

**Diseño de un sistema electrónico para el aseguramiento de las condiciones ambientales
de bodegaje en el almacén de intendencia de la policía metropolitana de Bucaramanga**

Guillermo Caballero Saboya

Trabajo de Grado para Optar el título de Tecnólogo en Electrónica

Director

Faver Adrian Amorocho Sepúlveda

Ingeniero Electricista

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Bucaramanga

2019

Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Planteamiento del problema.....	18
2. Justificación	20
3. Objetivos.....	22
3.1 Objetivo general.....	22
3.2 Objetivos específicos	22
4. Marco de referencia	23
4.1 Estado del arte / antecedentes	23
4.1.1 Manual General de Abastecimiento del Ejército del Ecuador.....	23
4.1.2 Norma para Recepción, Almacenamiento, Custodia y Entrega de Bienes de la Aduana Peruana.	25
4.1.3 Guía del Propietario y Arrendatario para la Limpieza de Moho después de Desastres de FEMA USA.	26
4.1.4 Factores de deterioro de los materiales de archivo y bibliotecas: experiencias y criterios actuales para la preservación de estos Materiales en clima tropical de la Unión de Escritores y Artistas de Cuba.	27
4.1.5 Manual para el control integral de roedores del Ministerio de Salud de Colombia. ...	29

4.1.6 Proceso Gestión Documental del Sistema Integrado de Conservación SIC de la Policía Nacional de Colombia.	31
4.1.7 Manual Logístico de la Policía Nacional de Colombia.	33
4.1.8 Manual de Conservación Preventiva de Textiles del Comité Nacional de Conservación Textil de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos de la Fundación Andes de Chile.	35
4.1.9 Conservación del Caucho – Industrias del Caucho Grupo Elastorsa de España.	36
4.1.10 Almacenamiento de Sustancias Químicas y Residuos Peligrosos de la Secretaría de Ambiente de Bogotá.	37
4.1.11 Sistema de Control de Aire Ambiental del Ministerio de Salud del Perú.	39
4.1.12 Condiciones generales de construcción, almacenamiento y contraincendio – sustancias peligrosas.	40
4.1.13 Normas de buenas prácticas de almacenamiento de medicinas y otros del Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia.	42
4.2 Marco Teórico.	44
4.2.1 Sistema y Sistema de Información.	44
4.2.2 Programación.	44
4.3 Marco Conceptual.	45
4.3.1 Medición de Condiciones Ambientales.	46
4.3.2 Almacenamiento de datos.	47
4.3.3 Sistemas de Control.	48
4.3.4 Microcontrolador.	48

	4
4.3.5 Automatización.....	49
5. Metodología.....	51
6. Resultados.....	53
6.1 Desarrollo del Trabajo de Grado.....	53
6.1.1 Toma de información.....	53
6.1.2 Causas potenciales de afectaciones negativas.....	54
6.1.2.1 Elementos en almacenamiento en el Almacén de Intendencia.....	55
6.1.2.2 Condiciones de almacenamiento.....	55
6.1.3 Estimación de ocurrencias anuales.....	56
6.1.4 Extrapolación.....	60
6.1.4.1 Temperatura y humedad.....	60
6.1.4.2 Presencia de humo y gases.....	65
6.1.4.3 Presencia de roedores.....	65
6.1.5 Diseño del Sistema Automatizado.....	65
6.1.5.1 Diagrama de Flujo para Programación.....	68
6.1.5.2 Programación del microcontrolador.....	69
6.1.6 Instalación de elementos electrónicos en una mesa de pruebas.....	76
6.1.6.1 Sensor de temperatura y humedad.....	76
6.1.6.2 Sensor de líquidos.....	79
6.1.6.3 Sensor de humo y gases.....	80
6.1.6.4 Sensor presencia de roedores.....	82
6.1.6.5 Microcontrolador Arduino UNO.....	85

6.1.6.6 Display de datos.....	89
6.1.6.7 Servomotor.....	90
6.1.6.8 Extractor de aire.....	92
6.1.6.9 Modulo SIM 800.....	94
6.1.6.10 Regulador de voltaje.	96
6.1.6.11 Transistor.	98
6.1.6.12 Sistema automatizado, set completo de elementos electrónicos.....	99
6.1.6.13 Valor del sistema automatizado completo.	100
6.1.7 Creación de formato de registro de actuaciones en respuesta a la aplicación controlada de causas potenciales.	102
6.1.7.1 Diseño de pruebas del sistema.	103
6.1.7.2 Diseño del formato de registro de actuaciones.	104
6.2 Comportamiento del sistema en desarrollo de las pruebas	104
6.2.1 Prueba 1: Percepción de temperatura fuera del rango.	104
6.2.2 Prueba 2: Percepción de humedad relativa fuera del rango.	105
6.2.3 Prueba 3: Percepción de presencia de gases no esperados.	105
6.2.4 Prueba 4: Percepción de presencia de humo.....	106
6.2.5 Prueba 5: Percepción de presencia de agua.	106
6.2.6 Prueba 6: Percepción y captura de roedores.	107
6.2.7 Registro de las pruebas realizadas.	107
6.3 Propuesta de sistema automatizado en el Almacén de Intendencia.....	107
6.3.1 Presupuesto de sistema automatizado en el almacén de intendencia.....	111

7. Conclusiones	114
8. Recomendaciones	116
Referencias Bibliográficas	117
Anexos	121



Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Fuentes de criterios de almacenamiento</i>	54
Tabla 2. <i>Elementos en el almacén de intendencia</i>	55
Tabla 3. <i>Condiciones de almacenamiento</i>	56
Tabla 4. <i>Condición y frecuencia de ocurrencia* en el área de almacenamiento</i>	59
Tabla 5. <i>Características del microcontrolador Arduino UNO</i>	85
Tabla 6. <i>Costo del sistema automatizado completo</i>	100
Tabla 7. <i>Presupuesto del proyecto de sistema automatizado</i>	111

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Plano de las instalaciones de almacenamiento	57
<i>Figura 2.</i> Muestras de temperatura tomadas en el área de almacenamiento	61
<i>Figura 3.</i> Muestras de humedad relativa en el área de almacenamiento	62
<i>Figura 4.</i> Esquema del sistema automatizado con sus componentes y microprocesador	67
<i>Figura 5.</i> Diagrama de flujo para programación.	68
<i>Figura 6.</i> Sensor de temperatura y humedad realmente utilizado en el montaje y pruebas	78
<i>Figura 7.</i> Sensor de líquidos realmente utilizado en el montaje y pruebas	80
<i>Figura 8.</i> Sensor de humo y gases realmente utilizado en set y pruebas.....	81
<i>Figura 9.</i> Sensor presencia de roedores	84
<i>Figura 10.</i> Trampa para atrapar roedores	84
<i>Figura 11.</i> Arduino UNO efectivamente utilizado	88
<i>Figura 12.</i> Display de datos.....	89
<i>Figura 13.</i> Display de datos en el montaje completo	90
<i>Figura 14.</i> Servomotor.....	91
<i>Figura 15.</i> Servomotor en la trampa para roedores	92
<i>Figura 16.</i> Extractor de aire.....	93
<i>Figura 17.</i> Extractor de aire como parte del set completo, en funcionamiento.....	93
<i>Figura 18.</i> Modulo SIM 800 L	95

<i>Figura 19.</i> Modulo SIM 800L como parte del set completo	95
<i>Figura 20.</i> Regulador de voltaje	97
<i>Figura 21.</i> Regulador de voltaje LM 2596 como parte del set completo	98
<i>Figura 22.</i> Transistor	99
<i>Figura 23.</i> Transistor IRF 520N como parte del set completo	99
<i>Figura 24.</i> Set completo de elementos electrónicos – sistema automatizado.....	100
<i>Figura 25.</i> Ubicación de elementos electrónicos en el área de almacenamiento	109

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1 Toma de información – almacén de intendencia.....	121
Anexo 2 Formato de toma de muestras para estimación de ocurrencia anual	124
Anexo 3. Formato de registro de actuaciones del sistema	127

Resumen

Ante la necesidad de preservar los materiales del almacén de intendencia de la Policía Nacional, se propone diseñar un sistema automatizado que monitoree y controle las variables que pueden causar daños en dichos materiales, para ello se ha investigado cuáles son esas variables, los rangos en que esas variables pueden causar daño, los rangos esperados para esas variables en la ciudad, los sensores electrónicos que pueden detectar las variaciones, el microcontrolador adecuado para el trabajo a realizar y los actuadores que se requiere poner en funcionamiento cuando se requiera volver a rangos normales.

Se halló que las variables que pueden generar daños son la temperatura, la humedad, el humo que indicaría un incendio, los gases que podrían ser inflamables y deben ser desalojados, el agua y los roedores. Se halló en diversas fuentes confiables, tanto nacionales como extranjeras, los efectos nocivos y los rangos en que estas variables deben estar para evitarlos.

Se consideraron opciones de microcontroladores, sensores y actuadores, optando por el Arduino UNO para tomar los datos de los sensores y, de acuerdo con la programación que se planteara, enviara las órdenes a los actuadores; se decidió que hubieran dos tipos de actuaciones: automática y humana, las actuaciones automáticas son el encendido y apagado de extractores que pueden desalojar humo, gases y aire caliente, y el atrapamiento de roedores en trampas diseñadas para tal fin, la actuación humana será la respuesta del o los encargados del almacén mediante mensaje de texto enviado por una tarjeta a orden del microcontrolador.

Se diseñaron y realizaron pruebas que mostraron la confiabilidad de la programación del Arduino, así como la eficacia de los sensores, finalmente se recomienda la instalación de un sistema automatizado en el almacén, con un presupuesto a nivel conceptual para tal fin.

Palabras Clave. Sistema, Automatización, Almacén, Preservación, Monitoreo



Abstract

Facing the need to preserve the goods at the military material warehouse at Policía Nacional in Bucaramanga, an automated system was proposed, one to monitor and control the variables that can cause damage, to do so, an investigation was made about what variables are those, which the ranges for them to damage, which the expected ranges for them at the city, which the electronic sensors that can detect variations in those variables, which the adequate microcontroller for the job and which the actuators required when returning to normal values is needed.

It was found that variables that can cause damage are temperature, humidity, smoke as an indication of fire, gases that could be flammable and must be expelled, water and rats. It was found, at diverse reliable sources, both national and foreigner, the damaging effects and the ranges for those variables not to harm any goods.

Several options for microcontrollers, sensors and actuators were considered, with the decision to opt for Arduino UNO to take data from sensors, and according to programming, send orders to actuators, a decision was also made for there to be two type of actuations: automatic and human, the first are turning on and off air extractors to expel smoke, gases and hot air, and also rats' capturing in traps designed for it, the human actuation is the answer of those in charge of the warehouse via text message sent by a card at microcontroller's orders.

Tests were designed and realized that showed reliability of the programming, as well as sensors effectiveness, finally, it is recommended to install an automated system at the warehouse, with a conceptual-level budget to do so.

Key Words: System, Automation, Warehouse, Preservation, Monitoring



Introducción

La Policía Nacional de Colombia cumple con misiones constitucionales y legales en defensa de vida y bienes de los habitantes del país y en desarrollo de ellas administra gran cantidad de bienes, para claridad y mejor oportunidad, así como para la mejor condición de los elementos bajo su cuidado, la Institución ha decidido clasificar dichos elementos en tres grandes categorías, de un lado los armamentos de todo tipo, incluso explosivos, en segundo lugar los bienes utilizados para transporte, desde motocicletas hasta aviones y finalmente los bienes comunes de intendencia, lo que incluye incluso perecederos como alimentos, pasando por ropas, papelería y otros como carpas, bastones de mando y en general todo elemento que deba ser utilizado por policiales en desarrollo de sus funciones, que no sean armas o elementos de transporte.

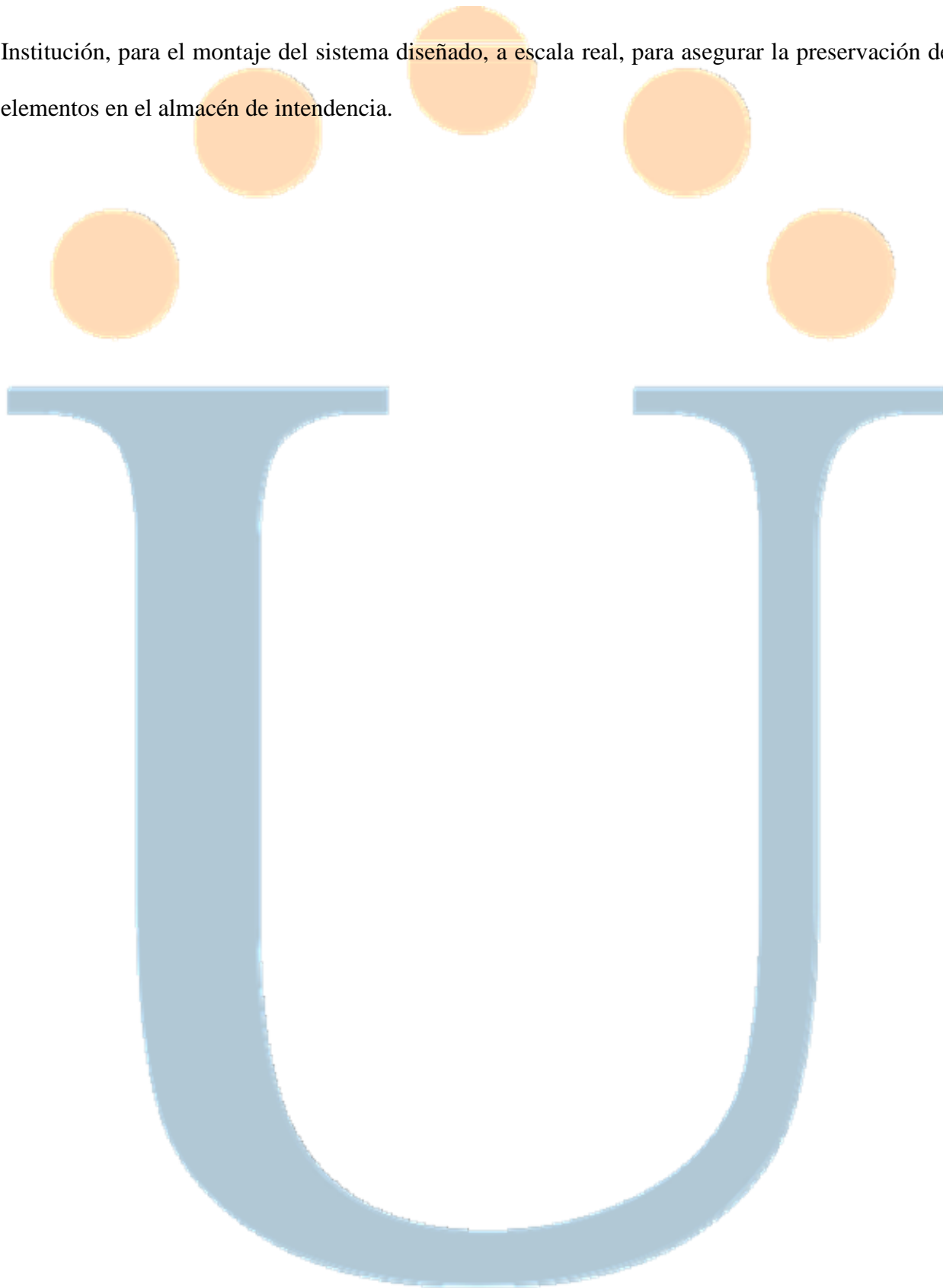
Corresponde entonces, tener un orden para dichos elementos, además de reglamentar las demás actividades con relación a ellos, como por ejemplo las entregas, las devoluciones, las reposiciones, las dadas de baja cuando el elemento ya no cumple correctamente su función, el inventario, las solicitudes para reabastecimiento, y por supuesto, el almacenamiento; en esto último se ha centrado el presente trabajo de investigación, pues pudo notarse la necesidad de realizar un constante monitoreo de las condiciones ambientales en que se encuentran los elementos almacenados, para asegurar esas condiciones dentro de determinados parámetros, con el fin último de preservar los elementos, de prolongar su vida útil hasta el máximo técnico de acuerdo con sus condiciones de fabricación y de uso.

Fue entonces necesario conocer las condiciones que garantizan que la vida útil de cada elemento se logre, por lo que en primer lugar se determinó una cierta categorización de los elementos almacenados, para posteriormente inquirir en diversas fuentes, incluso el manual logístico de la Institución, acerca de aquellas condiciones bajo las cuales los elementos almacenados verían acortada su existencia normal, como por ejemplo las altas temperaturas y las altas humedades, para posteriormente diseñar un sistema que de manera automática dé aviso sobre desviaciones que se presenten por fuera del rango seguro, así como que actúe sobre dichas condiciones ambientales, logrando por ejemplo el descenso de temperatura hasta debajo del límite superior.

El sistema debía ser automático, es decir que una programación debía realizarse sobre un microcontrolador que, alimentado por unos sensores de dichas variables o condiciones ambientales, dé la orden para la actuación sobre tales variables, con el accionamiento de un sistema de ventilación, por ejemplo, para el caso que se viene presentando de una condición de alta temperatura. Esto implicó la búsqueda de los sensores y actuadores apropiados, así como del microcontrolador adecuado, pero también el diseño de todo el sistema y el montaje de un ejemplo práctico, que permitió validar el funcionamiento del microcontrolador, con la programación que fue diseñada y con la que fue alimentado.

Se presenta entonces un sistema automático, conformado por sensores, microcontrolador y actuadores, que reacciona frente a la presencia de datos no deseados en las variables elegidas, de acuerdo con la programación realizada, y que es base para la propuesta final presentada a la

Institución, para el montaje del sistema diseñado, a escala real, para asegurar la preservación de elementos en el almacén de intendencia.



1. Planteamiento del problema

En el marco de sus funciones constitucionales, la Policía Nacional ha establecido parámetros formales para el almacenamiento de aquellos elementos que requiere para la prestación de su servicio a la comunidad, dicho almacenamiento ha sido dispuesto en tres grandes áreas: intendencia, armamento y movilidad. El almacenamiento de armamento, como su nombre lo indica, se compone de diversidad de armas, accesorios y municiones que son utilizadas por los policiales en el cumplimiento de su deber; el almacenamiento de movilidad está compuesto por elementos requeridos por los medios en que se transportan los miembros de la institución como son repuestos, llantas y otros.

Para el caso de intendencia, el almacenamiento es más amplio y está compuesto de diversidad de elementos que conforman la cotidianidad de los policiales, como botas, calcetines, otro tipo de calzado, camisetas, uniformes de todo tipo, chalecos proveedores de munición, cinturones, chaquetas, cobijas, colchones, morrales, tulas, toallas, material de campaña y papelería, es decir, el material de intendencia comprende diversidad de elementos, incluso algunos perecederos, por ello su almacenamiento tiene ciertas condiciones ambientales que deben cumplirse y que están debidamente reglamentadas por la Policía Nacional.

En este orden de ideas, corresponde asegurar que dichas condiciones ambientales de almacenamiento se cumplan a cabalidad, las mismas pueden resumirse en cuatro grandes grupos:

- Temperatura: debido a que pueden almacenarse elementos perecederos, corresponde mantener un determinado rango de temperatura en el almacén.
- Humedad: como respuesta al riesgo de inundación, se debe mantener las áreas libres de agua en todo momento.
- Humo y gases: algunos elementos pueden ser inflamables, razón por la cual se cuenta con riesgo de incendio, el cual debe ser monitoreado en todo momento, preferiblemente de manera automática.
- Roedores: finalmente se tiene el riesgo de presencia de especies no deseadas, que por obvias razones debe ser evitada.

Corresponde entonces que se realice un seguimiento a las condiciones globalmente señaladas, con el ánimo de asegurar que están dentro del estándar establecido en todo momento, para lo cual puede disponerse de personal que realice los monitoreos y siga procedimientos en caso de las ocurrencias no deseadas, o también puede implementarse algún tipo de sistema automático que realice dicho monitoreo y actúe cuando la ocurrencia se presente.

2. Justificación

El cumplimiento de las funciones, la vocación de servicio de la Institución y el compromiso con la sociedad son permanentes y demandantes, razón por la que debe mantenerse un pie de fuerza en constante presencia en donde se requiere, fuera de las instalaciones y cerca de la comunidad, lo cual supone que menos personal debe ocuparse de realizar funciones que no agregan valor al servicio de la Institución, como revisiones en busca de presencia de agua, humo, roedores o condiciones ambientales en el almacén de intendencia.

Lo anterior sugiere, la instalación de un sistema automático que permita monitorear estas condiciones y emitir alarmas y/o realizar actuaciones como la activación de un sistema contraincendios, la emisión de una alarma dirigida al almacenista y/u otras personas, el encendido de un extractor, y otras actuaciones de acuerdo con un análisis de las condiciones que deben asegurarse, de las personas involucradas en dicho aseguramiento y del propósito de la actuación que deba darse en consecuencia a un hecho sobreviniente.

La Institución se beneficia en gran medida con la instalación de un sistema de automatización del aseguramiento de las referidas condiciones de almacenamiento por varias razones: en primer lugar porque se asegura que las condiciones de uso del material de intendencia sean óptimas al momento en que dicho material sea requerido para desempeñar su función, en segundo lugar porque el costo de mantenimiento de dichas condiciones se reduce pues ya no involucra pagos de

salarios y prestaciones sociales, o la contratación de terceros especializados en dichas actividades, sino que se realiza una sola inversión y se presta mantenimiento preventivo y correctivo a los elementos electrónicos necesarios como sensores, microprocesador y actuadores, en tercer lugar, la Institución puede dedicar todos sus esfuerzos y recursos a lo que le es valioso y que resulta ser el core o centro de su actividad, como es la prestación del servicio a la comunidad.

Se justifica entonces la realización de un proyecto de simulación de tal automatización pues no solamente permite desarrollar de mejor manera una actividad de soporte al cumplimiento de la misión de la institución, sino que también se da un apoyo indirecto a ella.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema automatizado para el monitoreo y control de las condiciones ambientales: temperatura, humo y gases, humedad y presencia de roedores; de acuerdo con los parámetros requeridos en el Almacén de Intendencia de la Policía Metropolitana de Bucaramanga, mediante la simulación de sensores y actuadores.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer los requerimientos del sistema automático para asegurar el cumplimiento de condiciones ambientales en el Almacén de Intendencia en términos de programación y de dispositivos electrónicos como sensores y actuadores.
- Diseñar el sistema automático que involucre sus componentes internos, las entradas como ocurrencias no deseadas y las salidas como actuaciones que logren la corrección de la ocurrencia, de manera directa y/o indirecta.
- Instalar el sistema automático en una mesa de simulación, que permita relacionar los actuadores con los sensores frente la ocurrencia no deseada.
- Realizar un conjunto de simulaciones que abarquen todo el espectro de ocurrencias no esperadas de acuerdo con el diseño del sistema automático.

4. Marco de referencia

4.1 Estado del arte / antecedentes

El estado del arte es muy amplio y variado, se ha decidido acotarlo con sentido hacia los temas específicos de este trabajo de grado como son el almacenamiento de elementos sensibles a deterioro por variables como fuego, agua, temperaturas altas y humedad, el control de dichas variables y del almacenamiento mismo, y los esfuerzos por desarrollar sistemas automáticos, por ejemplo, sistemas contraincendio que no dependan del ser humano para actuar.

4.1.1 Manual General de Abastecimiento del Ejército del Ecuador.

Bajo el código interno MT4-INT8-00, el Comando de Educación y Doctrina del Ejército publicó el manual referido aquí (Ejército Ecuatoriano, 2015). El documento parte de enmarcar la función de abastecimiento como la “actividad encaminada a cubrir las necesidades de consumo de una entidad, considerando el tiempo, la forma y la calidad en la entrega (...) y conservando las especificaciones técnicas...”, es decir que para esta entidad se parte de una especificaciones dadas naturalmente por quien requiere los elementos, y de ciertas condiciones de tiempo, forma y calidad, es decir que puede presumirse que en muchas ocasiones los proveedores de los elementos no puedan hacer entregas en calidades, cantidades y sitios como se requiere, de allí la necesidad de almacenamiento.

En este orden de ideas, se define al almacenamiento como “la función de centralizar varios materiales, para luego clasificarlos y ubicarlos, aplicando sistemas propios para el acopio.” Y se establece su propósito como “...ordenar artículos que necesiten protección, preservación, cuidado y distribución, según las necesidades de los usuarios.”

Para este manual puede haber dos tipos básicos de almacenes, cubiertos y descubiertos, pero también se procede con una clasificación más específica para los del tipo cubierto: refrigerado, para inflamables, deshumedecido, enterrado y de cobertizo; como puede presumirse, la refrigeración se destina para cierto tipo de elementos que requieren frenar su proceso de descomposición como alimentos y en general perecederos, similar situación con los deshumedecidos en que se pretende preservar elementos que sufren deterioro con la humedad como telas, cauchos y papeles, el caso de las bodegas enterradas tiene explicación en la necesidad de proteger áreas circunvecinas en caso de una explosión, pues su destino son productos explosivos como munición y demás.

El manual es muy detallado en cuanto a la forma en que se deben almacenar los elementos con el uso de estantes, por ejemplo, así como para definir detalles como la amplitud y ubicación de pasillos y el uso de medios de transporte al interior de los almacenes.

Se cuenta con un capítulo completo de control y preservación de los elementos almacenados en que se define la preservación como “...relacionada con la forma de embalaje, ventilación, peso, altura y otros aspectos, dependiendo de las características de cada material y artículo.”

De este referente se toma como base para el proyecto la clasificación de cubiertos y descubiertos, y de demás tipos de elementos almacenados, así como el uso de estantes, la forma de embalaje y la ventilación, cuestiones todas que son tenidas en cuenta en el proyecto.

4.1.2 Norma para Recepción, Almacenamiento, Custodia y Entrega de Bienes de la Aduana Peruana.

Esta norma (División de Gestión de Almacenes, 2015) es publicada por la Intendencia Nacional de Administración del Perú y su objeto es establecer los lineamientos para la función de almacenamiento en la Aduana de Perú. El alcance no es solamente a la entidad gubernamental, sino también a los llamados operadores del comercio exterior y es de obligatorio cumplimiento.

De manera similar a otros documentos, se parte de clasificar las zonas de almacenamiento entre techadas o no, y se llega a un nivel de detalle casi completo, como por ejemplo establecer las vías peatonales y vehiculares de acceso, la ubicación de racks de almacenamiento y la nomenclatura y rotulado de los espacios en que se han de ubicar los elementos. Se pone especial atención a la gestión de riesgos, haciendo que sea requisito la ubicación de un mapa de riesgos que señale zonas peligrosas y rutas de evacuación.

Este documento establece criterios de almacenamiento que tienen que ver con la rotación de los materiales para su ubicación y la relación que existe con las rutas de entrada y salida para optimización de los tiempos de cargue y descargue. En lo que tiene que ver con las condiciones de

almacenamiento, el documento establece que debe realizarse en sitios bien iluminados y ventilados, que deberá gestionarse un plan de mantenimiento de las instalaciones, así como uno de control de plagas.

El documento referido es importante para el proyecto pues involucra condiciones de almacenamiento con control de plagas, cuestión que es tenida en cuenta en el proyecto.

4.1.3 Guía del Propietario y Arrendatario para la Limpieza de Moho después de Desastres de FEMA USA.

Con relación específica a una de las condiciones más perjudiciales de la existencia de humedad, se ha consultado este documento (Federal Emergency Management Agency, 2015) publicado por la Agencia Federal de Gestión de Emergencias de Estados Unidos tras la atención del Huracán Sandy, el documento parte de asumir que existe demasiada humedad en un hogar como resultado de la inundación, y que por ello puede presumirse la existencia de MOHO, el cual según allí se describe “...puede conducir a graves infecciones en personas con sistemas inmunes débiles.”

El documento hace advertencias claras acerca de la presencia de moho en sitios húmedos, y que el mismo puede no ser fácilmente detectado pues puede estar oculto en alfombras, almohadones o incluso paredes.

Con relación al manejo del sitio altamente húmedo y susceptible de contaminarse con moho, se listan las actividades que deben realizarse, las cuales incluyen secar todo a la perfección, mantener puertas y ventanas abiertas para que el aire permita que la humedad fluya, el uso de ventiladores es adecuado para retirar la humedad pero no cuando el moho ya esté presente pues ayuda a esparcirlo, finalmente dos recomendaciones categóricas: pintar o enmasillar sobre el moho no evitará que continúe desarrollándose y desechar todo lo que esté contaminado de manera inmediata.

Este documento es importante para el proyecto pues trae a colación el efecto de la ausencia de control de la humedad, que va más allá que el simple deterioro de los elementos almacenados pudiendo ocasionar enfermedades a los usuarios, de este documento se extrae la necesidad de permitir el flujo del aire en el área de almacenamiento para la extracción de la humedad.

4.1.4 Factores de deterioro de los materiales de archivo y bibliotecas: experiencias y criterios actuales para la preservación de estos Materiales en clima tropical de la Unión de Escritores y Artistas de Cuba.

En el marco de la reunión anual de archivos en México, se presentó este documento (Unión de Escritores y Artistas de Cuba, 2013) que busca establecer medidas para minimizar el deterioro de colecciones que forman el patrimonio cultural de las naciones, es publicado por la Unión de Escritores y Artistas de Cuba y parte de asumir climas tropicales en donde obviamente el deterioro del papel es más acelerado que en otras temperaturas. Hay varios factores que deben tenerse en

cuenta: la acidez, el uso frecuente, el deterioro químico y las condiciones ambientales como temperatura y humedad relativa.

Se presentan dos definiciones aceptadas por la Asociación Latinoamericana de Archivos: Preservación como los tratamientos dados a los materiales para su uso en forma original o en otro formato y Conservación como los tratamientos dados para estabilizarlos físicamente y mantener su supervivencia en estado original.

Para la conservación entonces caben las medidas aplicadas directamente sobre los elementos pero también sobre el entorno en que permanecen, por ello se enuncia que el campo de acción preferente es el entorno, los lugares donde están las colecciones, los comportamientos de las personas y las manipulaciones de los elementos; con respecto a los factores ambientales que deben considerarse para conservar elementos como archivos, documentos, papeles, se identifican la temperatura y la humedad relativa, pero también el fuego, el agua y las plagas.

Con relación a la temperatura y la humedad, se establecen rangos ideales de: humedad relativa entre el 50% y el 60%, temperatura entre 18°C y 20°C.

Del documento de la Unión de Escritores de Cuba se toma como base para el proyecto la absoluta necesidad de mantener bajo control a la temperatura y a la humedad relativa para que se conserven los documentos hechos en papel.

4.1.5 Manual para el control integral de roedores del Ministerio de Salud de Colombia.

En el marco de un convenio de cooperación técnica suscrito con la Organización Panamericana de la Salud, el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia ha emitido este documento (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012) con base en una experiencia piloto y en las experiencias de investigadores nacionales y foráneos, en los entornos propios del territorio colombiano, y aportando herramientas específicas como tablas de clasificación, métodos tradicionales y alternativos de control y sistemas de evaluación del impacto de dichos métodos.

Con respecto a los roedores se menciona que la difícil solución a su problema se debe a su alta tasa de natalidad, al amplio espectro de nichos ecológicos que pueden ocupar, a su heterogeneidad al momento de conductas alimentarias y a su capacidad única de adaptarse a las restricciones que el ser humano trata de imponerles. Dicho esto, también se percibe cierta autocrítica pues se reconoce una falta de continuidad en las instituciones, en la aplicación de programas y en la formación de talento humano para encarar el problema.

Dentro de los varios objetivos del documento, se tiene la presentación de métodos de control integral para reducir los roedores, con la debida orientación hacia obtener intervenciones efectivas.

El documento muestra la forma en que se puede detectar la presencia de esta plaga: en primer lugar por la presencia de excrementos, por las marcas que pueden dejar en las sendas que utilizan para desplazarse hasta el lugar de fuente de alimentos, por las marcas de orina que se pueden

percibir fácilmente con una lámpara de luz ultravioleta, por las manchas de grasa que quedan en aquellos sitios donde el animal debe hacer un esfuerzo para superar un obstáculo, por las huellas en pisos blandos o con mucho polvo, por las roeduras y finalmente por la presencia obvia de madrigueras.

Respecto de los métodos de control son varios los que se presentan: el ultrasonido que resulta ser un método poco eficaz por la capacidad de los roedores de adaptarse a él, las trampas de captura muerta que pueden resultar poco eficaces si no se conocen los hábitos de los roedores que habiten el sitio, y las trampas de captura viva que pueden ser útiles si se ubican en sitios estratégicos en las sendas descritas previamente y si se frotran con grasa animal después de cada uso.

Igualmente se describen métodos biológicos como la presencia de felinos domésticos y la siembra de ciertas plantas que por su olor repelen a los roedores; también se describen métodos de participación comunitaria que parten de prevenir el acceso de los roedores a los alimentos, de realizar actividades de limpieza y de drenar aguas estancadas, finalmente también se describen métodos químicos, cuya principal desventaja es que los venenos también afectan otros animales y a los mismos seres humanos, y que no puede asegurarse con plena certeza que puedan presentarse ingestas accidentales de dichos elementos.

Este documento muestra varias maneras de detectar la presencia de roedores, así como los métodos de eliminación de los mismos, se extrae de él el método de detección a partir de la búsqueda de heces, así como el método de captura para posterior zoonosis.

4.1.6 Proceso Gestión Documental del Sistema Integrado de Conservación SIC de la Policía Nacional de Colombia.

La Policía Nacional de Colombia en su Sistema Integrado de Conservación ha emitido un Proceso de Gestión Documental (Policía Nacional de Colombia, 2018) que pretende asegurar el adecuado mantenimiento de cualquier tipo de información, sin importar el tipo de tecnología, garantizando: accesibilidad o disponibilidad, autenticidad, fiabilidad, inalterabilidad, integridad, originalidad y unidad.

Para la conservación de archivos se establece un Programa de Monitoreo y Control de Condiciones Ambientales que se centra en tres variables: humedad, temperatura e iluminación; como es obvio, el documento reconoce que dichas condiciones dependen de la localización del edificio, los materiales de su construcción, su arquitectura y el tipo de ventilación con que cuente, si es natural o artificial.

El control del clima, de acuerdo con el documento, debe orientarse a no permitir temperaturas superiores a 20°C ni humedades mayores a 60%, pues por fuera de esos límites superiores, se estimula el crecimiento de microorganismos e insectos; más aún, la humedad muy alta fomenta la formación de ácidos, pero menor al 30% vuelve quebradizo al papel, al pergamino, a adhesivos, emulsiones fotográficas y otros materiales comúnmente hallados en los archivos.

Se sugiere que el control de humedad y temperatura se realice tomando mediciones continuas con aparatos automáticos en unas horas específicas: entre las 8 y 9 am, entre las 12 y 1 pm, y entre las 5 y 6 de la tarde, esto en consideración a que se toman como los horarios de temperaturas más extremas. Las actividades por realizar cuando se aumente la temperatura pueden ser: encender aires acondicionados o en general sistemas de ventilación, abrir puertas y ventanas, hacer uso de persianas, también se sugiere que en estas edificaciones se cuente con rejillas ubicadas entre 10 y 50 centímetros del piso para permitir circulación de aire.

Cuando la temperatura descienda se sugiere encender calentadores, luces y aislar el depósito cerrando puertas y ventanas. Para el caso de la humedad se recomienda airear los espacios, particularmente cuando haya muchas personas laborando dentro del área, buscar aislar los focos de humedad como fuentes de agua, tuberías, sanitarios, también se recomienda establecer una calefacción moderada, evitar ubicar los muebles cerca de paredes pues ello impide la circulación de aire, finalmente para climas muy húmedos se propone el uso de deshumidificadores.

Este documento es claro en mostrar que las condiciones ambientales no son inamovibles, sino que el control de ellas es posible y debe hacerse para mantener las condiciones ambientales, este documento es el soporte para toda la intervención que se propone en el área de almacenamiento con miras a mantener condiciones para el almacenamiento.

4.1.7 Manual Logístico de la Policía Nacional de Colombia.

El Manual Logístico (Policía Nacional de Colombia, 2012) compila los lineamientos logísticos que se habían dado a través de resoluciones, instructivos, directivas y oficios, y está en línea con la designación de la Dirección Administrativa y Financiera como responsable de administrar de manera efectiva los recursos financieros y logísticos de la institución. Su objeto es la mejora en el desempeño de la institución como respuesta al enfoque basado en procesos, y se pretende que se convierta en instrumento de permanente consulta y aplicación, siendo la “disposición administrativa rectora sobre el manejo, conservación y uso de los bienes.”

Con respecto del almacenamiento el Manual Logístico establece que hay tres tipos de almacenamiento: bienes, armamento y los relacionados con transporte; específicamente respecto de los bienes, se dictamina que los mismos deben ser almacenados en “almacenes y bodegas destinados para tal fin” y que esos sitios deben: ser construcciones a prueba de incendio, con suficiente ventilación, con espacios y distribución adecuados, con facilidad de instalación de equipos eléctricos, con identificación de los elementos almacenados y con “un espacio apropiado para el tratamiento de materiales que necesiten cuidados especiales.”

Respecto del almacenamiento de los bienes, el Manual es enfático al asignar al almacenista la responsabilidad en la consideración de los siguientes aspectos:

- “...protección contra efectos que deterioran por la acción del paso del tiempo, calor, luz, humedad, insectos y roedores.”

- Distribución adecuada y suficiente “...ciñéndose a las normas técnicas.”
- Espacio suficiente y adecuado de “estantes, entarimados y sitios” para colocar toda clase de materiales.
- Ubicación de bienes que permite inventarios físicos.
- Retiro de bienes con mínimo de manipulación.
- Libre tránsito, libre disposición de elementos contraincendio.
- Evitar daños por arrumes de materiales en cajas.

El documento no hace clara mención a temas importantes que derivan de su contenido como las temperaturas de almacenamiento, la humedad, los sistemas de ventilación y otros que son de necesario estudio para realizar una apropiada disposición y almacenamiento.

El Manual Logístico de la Institución reviste la mayor importancia pues de él procede que se pueda proponer la intervención en el almacén con miras a mantener condiciones de almacenamiento adecuadas y por ende se logre el objetivo de conservar los elementos de manera adecuada, garantizando la preservación.

4.1.8 Manual de Conservación Preventiva de Textiles del Comité Nacional de Conservación Textil de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos de la Fundación Andes de Chile.

Este documento (Fundación Andes, 2002), de procedencia chilena, parte del valor cultural que puedan tener ciertos textiles, que resulta ser la base para que proceda su conservación; esta conservación incluye las acciones que aumenten la expectativa de vida de dichos objetos, sea en museos o en depósitos, mediante la regulación de los factores de deterioro, se entiende que los textiles, especialmente los de fibras naturales, son muy susceptibles a su entorno, de modo que cuando hay condiciones desfavorables, se deterioran con mucha rapidez, deformándose y perdiendo resistencia.

En el caso de las fibras naturales, hay de dos orígenes: celulósicas como el lino y el algodón y proteica como la lana y la seda, que si bien tienen diferencias químicas, no son tan diferentes en sus respuestas a las condiciones desfavorables del entorno, por lo que las recomendaciones pueden entenderse iguales para unas y otras. Se identifican elementos dañinos en el medio ambiente: luz que provoca la debilidad y destrucción de las fibras (por su radiación ultravioleta), excesivos niveles de humedad relativa y temperatura que producen tracción física y finalmente todas las formas de suciedad, incluso el polvo.

Otras consideraciones que deben tenerse en cuenta son las deficiencias en los métodos de almacenamiento, de exhibición cuando ello aplique y de transporte. La recomendación del

documento es que se tengan ambientes controlados. Este control del ambiente se recomienda así: mantener humedad relativa entre el 45% y el 65%, mantener la temperatura entre 18°C y 21°C, una buena ventilación no permite el crecimiento de hongos, de modo que los muebles en que estén almacenados los textiles no deben ser completamente cerrados. Se recomienda evitar la exposición directa al sol, no guardar en subterráneos o en áticos donde pueda concentrarse la humedad, sino en sitios abiertos donde circule suficiente aire o instalar sistemas de ventilación.

Similar a los demás referentes, en este caso el documento hace relación específica a las condiciones de almacenamiento deseadas para los textiles, naturalmente en el almacén se almacenan textiles en modo de uniformes para policiales y otros.

4.1.9 Conservación del Caucho – Industrias del Caucho Grupo Elastorsa de España.

El Grupo Elastorsa de España, fabricante de productos de caucho, emite un documento (Grupo Elastorsa, 2019) en su página web en que hace un recuento pormenorizado de distintas condiciones técnicas de sus productos, de sus procesos de manufactura, pero también de la conservación que ellos requieren, al ser productos de caucho, para asegurar la durabilidad requerida.

Con relación a dicha conservación del caucho, la temperatura de almacenamiento debe estar entre 10°C y 20°C, deben los productos mantenerse en lugares secos con ventilación, sin embargo, una excesiva sequedad es perjudicial, la iluminación es enemiga del caucho de modo que los

elementos en caucho deben guardarse en lugares de baja iluminación, deben mantenerse lejos de disolventes y ácidos, así como lejos de cualquier fuente emisora de ozono.

Este documento establece la procedencia de la intervención en la temperatura y humedad con relación a las botas almacenadas, pues mayormente tienen suelas de caucho, pero también hay otros elementos que pueden estar realizados o contener este material.

4.1.10 Almacenamiento de Sustancias Químicas y Residuos Peligrosos de la Secretaría de Ambiente de Bogotá.

La Secretaría de Ambiente de Bogotá presenta un documento (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018) de una serie con relación al almacenamiento de sustancias químicas que involucra buena parte al control de incendio y a los planes de emergencia y contingencia, lo que interesa a este proyecto tiene que ver con dispositivos de detección de fuego y sistemas de respuesta, al respecto el documento expresa que existe una relación entre el sistema a instalar con las condiciones particulares de localización del sitio de almacenamiento y si este es un lugar aislado o si forma parte de varias bodegas en un mismo sitio.

El documento clarifica que la bodega debe estar correctamente aislada mediante una cerca que deje suficiente espacio para la atención de emergencias en caso de derrames, que debe contarse con personal de seguridad, sistemas de alarmas o de iluminación que den aviso, haciendo énfasis en la ducha lavaojos cada cierta área para atender estas eventualidades.

Este documento establece la necesidad de contar con detectores de incendio, sistemas de rociadores y sistemas de respuesta; para el caso de la detección de incendio se mencionan tres tipos: los que detectan el fuego mismo por medio de radiación ultravioleta, los que detectan el humo ocasionado por el fuego y los que detectan el calor, haciendo la comparación y mencionando que todos tienen ventajas y desventajas, en particular los de calor que son menos propensos a errores pero que tienen respuestas más tardías.

Respecto de los sistemas de rociadores, es decir aquellos que no solamente detectan el incendio y dan aviso, sino que actúan sobre este, el documento menciona que tiene la gran dificultad del alto costo, siendo recomendable en grandes instalaciones donde no se tiene la respuesta oportuna, pero advirtiendo que existen tipos de fuego que no deben atacarse con agua, cuestión que debe tenerse en cuenta necesariamente.

Con relación a los sistemas de respuesta, se hace énfasis en la necesidad de contar con ellos, para la atención de incendios, que se encuentre directamente enlazado el sistema con un cuerpo de bomberos, también que se cuente con las facilidades locales donde puedan conectarse, y que estas tengan sistemas de backup o redundancia.

Se tiene como referente con relación a sustancias peligrosas este documento, de allí surge la necesidad de contar con un almacenamiento adecuado de acuerdo con la sustancia a almacenar, si bien muchos elementos podrán estar ubicados en estantes a diferentes alturas y junto a otros sin distinción, para el caso de algunas sustancias el almacenamiento debe ser más estricto.

4.1.11 Sistema de Control de Aire Ambiental del Ministerio de Salud del Perú.

El Ministerio de Salud del Perú, en su Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas, publicó una guía (Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas, 2018) acerca de los sistemas de control de aire ambiental a ser utilizados de acuerdo con la normatividad local de Buenas Prácticas de Manufactura; esta guía formula una serie de actividades que deben tenerse en cuenta cuando debe controlarse el aire ambiental que incluye actuar cuando se está por fuera de ciertos parámetros, por ejemplo de temperatura y humedad, aunque también de partículas y polvo.

En lo que tiene que ver con sistemas de ventilación, se establecen en este documento parámetros para su diseño:

- Definir el proceso productivo (áreas estériles, áreas asépticas, áreas comunes).
- Determinar las condiciones ambientales externas (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica). Con relación a estas condiciones externas, es importante tomar en consideración la carga térmica solar, con elementos como factores de sombra adyacente, orientación del edificio, existencia y distribución de ventanales, materiales con que el edificio está construido, para finalmente diseñar el sistema de ventilación.
- Definir parámetros especiales de diseño y establecer la clase de aire requerida.

El diseño del sistema de ventilación, de acuerdo con el documento, debe considerar aspectos como los requerimientos internos de temperatura y humedad relativa y la medición de la carga

calórica aportada, esta última relacionada con el equipo productivo, la iluminación, las redes eléctricas, el número de personas laborando en el área.

En este punto de la búsqueda de referentes ya ha quedado claro que debe instalarse algún sistema de ventilación para mantener temperatura y humedad relativa dentro de unos parámetros que surgen de la unión de criterios y rangos dados por los referentes, este referente en particular especifica ciertos detalles con relación al sistema de ventilación.

4.1.12 Condiciones generales de construcción, almacenamiento y contraincendio – sustancias peligrosas.

Las sustancias peligrosas tienen condiciones de almacenamiento propias, como se desprende de la lectura del documento referenciado (Oyarzun & Cortés, 2003) en que se destacan tres tipos de condiciones: construcción, almacenamiento propiamente dicho y equipos contraincendio.

En primer lugar, con relación a la construcción, se especifican las siguientes condiciones:

- El área debe ser exclusiva para dicho almacenamiento y encontrarse debidamente señalizada.
- El piso debe ser sólido y lavable.
- La estructura debe contar con muros de resistencia al fuego.
- Debe contarse con ventilación, la que puede ser natural siempre y cuando se cumpla con lo reglamentado localmente con relación a la renovación del aire.
- Debe contarse con vías de evacuación de acuerdo con la normativa aplicable.

- Las puertas de salida de evacuación deben abrirse en sentido de salida sin obstáculo alguno ni llaves.

- El almacenamiento de materiales inflamables solo puede hacerse en el primer piso, prohibido hacerlo en pisos superiores o sótanos.

- Debe contarse con sistemas de captación de líquidos derramados (piscinas).

En segundo lugar, en lo relacionado con almacenamiento, se especifica lo siguiente:

- Las sustancias deben estar contenidas en recipientes apropiados para cada caso.

- Los recipientes deben estar almacenados en pallets o racks según clasificación específica e incompatibilidad.

- Vías de ingreso y evacuación deben estar libres.

- Debe haber demarcación clara en el piso con líneas amarillas.

- Debe haber pasillos suficientemente anchos según la normativa que aplique, los estantes deben estar separados de los muros según normatividad aplicable.

- Debe haber señalización clara con letreros.

- Las sustancias deben estar rotuladas con enunciación de riesgos claramente definida.

- Debe existir un registro permanentemente actualizado acerca de las cantidades, tipos y demás descripciones de lo almacenado en términos de sustancias peligrosas.

- Instalaciones eléctricas y de iluminación tipo a prueba de explosión.

Finalmente, en lo relacionado con contraincendio:

- Debe contarse con extintores bien ubicados y rotulados.

- Debe contarse con plan de emergencia.

- Debe haber una red húmeda autónoma, teniendo en cuenta aquellos casos en que no pueda utilizarse, con al menos 30 minutos de autonomía en tanto arriban los bomberos.
- Debe contarse con un sistema de detección automática, así como con un sistema automático de rociadores.

En atención a la lectura de este referente, se cuenta con sitio especial de almacenamiento de sustancias inflamables en el almacén de intendencia de la Institución, deberá respetarse en el desarrollo del proyecto.

4.1.13 Normas de buenas prácticas de almacenamiento de medicinas y otros del Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia.

El Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia publica esta serie de normas en su documento Normas de Buenas Prácticas de Almacenamiento dentro de la serie Medicamentos Seguros, Eficaces y de Calidad (Ministerio de Salud y Deporte, 2004) y en ellas se establece que deben considerarse aspectos:

- Ubicación, que el área se encuentre lejos de fuentes de contaminación.
- Áreas, cuarentena, material rechazado, materias primas (cuando aplique), productos a granel, productos terminados y sitio para material de riesgo.
- Condiciones ambientales, es necesario que se controlen la temperatura, las radiaciones, la luz, el aire y la humedad, además de otros como gases carbónicos.

- Techo, pisos, paredes deben ser de fácil limpieza para evitar la existencia de insectos, aves, roedores, polvo y demás contaminantes.
- Debe contarse con suficiente iluminación, pero abstenerse de luz natural que deteriora medicamentos y eleva en demasía la temperatura.
- Ventilación, debe contarse con sistema de ventilación que permita la circulación adecuada de aire para evitar contaminación cruzada.
- Respecto de la humedad y la temperatura, la primera debe estar entre 60% y 70%, mientras que la segunda no debe superar los 25°C.

En lo que tiene que ver con el almacenamiento propiamente dicho se requiere que las áreas estén debidamente identificadas pues se debe contar con varias de ellas: recepción, cuarentena, materias primas, productos de condiciones especiales (algunos deben estar refrigerados), productos de baja, materiales rechazados, otros materiales peligrosos como radiactivos, corrosivos, inflamables, y los controlados, que requieren de permisos especiales por entidades gubernamentales de control para su entrega a usuarios finales.

El almacenamiento de medicinas no se realiza en el almacén de intendencia, será tenido en cuenta lo establecido por el referente en caso que en el desarrollo del proyecto esto ocurra para cubrir algún tipo de eventualidad.

4.2 Marco Teórico

4.2.1 Sistema y Sistema de Información.

Frente a la cada vez mayor complejidad de los problemas que enfrenta el ser humano, el análisis surge como una forma de seccionar el problema en partes más pequeñas, en tal ejercicio se nota que existe una relación entre elementos que ocasionan determinados resultados, en tal orden de ideas el sistema se entiende como cierto grupo de componentes que se relacionan entre unos y otros de forma que se produce determinado resultado (Whitten & Bentley, 2008); consecuencia de esta forma de comprender y afrontar las situaciones problemáticas, surgió el sistema de información que es entonces la captura de datos que producen información que sea de utilidad.

El sistema se entiende como limitado a sus componentes y con fronteras claras hacia lo exterior a ellos, de modo que se tienen entradas y salidas, o podría decirse recursos y productos, un sistema entonces actúa en respuesta a unas entradas y como resultado genera unas salidas (Fernández, 2013).

4.2.2 Programación.

Como respuesta a la necesidad de resolución de problemas recurrentes, se cuenta con el programa como una secuencia de actividades que se diseña para la ejecución de tareas, en este orden de ideas, la programación es la planeación y creación de un programa (Dean & Dean, 2009).

En la práctica se da en primer lugar el análisis del problema, es decir, partir desde lo general de la situación problemática hasta llegar a un nivel de detalle suficiente para entenderlo; en segundo lugar, la definición de los requerimientos del problema, cuestión que resulta elemental una vez se dé el análisis, y finalmente la realización de un algoritmo que es un paso a paso que, de seguirse, resolverá el o los problemas presentados.

En la búsqueda de dicho paso a paso que produzca el resultado esperado de resolución del problema, se tiene al diagrama de flujo con sus condicionales, las cuales tienen como base a la lógica matemática, aquella que permite entender qué resultado tiene un cierto hecho y cuál su no existencia u ocurrencia (Molina, y otros, 2006). Una vez se tiene el diagrama de flujo que es una representación gráfica de los efectos de las ocurrencias y lo que se desea que ocurra consecuencia de ellos, se procede al algoritmo que a su vez se transcribe en un lenguaje de programación que permite la interacción entre hombre y máquina de computación.

4.3 Marco Conceptual

Ahora bien, otros conceptos, sobre los que se fundamenta la realización del proyecto, con mayor orientación práctica son:

4.3.1 Medición de Condiciones Ambientales.

La medición de condiciones del ambiente tiene su inicio en el renacimiento, cuando los científicos de la época empezaron a buscar maneras de medir la temperatura pues hasta ese momento no se realizaba una medición formal, se conoce acerca de un aparato inventado por Galileo Galilei que observaba la expansión de un líquido dentro de un tubo de vidrio, pero al ser fuertemente afectado por la presión del aire, no resultó más que una atracción con utilidad muy limitada debido a su falta de exactitud (Rodríguez, 2019). Es en 1612 cuando se inventa el termómetro como se conoce hoy en día (un tubo de vidrio sellado y ocupado por un determinado líquido como el mercurio que responde a cambios de temperatura) por Santorio Santorio en Italia (ENCICLOPEDIA BRITÁNICA, s.f.); muchos avances ocurrieron desde entonces, como el uso de líquidos especiales hasta que se llegó al concepto de la variación de la resistividad eléctrica de los metales con relación a su temperatura, siendo el platino el que mejor se comporta en búsqueda de exactitud, hoy en día los sensores RTD (detector de temperatura de resistencia por sus siglas en inglés) son ampliamente utilizados .

La detección de humo se remonta a finales del siglo XIX, en 1890 se patenta por un asociado de Thomas Alva Edison, Francis Robbis Upton, si bien el descubrimiento del mecanismo ocurrió accidentalmente en Europa pues lo que se estaba buscando era la posibilidad de detectar gases venenosos (100CIA.SITE, s.f.). Hoy en día, luego de avances que llevaron al uso de Americio-241 (un material radioactivo), se ha regresado al detector de humo fotoeléctrico, en que un haz de luz

se envía constantemente a un detector fotoeléctrico, la presencia de humo desviará el haz y causará el efecto deseado de alarma producida por el sensor.

Con respecto a sensores los hay para cubrir la más amplia gama de necesidades, sensores de presión, de proximidad, de vibración, de caudal y otros, que son ampliamente utilizados en la industria, muchos de ellos conectados a sistemas automatizados como el que se propone desarrollar en este proyecto, muchos solamente para entregar datos a un lector informado, como por ejemplo el sensor de temperatura usado en culinaria.

4.3.2 Almacenamiento de datos.

La máquina de tarjetas perforadas para almacenamiento de datos es un invento de finales del siglo XIX (ECURED, s.f.), con ella se logró almacenar datos estadísticos, ya en el siglo veinte surgen las cintas magnéticas, en ambos casos el almacenamiento era secuencial, además de lento y con muy baja capacidad, al menos frente a lo que existió después. Las bases de datos vienen de los sesentas y setentas del siglo pasado, mientras que el modelo relacional y la existencia de discos magnéticos son inventos posteriores, pero aun en el siglo veinte (Ramos, Ramos, & Montero, 2006).

En nuestro siglo hemos visto el incremento exponencial de la capacidad de almacenamiento, lo que ha llevado a nuevas terminologías como Big Data, SaaS y ERP (manejo de grandes cantidades de datos como base para la proyección de las empresas, Software como Servicio y Sistemas de

Administración de Negocios). El futuro es el almacenamiento en la nube, de inmensas cantidades de datos, el sistema de administración que relaciona todos los aspectos de las empresas y la inteligencia de negocios con análisis predictivo (Pierson, 2019), los datos son ahora un activo del negocio en sí y no solamente un medio.

4.3.3 Sistemas de Control.

Con base en la lógica y la programación, se pueden diseñar sistemas de control que realizan determinadas operaciones frente a las ocurrencias o eventos percibidos por los sensores; los sensores captan información que se convierte en señal, la señal se recibe por el controlador, se adapta e interpreta, luego el controlador con un sistema de realimentación decide qué paso continúa. La lectura del controlador es continua, de modo que cuando el evento se presenta, se da la actuación correspondiente a la lógica y a la programación.

4.3.4 Microcontrolador.

El microcontrolador, que forma parte del sistema de control, es un dispositivo que internamente cuenta con un procesador, una memoria y unos periféricos, en la memoria se almacenan las órdenes dadas, frente a una información que llegue, el procesador actúa en cumplimiento de las órdenes dadas. Las entradas y salidas son los periféricos, sensores de un lado y actuadores del otro. Los microcontroladores llevan décadas de existencia, se registran los primeros en 1971, el TMS 1000 de Texas Instruments y el Intel 4004.

En la actualidad los microcontroladores han pasado por una gran evolución que los ha llevado a contar con mayor capacidad, de almacenamiento, de programación, y con mayor velocidad de respuesta, junto al Arduino UNO hay varios procesadores en el mercado como aquellos que se encuentran en los aparatos celulares, que aun tienen el mismo modelo básico de Von Newmann, quien en los años cuarenta definió el modelo que mantienen en funcionamiento hasta hoy a las computadoras: unidad lógica/aritmética, unidad de control, unidad de memoria e interfases o dispositivos de entrada/salida (Joyanes, 2013). Para el caso del proyecto en la práctica se contará con un sistema compuesto por sensores, microcontrolador y actuadores, que darán respuesta a las condiciones fuera de rango de temperatura, humedad relativa y demás en el almacén de intendencia de la Institución.

4.3.5 Automatización.

Con relación a la automatización es necesario mencionar a la mecatrónica, nombre que se utilizó originalmente por el japonés Tetsuro Mori, quien lo acuñó en 1969 y lo patentó en 1971; en sus orígenes la mecatrónica se ocupó de servomecanismos usadas en puertas que se abrían ante una orden, o enfoques automáticos en cámaras fotográficas, posteriormente se añadieron microprocesadores que permitieron la programación y operaciones frente a determinados eventos. La automatización se entiende entonces como el efecto deseado sobre cierto elemento una vez se presente determinada ocurrencia u orden, por ejemplo, la apertura de una puerta, el cierre de una válvula, el encendido de un motor, etc.

Respecto de los sistemas de actuación los hay de varios modos de funcionamiento, eléctricos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos, en el caso de los hidráulicos proporcionan potencia cuando se necesita, pero requieren mayor suministro de energía y mantenimiento más frecuente, los modelos neumáticos se utilizan cuando se requiere simplemente un posicionamiento, pero poca precisión.



5. Metodología

La metodología de desarrollo del presente trabajo de aplicación tuvo las siguientes fases:

1. Profundización del planteamiento del problema y del marco teórico correspondiente.
 - a. Conocimiento de materiales almacenados.
 - b. Conocimiento de condiciones de almacenamiento.
 - c. Conocimiento de avances de la ciencia en torno a la medición de variables y la automatización y sistemas de información.

2. Definición de las variables que deben medirse y de los rangos en que se presentarían daños a los materiales almacenados e identificación de causas potenciales de afectación.
 - a. Conocimiento de estado del arte, trabajos realizados con relación a variables que creen un ambiente propicio al daño de los materiales almacenados.
 - b. Determinación de las variables y de los rangos seguros para el mantenimiento adecuado de los materiales almacenados.
 - c. Identificación de causas potenciales que podrían afectar las variables y eventualmente causar daño a los materiales almacenados.

3. Estimación de potencial ocurrencia de fenómenos que afectarían las variables y creen ambiente propicio para daños a los materiales almacenados.

a. Condiciones que pueden presentarse en Bucaramanga y en el área de almacenamiento que pueden crear un ambiente propicio para daños en los materiales almacenados.

4. Diseño e instalación de un sistema automatizado de prueba para la medición de variables y actuación en respuesta a ocurrencia de variables fuera de rango.

a. Determinación de elementos electrónicos requeridos.

b. Elaboración del plano de instalación de elementos electrónicos.

c. Elaboración de diagramas de flujo para la programación del microcontrolador.

d. Programación del microcontrolador.

e. Montaje de los elementos en mesa de pruebas.

f. Conexión a fuente de energía, pruebas no estructuradas.

5. Simulación.

a. Diseño de pruebas para registrar el comportamiento del sistema automatizado frente a condiciones no deseadas, causas potenciales de daños en materiales almacenados.

b. Registro de actuaciones en respuesta a la aplicación controlada de causas potenciales.

9. Propuesta de sistema automatizado en el almacén de intendencia.

a. Determinación de elementos electrónicos en características y cantidad, para cubrir necesidades del almacén de intendencia, de acuerdo con las pruebas realizadas.

b. Elaboración de propuesta y presupuesto.

6. Redacción de conclusiones y recomendaciones.

6. Resultados

6.1 Desarrollo del Trabajo de Grado

6.1.1 Toma de información.

En primer lugar, se establecieron los criterios de almacenamiento adecuados para la preservación de los elementos almacenados, para ello se ha creado un formato de toma de información en que se tuvo en cuenta las variables que se quiere medir en el ambiente del área de almacenamiento, las cuales son temperatura y humedad, así como el hecho de que se desea detectar la presencia de gases y de roedores en dicha área.

El formato de toma de información tomó como base trabajos anteriores de entes pares como ejércitos y policías de otras naciones, documentos oficiales de la Policía Nacional de Colombia, como es natural, y documentos de otros entes como bibliotecas y archivos, todo esto porque se deseó conocer qué criterios se utilizan comúnmente para definir los rangos deseados de presión y de temperatura en que los elementos almacenados se encuentran en condiciones necesarias para su preservación. Ver Anexo 01 TOMA DE INFORMACION – ALMACEN DE INTENDENCIA

Las fuentes utilizadas fueron:

Tabla 1.

Fuentes de criterios de almacenamiento

Manual General de Abastecimiento - Ejército Ecuatoriano
Norma que regula el procedimiento de recepción, almacenamiento, custodia y entrega de bienes - Aduana Peruana
Guía del propietario y arrendatario para la limpieza de moho después de desastres - FEMA USA
Factores de deterioro de los materiales de archivos y bibliotecas: Experiencias y criterios actuales para la preservación de estos materiales en clima tropical - Unión de Escritores y Artistas de Cuba
Manual para el control integral de roedores - MINSALUD Colombia
Proceso Gestión Documental - Sistema Integrado de Conservación SIC - Policía Nacional de Colombia
Manual Logístico - Policía Nacional de Colombia
Condiciones de Almacenamiento de Fármacos – Colfarma Colombia
Manual de Conservación Preventiva de Textiles - Comité Nacional de Conservación Textil Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos - Fundación Andes Chile
Conservación del Caucho - Industrias del Caucho Grupo Elastorsa España
Técnicas de Ventilación Táctica en Incendios - Academia Nacional de Bomberos de Chile

6.1.2 Causas potenciales de afectaciones negativas.

Con las fuentes de la tabla anterior, se logró establecer los criterios de almacenamiento en dos categorías: tipos de elementos almacenados y condiciones de almacenamiento, que son entonces las causas potenciales de afectaciones negativas en tales criterios, así:

6.1.2.1 Elementos en almacenamiento en el Almacén de Intendencia.

Se deseó conocer si se tienen en almacenamiento elementos del siguiente listado:

Tabla 2.

Elementos en el almacén de intendencia

Sustancias inflamables, susceptibles de emitir humo al momento de arder
Pinturas y materiales afines
Materiales peligrosos deben ser almacenados teniendo en cuenta las indicaciones de su hoja de seguridad
Materiales inflamables como combustibles
Artículos perecederos como alimentos, materiales médicos, baterías y algunos productos de caucho
Materiales de archivos y bibliotecas
Textiles
Productos de caucho vulcanizado
Materias tóxicas: Son materias que, incluso en cantidades relativamente pequeñas, pueden dañar la salud del ser humano o causar su muerte por inhalación, absorción cutánea o ingestión. Ejemplos: metanol o cloruro de metileno
Presencia de microorganismos e insectos
Metales, papel, madera y textiles, caucho y cuero

6.1.2.2 Condiciones de almacenamiento.

Se deseó conocer si se presentan las siguientes condiciones de almacenamiento:

Tabla 3.

Condiciones de almacenamiento

Lugares oscuros que son los preferidos por los roedores para establecer las madrigueras e incrementar su prole

Moho

Áreas no ventiladas

Áreas no iluminadas o con iluminación deficiente

Refrigeración

Humedad relativa entre 50 y 60%

Temperatura entre 18 y 20°C

6.1.3 Estimación de ocurrencias anuales.

Conocidas las fuentes potenciales de afectaciones negativas en los criterios de almacenamiento, que deben considerarse para lograr preservar los elementos almacenados, se procedió a diseñar un formato que permitiera hacer toma de muestras durante un periodo de tiempo y realizar extrapolación para establecer la ocurrencia anual.

Para esto se diseñó un formato de toma de muestras. Ver Anexo 02 FORMATO DE TOMA DE MUESTRAS PARA ESTIMACIÓN DE OCURRENCIA ANUAL.

Este formato partió de la definición de las áreas de almacenamiento, por lo cual se realizó un plano de estas. En este plano se muestran las áreas de almacenamiento en las que se ubicaran los sensores, se trata de dos áreas que se encuentran separadas por la existencia de un muro divisorio,

que les da distintas dimensiones y en las cuales se almacenan algunos elementos de diferentes características como la papelería.

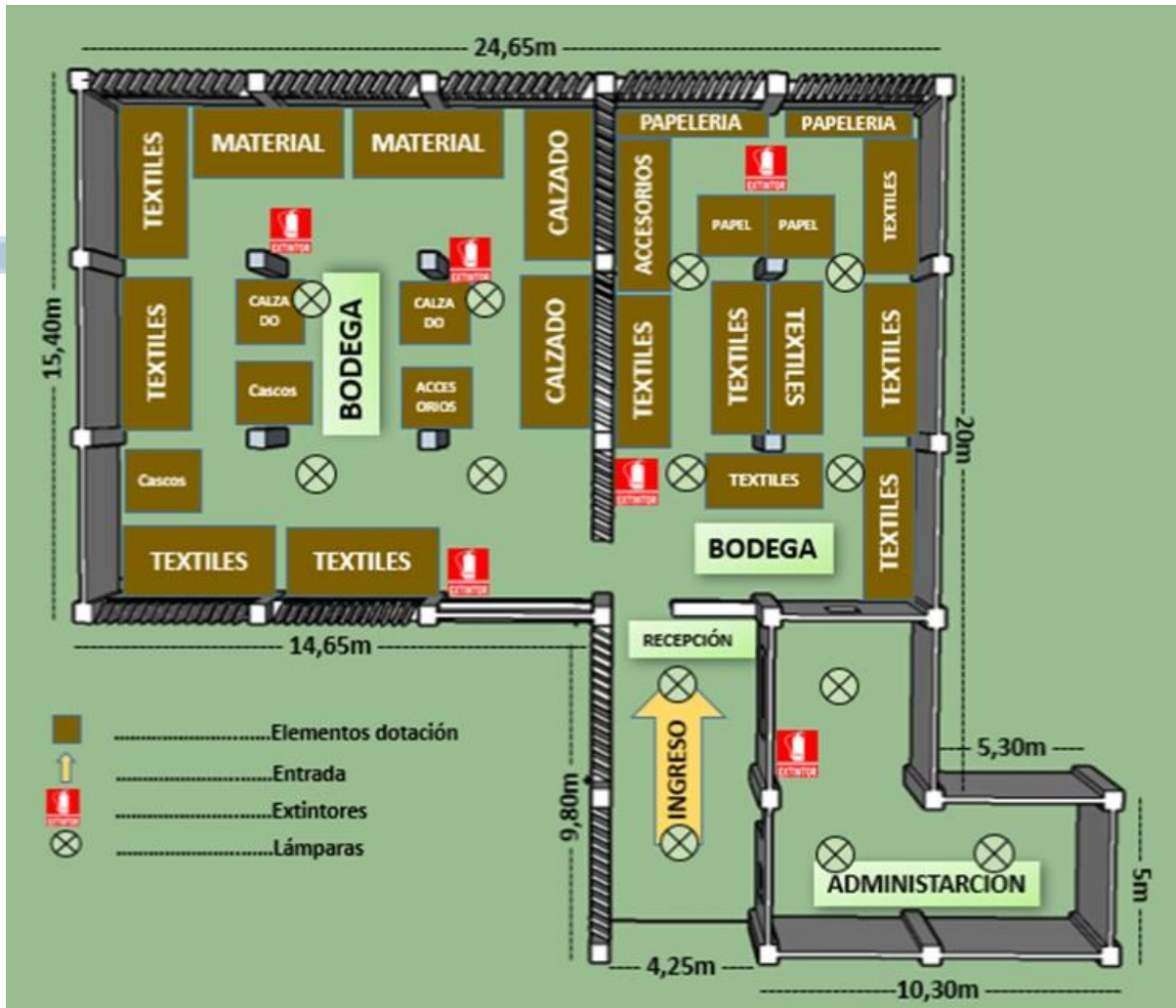


Figura 1. Plano de las instalaciones de almacenamiento

Se definieron las condiciones de almacenamiento, hallándose:

- Existen algunas restricciones físicas como columnas y paredes.
- La altura es de 3,30 metros para toda el área de almacenamiento.

- El material del techo es placa de hormigón.
- El material del piso es mortero de cemento.
- Se cuenta con un solo ingreso.
- Existe un solo medio de ventilación, que es el mismo acceso o ingreso.
- Existen ocho luminarias.
- Se cuenta con cinco extintores multipropósito (fuegos tipo A-B-C) de 10 libras cada uno.
- No existe un sistema contraincendio automático.
- Existen sustancias inflamables susceptibles de emisión de humo al arder.
- No existen pinturas ni materiales afines.
- Sí existen materiales peligrosos que deben almacenarse según sus hojas de seguridad.
- No existen sustancias combustibles.
- Sí existen artículos perecederos.
- Sí existe papel y material de archivo o biblioteca.
- Sí existen prendas de vestir.
- Sí existen productos de caucho vulcanizado.
- No existen materias tóxicas.
- Sí existen lugares oscuros en que pueden desarrollarse madrigueras de roedores.
- No se halló evidencia que indique presencia de insectos.
- Sí se cuenta con: metales, papel, madera y textiles, caucho y cuero.
- Se detectó presencia de moho.
- Se pudo evidenciar presencia de roedores.

Con relación a las condiciones adversas, que generan riesgo de deterioro de los materiales almacenados, y su frecuencia de ocurrencia, se elaboró esta tabla:

Tabla 4.

Condición y frecuencia de ocurrencia en el área de almacenamiento*

Condición	Ocurrencia	Condición	Ocurrencia
Humedad relativa menor del 50%	Ninguna ocasión	Humedad relativa mayor al 60%	Todas las ocasiones, todas las mediciones
Temperatura menor a 18°C	Ninguna ocasión	Temperatura mayor a 20°C	Todas las ocasiones, todas las mediciones
Presencia de humo	No se detectó presencia de humo durante el período de la muestra (13 a 28 de mayo)	Presencia de gases**	Se detectó presencia de gases volátiles de origen combustible, ligeramente perceptibles, por la cercanía del depósito de transporte durante todas las ocasiones

* La ocurrencia se señala en un período de muestras de quince días continuos.

* Se toman muestras de humedad relativa y de temperatura durante toda la jornada con aparato electrónico programable cada 120 segundos iniciando el 13 de mayo de 2019 a las 7:40 a.m. y finalizando el 28 de mayo de 2019 a las 9:44 a.m.

** Se entienden gases perceptibles por el ser humano

6.1.4 Extrapolación.

Resultó necesario realizar una estimación de ocurrencia anual de causas potenciales de afectación negativa sobre los criterios de almacenamiento, que se entienden como necesarios para la preservación de los elementos en condiciones de almacenamiento y posterior uso.

6.1.4.1 Temperatura y humedad.

Se tomaron los datos de temperatura y humedad: 10.863 muestras de temperatura y humedad, se tomaron muestras con un aparato electrónico programado para realizar la toma cada 120 segundos en un periodo comprendido entre el 13 de mayo y el 28 de mayo de 2019.

Los resultados muestran una temperatura máxima de 27,4 °C y una mínima de 24,6°C, y una humedad relativa máxima de 79% y una mínima de 61,2%.

Con relación a los promedios, el promedio de temperatura es de 25,99°C y la humedad relativa de 71,06%. Los valores más frecuentes son: para la temperatura los 25,8°C y para la humedad 71,5%.

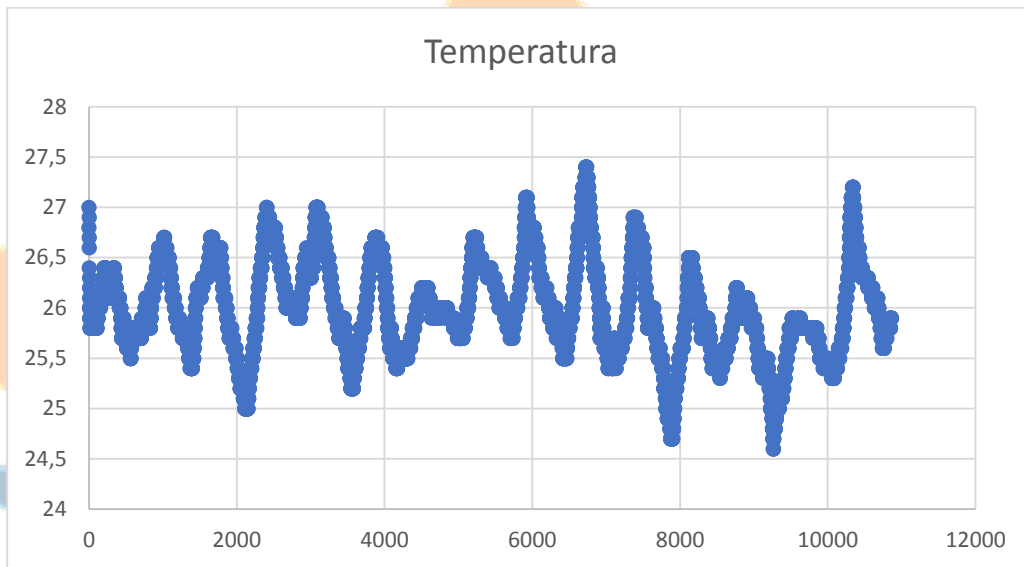


Figura 2. Muestras de temperatura tomadas en el área de almacenamiento

Puede observarse en la gráfica la continuidad de las muestras, el comportamiento oscilante de la temperatura, el rango hallado y los valores máximos y mínimos.

La temperatura oscila entonces entre alrededor de 25 y 27 grados, con algunos datos fuera de rango de 24,5 y 27,5.

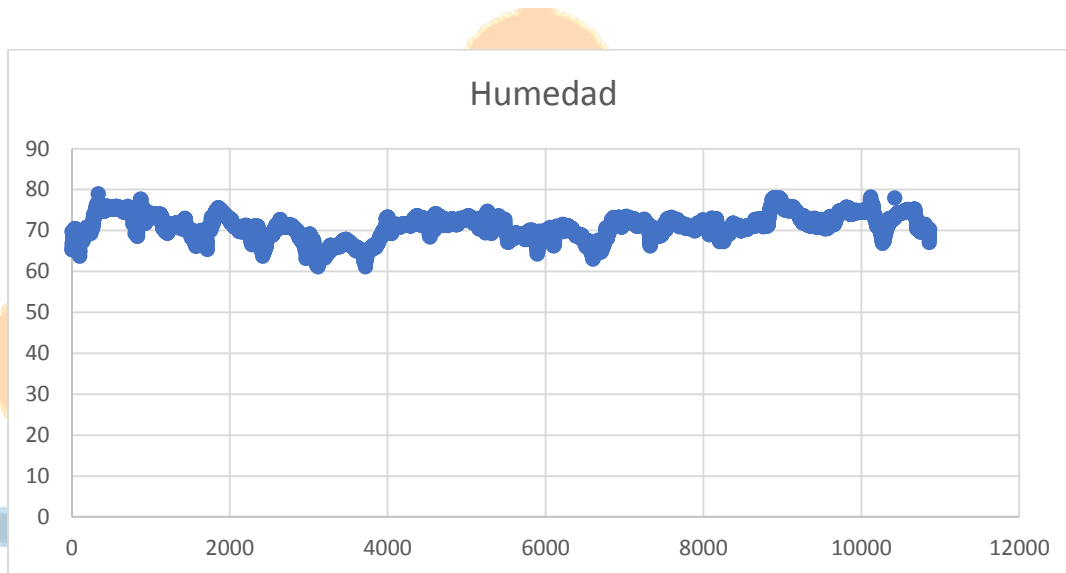


Figura 3. Muestras de humedad relativa en el área de almacenamiento

En la gráfica puede notarse la continuidad de las más de 10 mil muestras, así como el rango hallado, los máximos y mínimos.

Para establecer la temperatura y humedad esperadas para todo el año en el área de almacenamiento, se hizo uso de un tercero experto imparcial como es Weatherspark.com, página dedicada a generar informes gráficos mensuales, diarios y por hora de cualquier lugar del mundo, con una inclinación netamente turística, para servir de guía a viajeros, pero que resulta muy útil para este propósito en razón a la confiabilidad de los datos y la forma de presentación de los mismos.

De acuerdo con (Weatherspark, s.f.), la temperatura varía de 20°C a 27°C en Bucaramanga, casi nunca siendo menor de 18°C o mayor de 30°C; se reconoce una temporada templada que dura

2,2 meses desde julio a septiembre, con una máxima promedio diaria que supera ligeramente los 27°C y con una mínima que rara vez desciende de 21°C, se reconoce también una temporada fresca con duración de 1,9 meses, entre octubre y diciembre, en que se registra una máxima promedio diaria similar, que supera ligeramente los 27°C, pero con una mínima que rara vez desciende de 20°C; como puede verse, la temperatura en Bucaramanga es muy estable entre 20-21°C y 27°C, con ocasiones en que se sale de dicho rango, casi nunca descendiendo menos de 18°C ni superando los 30°C.

En consideración a que se han tomado registros en el área de almacenamiento del mes de mayo, se ha decidido filtrar los datos de Weatherspark.com para ese mes, obteniéndose que la máxima promedio es de 27°C y se ubica en un rango de 25°C a 29°C, mientras que la mínima es de 21°C y se ubica en el rango entre 20°C y 22°C.

Para el caso del área de almacenamiento, las temperaturas registradas durante los 15 días de la muestra son consistentes con lo observado por el tercero experto imparcial, aunque con una temperatura mínima ligeramente superior, incluso por fuera del rango con 24,6°C, y con una máxima de 27,4°C, también ligeramente fuera del rango. Se anexa registro del sensor de temperatura y humedad.

Puede entonces interpretarse que la temperatura del área de almacenamiento es ligeramente superior al de toda la ciudad, probablemente por ser menos susceptible a la baja de temperatura

que ocurre en la noche, como resultado del material de paredes y techo, así como por el escaso número de accesos y ventanas.

Dicho esto, bien puede establecerse que la temperatura del área de almacenamiento no variará por fuera de los rangos ya hallados con la muestra, naturalmente porque las causas de aumento o disminución de temperatura se limitan a una sola: la temperatura registrada en toda la ciudad, la cual rara vez sale de los rangos ya explicados.

Con relación a la humedad el fenómeno es similar, la humedad alcanza valores de 80% en la ciudad durante el mes de mayo, mes en que se tomaron las muestras en el área de almacenamiento, con datos de humedad máxima de 79%, consistentes con lo registrado por el tercero imparcial. Con esto puede interpretarse que la humedad no superará el 80% pues la causa existente no supera ese mismo dato. En lo que concierne a la humedad mínima, el dato de 61,2% es consistente con lo registrado por el tercero imparcial, pues en 20% de las ocasiones éste registra que la humedad desciende a menos del punto de percepción de incomodidad o bochorno.

Es decir, la humedad relativa en el transcurso del año no superará 80% ni descenderá del 60%, con esto puede establecerse que, con relación a las causas de deterioro de los elementos almacenados se encuentran presentes todo el tiempo: temperatura que supera 20°C y humedad relativa que supera el 60%.

6.1.4.2 Presencia de humo y gases.

No se detectó humo en ningún momento durante el periodo comprendido entre el 13 y el 28 de mayo, con relación a gases perceptibles por el ser humano, se detectó ligeramente la presencia de gases volátiles identificados como solventes de combustibles como gasolina, esto como consecuencia de la cercanía del almacén de transporte, donde sí se almacenan combustibles en pequeñas cantidades para actividades de limpieza, en dicho sitio no se realiza tanqueo de vehículos.

6.1.4.3 Presencia de roedores.

En dos ocasiones durante la toma de muestras se detectaron evidentes rastros de presencia de roedores, sin que estos hayan sido efectivamente vistos.

6.1.5 Diseño del Sistema Automatizado.

Una vez realizada la toma de muestras en torno a temperatura, humedad, presencia de humo, gases y roedores, se anota que todas las variables deben ser monitoreadas y que sobre todas ellas debe actuarse. Para ello resulta necesario diseñar un sistema automatizado que relacione elementos como el microprocesador, los sensores y los actuadores.

Como es lógico pensar, el sistema debe realizar mediciones permanentes de temperatura y humedad, para realizar ventilación y hacer descender la temperatura para que esté dentro de los

rangos esperados, de similar modo con la humedad; para el caso de presencia de humo y gases también se pretende que una vez se detecte esta presencia, se active el sistema de ventilación. Ahora bien, en lo que tiene que ver con roedores necesariamente la actuación es diferente, se trata de ubicar trampas en el área de almacenamiento para atraparlos y disponer de ellos de manera limpia y segura.

En todos los casos, se ha decidido que el sistema emita mensajes de texto de aviso a los responsables del área de almacenamiento.

El sistema entonces debe contar con sensores, microprocesador y actuadores, el diseño del mismo se representa en la siguiente imagen:

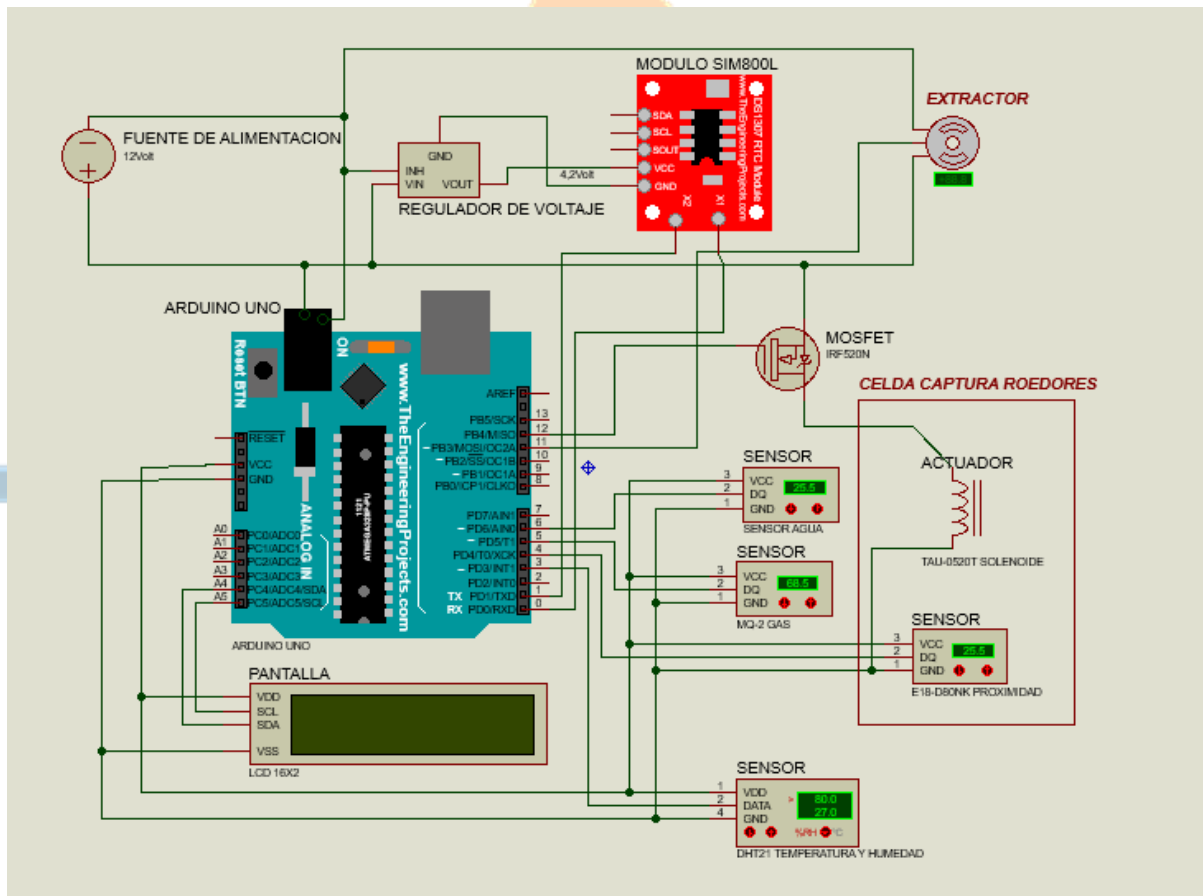


Figura 4. Esquema del sistema automatizado con sus componentes y microprocesador

Como puede observarse, se ha establecido claramente la relación entre los elementos, sensores, microprocesador Arduino y actuadores, así como con la tarjeta que se encarga de enviar los mensajes de texto a los responsables del área de almacenamiento.

6.1.5.1 Diagrama de Flujo para Programación.

Para la programación del microprocesador es necesario tener claridad de las distintas opciones con que se cuenta, en particular para saber antes de la escritura del código, cuáles son los resultados de tal o cual ocurrencia dentro de las varias que pueden darse. En este sentido se decidió realizar un diagrama de flujo formal:

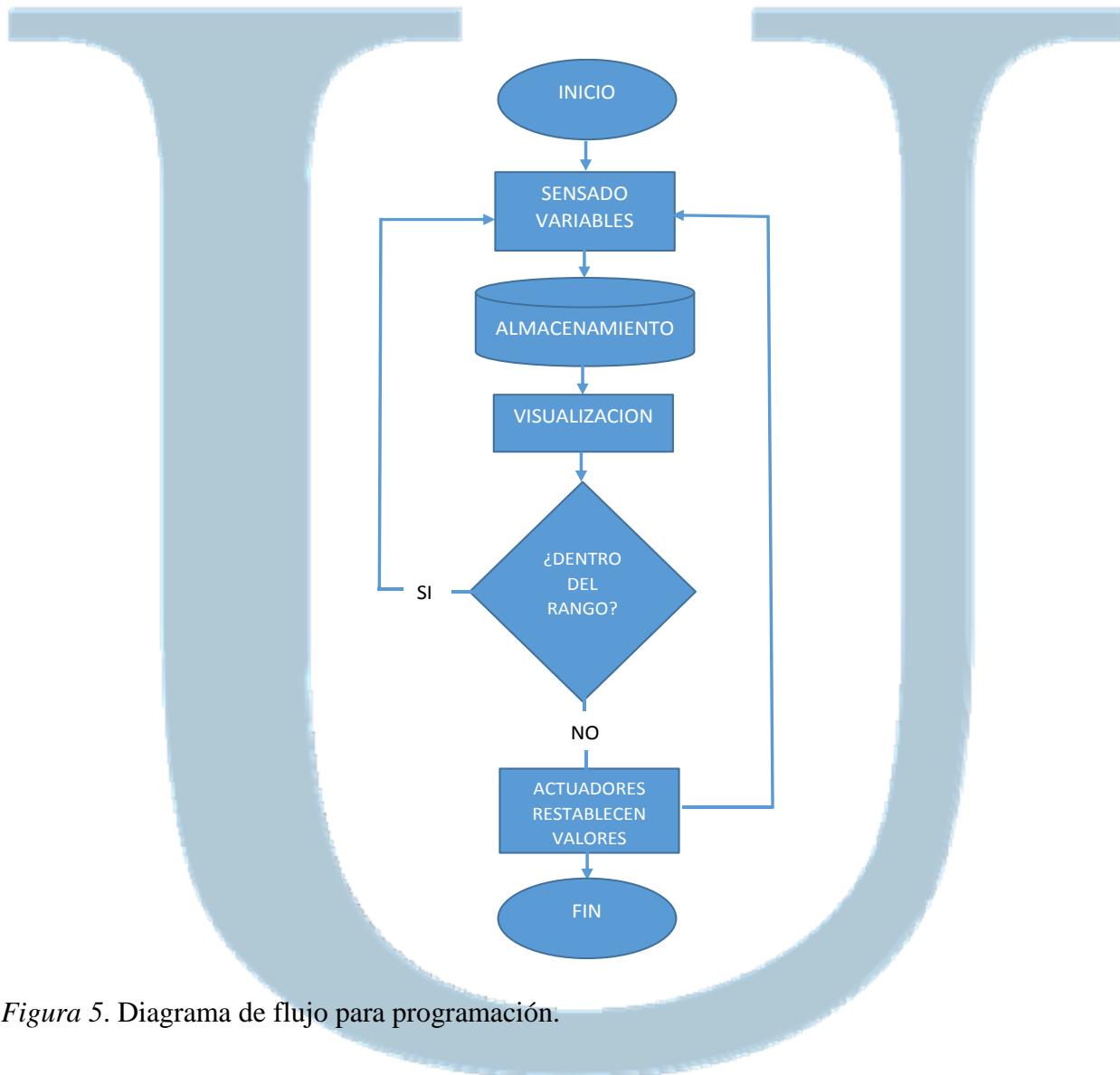


Figura 5. Diagrama de flujo para programación.

6.1.5.2 Programación del microcontrolador.

Con base en el diagrama de flujo, que es útil para conocer de antemano qué debe ocurrir para tal o cual evento, se escribió el código como programación del microprocesador como sigue:

Realizado el análisis de valores que afectan los criterios de decisión de actuación, definidos los elementos electrónicos que componen todo el sistema, y con el diagrama de flujo como base para ello, se realizó la programación del microcontrolador a través del entorno de desarrollo Arduino, así:

Institución: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Programa: Tecnología en Electrónica

Proyecto: Diseño de un sistema electrónico para el aseguramiento de las condiciones ambientales de bodegaje en el Almacén de Intendencia de la Policía Metropolitana de Bucaramanga.

Nombre Estudiante: Guillermo Caballero Saboya

Código: 7185754

Director: Ingeniero Faver Adrian Amorocho Sepulveda

```
#include <DHT.h> //Incluimos librería para sensor de temperatura y humedad
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Incluimos librería para controlar pantalla LCD
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <SoftwareSerial.h> //Incluimos librería para controlar módulo SIM800L
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //Configuramos el controlador I2C de la pantalla LCD
```

```
SoftwareSerial mySerial(10, 11); //Configuramos los pines RX y TX del módulo SIM800L
```

```
#define DHTPIN 3 //Conectamos el sensor de temperatura al pin 3
```

```
#define DHTTYPE DHT21 //Definimos que tipo de sensor estamos utilizando
```

```
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //Inicializamos el sensor de temperatura
```

```
int pinOpto = 4; //Establecemos la variable pinOpto y la asignamos al pin 4
```

```
int pinGas = 5; //Establecemos la variable pinGas y la asignamos al pin 5
```

```
int pinAgua = A0; //Establecemos la variable pinAgua y la asignamos al pin A0
```

```
int solenoide = 12; //Establecemos la variable solenoide y la asignamos al pin 12
```

```
int extractor = 11; //Establecemos la variable extractor y la asignamos al pin 11
```

```
int contador = 0; //Establecemos la variable contador y la inicializamos en cero
```

```
void setup() {  
  lcd.init(); //Inicializamos la pantalla  
  lcd.backlight(); //Encendemos luz de la pantalla  
  lcd.clear(); //Limpiamos cualquier contenido  
  lcd.setCursor(0,0); //Ubicamos el cursor en la pantalla  
  lcd.print("IGNITION SYSTEM"); //Imprimimos mensaje en la pantalla  
  delay(3000); //Esperamos 3 segundos  
  lcd.clear(); //Limpiamos cualquier contenido  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Temp= C");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("Humedad= % ");  
  delay(1000);  
  
  mySerial.begin(115200); //Comunicacion con el modulo a 115200 bits por segundo  
  
  pinMode (12, OUTPUT); //Configuramos el pin 12 como pin de salida  
  pinMode (11, OUTPUT); //Configuramos el pin 11 como pin de salida  
  
  pinMode (A0, INPUT); //Configuramos el pin A0 como pin de entrada  
  pinMode (5, INPUT); //Configuramos el pin 5 como pin de entrada
```

```
pinMode (4, INPUT);      //Configuramos el pin 4 como pin de entrada
pinMode (3, INPUT);      //Configuramos el pin 3 como pin de entrada
delay(1000);             //Esperamos 1 segundo
}
```

```
void loop() {
```

```
float h = dht.readHumidity();    //Leemos la Humedad
float t = dht.readTemperature(); //Leemos la temperatura en grados Celsius

lcd.setCursor(5,0);              //Ubicamos el cursor en el primer renglón de la pantalla
lcd.print(t);                    //Imprimimos en la pantalla el valor de la variable t
lcd.setCursor(8,1);              //Ubicamos el cursor en el segundo renglón de la pantalla
lcd.print(h);                    //Imprimimos en la pantalla el valor de la variable h
delay(1000);                     //Esperamos un segundo

int Opto = digitalRead(pinOpto); //Incluimos dentro de otra variable la lectura del pin 4
if((Opto == 0)&&(contador == 0)){ //Establecemos una condición y si esta se da.....
    digitalWrite(solenoid,HIGH); //Energizamos el solenoide para liberar la puerta de
    la jaula
    delay(1000);                 //Esperamos un segundo
    digitalWrite(solenoid,LOW); //Desactivamos el solenoide
```



```
mySerial.write("AT+CMGF=1\r\n"); //Configuramos el modulo en modo de mensaje de
texto
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write("AT+CMGS=\"+573108051177\"\r\n"); //Configuramos el número celular
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write("Captura roedor"); //Definimos el texto que queremos enviar
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write(char(26)); //Limpiamos la bandeja de envío
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
contador = 1; //El contador suma un evento para no repetir mensaje
}

if((t >= 30)&&(contador == 0)){ //Establecemos una condición y si esta se da
digitalWrite(extractor,HIGH); //El pin 11 del extractor lo ponemos en estado alto
mySerial.write("AT+CMGF=1\r\n"); //Configuramos el modulo en modo de mensaje de
texto
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write("AT+CMGS=\"+573108051177\"\r\n"); //Configuramos el número celular
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write("Temperatura Alta"); //Definimos el texto que queremos enviar
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write(char(26)); //Limpiamos la bandeja de envío
```

```

delay(1000); //Esperamos 1 segundo
contador = 1; //El contador suma un evento para no repetir
mensaje
}
if((h >= 80)&&(contador == 0)){ //Establecemos una condición y si esta se da
digitalWrite(extractor,HIGH); //El pin 11 del extractor lo ponemos en estado alto
mySerial.write("AT+CMGF=1\r\n"); //Configuramos el modulo en modo de mensaje de
texto
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write("AT+CMGS=\"+573108051177\"\r\n"); //Configuramos el número celular
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write("Humedad Alta"); //Definimos el texto que queremos enviar
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write(char(26)); //Limpiamos la bandeja de envío
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
contador = 1; //El contador suma un evento para no repetir
mensaje
}
int Gas = digitalRead(pinGas); //Incluimos dentro de otra variable la lectura del
pin 5

```

```

if((Gas == 0)&&(contador == 0)){ //Establecemos una condición y si esta se da
    digitalWrite(extractor,HIGH); //El pin 11 del extractor lo ponemos en estado alto
    mySerial.write("AT+CMGF=1\r\n"); //Configuramos el modulo en modo de mensaje de
texto
    delay(1000); //Esperamos 1 segundo
    mySerial.write("AT+CMGS=\"+573108051177\"\r\n"); //Configuramos el número de
celular
    delay(1000); //Esperamos 1 segundo
    mySerial.write("Humedad Alta"); //Definimos el texto que queremos enviar
    delay(1000); //Esperamos 1 segundo
    mySerial.write(char(26)); //Limpiamos la bandeja de envío
    delay(1000); //Esperamos 1 segundo
    contador = 1; //El contador suma un evento para no repetir
mensaje
}
int Agua = analogRead(pinAgua); //Incluimos dentro de otra variable la lectura del
pin A0
if((Agua >= 20)&&(contador == 0)){ //Establecemos una condición y si esta se da
    mySerial.write("AT+CMGF=1\r\n"); //Configuramos el modulo en modo de mensaje de
texto
    delay(1000); //Esperamos 1 segundo
    mySerial.write("AT+CMGS=\"+573108051177\"\r\n"); //Configuramos el número celular

```

```
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write("Presencia de Agua"); //Definimos el texto que queremos enviar
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
mySerial.write(char(26)); //Limpiamos la bandeja de envío
delay(1000); //Esperamos 1 segundo
contador = 1; //El contador suma un evento para que no se repita
```

mensaje

```
}
}
```

//© 2019 Guillermo Caballero Saboya

//Link video explicativo <https://1drv.ms/v/s!AnSG1Pu52m0ViCln2T6NThXCbT-Y?e=kJexnk>

6.1.6 Instalación de elementos electrónicos en una mesa de pruebas.

Se instalaron los elementos electrónicos en una mesa de pruebas para posteriormente someter los sensores a alteraciones en sus variables de medición y registrar las respuestas obtenidas del microprocesador:

6.1.6.1 Sensor de temperatura y humedad.

Se ha decidido utilizar al sensor digital de temperatura y humedad relativa DHT21 (NAYLANMPMECHATRONICS, 2019) por su robustez, porque integra ambas medidas en uno

solo; este sensor tiene un termistor y un microcontrolador que realiza la conversión analógica a digital. Debido a su robustez, en parte como consecuencia de su empaque plástico, lo hace de preferencia para aplicaciones en exteriores como control automático de temperatura, aires acondicionados, monitoreo ambiental en campos agrícolas y otros.

Con relación al software, se dispone de librerías para Arduino con soporte “single bus”, en lo que tiene que ver con el hardware, es necesario conectar el cable rojo a la fuente de alimentación de 3,5 voltios, el negro a tierra, y el amarillo a un pin digital en el microcontrolador Arduino.

Este sensor obtiene datos nuevos cada dos segundos, y en temas de calibración, viene calibrado de fábrica y su estabilidad y fiabilidad en el tiempo es resultado de los coeficientes de calibración grabados en su memoria OTP. Como recomendaciones especiales se tienen que el cable de comunicación no exceda 20 metros y que sea del tipo apantallado, se sugiere proteger el sensor de la luz directa y de su radiación ultravioleta.

Características:

- Voltaje de Operación: 3.5V - 5.5V DC
- Consumo corriente: 1mA - 1.5mA
- Rango de Temperatura: -40 hasta 80°C
- Precisión Temperatura: +- 0.5°C
- Resolución Temperatura: 0.1°C
- Rango de Humedad Relativa: 0 a 100% RH

- Precisión HR: $\pm 3\%$
- Resolución Humedad: 0.1%RH
- Tiempo de sensado: 2s
- Interface digital: Single-bus (bidireccional)
- Modelo: AM2301
- Dimensiones: 60*28*13mm
- Peso: 17 gr.
- Carcasa de plástico negro
- Longitud cable: 50cm



Figura 6. Sensor de temperatura y humedad realmente utilizado en el montaje y pruebas

6.1.6.2 Sensor de líquidos.

El sensor de líquidos utilizado (Aprendiendo Arduino, 2019) puede detectar profundidad del agua y tiene como principal componente a un circuito amplificador que cuenta con un transistor y unas líneas metálicas, de modo que, al estar inmerso en agua, la resistencia cambia con la profundidad, siendo esta convertida en señal eléctrica.

Este sensor puede utilizarse en detección de lluvia, de nivel de agua y de fugas mínimas, una gota de agua puede activar el sensor pues se tiene una resistencia de pull-up débil, de solo 1 M Ω . El sensor presenta bajo consumo de energía y una alta sensibilidad como se acaba de explicar.

Características:

- Voltaje de funcionamiento: 5V
- Corriente de trabajo: < 20 mA
- Interfaz: analógica
- Ancho de detección: 40 mm \times 16 mm
- Temperatura de trabajo: 10° C ~ 30 °C
- Señal de voltaje de salida: 0 ~ 4.2V

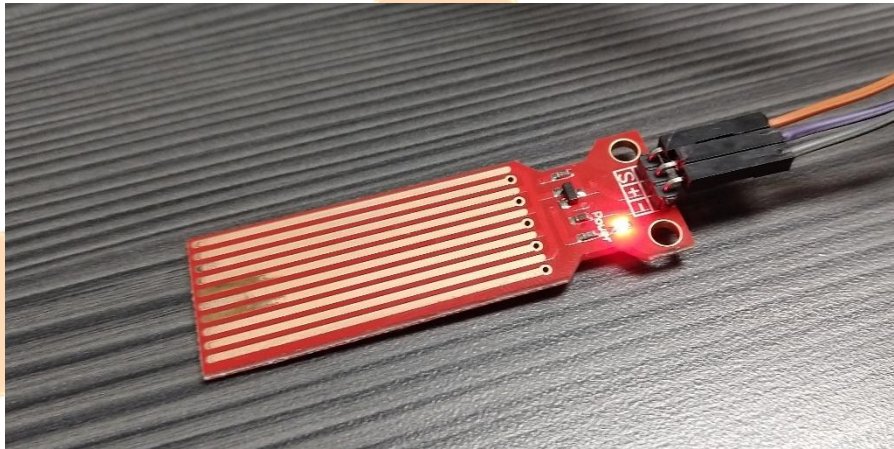


Figura 7. Sensor de líquidos realmente utilizado en el montaje y pruebas

6.1.6.3 Sensor de humo y gases.

Se decidió utilizar un sensor MQ-135-SEN (NAYLAN P MECHATRONICS, 2019) por su amplio uso en la detección de contaminación en el ambiente, usualmente en circuitos de control como alarmas de tipo residencial, y en sitios donde se requiere prevenir contaminación como industrias con manejo de químicos, así como en control de calidad del aire en edificios de oficinas.

Puede este sensor detectar niveles de concentración en porcentajes, su señal de salida es dual analógica y digital, la analógica proporcional al aumento de concentraciones, la digital con niveles TTL para procesamiento en microcontrolador.

Características:

- Voltaje de operación: 5V DC
- Corriente de operación: 150mA

- Potencia de consumo: 800mW
- Tiempo de precalentamiento: 20 segundos
- Resistencia de carga: Potenciómetro (Ajustable)
- Detección de partes por millón: 10ppm~1000ppm
- Concentración detectable: Amoniac, sulfuro, benceno, humo
- Concentración de oxígeno: 2%~21%
- Humedad de operación: <95%RH
- Temperatura de operación: -20°C~70°C



Figura 8. Sensor de humo y gases realmente utilizado en set y pruebas

6.1.6.4 Sensor presencia de roedores.

Se ha decidido la utilización del sensor E18-D80NK (NAYLAMPMECHATRONICS, 2019) porque permite la detección de objetos hasta en un rango de 80 cm, y por tener fácil integración con sistemas digitales como el Arduino; para dicha integración solo se requiere la conexión de la salida a una entrada digital del microcontrolador. Su alimentación es con 5 voltios, y su sensibilidad regulable con un potenciómetro autoportado. El sensor funciona por medio de un led que se activa al detectar objetos en el rango mencionado, con lo que puede calibrarse y comprobarse el funcionamiento fácilmente.

Este sensor utiliza el cambio de intensidad de luz para la detección, es de tipo difuso de modo que tanto emisor como receptor están dentro del sensor, sin necesidad de espejo fijo como el tipo réflex. El funcionamiento es sencillo: se emite un haz infrarrojo que es reflejado en cualquier objeto dentro del rango, este reflejo se detecta por el receptor fotoeléctrico con la emisión posterior de una señal de detección. No hay una estimación de la distancia del objeto sino solamente su presencia dentro del rango.

Su uso es amplio en robótica móvil para detección de obstáculos a distancia y en automatización para conteo de piezas, por ejemplo, para ello se recomienda una separación de al menos 3 cm entre cada objeto para registrar la diferencia entre uno y otro.

Características:

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Corriente de trabajo: 20mA máx.
- Corriente de salida (carga): 100mA máx.
- Rango de detección: 3cm a 80cm
- Ajuste de rango de detección mediante potenciómetro
- Emisor de luz: Led infrarrojo
- Sensor fotoeléctrico infrarrojo tipo difuso / opaco
- Salida: Tipo NPN normalmente abierto (NO) (ON: GND / OFF: VCC)
- Dimensiones: D18mm*L50mm
- Cuerpo roscado de plástico
- Material carcasa: plástico
- Longitud del cable: 80cm
- Indicador de detección: LED rojo
- Temperatura de trabajo: -25 a 70°C
- Peso: 42 grs.



Figura 9. Sensor presencia de roedores

Nota: el sensor detector de presencia de roedores se encuentra instalado en la trampa para atraparlos, imagen siguiente.



Figura 10. Trampa para atrapar roedores

6.1.6.5 Microcontrolador Arduino UNO.

La decisión de utilizar el Microcontrolador Arduino UNO (ARDUINO, 2019) está basada en su amplia difusión y en la gran cantidad de librerías y experiencias de usuarios en distintas plataformas de acceso libre, esta es una placa de microcontrolador con base en el ATmega328P.

En lo que tiene que ver con sus conexiones, cuenta con 14 pines de entrada / salida digital, seis de ellos pueden utilizarse como salidas PWM, tiene 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio.

Características:

Tabla 5.

Características del microcontrolador Arduino UNO

Parte del microcontrolador	Característica/descripción
Microcontrolador	ATmega328P
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Pernos digitales de E / S	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
PWM Digital I / O Pins	6
Clavijas de entrada analógica	6
Corriente DC por Pin de E / S	20 mA

Parte del microcontrolador	Característica/descripción
Corriente DC para 3.3V Pin	50 mA
Memoria flash	32 KB (ATmega328P) de los cuales 0.5 KB utilizados por el cargador de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidad de reloj	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Longitud	68.6 mm
Anchura	53.4 mm
Peso	25 g

Alimentación:

La alimentación de este microcontrolador puede hacerse por medio de conexión USB o con fuente de alimentación externa, su selección es automática. Con relación a la alimentación externa, esta puede ser incluso de un adaptador CA a CC o de batería. El adaptador puede conectarse mediante un positivo central de 2.1 mm en el enchufe de alimentación. Para el caso de una batería, los cables pueden insertarse en los encabezados de los pines Vin y GND del conector POWER. El elemento puede funcionar con suministro externo de 6 a 20 voltios, si se suministra con menos de 7V, el pin de 5V puede suministrar menos de cinco voltios y la placa puede volverse inestable. En el caso contrario, el uso de más de 12V, puede sobrecalentar el regulador de voltaje y ocasionar daños. El rango recomendado es entonces de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son los siguientes:

- Vin. Se puede suministrar voltaje a través de este pin o a través del conector de alimentación.
- 5V. Este pin emite 5V regulados desde el regulador en la placa; el elemento puede suministrarse con alimentación ya sea desde el conector de alimentación de CC (7-12 V), el conector USB (5 V) o el pin VIN de la placa (7-12 V).

- 3.3V. Suministro de 3.3 voltios generado por el regulador de a bordo. El consumo máximo de corriente es de 50 mA.

- GND. Pines de tierra.

- IOREF. Este pin proporciona la referencia de voltaje con la que opera el microcontrolador.

Con la configuración correcta del protector, el elemento puede leer el voltaje del pin IOREF y seleccionar la fuente de alimentación adecuada o habilitar a los traductores de voltaje en las salidas para que funcionen con los 5V o 3.3V.

Memoria:

El ATmega328 tiene 32 KB (con 0.5 KB ocupados por el gestor de arranque). También tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM (que pueden leerse y escribirse con la biblioteca EEPROM).

Entradas y salidas:

Cada uno de los 14 pines digitales en este elemento pueden usarse como entrada o salida, con las funciones `pinMode ()`, `digitalWrite ()` y `digitalRead ()`. Cada pin puede proporcionar o recibir 20 mA según las condiciones de funcionamiento recomendadas y tiene una resistencia de pull-up interna (desconectada por defecto) de 20-50k ohm. El máximo es de 40 mA y debe superarse en ningún pin de E / S para evitar daños permanentes.

Este elemento cuenta con 6 entradas analógicas, etiquetadas de A0 a A5, cada una de las cuales proporciona 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes).

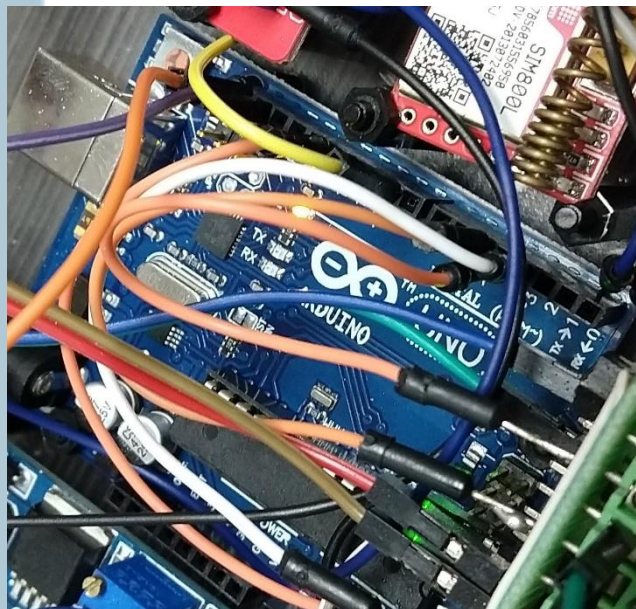


Figura 11. Arduino UNO efectivamente utilizado

6.1.6.6 Display de datos.

La pantalla de Cristal Líquido. LCD 16X2. Al igual que el microcontrolador Arduino, se encontrará en la caja principal del proyecto, tendrá conexión directa con el microcontrolador y permitirá visualizar las variables de temperatura y humedad en determinado momento. Este dispositivo que funciona con 5V DC, será alimentado por la fuente de poder.



Figura 12. Display de datos

Nota: el display de datos hace parte del elemento integrado completo en las pruebas, imagen siguiente.

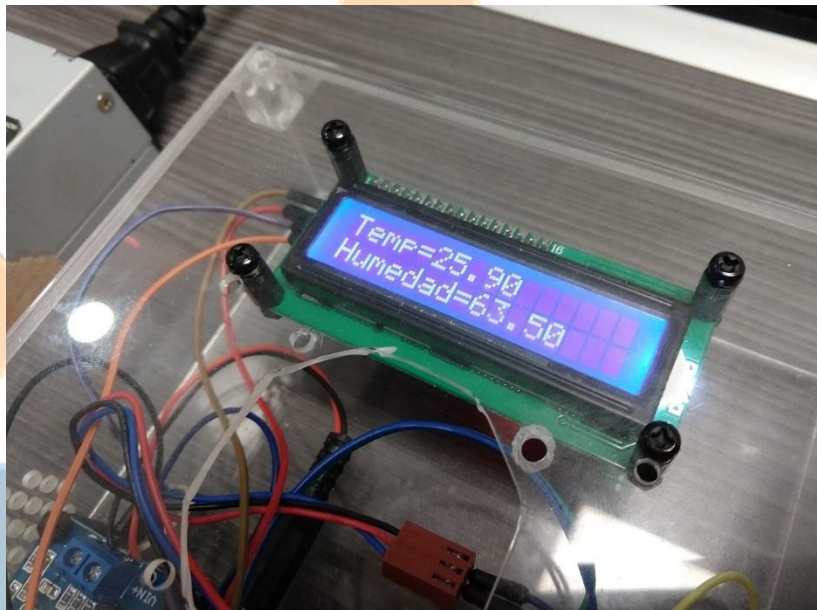


Figura 13. Display de datos en el montaje completo

6.1.6.7 Servomotor.

Se ha elegido un servomotor SG90 Tower Pro (ELECTRONILAB, 2019) para realizar el cierre de la puerta de la trampa de roedores por tener gran calidad y dimensiones muy pequeñas, así como por su bajo precio. Este servomotor funciona con casi todas las tarjetas electrónicas, es reconocido ampliamente por su funcionamiento en aerodelismo por su torque, tamaño y poco peso.

Este dispositivo realiza movimiento mecánico al recibir la señal del microcontrolador, para el caso, cuando se realiza una detección por parte del sensor E-18-D80NK envía la información al pin de entrada respectivo del microcontrolador y este a su vez emite una orden por un pin de salida para que el servomotor ejecute el movimiento. Dicho movimiento se trata de una leva que girara

90° sobre un eje liberando la puerta de una jaula que se encuentra abierta en constante tensión por medio de dos resortes que la tiran hacia la posición de cerrado.

Características:

- Micro Servo Tower-pro
- Velocidad: 0.10 sec/60° @ 4.8V
- Torque: 1.8 Kg-cm @ 4.8V
- Voltaje de funcionamiento: 3.0-7.2V
- Temperatura de funcionamiento: -30 °C ~ 60 °C
- Ángulo de rotación: 180°
- Ancho de pulso: 500-2400 μ s
- Longitud de cable de conector: 24.5cm



Figura 14. Servomotor

Nota: el servomotor forma parte del montaje de la trampa para roedores, imagen siguiente.



Figura 15. Servomotor en la trampa para roedores

6.1.6.8 Extractor de aire.

Para efectos de la simulación se emplea un extractor Cooler Master a 12 voltios con consumo de corriente de 0.15 amperios. Los extractores de aire reales tendrían ubicación en las paredes exteriores de la bodega e iniciarían su funcionamiento en el momento que los sensores tanto de temperatura como el de humo y gases, envíen al microcontrolador valores de las variables fuera del rango tolerable. La funcionalidad será renovar el aire interior de la bodega para tratar de estabilizar los valores.



Figura 16. Extractor de aire

Nota: el extractor Cooler Master hace parte del montaje completo, imagen siguiente.

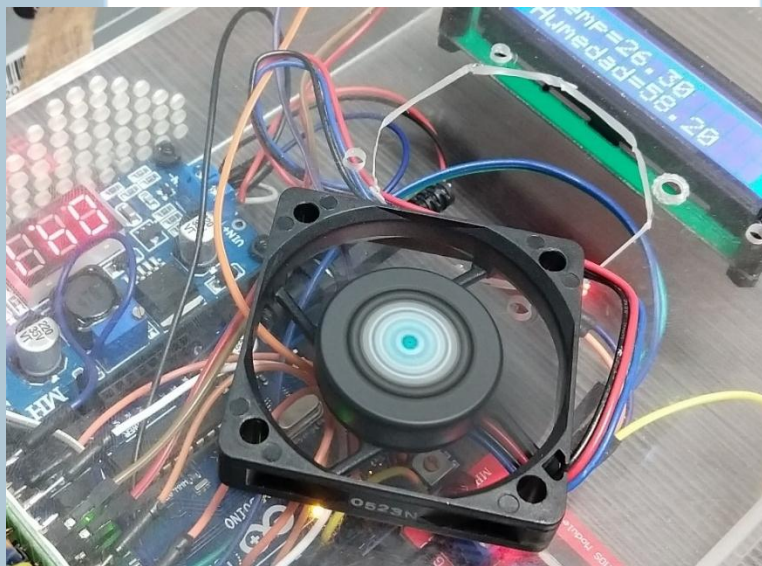


Figura 17. Extractor de aire como parte del set completo, en funcionamiento.

6.1.6.9 Modulo SIM 800.

Se ha elegido al SIM800L módulo GSM / GPRS (hetpro, 2019) por permitir funcionalidades avanzadas de comunicación a través de la red celular, como enviar mensajes de texto, datos y realizar llamadas. Su tamaño es muy pequeño y se puede dar fácil manejo desde el microcontrolador a través de sus pines incorporados.

Este módulo tiene comunicación directa con el microcontrolador Arduino por los pines TX y RX, y provee comunicación inalámbrica GSM con dispositivos celulares para enviar mensajes de texto al número que se programe y en los eventos que se considere de acuerdo con los datos obtenidos de los sensores. El texto a enviar también se programa de acuerdo con las necesidades.

Características:

- Módulo cuatribanda 850, 900, 1800 y 1900 MHz
- Voltaje de Alimentación recomendado: 3.5 – 4.2 v
- Control a través de comandos AT
- Se comunica con el microcontrolador a través del puerto UART
- Dispositivo de bajo consumo (1mA en reposo)
- Temperatura de Operación -40° a 85 C
- Dimensiones: 25 mm * 23 mm * 1 mm
- Peso: 4.7 gramos



Figura 18. Modulo SIM 800 L

Nota: el modulo SIM 800L hace parte del set completo, imagen siguiente.

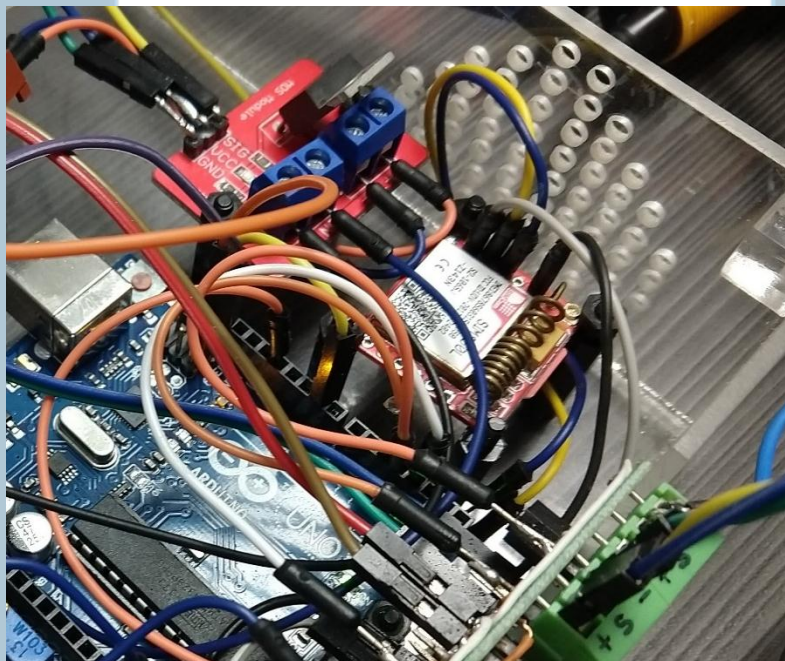


Figura 19. Modulo SIM 800L como parte del set completo

6.1.6.10 Regulador de voltaje.

El convertidor de voltaje elegido, DC-DC Step-Down 3A LM2596 (NAYLAMPMECHATRONICS, 2019), entrega un voltaje de salida constante inferior al de entrada no obstante las variaciones que éste pueda presentar. Este convertidor emite corrientes de salida de hasta 3A, voltajes de entrada entre 4.5V a 40V y de salida entre 1.23V a 37V. La selección del voltaje de salida se realiza mediante un potenciómetro multivuelta.

Este convertidor es de tipo conmutado reductor (Step-Down o Buck) con alta eficiencia de conversión, regulación de línea y con bajo “voltaje de rizado”. Con él se reduce el uso de componentes externos y se simplifica el diseño de fuentes de alimentación. Para asegurar un buen funcionamiento el nivel de voltaje de entrada debe ser superior al nivel de voltaje de salida por lo menos en 1.5V. Puede manejar una carga de hasta 3A, como recomendación especial, cuando se emplee para una corriente superior a 2A se debe adicionar un disipador de calor.

Características:

- Convertidor DC-DC Buck: LM2596
- Voltaje de entrada: 4.5V a 40V DC
- Voltaje de salida: 1.23V a 37V DC
- V. salida ajustable (el voltaje de entrada debe tener al menos 1.5V más que la salida).
- Corriente de Salida: máx. 3A, 2.5A recomendado (usar disipador para corrientes mayores a 2A).

- Potencia de salida: 25W
- Eficiencia de conversión: 92%
- Regulación de carga: $S(I) \leq 0.5\%$.
- Regulación de voltaje: $S(u) \leq 0.5\%$.
- Frecuencia de Trabajo: 150KHz
- Ripple en la salida: 30mV (máx.) 20M bandwidth
- Protección de sobre-temperatura: SI (apaga la salida)
- Protección de corto circuito: SI (hasta 5A)
- Protección limitadora de corriente: SI
- Protección frente a inversión de polaridad: NO
- Dimensiones: 43mm*21mm*13mm

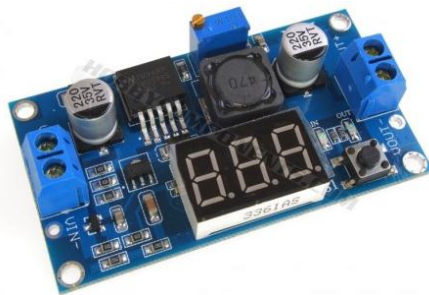


Figura 20. Regulador de voltaje

Nota: el regulador de voltaje hace parte del montaje completo, imagen siguiente.

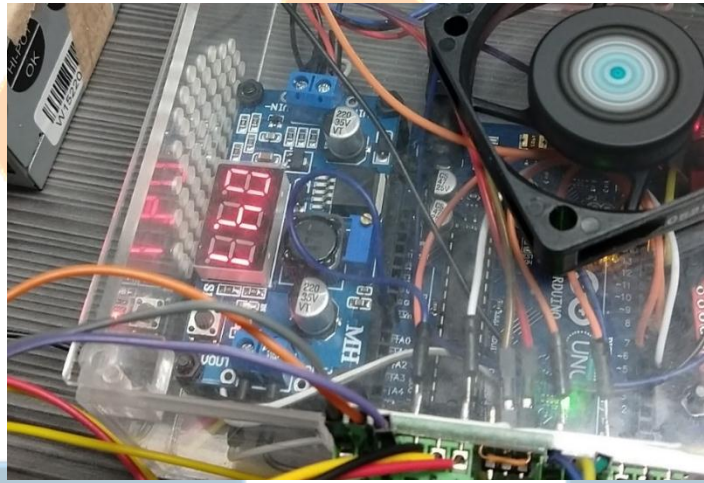


Figura 21. Regulador de voltaje LM 2596 como parte del set completo

6.1.6.11 Transistor.

Se ha elegido el transistor IRF520N (Llamas, 2019) por ser un modelo de amplia utilización, que se puede emplear para alimentar cargas a tensión e intensidad superiores a las que se puede proporcionar con las salidas incluidas en el Arduino. Su mayor ventaja radica en la existencia de placas comerciales que simplifican el montaje y que incluyen resistencias integradas, pines para conectar a Arduino y clemas de conexión para la carga.

Cuando la salida de Arduino se establezca en HIGH, la carga quedará conectada a la fuente de alimentación externa y Arduino solo tendrá que proporcionar la intensidad suficiente para saturar el transistor MOSFET en los cambios de estado. Con esto, el transistor elegido se comporta como un interruptor que enciende o apaga la carga, bajo control de la salida del Arduino.

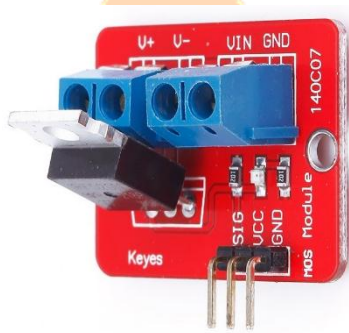


Figura 22. Transistor

Nota: el transistor IRF520N hace parte del set completo, imagen siguiente.

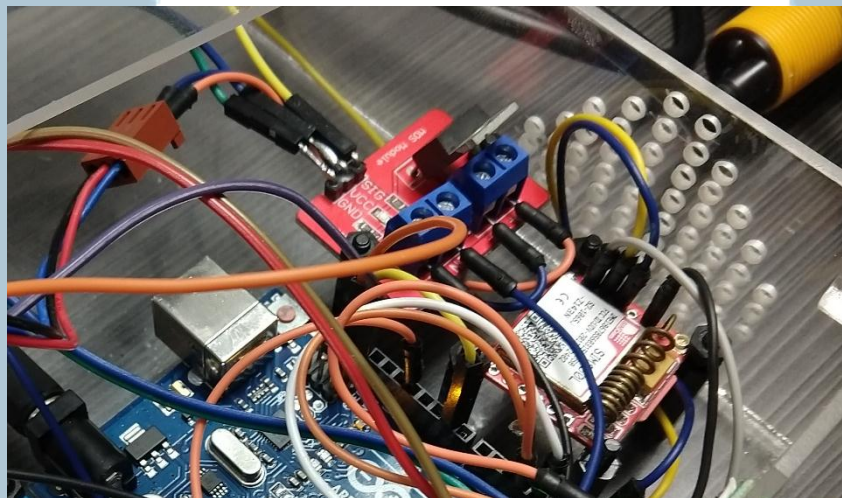


Figura 23. Transistor IRF 520N como parte del set completo

6.1.6.12 Sistema automatizado, set completo de elementos electrónicos.

Esta imagen muestra al set completo de elementos electrónicos que conforman al sistema automatizado en funcionamiento:

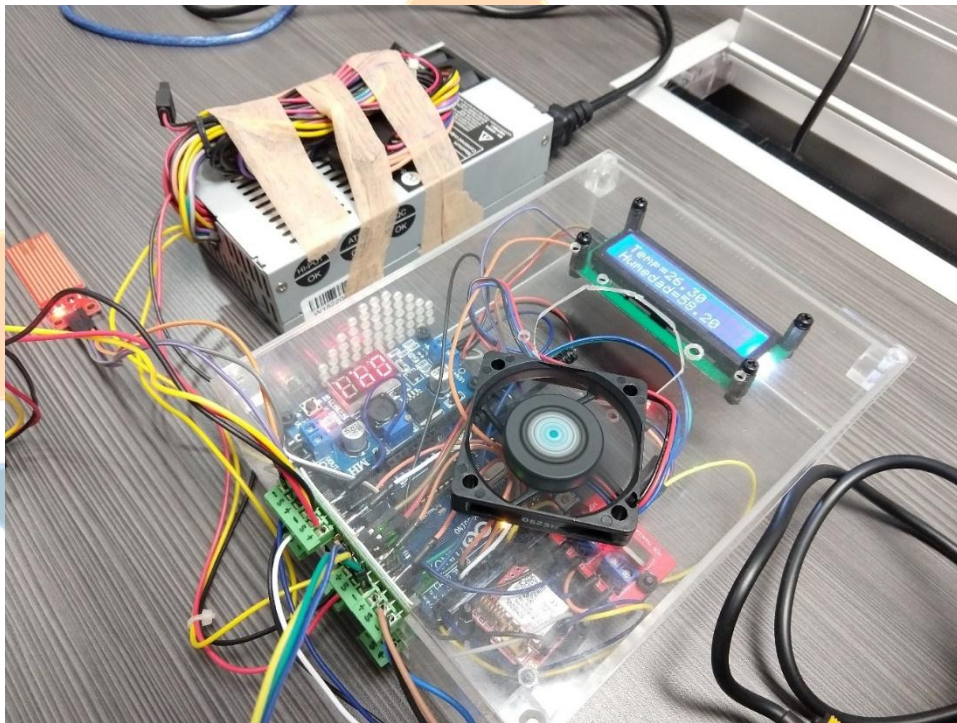


Figura 24. Set completo de elementos electrónicos – sistema automatizado

6.1.6.13 Valor del sistema automatizado completo.

El sistema automatizado, con los componentes descritos, tuvo el siguiente costo:

Tabla 6.

Costo del sistema automatizado completo

PRESUPUESTO PROYECTO				
DISPOSITIVO	VENDEDOR	REFERENCIA		COSTO
Arduino	Electronica Bucramanga	Especial - Uno		35.000

PRESUPUESTO PROYECTO

DISPOSITIVO	VENDEDOR	REFERENCIA	COSTO
Sensor Temperatura y Humedad	Mercado Libre – Marlon Caballero Bolaño	DHT21 AM2301	30.500
Sensor de Detección	Mercado Libre – Yeison Javier Rodriguez Vela	E18-d80nk	26.300
Sensor Humo y Gas	Mercado Libre - Julian Andres Rodriguez	MQ-2	17.800
Sensor de Agua	Electronica Especial - Analogico Bucaramanga		13.800
Pantalla de Cristal Liquido	Electronica Especial - Bucaramanga	LCD 16X2	22.800
Servo Motor	Electronica Especial - Bucaramanga	Tower Pro sg90	15.700
Extractor	Electronica Especial - Bucaramanga	Cool Master	8.000
Módulo Celular GSM GPRS	Electronilab - Pedido #6977	SIM800L	26.600
Regulador de voltaje	Electronilab - Pedido #6977	LM2596	15.800
Modulo Mossfet	Mercado Libre – Marlon Caballero Bolaño	Irf520	15.800
Fuente de Poder	TecnoMarket.ink Bucaramanga	PCSMART	70.000
Celda	BANGGOOD TECHNOLOGY CO	Trampa Roedores	40.379
Antena	Mercado Libre – Yeison Javier Rodriguez Vela	Gsm Sma Macho	33.700

PRESUPUESTO PROYECTO			
DISPOSITIVO	VENDEDOR	REFERENCIA	COSTO
Cable	Mercado Libre – Control Dinamico SAS	Rf Ufl A Sma	12.700
Cables	Electronica Especial - Bucaramanga	Jumper	9.000
Adaptador	Mercado Libre – Andres Felipe Gomez Rendon	Arduino Nano V3.0	18.500
Funda Termo Encogible	Eléctricos del Oriente - Bucaramanga	Varios	5.000
Kit 160 tornillos	Mercado Libre – Vistronica SAS	Nylon M3	51.700
Sim Card	Centro Comercial Bucacentro	N/A	12.000
Caja Proyecto	Acrylicos y Avisos - Bucaramanga	Acilico	30.000
TOTAL			511.079

6.1.7 Creación de formato de registro de actuaciones en respuesta a la aplicación controlada de causas potenciales.

Para crear el formato de registro de pruebas o de actuaciones del sistema, se procedió en primer lugar a realizar un diseño de estas; todas las pruebas, una para cada sensor en respuesta a la presencia de una causa potencial, siguieron el mismo patrón general.

6.1.7.1 Diseño de pruebas del sistema.

Las pruebas del sistema automatizado se diseñaron siguiendo un patrón general que permite:

1. Aseguramiento de valores de variables ambientales mediante el uso de otros instrumentos de medición. Se pretende conocer el estado inicial de las variables ambientales: temperatura, ausencia de humo o gases, humedad, ausencia de algún elemento en la trampa de atrapamiento de roedores y ausencia de agua en el sensor de líquidos.
2. Instalación del sistema y reset del mismo. Es decir, poner el sistema en estado encendido OK.
3. Aplicación de la causa potencial directamente sobre el sensor. Se desea alterar la variable de medición de manera controlada, aplicar calor con un secador de cabello, por ejemplo, dejar caer una gota de líquido sobre el sensor correspondiente y demás alteraciones controladas.
4. Registro de la respuesta del sistema. Anotar la respuesta del sistema a la aplicación de causa potencial, por ejemplo, anotar si el ventilador encendió frente al aumento de temperatura y registrar si se recibió el mensaje de texto con dicho anuncio.

En cumplimiento del patrón propuesto, se diseñaron pruebas:

1. PRUEBA 1: PERCEPCIÓN DE TEMPERATURA FUERA DEL RANGO.
2. PRUEBA 2: PERCEPCIÓN DE HUMEDAD RELATIVA FUERA DEL RANGO.
3. PRUEBA 3: PERCEPCIÓN DE PRESENCIA DE GASES NO ESPERADOS.
4. PRUEBA 4: PERCEPCIÓN DE PRESENCIA DE HUMO.
5. PRUEBA 5: PERCEPCIÓN DE PRESENCIA DE LÍQUIDOS.
6. PRUEBA 6: PERCEPCIÓN Y CAPTURA DE ROEDORES.

6.1.7.2 Diseño del formato de registro de actuaciones.

Se diseñó un formato para registrar las actuaciones o respuestas del sistema, de acuerdo con el diseño de las pruebas, se anexa el Formato de registro de actuaciones: Anexo 03.

6.2 Comportamiento del sistema en desarrollo de las pruebas

Se realizaron las pruebas conforme se diseñaron para comprobar la eficacia del sistema con sus partes electrónicas armadas en torno al Arduino UNO, así como de la programación con que se alimentó a este último elemento; el registro de las pruebas es como sigue:

6.2.1 Prueba 1: Percepción de temperatura fuera del rango.

En primer lugar, se comprobó la temperatura ambiente menor de 30°C, posteriormente se comprobó el reset del sistema, se aplicó temperatura al sensor mediante un secador de cabello, al elevarse la temperatura a más de 30°C, se activó el ventilador y posteriormente se registró el mensaje de texto con las palabras “Temperatura Alta”.

El siguiente video muestra la prueba realizada para comprobar la respuesta del sistema a la temperatura por encima del rango: <https://1drv.ms/v/s!As3TAwF7A2NzhsIIUYwQg32WuppdRQ>

En similar manera, se requirió realizar la prueba para comprobar la respuesta del sistema a la temperatura por debajo del rango, lo cual se realizó similarmente con el aire acondicionado de la oficina; el siguiente video muestra la prueba realizada:

<https://1drv.ms/v/s!As3TAwF7A2NzhsIpPuB1pcBKvNjWCA>

6.2.2 Prueba 2: Percepción de humedad relativa fuera del rango.

Una vez comprobada la humedad relativa del ambiente, menor de 70% de acuerdo con la programación realizada, se aplicó humedad con el vapor generado en la boca; se activó el ventilador y se envió el mensaje de texto con las palabras “Humedad Alta”. Con el secador de cabello se hizo descender la humedad, con ello se desactivó el ventilador.

El siguiente video muestra la prueba realizada:

<https://1drv.ms/v/s!As3TAwF7A2NzhsIsR7CvEd4XrDm6fw>

6.2.3 Prueba 3: Percepción de presencia de gases no esperados.

Correspondía realizar la prueba de presencia de gases, esto se desarrolló acercando un pequeño recipiente con alcohol en su interior: al momento de acercarlo al sensor, se activó el ventilador y se envió el mensaje de texto de acuerdo con lo programado.

Se adjunta enlace al video correspondiente de la prueba realizada.

<https://1drv.ms/v/s!As3TAwF7A2NzhsIJdiCAWKw1GdDSYg>

6.2.4 Prueba 4: Percepción de presencia de humo.

El ambiente cerrado en que se realizó la prueba estuvo aislado del ambiente exterior con lo que se aseguró que no hubiese presencia de gases, para esta prueba se utilizó humo de cigarrillo que se encendió dentro del ambiente cerrado y se acercó al sensor correspondiente, con esto se activó el ventilador y se envió el mensaje de texto de acuerdo con lo programado.

Se adjunta el video con la prueba realizada.

<https://1drv.ms/v/s!As3TAwF7A2NzhsIJ8D75HZiuVQ--9A?e=9KbWEC>

6.2.5 Prueba 5: Percepción de presencia de agua.

Para la activación del sensor de líquidos, que detecta la presencia de agua y pasa la información al Arduino UNO, se dejaron caer un par de gotas de líquido sobre el sensor, este activó inmediatamente el envío de mensaje de texto, de acuerdo con la programación realizada.

Se anexa enlace al video con la prueba realizada.

<https://1drv.ms/v/s!As3TAwF7A2NzhsIoee3WcNHBrcehAA>

6.2.6 Prueba 6: Percepción y captura de roedores.

Para esta prueba se utilizó un medio que simulara la presencia de un roedor dentro del rango del sensor, este elemento detecta la presencia del elemento y activa un servomotor que ha sido programado para dar solo una parte de giro, de modo que se deje de sostener la puerta de la trampa y esta caiga, dejando el elemento utilizado atrapado dentro de la jaula. Esto se realizó acercando un elemento, lo cual activó la trampa como puede observarse en el video adjunto:

https://1drv.ms/v/s!As3TAwF7A2NzhsIFgda_v3tLOcu1lg?e=tAOMpo

6.2.7 Registro de las pruebas realizadas.

Se incluye el Anexo 03 FORMATO DE REGISTRO DE ACTUACIONES DEL SISTEMA.

6.3 Propuesta de sistema automatizado en el Almacén de Intendencia.

Conocido que es posible realizar el monitoreo de las variables que pueden ocasionar daños en los materiales almacenados, se propone a la Institución que se desarrolle un sistema en el sitio para protección de dichos materiales, esta propuesta tiene base en el fundamento teórico, la documentación de las causas potenciales de deterioro de los elementos almacenados y los rangos para dichas causas para las variables de temperatura y humedad relativa, así como la definición de factores dañinos como son la presencia de agua y de roedores, se ha procedido a diseñar un sistema automatizado que, con base en unos sensores, determine lo siguiente:

- Temperatura fuera de un rango establecido con base en el material de referencia consultado.
- Humedad relativa fuera de un rango establecido con base en el referido material consultado.
- Presencia de agua o roedores en el sitio de almacenamiento.

Para con esas determinaciones proceder con actuaciones:

- Por medio de ventilación, hacer descender la temperatura cuando supere la temperatura máxima aceptada para mantener los elementos almacenados sin deterioro, así como enviar un mensaje de texto a las personas responsables.

- Por medio de ventilación, hacer bajar la humedad cuando supere un máximo aceptado para mantener los elementos almacenados sin deterioro, así como enviar mensaje de texto a las personas responsables.

- Atrapar roedores en trampas automáticas diseñadas para detectar la presencia del animal y accionar una puerta de forma automática.

- Enviar mensaje de texto a las personas responsables cuando se detecte presencia de agua en sitios determinados del almacén de intendencia, para retirarla y evitar el deterioro de los elementos almacenados.

Este diseño ha sido comprobado mediante simulación de condiciones adversas sobre los sensores, pudo comprobarse que las actuaciones programadas ocurrieron, de modo que solo resta proponer a la Policía Nacional que se realice el diseño e instalación del sistema en la práctica, en el almacén de intendencia, para lo cual se propone la instalación de sensores como se muestra en la ilustración siguiente con base en el plano del área de almacenamiento:



Figura 25. Ubicación de elementos electrónicos en el área de almacenamiento

- Instalación de dos sensores detectores de temperatura y humedad en sitios internos, uno cerca del almacenamiento de calzado y el otro cerca del almacenamiento de papel, con el propósito de enviar la señal con el dato real de temperatura y humedad al microcontrolador Arduino.
- Instalación de sensores de presencia de líquidos en el piso, uno al lado del almacenamiento de calzado y accesorios, el otro en el área de almacenamiento de textiles, que son los sitios con mayor

desnivel, con el propósito de enviar señal de presencia de líquidos si ello ocurriese al microcontrolador Arduino.

- Instalación de seis sensores de presencia de humo y gases, distribuidos en toda el área de almacenamiento de manera equidistante unos de otros, con el propósito de enviar señal de presencia de gases o humo si ello ocurriese, al microcontrolador Arduino.

- Instalación de extractores en los accesos de ventilación, de tipo industrial, que generen un caudal de más de 24 mil metros cúbicos por hora¹, con lo cual se desaloja todo el aire del área de almacenamiento y se reemplaza con aire fresco del exterior.

* Ver ficha técnica anexa.

- Instalación de trampas para atrapamiento de roedores en el sitio más oscuro del área de almacenamiento, para atrapar roedores que puedan ingresar en búsqueda de alimento y establecer guarida.

- Instalación del sistema Arduino con fuente de poder en sitio elevado al menos 1,50 metros del suelo, cerca del acceso, en una carcasa metálica a prueba de polvo y agua, garantizando el ingreso de cables de conexiones de sensores y actuadores de forma cubierta con canaletas para evitar daños.

¹ Se propone el ventilador Airmax 36 GL*

6.3.1 Presupuesto de sistema automatizado en el almacén de intendencia.

Tomando como base el presupuesto del sistema automatizado diseñado y montado para las pruebas de la programación del Arduino UNO, puede plantearse a nivel conceptual, este presupuesto de sistema automatizado:

Tabla 7.

Presupuesto del proyecto de sistema automatizado

PRESUPUESTO PROYECTO				
Dispositivo	Referencia	Costo un	Cantidad	Total
Arduino	Mega	160.000	1	160.000
Sensor Temperatura y Humedad	SHT15	142.900	2	857.400
Sensor de Detección	S320120 ez1	102.536	2	205.072
Sensor de Humo	Vision ZS6101	329000	6	1.974.000
Sensor de Gas	SELF TEST	258.000	6	1.548.000
Sensor de inundación	Honeywell 470-12	369.600	2	739.200
Pantalla de Cristal Liquido	LCD TFT 2.4	45.760	1	45.760
Servo Motor	Tower Pro sg90	15.700	1	15.700
Extractor	AIRMAX 50 GL	2.980.000	2	5.960.000
Módulo Celular GSM GPRS	SIM900	79.188	1	79.188
Regulador de voltaje	Drok convertidor DC	195.599	1	195.599
Modulo Mossfet	Irf520	15.800	1	15.800
Fuente de Poder	S-240-12	100.000	1	100.000

PRESUPUESTO PROYECTO

Dispositivo	Referencia	Costo un	Cantidad	Total
Celda	Trampa Roedores	40.379	2	80.758
Antena	Gsm Sma Macho	33.700	1	33.700
Cable	Rf Ufl A Sma	12.700	1	12.700
Cables	Jumper	9.000	1	9.000
Adaptador	Bornera	45000	1	45000
Funda Termo Encogible	Varios	5.000	1	5.000
Kit 160 tornillos	Nylon M3	51.700	1	51.700
Sim Card	N/A	12.000	1	12.000
Caja Proyecto	Acrylic	80.000	1	80.000
TOTAL			31	11.653.977
Arduino	Mega	160.000	1	160.000
Sensor Temperatura y Humedad	SHT15	142.900	2	857.400
Sensor de Detección	S320120 ez1	102.536	2	205.072
Sensor de Humo	Vision ZS6101	329000	6	1.974.000
Sensor de Gas	SELF TEST	258.000	6	1.548.000
Sensor de inundación	Honeywell 470-12	369.600	2	739.200
Pantalla de Cristal Liquido	LCD TFT 2.4	45.760	1	45.760
Servo Motor	Tower Pro sg90	15.700	1	15.700
Extractor	AIRMAX 50 GL	2.980.000	2	5.960.000
Módulo Celular GSM	SIM900	79.188	1	79.188
GPRS				
Regulador de voltaje	Drok convertidor DC	195.599	1	195.599
Modulo Mossfet	Irf520	15.800	1	15.800
Fuente de Poder	S-240-12	100.000	1	100.000

PRESUPUESTO PROYECTO

Dispositivo	Referencia	Costo un	Cantidad	Total
Celda	Trampa Roedores	40.379	2	80.758
Antena	Gsm Sma Macho	33.700	1	33.700
Cable	Rf Ufl A Sma	12.700	1	12.700
Cables	Jumper	9.000	1	9.000
Adaptador	Bornera	45000	1	45000
Funda Termo Encogible	Varios	5.000	1	5.000
Kit 160 tornillos	Nylon M3	51.700	1	51.700
Sim Card	N/A	12.000	1	12.000
Caja Proyecto	Acilico	80.000	1	80.000
TOTAL			31	11.653.977

7. Conclusiones

En atención a la situación problemática detectada, es decir la necesidad de tener control sobre las variables que pueden ocasionar daños en los materiales almacenados en la bodega de Intendencia de la Policía Nacional en Bucaramanga, y de esta forma asegurar la preservación de ellos, se planteó el diseño de un sistema automatizado que una vez instalado monitoreara dichas variables y actuara sobre ellas cuando estuvieran fuera de determinado rango o se alcanzaran determinados valores.

Se realizó un diseño de sistema automatizado con sensores, microcontrolador y actuadores que simularan las condiciones de dichas variables, para comprobar que el sistema respondiera de acuerdo con la programación realizada y esto ocurrió en todas las veces en todas las pruebas realizadas, tanto las preliminares como las documentadas en video y audio.

Las pruebas fueron exitosas en su totalidad, durante el montaje se salvaron obstáculos no esperados como las variaciones de voltaje presentadas en todo el sistema con la actuación de la tarjeta SIM encargada de enviar los mensajes de texto y la afectación de dicha variación de voltaje en el servomotor que actuaba sobre la puerta de la trampa de roedores, este obstáculo se salvó con ajustes al sistema en su parte de regulación de voltaje.

Se concluye que:

- Frente a cambios en variables elegidas: temperatura, humedad relativa, presencia de humo y gases, presencia de roedores y de agua, se realizó el monitoreo de dichos cambios, en comparación frente a unos rangos previamente establecidos.
- Ante la desviación de los valores de tales variables se realizaron actuaciones automáticas que lograron regresar los valores a los rangos establecidos, seguros para la preservación de los materiales almacenados
- Se concluye que es perfectamente posible programar un microcontrolador para que se mantuvieran las condiciones ambientales de almacenamiento.
- Se concluye que las simulaciones realizadas pueden soportar la propuesta de instalación de un sistema automático de monitoreo y control sobre las variables ambientales y otras en el almacén de intendencia de la Institución.

8. Recomendaciones

Se recomienda la instalación de un sistema automatizado similar al desarrollado para las pruebas de la programación, que responda a las situaciones en que las variables monitoreadas salgan de los rangos normales, y que permita actuar sobre ellas para proteger de daños a los elementos almacenados.

Para este montaje, se recomienda desarrollar un trabajo de ingeniería previo, con la definición de los mejores elementos sensores y actuadores, pues ellos van a estar a la intemperie y debe asegurarse su correcto funcionamiento durante un tiempo prudencial, de acuerdo con sus fichas técnicas y las recomendaciones del fabricante. Este trabajo previo deberá poner el presupuesto a nivel de ingeniería de detalle para asegurar el uso eficiente de los recursos de la institución.

Referencias Bibliográficas

100CIA.SITE. (s.f.). *Quien inventó los detectores de humo*. Obtenido de <https://100cia.site/index.php/fisica/item/10692-quien-invento-los-detectores-de-humo>

Aprendiendo Arduino. (03 de agosto de 2019). *Sensor deteccion de agua para arduino*. Obtenido de: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/10/17/sensor-deteccion-de-agua-para-arduino/>

ARDUINO. (03 de agosto de 2019). *Arduino Uno REV3*. Obtenido de: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

Dean, J., & Dean, R. (2009). *Introducción a la programación con JAVA*. México: McGraw Hill.

Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. (2018). *Sistemas de Control de Aire Ambiental*. Lima: Ministerio de Salud.

División de Gestión de Almacenes. (2015). *Norma que regula el Procedimiento de Recepción, Almacenamiento, Custodia y Entrega de Bienes*. Lima: Intendencia Nacional de Administración.

ECURED. (s.f.). *Tarjeta perforada*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Tarjeta_perforada

Ejercito Ecuatoriano. (2015). *Manual General de Abastecimiento*. Quito: Ejercito Ecuatoriano.

ELECTRONILAB. (03 de agosto de 2019). *Micro Servo 9G Towerpro*. Obtenido de: <https://electronilab.co/tienda/micro-servo-9g-towerpro/>

ENCICLOPEDIA BRITÁNICA. (s.f.). *Santorio Santorio*. Obtenido de <https://www.britannica.com/biography/Santorio-Santorio>

Federal Emergency Management Agency. (2015). *Guía del propietario y arrendatario para la limpieza de moho después de desastres*. Washington: FEMA.

Fernández, R. (2013). *Análisis y diseño de sistemas de control digitales*. México: McGraw Hill.

Fundación Andes. (2002). *Manual de conservación preventiva de textiles*. Santiago de Chile: Fundación Andes.

Grupo Elastorsa. (28 de julio de 2019). Obtenido de <http://www.incaucho.com/cgi-sys/defaultwebpage.cgi>

hetpro. (03 de agosto de 2019). *hetpro*. Obtenido de store: <https://hetpro-store.com/mini-modulo-sim800l-gprs-gsm/>

Joyanes, L. (2013). *Fundamentos generales de programación*. México: McGraw Hill.

Llamas, L. (03 de agosto de 2019). *luisllamas*. Obtenido de: <https://www.luisllamas.es/arduino-mosfet-irf520n/>

Ministerio de Salud y Deporte. (2004). *Normas de Buenas Prácticas de Almacenamiento*. La Paz: Ministerio de Salud y Deporte.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). *Manual para el control integral de roedores*. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social.

Molina, J., Chamorro, F., Carbó, J., García, J., Ledezma, A., Martí, L., & Pérez, O. (2006). *Programación en lenguajes estructurados*. Madrid: McGraw Hill.

Naylamp Mechatronics. (03 de agosto de 2019). *Sensor de proximidad fotoelectrico infrarojo*. Obtenido de: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/236-sensor-de-proximidad-fotoelectrico-infrarrojo-e18-d80nk.html>

Naylamp Mechatronics. (03 de agosto de 2019). *Convertiro de voltaje*. Obtenido de: <https://naylampmechatronics.com/conversores-dc-dc/196-convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-3a-lm2596.html>

Naylamp Mechatronics. (03 de agosto de 2019). *Sensor calidad aire*. Obtenido de: <https://naylampmechatronics.com/sensores-gas/73-sensor-calidad-aire-mq135.html>

Naylamp Mechatronics. (03 de agosto de 2019). *Sensor de temperatura y humedad relativa*. Obtenido de: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/354-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht21-am2301.html>

Oyarzun, M., & Cortés, I. (2003). *Manual de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas*. Lima: Ministerio de Salud.

Pierson, L. (septiembre de 2019). *Creating immediate business value from real-time big data analytics*. USA.

Policía Nacional de Colombia. (2012). *Resolución 04935 de 2012 - Manual Logístico*. Bogotá: Policía Nacional de Colombia.

Policía Nacional de Colombia. (2018). *Proceso Gestión Documental*. Bogotá: Policía Nacional.

Ramos, M., Ramos, A., & Montero, F. (2006). *Sistemas gestores de bases de datos*. Madrid: McGraw Hill.

Rodríguez, E. (mayo de 2019). *Instrumentos de medida curiosos galileo un termometro basado en la densidad*. Obtenido de <https://epicuro.es/es/news/88-ciencia-y-humanismo/fisica/582-instrumentos-de-medida-curiosos-galileo-un-termometro-basado-en-la-densidad>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2018). *Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos*. Bogotá: Alcaldía de Bogotá.

Unión de Escritores y Artistas de Cuba. (2013). *Factores de deterioro de los materiales de archivos y bibliotecas: Experiencias y criterios actuales para la preservación de estos materiales en clima tropical*. México: Unión de Escritores y Artistas de Cuba.

Weatherspark. (s.f.). *Average weather in Bucaramanga*. Obtenido de <https://weatherspark.com/y/24381/Average-Weather-in-Bucaramanga-Colombia-Year-Round>

Whitten, J., & Bentley, L. (2008). *Análisis de sistemas: diseño y métodos*. México: McGraw Hill.

<p>Respecto de la temperatura como elemento peligroso, junto con otros componentes, en la generación de incendios.</p>	<p>Manual General de Armamento y Equipamiento de la Fuerza Armada Ecuatoriana - EJERCITO O</p>													
<p>Respecto de la temperatura como elemento dañino para los artículos de intendencia, consumibles o no, por policiales, castrinos o equinos</p>	<p>Manual General de Armamento y Equipamiento de la Fuerza Armada Ecuatoriana - EJERCITO O</p>	<p>Acciones de los servicios de archivos Bibliotecas Experiencias actuales Organización en el ámbito de la Unión de Artistas y Escritores de Cuba</p>	<p>Manual de la Policía Nacional de Colombia</p>	<p>Manual de Conservación de Libros de la Biblioteca Nacional CONSERVACION TEXTIL DE LA BIBLIOTECA NACIONAL ARCHIVOS Y SERVICIOS DE LA BIBLIOTECA NACIONAL</p>	<p>Conservación de Caucho - CAUCHO ELASTORICO ESPAÑA</p>	<p>Manual de Conservación de Libros de la Biblioteca Nacional CONSERVACION TEXTIL DE LA BIBLIOTECA NACIONAL ARCHIVOS Y SERVICIOS DE LA BIBLIOTECA NACIONAL</p>	<p>Manual General de Armamento y Equipamiento de la Fuerza Armada Ecuatoriana - EJERCITO O</p>	<p>Norma que regula el manejo de los artículos de almacenamiento en custodia y entrega de ADUANA DELUANA</p>				<p>MANUAL PARA EL CONTROL DE LAS SALUD MINSALUD COLOMBIA</p>	<p>PROCESO DE GESTION ALTERNATIVA INTEGRADO DE CONSERVACION NACIONAL</p>	
<p>Respecto de la temperatura como factor que coadyuva en la presencia de roedores y otras especies nocivas</p>														
<p>Respecto de la temperatura como factor que coadyuva en la presencia de microorganismos e insectos</p>														

CRITERIO II
 TEMPERATURA

CRITERIO IV ROEDORES	Respecto de la presencia de roedores como factor nocivo hacia la salud de seres humanos	Norma que regula el procedimiento de recepción, almacenamiento, custodia y entrega de bienes - ADUANA PERUANA	MANUAL PARA EL CONTROL INTEGRAL DE ROEDORES - MINSALUD COLOMBIA				
	Respecto de la presencia de roedores como elemento dañino de artículos de intendencia, consumibles o no, por policiales, caninos o equinos						- El directivo responsable gestionará un plan de mantenimiento de las instalaciones, equipos y sistemas, y un <u>plan de control de plagas</u> . - Los daños causados por los roedores plaga en la economía doméstica se incrementan por el consumo, contaminación y deterioro de los alimentos disponibles para el provechamiento humano y de animales domésticos por las características dentarias (Inclusivos y conformación mandibular) de ratas y ratones y la gran capacidad de roer materiales de consistencia dura. Lo anterior hace que los roedores produzcan daños de considerable magnitud, tales como cortos en redes telefónicas, daños en aparatos electrónicos, deterioro en muebles, obras de arte (laburas, esculturas de madera, pintada).
Resumen de las fuentes utilizadas: incluir nombre de entidad o autor y fecha							
Fuente 1:			Manual General de Abastecimiento - EJERCITO ECUATORIANO				
Fuente 2:			Norma que regula el procedimiento de recepción, almacenamiento, custodia y entrega de bienes - ADUANA PERUANA				
Fuente 3:			GUÍA DEL PROPIETARIO Y ARRENDATARIO PARA LA LIMPIEZA DE MOHO DESPUÉS DE DESASTRES - FEMA USA				
Fuente 4:	Factores de deterioro de los materiales de archivos y bibliotecas: Experiencias y criterios actuales para la preservación de estos materiales en clima tropical - Unión de Escritores y Artistas de Cuba						
Fuente 5:			MANUAL PARA EL CONTROL INTEGRAL DE ROEDORES - MINSALUD COLOMBIA				
Fuente 6:			PROCESO GESTION DOCUMENTAL - SISTEMA INTEGRADO DE CONSERVACION SIC - POLICIA NACIONAL DE COLOMBIA				
Fuente 7:			MANUAL LOGÍSTICO - POLICIA NACIONAL DE COLOMBIA				
Fuente 8:			CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE FÁRMACOS - COLEFARMA				
Fuente 9:			MANUAL DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA DE TEXTILES - COMITÉ NACIONAL DE CONSERVACIÓN TEXTIL, DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS FUNDACIÓN ANDES				
Fuente 10:			CONSERVACIÓN DEL CAUCHO - INDUSTRIAS DEL CAUCHO GRUPO ELASTORSA ESPAÑA				
Fuente 11:			TÉCNICAS DE VENTILACIÓN TÁCTICA EN INCENDIOS - ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE				

- Se revisó la resolución 3611 de 2011 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, acerca de Baterías de Plomo y se halló que no tiene pertinencia con los criterios especificados.
- Se revisó la resolución 1512 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, acerca de disposición de computadores y periféricos y se halló que no tiene pertinencia con los criterios especificados.
- Se revisó el Manual Logístico de la institución y se halló que, curiosamente, en el Artículo 40 de RESPONSABILIDADES, no se determinó responsable por el almacenamiento de los bienes.
- Se revisó el Manual Logístico de la institución y se halló que, curiosamente, en el Artículo 39, numeral 3.7.4, en las obligaciones del almacenista NO se determinó que fuera su obligación velar por las condiciones de almacenamiento de los bienes.
- Se revisó el Manual Logístico de la institución y se halló que, en general, el Artículo 12 de Control de los bienes establece: "... Las instalaciones del almacén deben ceñirse a las normas técnicas de almacenaje, equipos de seguridad y normas de seguridad industrial, norma de bioseguridad y medio ambiente, concordantes con la normatividad vigente para el mantenimiento semestral de los equipos de seguridad."

Anexo 2 Formato de toma de muestras para estimación de ocurrencia anual

FORMATO DE TOMA DE MUESTRAS PARA ESTIMACIÓN DE OCURRENCIA ANUAL		
Diseño de un sistema electrónico para el aseguramiento de las condiciones ambientales de bodegaje en el Almacén de Intendencia de la Policía Metropolitana de Bucaramanga		
FECHA DE INICIO: _____	RESPONSABLE: G. CABALLERO	JEFE INMEDIATO: M. SANABRIA

PARTE UNO: DISPOSICIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ALMACENAMIENTO	
<p>1. ¿Se cuenta con restricciones físicas como paredes, columnas u otros? <u>SI</u></p> <p>1.1 Anexar a este formato un plano de área indicando claramente paredes, columnas u otro tipo de restricciones.</p> <p>2. ¿Cuál es la altura mínima del techo y dónde se encuentra ubicada? 3,30m para toda el área</p> <p>2.1 Indicar claramente en el plano aquellas áreas que tienen alturas diferentes a la altura más común del área de almacenamiento. No las hay, todo el techo tiene la misma altura.</p> <p>3. ¿Qué tipo de material compone el techo? Indicar claramente: teja española, zinc, teja con recubrimiento en asbesto, otros materiales. Techo compuesto de placa en hormigón.</p> <p>3.1 Indicar claramente en el plano aquellas áreas que tienen techo en materiales diferentes al más común. No hay, todo el techo es del mismo material.</p> <p>4. ¿Qué tipo de material compone el piso del área de almacenamiento? Indicar claramente: baldosín en concreto, mortero, cerámica, madera, tierra, otros materiales. Mortero.</p> <p>4.1 Indicar claramente en el plano aquellas áreas que tienen piso en materiales diferentes al más común. El área de almacenamiento en general es en mortero.</p> <p>5. ¿Cuántos accesos tiene el área de almacenamiento? UNO.</p> <p>5.1 Indicar claramente la ubicación de los accesos en el plano, así como sus dimensiones. Remitirse al plano anexo.</p> <p>6. Respecto de la ventilación, ¿cuántas ventanas o áreas que pueden abrirse al paso del aire existen en el área de almacenamiento? Una puerta y/o ventana</p> <p>6.1 Indicar claramente la ubicación de ventanas o áreas libres en el plano, así como sus dimensiones. Remitirse al plano anexo.</p> <p>7. Respecto de la iluminación, ¿cuántas luminarias o bombillas se encuentran en el área de almacenamiento? Ocho</p> <p>7.1 Indicar claramente la ubicación de las luminarias o bombillas en el plano, así como señalar la existencia de secciones oscuras en donde la luminaria no tiene cobertura. Remitirse al plano anexo.</p> <p>8. Respecto de elementos contraincendio, ¿cuántos extintores y de qué tipo se encuentran en el área de almacenamiento? cinco extintores multipropósitos de 10 libras</p>	



8.1 Indicar claramente la ubicación de los extintores en el plano. **Remitirse al plano anexo.**

9. ¿Existe algún sistema contraincendio automático, en caso afirmativo detallar la respuesta?
No existe.

10. OBSERVACIONES, señalar aquellas características del área de almacenamiento que se consideren de importancia para el proyecto: **No se observan características o elementos de importancia.**

PARTE DOS: ELEMENTOS QUE PUEDEN ENCONTRARSE EN ALGUN MOMENTO EN EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO

Del siguiente listado de elementos, ¿cuáles pueden encontrarse almacenados, de manera frecuente o no, en el área?

1. Sustancias inflamables, susceptibles de emitir humo al momento de arder:
 SI () NO ()
2. Pinturas y materiales afines: SI () NO ()
3. Materiales peligrosos que deban ser almacenados teniendo en cuenta las indicaciones de su hoja de seguridad:
 SI () NO ()
4. Combustibles: SI () NO ()
5. Artículos perecederos como alimentos, materiales médicos, baterías y algunos productos de caucho:
 SI () NO ()
6. Materiales de archivos y bibliotecas, papel en cualquier forma: SI () NO ()
7. Textiles o prendas de vestir: SI () NO ()
8. Productos de caucho vulcanizado como suelas de botas: SI () NO ()
9. Materias tóxicas: Son materias que, incluso en cantidades relativamente pequeñas, pueden dañar la salud del ser humano o causar su muerte por inhalación, absorción cutánea o ingestión. Ejemplos: metanol o cloruro de metileno:
 SI () NO ()
10. Lugares oscuros, que son los preferidos por los roedores para establecer las madrigueras e incrementar su prole:
 SI () NO ()
11. Presencia de insectos: SI () NO ()
12. Metales, papel, madera y textiles, caucho y cuero: SI () NO ()





13. Moho: SI () NO ()

12. Roedores: SI () NO ()

13. OTROS ELEMENTOS:

**** Indicar claramente en el plano la ubicación de los elementos en el área de almacenamiento.
 Remitirse al plano anexo.**

PARTE TRES: CONDICIÓN Y FRECUENCIA DE OCURRENCIA* EN EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO			
CONDICIÓN	OCURRENCIA	CONDICIÓN	OCURRENCIA
Humedad relativa menor del 50%	Ninguna ocasión	Humedad relativa mayor al 60%	Todas las ocasiones, todas las mediciones
Temperatura menor a 18°C	Ninguna ocasión	Temperatura mayor a 20°C	Todas las ocasiones, todas las mediciones
Presencia de humo	No se detectó presencia de humo durante el período de la muestra (13 a 28 de mayo)	Presencia de gases**	Se detectó presencia de gases volátiles de origen combustible, ligeramente perceptibles, por la cercanía del depósito de transporte durante todas las ocasiones
OBSERVACIONES: Se detectó evidencia de roedores el 13 de mayo, luego de la limpieza correspondiente pudo detectarse nuevamente el 20 de mayo, sin que se detectara nuevamente.			

* La ocurrencia se señala en un período de muestras de quince días continuos.
 * Se toman muestras de humedad relativa y de temperatura durante toda la jornada con aparato electrónico programable cada 120 segundos iniciando el 13 de mayo a las 7:40 a.m. y finalizando el 28 de mayo a las 9:44 a.m.
 ** Se entienden gases perceptibles por el ser humano



Anexo 3. Formato de registro de actuaciones del sistema

Este formato está diseñado para seguir los protocolos de pruebas diseñados para cada sensor en la presencia de su correspondiente causa potencial en el marco del proyecto **Diseño de un sistema electrónico para el aseguramiento de las condiciones ambientales de bodegaje en el Almacén de Intendencia de la Policía Metropolitana de Bucaramanga.**

PRUEBA 01: PERCEPCIÓN DE TEMPERATURA FUERA DEL RANGO			
Se espera el encendido de sistema de ventilación de simulación y el envío de mensaje de texto			
FECHA:	21 junio 2019	HORA:	9:10 pm
ITEM	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN	
01	Aseguramiento de valores de variables ambientales mediante el uso de otros elementos.	SI ☺ NO ☹	
02	Instalación del sistema y reset del mismo	SI ☺ NO ☹	
03	Aplicación de la causa potencial directamente sobre el sensor.	SI ☺ NO ☹	
04	Registro de la respuesta del sistema (¿qué ocurrió?) <u>De acuerdo con lo esperado, al detectarse temperatura alta, se encendió el ventilador instalado en el dispositivo de partes electrónicas y se envió el mensaje de texto.</u>	SI ☺ NO ☹	
05	Verificación de la respuesta del sistema frente a la programación y lo esperado (¿ocurrió lo esperado?) <u>Ocurrió precisamente lo esperado, al detectarse la temperatura alta, se dio el encendido del ventilador y el envío del mensaje de texto.</u>	SI ☺ NO ☹	

PRUEBA 01: PERCEPCIÓN DE TEMPERATURA FUERA DEL RANGO			
Se espera el apagado de sistema de ventilación de simulación			
FECHA:	21 junio 2019	HORA:	9:20 pm
ITEM	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN	
01	Aseguramiento de valores de variables ambientales mediante el uso de otros elementos.	SI ☺	NO ☹
02	Instalación del sistema y reset del mismo.	SI ☺	NO ☹
03	Aplicación de la causa potencial directamente sobre el sensor.	SI ☺	NO ☹
04	Registro de la respuesta del sistema (¿qué ocurrió?) <u>De acuerdo con lo esperado, al detectarse que la temperatura regresó al rango normal, se apagó el ventilador instalado en el dispositivo de partes electrónicas.</u>	SI ☺	NO ☹
05	Verificación de la respuesta del sistema frente a la programación y lo esperado (¿ocurrió lo esperado?) <u>Ocurrió precisamente lo esperado, al detectarse que la temperatura regresó al rango normal, se dio el apagado del ventilador.</u>	SI ☺	NO ☹

PRUEBA 02: PERCEPCIÓN DE HUMEDAD RELATIVA FUERA DEL RANGO			
Se espera el encendido de sistema de ventilación y el envío de mensaje de texto			
FECHA:	21 junio 2019	HORA:	9:30 pm
ITEM	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN	
01	Aseguramiento de valores de variables ambientales mediante el uso de otros elementos.	SI ☺	NO ☹
02	Instalación del sistema y reset del mismo.	SI ☺	NO ☹
03	Aplicación de la causa potencial directamente sobre el sensor.	SI ☺	NO ☹
04	Registro de la respuesta del sistema (¿qué ocurrió?) <u>Al elevarse la humedad por fuera del rango, se encendió el ventilador que simula un extractor y se envió mensaje de texto, cuando la humedad regresó al rango normal, el ventilador se apagó.</u>	SI ☺	NO ☹
05	Verificación de la respuesta del sistema frente a la programación y lo esperado (¿ocurrió lo esperado?) <u>Ocurrió exactamente lo esperado, se registró un delay en la recepción del mensaje de texto por baja señal en el sitio en que se realizó la prueba.</u>	SI ☺	NO ☹

PRUEBA 03: PERCEPCIÓN DE PRESENCIA DE GASES NO ESPERADOS

Se espera el encendido de sistema de ventilación y el envío de mensaje de texto

FECHA:	21 junio 2019	HORA:	9:05 pm
ITEM	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN	
01	Aseguramiento de valores de variables ambientales mediante el uso de otros elementos.	SI ☺	NO ☹
02	Instalación del sistema y reset del mismo.	SI ☺	NO ☹
03	Aplicación de la causa potencial directamente sobre el sensor.	SI ☺	NO ☹
04	Registro de la respuesta del sistema (¿qué ocurrió?) <u>Al acercarse el recipiente con alcohol al sensor, inmediatamente se encendió el ventilador que simula al extractor y se envió mensaje de texto con las palabras programadas “Gases Nocivos”.</u>	SI ☺	NO ☹
05	Verificación de la respuesta del sistema frente a la programación y lo esperado (¿ocurrió lo esperado?) <u>Ocurrió exactamente lo esperado, se encendió el ventilador que simula un extractor y se envió mensaje de texto, se notó delay en la recepción del mensaje por mala señal en el sitio de la prueba.</u>	SI ☺	NO ☹

PRUEBA 04: PERCEPCIÓN DE PRESENCIA DE HUMO

Se espera el encendido de sistema de ventilación y el envío de mensaje de texto

FECHA:	21 junio 2019	HORA:	9 pm
ITEM	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN	
01	Aseguramiento de valores de variables ambientales mediante el uso de otros elementos.	SI ☺	NO ☹
02	Instalación del sistema y reset del mismo.	SI ☺	NO ☹
03	Aplicación de la causa potencial directamente sobre el sensor.	SI ☺	NO ☹
04	Registro de la respuesta del sistema (¿qué ocurrió?) <u>Al acercarse la fuente de humo al sensor, este registró la presencia y el Arduino UNO activó el ventilador que simula un extractor.</u>	SI ☺	NO ☹
05	Verificación de la respuesta del sistema frente a la programación y lo esperado (¿ocurrió lo esperado?) <u>Ocurrió justamente lo esperado, se encendió el ventilador que simula un extractor en respuesta a la presencia de humo detectada por el sensor correspondiente.</u>	SI ☺	NO ☹

PRUEBA 05: PERCEPCIÓN DE PRESENCIA DE AGUA			
Se espera el envío de mensaje de texto			
FECHA:	21 junio 2019	HORA:	9:25 pm
ITEM	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN	
01	Aseguramiento de valores de variables ambientales mediante el uso de otros elementos.	SI ☺	NO ☹
02	Instalación del sistema y reset del mismo.	SI ☺	NO ☹
03	Aplicación de la causa potencial directamente sobre el sensor.	SI ☺	NO ☹
04	Registro de la respuesta del sistema (¿qué ocurrió?) <u>Al detectarse la presencia de agua en el sensor, el Arduino UNO ordenó el envío de mensaje de texto.</u>	SI ☺	NO ☹
05	Verificación de la respuesta del sistema frente a la programación y lo esperado (¿ocurrió lo esperado?) <u>Ocurrió exactamente lo esperado, se envió mensaje de texto cuando se detectó presencia de agua por el sensor correspondiente, hubo delay en la recepción del mensaje de texto debido a mala señal en el sitio de la prueba.</u>	SI ☺	NO ☹

PRUEBA 06: PERCEPCIÓN Y CAPTURA DE ROEDORES			
Se espera la captura del roedor en la trampa diseñada y el envío de mensaje de texto			
FECHA:	21 junio 2019	HORA:	8:50 pm
ITEM	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN	
01	Aseguramiento de valores de variables ambientales mediante el uso de otros elementos.	SI ☺	NO ☹
02	Instalación del sistema y reset del mismo.	SI ☺	NO ☹
03	Aplicación de la causa potencial directamente sobre el sensor.	SI ☺	NO ☹
04	Registro de la respuesta del sistema (¿qué ocurrió?) <u>Al detectarse la presencia de un objeto el sensor transmitió la señal al Arduino UNO, este envió la señal para que el servomotor diera el giro programado correspondiente lo cual dejó caer la puerta de la trampa.</u>	SI ☺	NO ☹
05	Verificación de la respuesta del sistema frente a la programación y lo esperado (¿ocurrió lo esperado?) <u>Ocurrió exactamente lo esperado, bajó la puerta de la trampa cuando se detectó la presencia de un objeto dentro de ella.</u>	SI ☺	NO ☹