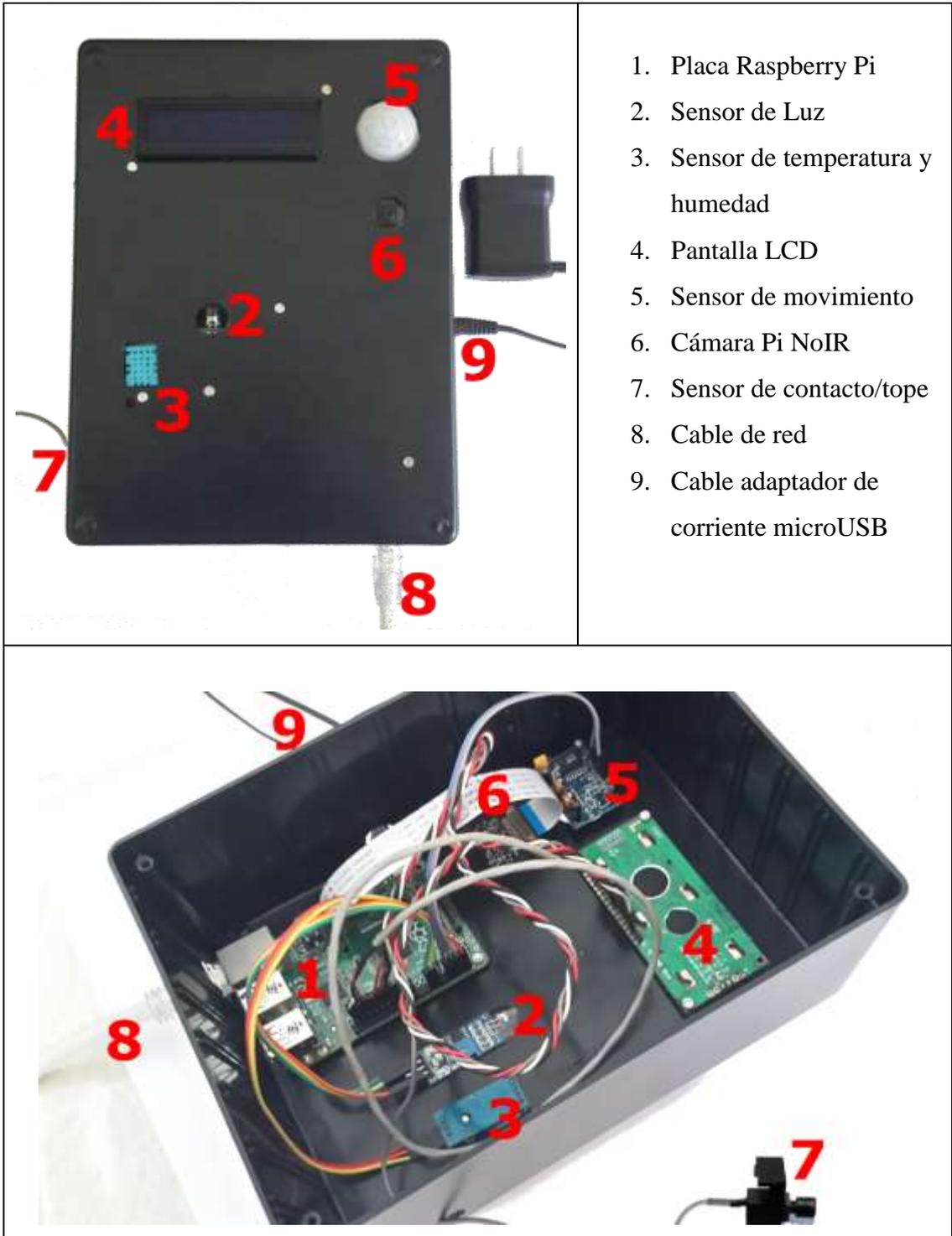
VCC	17
Ground	25
Data 0	31
Data 1	33
Data 2	35
Data 3	37
Enable	29

- **Cámara Pi NoIR.** Se conecta a un puerto propio en la placa Raspberry Pi que se ubica entre el conector de video HDMI y la salida de audio, como se muestra a continuación:



El dispositivo junto con todos sus componentes se los coloca dentro de una caja especial para proyectos electrónicos que los aloje, aunque existe la posibilidad de adquirir o elaborar una caja personalizada en materiales como acrílico o metal inclusive. Una vez colocados los componentes, se procede a marcar su ubicación para hacer los orificios respectivos en la caja de proyectos que serán utilizados por

los sensores y para conectar los cables de poder y red. Con la ayuda de tornillos y tuercas se fijan los componentes en la caja para proyectos, pero se debe tener cuidado al manipularlos, ya que pudieran dañarse o quebrarse algún elemento del circuito integrado. A continuación, se muestra la vista interna y externa del prototipo ya terminado con una descripción de sus componentes:



### **3. ANEXO: Manual de usuario del sistema de monitoreo ambiental DCSensorWeb**

DCSensorWeb es un dispositivo de monitoreo ambiental, el cual a través del uso de varios sensores, toma muestras de manera constante de las condiciones ambientales de un centro de cómputo, además de enviar alertas vía correo electrónico en caso de presentarse una eventualidad que pudiera afectar a los equipos alojados dentro de él.

#### **Acceso a la interfaz web**

El dispositivo de monitoreo ambiental es gestionado a través de una interfaz web de fácil uso. La interfaz puede ser accedida a través de una red local o Internet, con el uso de un navegador web desde cualquier tipo de dispositivo como computadores personales, laptops, tabletas o teléfonos inteligentes.

Para acceder al dispositivo, conéctelo a la red. La dirección IP por defecto del dispositivo es 192.168.10.20. Por lo tanto, para acceder a la interfaz web, abra un navegador y escriba la siguiente dirección: <https://192.168.10.20/>. Se mostrará una pantalla de inicio de sesión que le solicitará las credenciales respectivas. El usuario por defecto es `admin` y la contraseña por defecto es `dcS3nS0rW`.

#### **Pantalla de inicio (Dashboard)**

Al ingresar al sistema con las credenciales correctas, se mostrará una pantalla de inicio o dashboard, la cual muestra información relevante del sistema. Tal como se detalla a continuación:



- **Recursos del sistema.** Muestra información acerca del estado de los principales recursos del sistema tales como: uso de CPU, uso de memoria RAM y uso de memoria SWAP, así como también, el tiempo de encendido del dispositivo.
- **Estado de los sensores.** Muestra el estado general de los sensores del sistema. Los valores pueden ser OK y FAIL.
- **Discos duros.** Muestra la capacidad total, espacio libre y usado del dispositivo de almacenamiento del sistema.
- **Indicadores.** Muestra información de los eventos ocurridos en los sensores durante las últimas 24 horas.

## Configuración de red

Para visualizar y modificar la configuración de red del sistema, seleccione la opción **Sistema > Red > Parámetros de Red**, así:



En esta sección podrá visualizar y modificar los parámetros generales de red tales como: nombre de equipo, puerta de enlace, y servidores DNS primario y secundario; así como también el listado de las interfaces de red existentes. Si desea cambiar cualquiera de los parámetros generales de red, presione el botón **Editar Parámetros de Red**.

En caso de requerir modificar la dirección IP de una interfaz de red, haga clic sobre el nombre de la interfaz y modifique los parámetros de red de la interfaz de acuerdo a sus necesidades.

## Usuarios

El sistema permite la creación de usuarios para gestionar el dispositivo de monitoreo ambiental. Por defecto, el usuario **admin** ya se encuentra creado, el cual se utiliza para acceder por primera vez al sistema. Seleccione la opción **Sistema > Usuarios** para ver un listado de todos los usuarios existentes en el sistema:



Para crear un nuevo usuario, en la misma pantalla, presione el botón **Crear Nuevo Usuario**. Los datos a ingresar son:

- **Login**. Es el nombre del usuario usado para iniciar sesión en el sistema.
- **Nombre**. Es el nombre completo o una descripción del usuario.
- **Contraseña**. Es la clave asignada para el usuario en cuestión. Una vez escrita la contraseña en este casillero, confírmela escribiéndola nuevamente en el casillero **Confirmar Contraseña**.
- **Grupo**. Seleccione el grupo al que va a pertenecer el usuario a crear.
- **Email**. Es la dirección de correo electrónico del usuario a crear. Se utiliza en la configuración de los sensores para definir a qué usuario van a llegar las alertas en caso de ocurrencia de un evento.

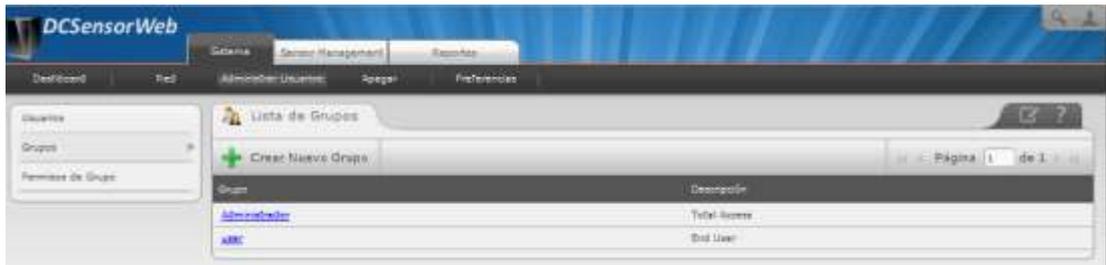
Presione el botón **Guardar** para crear el usuario o **Cancelar** para salir al listado de usuarios.

Para eliminar un usuario, vaya al listado de usuarios, haga clic sobre el nombre de usuario deseado y presione el botón **Eliminar**.

Para modificar la información de un usuario o asignarle un grupo diferente, vaya al listado de usuarios, haga clic sobre el nombre de usuario deseado y presione el botón **Editar**. Modifique los valores requeridos. Presione el botón **Guardar** para modificar la información del usuario o **Cancelar** para salir al listado de usuarios.

## Grupos

El sistema también permite la creación de grupos. Para crear un grupo, seleccione la opción **Sistema > Usuarios > Grupos**, la misma que mostrará un listado con los grupos existentes:



Para crear un nuevo grupo, en la misma pantalla, presione el botón **Crear Nuevo Grupo**. Los datos a ingresar son:

- **Grupo.** Es el nombre del grupo.
- **Descripción.** Es el nombre completo o una descripción del grupo.

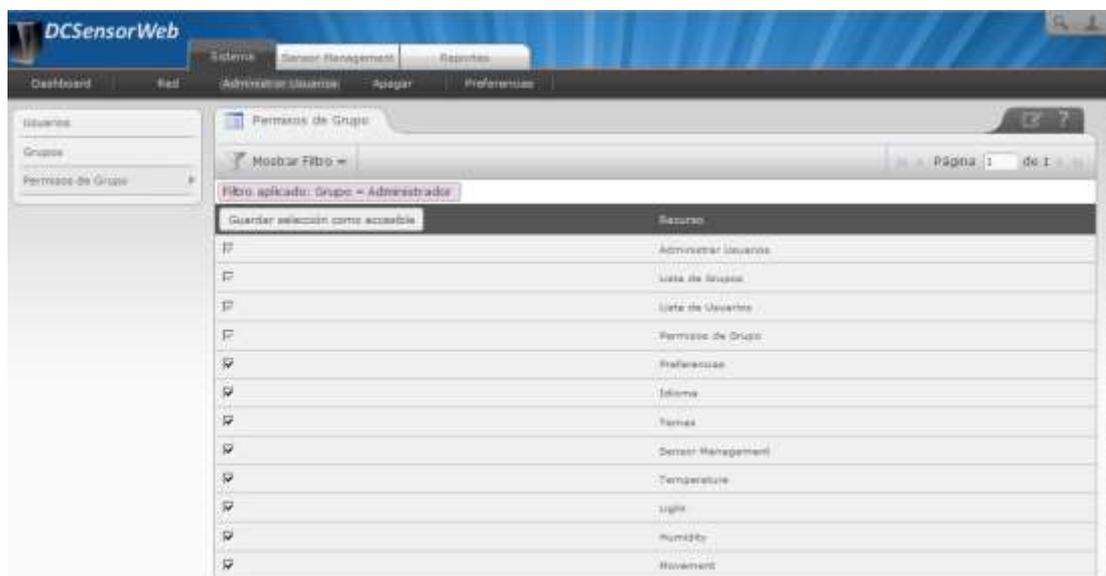
Presione el botón **Guardar** para crear el grupo o **Cancelar** para salir al listado de grupos.

Para eliminar un grupo, vaya al listado de grupos, haga clic sobre el nombre de grupo deseado y presione el botón **Eliminar**.

Para modificar la información de un grupo, vaya al listado de grupos, haga clic sobre el nombre de grupo deseado y presione el botón **Editar**. Modifique los valores requeridos. Presione el botón **Guardar** para modificar la información del grupo o **Cancelar** para salir al listado de grupos.

## Permisos de grupo

El sistema permite asignar permisos a un grupo en particular. Estos permisos permitirán a un usuario acceder a los diferentes menús u opciones del sistema, a los cuales se les llama recursos de permiso. Al asignar permisos a un grupo en particular, éstos afectan al usuario que pertenece a dicho grupo. Por defecto, el grupo **Administrador** se encuentra creado, el cual dispone de todos los permisos. Para asignar permisos a un grupo, seleccione la opción **Sistema > Usuarios > Permisos de Grupo**, como se muestra a continuación:

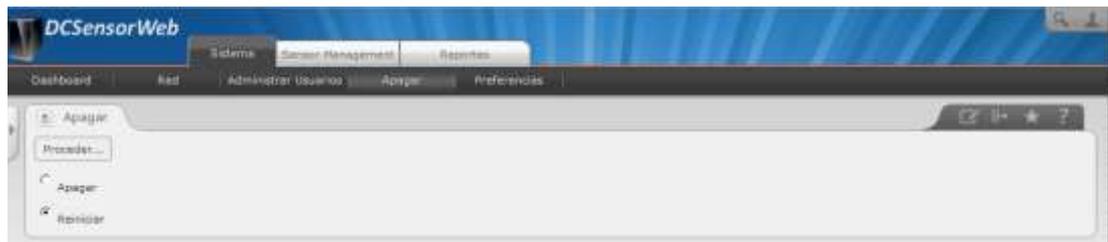


Como se puede observar en la figura anterior, por defecto se muestran los recursos o permisos asignados al grupo Administrador.

Para seleccionar un grupo al cual asignar permisos, presione el botón **Mostrar Filtro** y en el casillero **Grupo** escoja el nombre de grupo al cual va a asignar los permisos. Marque los permisos que desee asignar al grupo seleccionado y presione el botón **Guardar selección como accesible** para asignar dichos permisos al grupo seleccionado.

## Apagar y reiniciar el dispositivo

En caso de que desee apagar o reiniciar el dispositivo, es factible hacerlo desde la interfaz web. Seleccione el menú **Sistema** y escoja el submenú **Apagar**, tal como se muestra a continuación:



Seleccione la opción **Apagar** para apagar el equipo y **Reiniciar** para reiniciarlo. Luego presione el botón **Proceder** para continuar, una ventana de confirmación adicional se mostrará. Simplemente presione **Sí**.

## Configuración de servidor SMTP

Para que las alarmas sean enviadas a través de correo electrónico, el sistema permite configurar una cuenta para el envío de los mensajes. Para esto, seleccione la opción **Sistema > SMTP Config**:



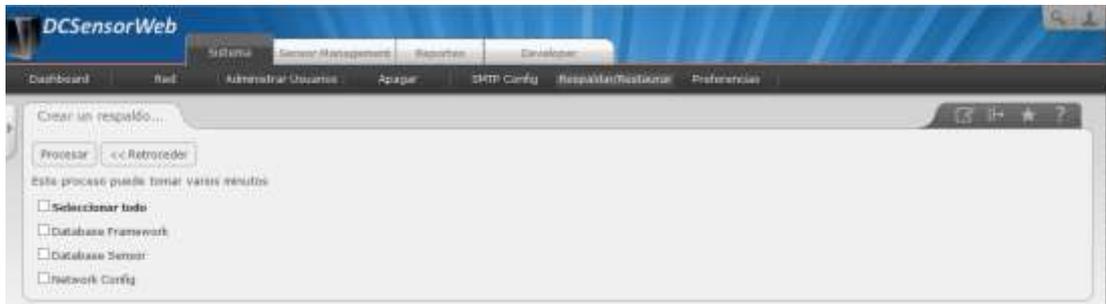
- **Habilitar SMTP.** Seleccione **Si** para habilitar el funcionamiento del sensor y **No** para deshabilitarlo.
- **Host.** Ingrese el nombre o dirección IP del servidor que se utilizará para el envío de los mensajes de correo electrónico.
- **Puerto.** Ingrese el número de puerto habilitado en el servidor que permite el envío de correo electrónico.
- **Autenticación SMTP.** Si el servidor configurado admite autenticación seleccione **Si**, caso contrario **No**.
- **Nombre de usuario.** Si se habilitó la autenticación SMTP, ingrese el nombre de usuario utilizado.
- **Contraseña.** Ingrese la contraseña respectiva para el usuario ingresado previamente.
- **Seguridad SMTP.** Seleccione el tipo de seguridad SMTP a utilizar, escoja entre **SSL** o **TLS**.

## Respaldo y restauración

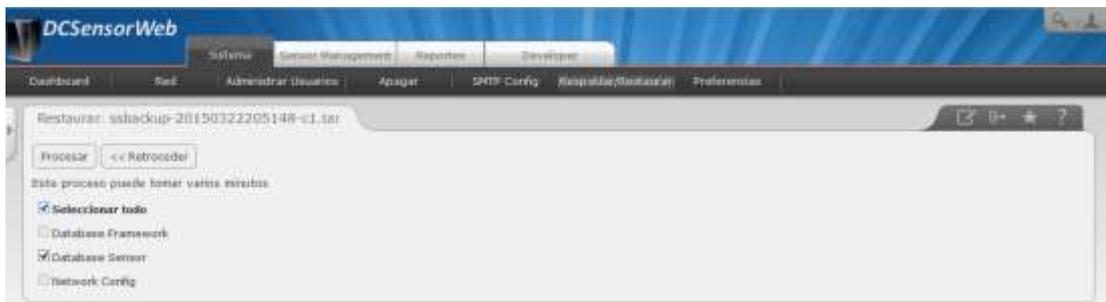
El sistema permite la elaboración de respaldos de su configuración y base de datos. Para elaborar un respaldo, seleccione la opción **Sistema > Respaldo/Restaurar**:



Presione el botón **Crear un respaldo** para generar un archivo en formato TAR con el respaldo de su configuración y base de datos. La ejecución del respaldo podría tomar varios minutos en procesarse, dependiendo del tamaño de la información a respaldar.



Una vez que tiene un archivo de respaldo, existe la posibilidad de restaurar el sistema en base a dicho archivo. Simplemente presione el botón **Restaurar** sobre el archivo de respaldo deseado para restaurar el sistema a dicho punto.



## Cambiar el idioma

El sistema soporta dos idiomas para la interfaz: inglés y español. Para cambiar el idioma seleccione la opción **Sistema > Preferencias > Idioma**:



Simply select the language between **Español** or **Inglés** and press the button **Guardar** to apply the changes.

## Sensores

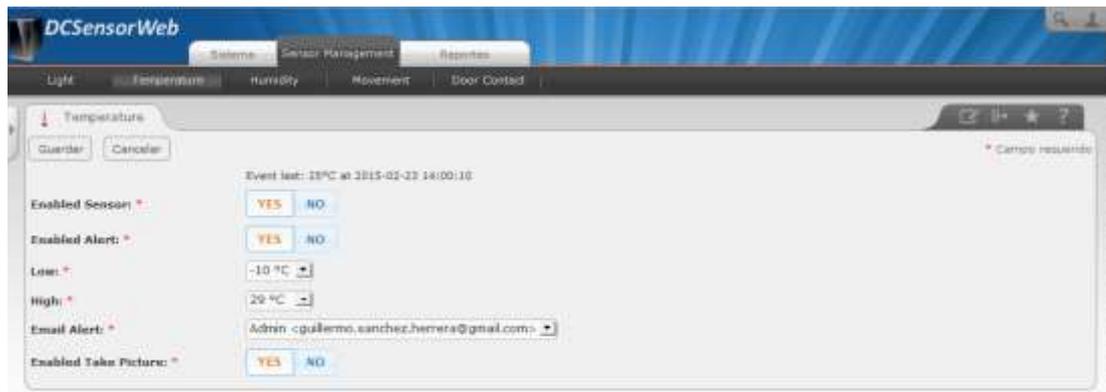
The most important aspect of the system is the correct configuration of the sensors that are connected to the device. The device has five sensors:

- **Temperatura.** Measures the ambient temperature in the center of the computer. The measurement used is degrees Celsius (°C).
- **Humedad.** Measures the relative humidity of the air in the center of the computer. It is measured in percentage of relative humidity (%RH).
- **Luz.** Allows detecting the presence or absence of light in the center of the computer.
- **Movimiento.** Allows detecting physical movement within the center of the computer.
- **Contacto de puerta.** Detects the opening or closing of the door of the center of the computer.

The Temperature and Humidity sensors, while enabled, will take samples periodically in an automatic way every 5 minutes. In the case of the Light, Movement and Door Contact sensors, they will be activated when the event they detect occurs. In addition to the sensors, the device incorporates a small camera that allows capturing instant photos at the moment an event is detected by the sensors.

## Configuración de sensores

Para configurar un sensor seleccione el menú **Sensores**. Existirán cinco pestañas para configurar los sensores de Temperatura, Humedad, Luz, Movimiento y Contacto de puerta.



A continuación se detallan las configuraciones para todos los sensores:

- **Sensor habilitado.** Seleccione **Si** para habilitar el funcionamiento del sensor y **No** para deshabilitarlo.
- **Alerta habilitada.** Seleccione **Si** para habilitar la generación de alertas para el sensor y **No** para deshabilitarlo.
- **Valor mínimo.** Seleccione un valor mínimo como límite para la muestra tomada por el sensor. Todo valor inferior al seleccionado generará una alerta y se registrará un evento. Esta opción solo es válida para los sensores de Temperatura y Humedad. De acuerdo a las normas internacionales, un valor mínimo de 20°C en temperatura y 40%RH de humedad relativa son ideales para la correcta operación de un centro de cómputo. Al configurar esta valor trate, en la medida de lo posible, de no superar los límites establecidos en las normas.

- **Valor máximo.** Seleccione un valor máximo como límite para la muestra tomada por el sensor. Todo valor superior al seleccionado generará una alerta y se registrará un evento. Esta opción solo es válida para los sensores de Temperatura y Humedad. De acuerdo a las normas internacionales, un valor máximo de 25°C en temperatura y 55%RH de humedad relativa son ideales para la correcta operación de un centro de cómputo. Al configurar esta valor trate, en la medida de lo posible, de no superar los límites establecidos en las normas.
- **Cuando la luz está?.** Seleccione esta opción para configurar si se generará una alerta cuando el sensor de luz detecte presencia de luz (Encendido), ausencia de luz (Apagado) o en ambos casos. Esta opción es válida solamente para el sensor de Luz.
- **Cuando la puerta está?.** Seleccione esta opción para configurar si se generará una alerta cuando la puerta esté abierta, cerrada o ambos. Esta opción es válida solamente para el sensor de Contacto de puerta.
- **Email Alerta:** Seleccione la dirección de correo electrónico a donde enviar la alerta en caso de ocurrencia de un evento por parte del sensor.
- **Toma de foto habilitada.** Seleccione **Si** para habilitar la toma de una fotografía con la cámara integrada en caso de generación de una alerta por parte del sensor y **No** para deshabilitarlo.

## Reportes

El sistema ofrece varios reportes que ofrecen información relevante de su funcionamiento. Para visualizarlos, seleccione el menú **Reportes**:

ID	Fecha	Sensor	Valor	Evento
1	2015-03-09 22:39:45	Temperature	23	El valor de la muestra actual (23) ha superado el límite mínimo (20).
2	2015-03-09 18:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (10 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
4	2015-03-22 16:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (-5 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
5	2015-03-22 16:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (-5 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
8	2015-03-22 16:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (-5 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
10	2015-03-22 16:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (-5 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
12	2015-03-22 16:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (-5 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
14	2015-03-22 16:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (-5 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
15	2015-03-22 16:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (-5 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
16	2015-03-22 16:30:04	Temperature	25	El valor de la muestra actual (-5 C) ha descendido al límite mínimo (-2 C).
17	2015-03-22 16:30:04	Humidity	36	El valor de la muestra actual (34 %) ha descendido al límite mínimo (20%).

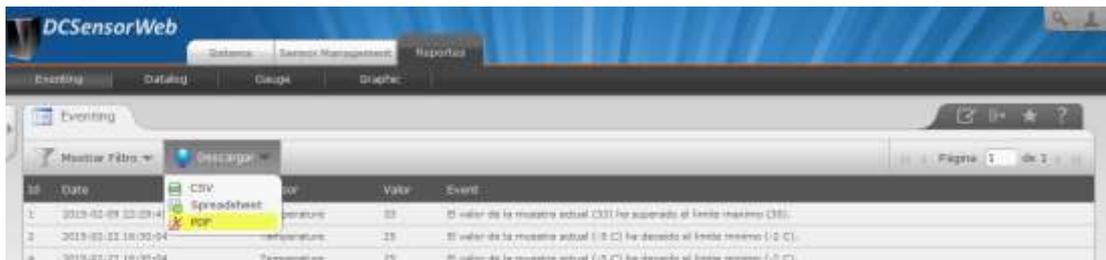
- **Eventos.** Permite visualizar los eventos generados por uno o todos los sensores en un rango de fecha dado.
- **Log de datos.** Permite visualizar todos los valores de las muestras tomadas por uno o todos los sensores en un rango de fecha dado.
- **Indicadores.** Este reporte permite visualizar a manera de un gráfico de semáforo, el estado de funcionamiento de un sensor en particular en un rango de fecha dado. Así también mostrará al usuario posibles causas de problemas que se puedan estar presentado y recomendaciones de como poder resolverlas.
- **Gráfico.** Permite visualizar un reporte gráfico histórico en base a las muestras tomadas por un sensor en un rango de fecha dado, que permitirá al usuario observar su variación en el tiempo. Los rangos de fecha a seleccionar son: las últimas 24 horas, la última semana y el último mes.

### Exportar reportes a archivos

El sistema ofrece la posibilidad de exportar los reportes a archivos para que puedan ser posteriormente editados o almacenados en otros medios por parte del usuario. Esta característica solamente se puede realizar con los reportes de **Eventos** y **Log de**

**datos.** Los formatos a los que se puede exportar un archivo son: CSV (archivo separado por comas), hoja de cálculo de Excel y PDF.

Para exportar un reporte a archivo, presione el botón **Descargar** y seleccione el tipo de archivo deseado, tal como se muestra a continuación:



#### 4. ANEXO: Plantilla de caso de prueba utilizada

Para registrar cada uno de los casos de prueba realizados de acuerdo al catálogo de pruebas propuesto, se ha utilizado la siguiente plantilla:

<b>Módulo</b>	Especifica el módulo sobre el cual se va a realizar la prueba. Los módulos son: Usuarios, Sistema, Sensores y Reportes.
<b>ID Prueba</b>	Es un código único que identifica a cada prueba.
<b>Tipo de prueba</b>	Especifica el tipo de prueba, que puede ser: Unitaria, Integración o de Carga.
<b>Descripción</b>	Describe de manera general lo que realiza la prueba.
<b>Precondiciones</b>	Especifica condiciones que se deben cumplir para ejecutar el caso de prueba.
<b>Datos de prueba</b>	Lista los datos a ser utilizados durante la ejecución del caso de prueba.
<b>Proceso</b>	Especifica los pasos detallados del caso de prueba.
<b>Resultado esperado</b>	Especifica el resultado ideal de la aplicación de acuerdo a los pasos ejecutados.
<b>Resultado obtenido</b>	Especifica el resultado real obtenido luego de la ejecución de las pruebas.
<b>Estado del caso de prueba</b>	Especifica dos posibles valores: Aprobado, si la prueba fue superada y Fallido si la prueba no fue satisfactoria.
<b>Observaciones</b>	Permite especificar algún comentario u observaciones realizadas durante la ejecución de la prueba.