



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL
SECTOR DE LATACUNGA”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en
Sistemas Eléctricos de Potencia.

Autores:

Guamúshig Alpusig Darwin Javier

Pérez Moscoso Dimas Orfay

Tutor Académico:

MSc. Salazar Achig Edgar Roberto Ing.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo - 2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Guamúshig Alpusig Darwin Javier** y **Pérez Moscoso Dimas Orfay**, declaramos ser los autores del presente Proyecto de Investigación: “**Desarrollo de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga**”, siendo el Ing. Salazar Achig Edgar Roberto MSc, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Guamushig Alpusig Darwin Javier

C.I.:050358467-4

Pérez Moscoso Dimas Orfay

C.I.: 050358607-5



AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el título “**Desarrollo de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga**”, de los señores **Guamúshig Alpusig Darwin Javier y Pérez Moscoso Dimas Orfay**, de la carrera de **Ingeniería Eléctrica**, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de la propuesta que el consejo directivo de la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo de 2022

El Tutor

Ing. Salazar Achig Edgar Roberto MSc.

C.I.: 050284761-9



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes: **Guamúshig Alpusig Darwin Javier** y **Pérez Moscoso Dimas Orfay**, con el título de proyecto de titulación: **“Desarrollo de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo de 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

MSc. León Segovia Marco Aníbal Ing.

C.I. 050230580-2

Lector 2

MSc. Suárez Vinueza Rommel Eusebio Ing.

C.I. 180416535-3

Lector 3

MSc. Hidalgo Oñate Ángel Guillermo

C.I.050325740-4



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Mediante el presente DOCUMENTO PONGO A CONSIDERACIÓN QUE EL SR. **GUAMÚSHIG ALPUSIG DARWIN JAVIER** y **PÉREZ MOSCOSO DIMAS ORFAY** portadores de las cédulas de ciudadanía N° **0503584674** y N° **0503586075** estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA** realizaron el diseño e implementación de su propuesta tecnológica bajo el nombre de **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA”**; trabajo que fue desarrollado de manera satisfactoria logrando obtener resultados positivos.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente documento en cuanto estime conveniente mientras se encuentre dentro del marco legal.

Atentamente:

Carlos Rodolfo Maldonado Chávez

1803969748

Encargado de los laboratorios de CIYA



AGRADECIMIENTO

La siguiente propuesta tecnológica fue realizada bajo la supervisión del Ing. Edgar Roberto Salazar, a quien me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento por compartir sus conocimientos y experiencias, para la realización de nuestra tesis.

Gracias a mi familia por darme su apoyo incondicional, especialmente a mi madre que ha sido el motor fundamental en todo este proceso, para que pueda seguir logrando mis metas sin rendirme.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y formarme como un profesional en especial a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas sobre todo a mi gloriosa y grande carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia.

A mis maestros que durante toda la carrera universitaria compartieron sus conocimientos, para convertirme en un profesional, y sobre todo a los ingenieros del tribunal por sus consejos y paciencia en este proceso de titulación.

GUAMUSHIG ALPUSIG DARWIN JAVIER



AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por la vida y a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas de la Institución sobre todo a mi gloriosa y grande carrera la Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia.

A toda mi familia quienes son el motor fundamental en este proceso y trayecto de mi vida estudiantil, por darme su apoyo incondicional para poder formarme como profesional y alcanzar una de mis metas propuestas.

Al Ing. Edgar Roberto Salazar Achig por haberme guiado en la realización de la tesis, compartiendo sus conocimientos y experiencias a lo largo de esta propuesta tecnológica, de la misma manera a mis lectores Ing. Marco León, Ing. Rommel Suárez e Ing. Ángel Hidalgo quienes fueron guía fundamental en este proceso.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a mis docentes, personas de gran sabiduría quienes aportaron con su conocimiento durante toda la carrera universitaria he logrado importantes objetivos como obtener una titulación profesional.

PÉREZ MOSCOSO DIMAS ORFAY



DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a la Santísima Cruz por darme la salud para seguir cumpliendo mis metas propuestas, en segundo lugar, lo dedico de todo corazón a mi madre pues sin ella no lo había logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, tu paciencia y amor madre mía sin ti no habría sido posible hacer realidad este sueño.

A mis abuelitos por su compañía en las altas horas de la madrugada y desvelos realizando las actividades académicas, dándome sus consejos y valores para que sea una persona sencilla, correcta en la vida y una gran persona en el ámbito profesional.

A mis tíos por la paciencia que me concedieron para culminar con esta etapa de mi vida por creer en mí y hacerme sentir capaz de lograr este gran sueño.

A mi tutor el Ing. Edgar Roberto Salazar que con su amplia experiencia y conocimientos asesoró al correcto desarrollo y culminación con éxito este trabajo para la obtención del título de Ingeniero Eléctrico a través de ellos a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

GUAMUSHIG ALPUSIG DARWIN JAVIER



DEDICATORIA

Este trabajo de titulación le dedico a Dios por la vida, la salud, el conocimiento y a mi familia en especial a mi madre Yolanda Moscoso por inculcarme sus valores éticos, morales, por su ejemplo de lucha, superación y por todo su apoyo incondicional.

A mi hija Aylín Pérez la persona más importante de mi vida quien con su carisma y ocurrencias hace que todo me sea más fácil, por darme fuerzas para seguir mejorando como persona y profesionalmente.

A mis hermanos Mayra, Aníbal, Germania y a mis cuñados Javier y Héctor quienes me brindaron su apoyo en todo momento.

A todos mis sobrinos en especial a Sebastián que a pesar de ser tan joven me brindó todo su apoyo moral.

PÉREZ MOSCOSO DIMAS ORFAY



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA”.

Autores:

Guamushig Alpusig Darwin Javier

Pérez Moscoso Dimas Orfay

Tutor:

Ing. Salazar Achig Edgar Roberto MSc.

RESUMEN

El presente proyecto desarrollado como propuesta tecnológica se centra en el Desarrollo de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga, en un laboratorio de simulación, prueba eléctrica y electromecánica ubicada en el barrio San Felipe. El sistema de ventilación cuenta con un programador lógico modelo LOGO 12/24 RCE V8.2, cuya programación fue desarrollada en el software LOGO!Soft Comfort V8.2 ejecutando señales de salida para la automatización del sistema, así como también un sensor de presencia y un sensor de temperatura.

Para el dimensionamiento del sistema de ventilación se realiza mediante cálculos del caudal de aire necesario aplicando la normativa ASHRAE heating Ventilating and AIR-CONDITIONING APPLICATIONS, el principal propósito es mejorar el confort térmico dentro del laboratorio.

La propuesta tecnológica fue realizada mediante un diseño de tipo experimental donde se emplea guías técnicas, normativas asociadas al desarrollo del sistema, testeos de ubicación de ventiladores en diferentes sitios y posiciones para garantizar el correcto funcionamiento se realizaron pruebas, mediciones de temperatura con el medidor de estrés térmico EXTECH HT30 y un manual de operación del sistema de control.

Palabras Clave: Sistema de ventilación, automatización, confort térmico, laboratorio, programación, sensores.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES SCHOOL

THEME: “DEVELOPMENT OF A FORCED VENTILATION SYSTEM FOR THE
LATACUNGA SECTOR

Authors:

Guamushig Alpusig Darwin Javier

Pérez Moscoso Dimas Orfay

Tutor:

Ing. Salazar Achig Edgar Roberto MSc.

ABSTRACT

The present project developed as a technological proposal focuses on the development of a forced ventilation system for the Latacunga sector, in a simulation laboratory, electrical and electromechanical test located in the San Felipe neighborhood. The ventilation system has a logic programmer model LOGO 12/24 RCE V8.2, whose programming was developed in the LOGO!Soft Comfort V8.2 software, executing output signals for the automation of the system, as well as a presence sensor and a temperature.

For the dimensioning of the ventilation system, it is carried out through calculations of the necessary air flow applying the ASHRAE heating Ventilating and AIR-CONDITIONING APPLICATIONS regulations, the main purpose is to improve thermal comfort within the laboratory.

The technological proposal was carried out through an experimental type design where technical guides, regulations associated with the development of the system, testing of the location of fans in different places and positions are used to guarantee the correct functioning, tests were carried out, temperature measurements with the EXTECH HT30 thermal stress and a control system operation manual.

Keywords: Ventilation equipment, automation, thermal comfort, Laboratory, programming, sensors.

AVAL DE TRADUCCIÓN

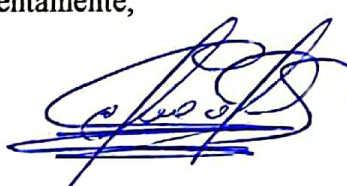
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA”** presentado por: **Guamúshig Alpusig Darwin Javier y Pérez Moscoso Dimas Orfay**, estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los **peticionarios** hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 23 marzo del 2022

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	2
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1 EL PROBLEMA	3
2.1.1 Situación Problémica.....	3
2.1.2 Formulación del problema	4
2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	4
2.2.1 Objeto.....	4
2.2.2 Campo de Acción.....	4
2.3 BENEFICIARIOS.....	4
2.3.1 Beneficiarios Directos.....	4
2.3.2 Beneficiarios Directos.....	4
2.4 JUSTIFICACIÓN	4
2.5 HIPÓTESIS.....	5
2.6 OBJETIVOS	5
2.6.1 General	5
2.6.2 Específicos	5
2.7 SISTEMA DE TAREAS.....	6
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
3.1 ANTECEDENTES	7



3.2	CIUDAD DE LATACUNGA.....	8
3.3	TEMPERATURA	8
3.4	CALOR	8
3.5	CONFORT AMBIENTAL	8
3.5.1	Tipos de confort ambiental a considerar	8
3.6	VENTILACIÓN	9
3.6.1	Funciones de la Ventilación	10
3.6.2	Distribución de aire en espacios acondicionados.....	10
3.6.3	Tipos de Ventilación	12
3.7	VENTILADORES	14
3.7.1	Clasificación de los ventiladores.....	14
3.7.2	Curvas Características del ventilador.....	15
3.7.3	Leyes de los ventiladores	16
3.7.4	Caudal del ventilador	17
3.8	EXTRACTORES EÓLICOS	18
3.8.1	Partes principales del extractor eólico.....	18
3.8.2	Determinación del caudal del extractor eólico.....	19
3.8.3	Ventajas y beneficios del extractor eólico.....	20
3.9	AUTOMATIZACIÓN	21
3.9.1	Partes de un sistema automatizado.....	21
3.9.2	Tipos de automatización.....	22
3.9.3	Automatización con GRAFCET	22
3.9.4	Estructura de un GRAFCET	24
3.10	PROGRAMAS UTILIZADOS	24
3.11	ELEMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN	25
3.11.1	PLC LOGO de Siemens	25
3.11.2	Programación del LOGO!Soft Comfort V8.2.....	26



3.11.3	Relé de Estado Sólido o Solid State Relay (SSR)	27
3.11.4	Interruptor termomagnético	28
3.11.5	Sensor de Movimiento	29
3.11.6	Sensor de Temperatura	30
3.11.7	Relé electromecánico	34
3.12	ELEMENTOS DE CONTROL	35
3.12.1	Selector de dos posiciones	35
3.12.2	Luces piloto	35
3.12.3	Paro de Emergencia	36
3.12.4	Barra de tierra	37
3.13	TABLEROS ELECTRICOS INDUSTRIALES	38
3.13.1	Construcción y especificaciones técnicas	38
3.13.2	Normas y dispositivos de protección	39
3.14	CÓDIGOS DE COLORES (NEMA / ANSI)	39
3.15	CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL CONDUCTOR	40
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.	40
4.1	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	41
4.2	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	41
4.2.1	Observación directa, indirecta y participativa	41
4.3	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	41
4.4	ETAPAS DEL PROYECTO	43
4.5	LIMITACIONES A CONSIDERAR PREVIO AL DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	50
4.5.1	Limitación por ruido	50
4.5.2	Limitaciones por infraestructura	50
4.6	ANÁLISIS DEL VENTILADOR	50
4.6.1	Cálculos del sistema de ventilación	51



4.6.2	Selección del ventilador	52
4.6.3	Ubicación de los ventiladores	53
4.7	SELECCIÓN DEL EXTRACTOR DE AIRE	53
4.7.1	Cálculos del volumen de aire del extractor	54
4.7.2	Ubicación del extractor mecánico	54
4.7.3	Conexión del ventilador y extractor de aire al sistema	55
4.8	SELECCIÓN DEL EXTRACTOR EÓLICO	55
4.8.1	Cálculos del volumen de aire de los extractores eólicos	56
4.8.2	Ubicación del extractor eólico	56
4.9	SELECCIÓN DEL CONTROLADOR	57
4.9.1	Entradas y salidas requeridas para la automatización del sistema	57
4.9.2	Variantes del PLC LOGO	57
4.9.3	Pantalla TDE	58
4.10	ELEMENTOS DE MANDO Y PROTECCIÓN	59
4.10.1	Selección de la fuente de 24 VDC	59
4.10.2	Selección del Relé de Estado Sólido	59
4.10.3	Selección del relé electromecánico	60
4.10.4	Selección del Interruptor Termomagnético	61
4.10.5	Selección del sensor de movimiento	61
4.10.6	Selección del sensor de temperatura	63
4.11	SELECCIÓN DEL CONDUCTOR	65
4.11.1	Sistema de control	65
4.11.2	Sistema de potencia	66
4.11.3	Sensor de movimiento	66
4.12	TABLERO DE CONTROL	67
4.13	SISTEMA DE LAZO CERRADO	68
4.14	PROGRAMACIÓN DEL LOGO SIEMENS 12/24 RCE V8.2	69



4.15	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROGRAMACIÓN	69
4.15.1	GRAFCET para la automatización del sistema de ventilación.....	70
4.16	MONTAJE DEL TABLERO.....	71
4.16.1	Pruebas de funcionamiento	72
4.16.2	Encendido del tablero de Control.....	72
4.17	MONTAJE DE LOS VENTILADORES.....	73
4.17.1	Pruebas de funcionamiento	74
4.18	MONTAJE DEL EXTRACTOR DE AIRE	75
4.18.1	Pruebas del funcionamiento	75
4.19	MONTAJE DEL SENSOR DE MOVIMIENTO – TEMPERATURA.....	76
4.19.1	Sensor de movimiento.....	76
4.19.2	Sensor de temperatura	76
4.20	CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS.....	77
4.21	MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	78
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	79
5.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	79
5.2	ANÁLISIS PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN.....	80
5.2.1	Tiempo de toma de datos de temperatura.....	80
5.3	ANÁLISIS POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN	80
5.3.1	Pruebas realizadas con diferentes configuraciones de ubicaciones del sistema de ventilación.....	80
5.3.2	Comparación con personas en el sitio de estudio.....	87
5.3.3	Comparación con personas en el laboratorio	88
5.3.4	Análisis Comparativo.....	89
5.4	ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL	89
5.5	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO.....	92
5.6	IMPACTOS	95



5.6.1	Impacto tecnológico	95
5.6.2	Impacto Económico.....	95
5.6.3	Impacto Ambiental.....	95
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
6.1	CONCLUSIONES	95
6.2	RECOMENDACIONES.....	96
7.	BIBLIOGRAFIA.....	97
8.	ANEXOS.....	102



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Nave industrial ventilada	10
Figura 3.2. Dirección conveniente del aire.....	11
Figura 3.3. Sistema de ventilación vertical	12
Figura 3.4. Sistema de ventilación horizontal	13
Figura 3.5. Sistema de ventilación natural	13
Figura 3.6. Sistema de ventilación forzada	13
Figura 3.7. Ventiladores según su función.	14
Figura 3.8. Curvas características del ventilador.....	15
Figura 3.9. Extractor eólico	18
Figura 3.10. Función de un extractor eólico.....	18
Figura 3.11. Diagrama de un proceso a automatizar	21
Figura 3.12. Tipos de Automatización	22
Figura 3.13. Elementos básicos del GRAFCET	23
Figura 3.14. Algunas estructuras posibles del GRAFCET	24
Figura 3.15. Programas utilizados para el desarrollo del proyecto.	25
Figura 3.16. PLC LOGO de Siemens	26
Figura 3.17. Ejemplo de programación en lenguaje LADDER.....	27
Figura 3.18. Ejemplo de programación en lenguaje FUP	27
Figura 3.19. Relé de Estado Sólido	28
Figura 3.20. Interruptor termomagnético	29
Figura 3.21. Sensor de Movimiento	29
Figura 3.22. Sensores de temperatura.....	30
Figura 3.23. RTD Pt100	31
Figura 3.24. RTD Pt100 transmisor DC 24V	34
Figura 3.25. Relé electromecánico	34
Figura 3.26. Selector o perilla	35



Figura 3.27. Luces Piloto.....	35
Figura 3.28. Paro de emergencia	37
Figura 3.29. Barra de tierra.....	37
Figura 3.30. Tablero eléctrico industrial	38
Figura 3.31. Especificaciones técnicas del tablero	38
Figura 3.32. Códigos de colores (NEMA/ANSI)	40
Figura 4.1. Diagrama de las etapas del proyecto.....	43
Figura 4.2. Datos tomados del día 1.....	47
Figura 4.3. Datos tomados del día 2	48
Figura 4.4. Datos tomados del día 3.....	48
Figura 4.5. Datos tomados del día 4.....	48
Figura 4.6. Tamaño de ventiladores de techo según al área del lugar	51
Figura 4.7. Conexión del ventilador y extractor aplicando la INEN 003.....	55
Figura 4.8. Extractor eólico	55
Figura 4.9. Ubicación del extractor eólico.	56
Figura 4.10. Variantes del PLC LOGO	58
Figura 4.11. Calibración del sensor de movimiento.....	62
Figura 4.12. Conexión del sensor de movimiento aplicando la INEN 003.....	63
Figura 4.13. Sensor Pt100.	63
Figura 4.14. Voltaje medido en el transmisor de Pt100.	64
Figura 4.15. Conexión del sensor de temperatura Pt100 aplicando la INEN 003.....	65
Figura 4.16. Gabinete de 60x40x20 cm.....	67
Figura 4.17. Dispositivos que conforma el tablero de control.	67
Figura 4.18. Control de lazo cerrado.	68
Figura 4.19. Diagrama de flujo del funcionamiento del tablero de control.	70
Figura 4.20. Diagrama de GRAFCET para el sistema de ventilación.....	71
Figura 4.21. Instalación interna del tablero de control.....	72



Figura 4.22. Encendido del tablero de control.	73
Figura 4.23. Montaje del tablero de control.	73
Figura 4.24. Montaje de la estructura metálica.	74
Figura 4.25. Montaje del ventilador sobre la estructura metálica.	74
Figura 4.26. Conexión del ventilador.	75
Figura 4.27. Montaje del extractor de aire.	75
Figura 4.28. Conexión del extractor de aire.	76
Figura 4.29. Conexión del sensor de movimiento.	76
Figura 4.30. Conexión del sensor de temperatura.	77
Figura 4.31. Instalación de la tubería galvanizada de 1 ½ ".	77
Figura 4.32. Cableado de los conductores por la tubería galvanizada de 1 ½ ".	78
Figura 4.33. Conexión de los equipos en el tablero de control.	78
Figura 5.1. Localización geográfica del sistema de ventilación forzada.	79
Figura 5.2. Prueba con 3 Ventiladores y un extractor mecánico.	80
Figura 5.3. Configuración de la prueba 1	81
Figura 5.4. Prueba de 3 ventiladores y dos extractores.	82
Figura 5.5. Configuración de la prueba 2	83
Figura 5.6. Prueba de 3 ventiladores un extractor y dos eólicos.	83
Figura 5.7. Configuración de la prueba 3.	84
Figura 5.8. Prueba de 5 ventiladores un extractor dos eólicos.	85
Figura 5.9. Configuración de la prueba 4	86
Figura 5.10. Comportamiento de la temperatura.	86
Figura 5.11. Datos con personas en el sitio de estudio con tres ventiladores.	87
Figura 5.12. Datos con personas dentro del sitio de estudio con cinco ventiladores.	88
Figura 5.13. Resultados de la pregunta 1.	89
Figura 5.14. Resultado de la pregunta 2.	90
Figura 5.15. Resultados de la pregunta 3.	90



Figura 5.16. Resultados de la pregunta 4.	91
Figura 5.17. Respuestas de la pregunta 5.	91
Figura 5.18. Respuesta de la pregunta 6.	92



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Sistema de tareas en relación con los objetivos específicos.....	6
Tabla 3.1. Niveles de sonido y efectos sobre la salud	9
Tabla 3.2. Velocidades de aire recomendadas.....	11
Tabla 3.3. Velocidades recomendadas en las bocas de salida	12
Tabla 3.4. Leyes de los ventiladores.....	16
Tabla 3.5. Requerimientos de renovaciones por hora.....	17
Tabla 3.6. Requerimientos de renovaciones por hora del extractor eólico.....	20
Tabla 3.7. Tipos de sensores RTD.....	31
Tabla 3.8. Características del Pt100	31
Tabla 3.9. Resistencia del Pt100 según la temperatura aplicada	32
Tabla 3.10. Código de colores para los órganos de accionamiento de los pulsadores y sus significados según la Norma-IEC-602041	36
Tabla 4.1. Variable independiente y dependiente del proyecto tecnológico.	42
Tabla 4.2 Características del estrés térmico	44
Tabla 4.3. Toma de datos día 1.....	45
Tabla 4.4. Toma de datos día 2.....	46
Tabla 4.5. Toma de datos día 3.....	46
Tabla 4.6. Toma de datos día 4.....	47
Tabla 4.7. Niveles de ruido permitido según el tiempo de exposición.....	50
Tabla 4.8. Datos del alcance de ventilación según el diámetro del ventilador.....	51
Tabla 4.9. Especificaciones Técnicas y Físicas del ventilador DESIGNERS LIGTHING.	52
Tabla 4.10. Características del extractor Broan D/Pared.....	54
Tabla 4.11. Requerimientos del LOGO 12/24 RCE V8.2	57
Tabla 4.12. Características del LOGO 12/24 RCE V8.2.....	58
Tabla 4.13. Características de Pantalla TDE.	59



Tabla 4.14. Características de la fuente de energía de 24 VDC.	59
Tabla 4.15. Características más comunes del Relé ZG3NC-325B.	60
Tabla 4.16. Características técnicas de relé electromecánico.	60
Tabla 4.17. Características del Breaker Schneider 1P 6A.	61
Tabla 4.18. Características del Sensor de movimiento 180°.	62
Tabla 4.19. Características del conductor AWG.	66
Tabla 4.20. Parámetros de programación del LOGO 12/24 RCE V8.2.	69
Tabla 4.21. Entradas y salidas del sistema de ventilación.	70
Tabla 5.1. Coordenadas del proyecto tecnológico.	79
Tabla 5.2. Configuración de la Prueba 1.	81
Tabla 5.3. Configuración de la prueba 2.	82
Tabla 5.4. Configuración de la prueba 3.	84
Tabla 5.5. Configuración de la prueba 4.	85
Tabla 5.6. Datos con personas dentro del sitio de estudio con tres ventiladores.	87
Tabla 5.7. Datos con personas en el sitio de estudio con cinco ventiladores.	88
Tabla 5.8. Presupuesto del sistema de Ventilación.	92
Tabla 5.9. Presupuesto de la conexión de los equipos.	93
Tabla 5.10. Inversión del sistema de ventilación.	93
Tabla 5.11. Valor de potencia de los motores en diferentes horas de trabajo.	94
Tabla 5.12. Cargos tarifarios.	94
Tabla 5.13. Consumo de energía del sistema de ventilación.	94
Tabla 5.14. Planilla del consumo en 1 Mes, 1 Día y 8 Horas.	94

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA.

Fecha de inicio: octubre 2021

Fecha de finalización: marzo 2022

Lugar de ejecución: Barrió San Felipe, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería en Electricidad mención en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Proyecto Macro Asociado: Desarrollo de sistemas eficientes para el abastecimiento y uso de energía eléctrica a nivel local, regional o nacional.

Equipo de Trabajo:

Grupo de Investigación de Sistemas Eléctricos de Potencia

Tutor de Titulación:

Ing. Salazar Achig Edgar Roberto MSc.

Estudiantes:

Guamúshig Alpusig Darwin Javier

Pérez Moscoso Dimas Orfay

Área de Conocimiento: 07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 0713 Electricidad y Energía.

Línea de Investigación: Energías Alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sublíneas de investigación de la Carrera: Control y optimización en el uso de la energía del sector Industrial, comercial y residencial.

2. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo desarrollar un sistema de ventilación forzada en un laboratorio de pruebas, simulaciones eléctricas y electromecánicas ubicadas en el barrio San Felipe del cantón Latacunga se centra en disminuir la temperatura, de igual forma, es importante comprender las características del funcionamiento de los equipos que se encuentren en el lugar.

La automatización del sistema de ventilación se realiza con el propósito de que funcione sin el accionamiento manual por el hombre, cuenta con un sensor de temperatura y un sensor de movimiento para que detecte la presencia de las personas e inicie el funcionamiento automático.

Su principal propósito es disminuir la temperatura dentro del lugar de estudio mejorando el confort térmico con el uso de ventiladores, un extractor de aire mecánico y extractores eólicos distribuidos de manera estratégica para que mantenga la misma fluidez de aire en todos los espacios del laboratorio, por ende, la temperatura del ambiente sea más agradable.

Para el dimensionamiento del sistema de ventilación se realizan cálculos que permiten determinar el caudal de aire necesario para disminuir la temperatura dentro del laboratorio, así como las características de los equipos eléctricos y electrónicos a instalar, cumpliendo con las recomendaciones de la Normativa ASHRAE Heating, Ventilating and Air-Conditioning APPLICATIONS.

2.1 EL PROBLEMA

2.1.1 Situación Problemática

En la actualidad el cambio climático tiene un gran impacto en el sector de Latacunga, con temperaturas elevadas al medio día que van desde los 22,2 °C hasta los 25,5 °C estos datos se registran con el medidor de estrés térmico EXTECH HT30, lo que ocasiona un ambiente inapropiado dentro del laboratorio de pruebas, simulaciones eléctricas y electromecánicas ubicado en el barrio San Felipe.

Las altas temperaturas han resultado un problema en la ciudad de Latacunga provocando un malestar a los usuarios que hacen uso del laboratorio, ya que el sitio no cuenta con una temperatura adecuada que va en rangos de 18 °C a 26 °C en este tipo de construcciones.

El laboratorio que se encuentra en el barrio San Felipe no está adecuado para permanecer sin un sistema de ventilación y a medida que sube la temperatura, aumenta la frecuencia

cardiaca del cuerpo humano, lo que ocasiona un desgaste físico y mal estar en las personas que se encuentran haciendo uso del lugar.

Con el fin de evitar los problemas que ocasiona la falta de ventilación dentro del laboratorio ubicado en el barrio San Felipe se desarrolla un sistema de ventilación forzada para plantear soluciones de confort térmico a los usuarios que requieren este sistema.

Además, se encuentran equipos sensibles a altas temperaturas como computadoras, módulos de simulación y pruebas de funcionamiento de motores, módulos de Lavolt y módulos de inversión de giro entre otros lo que disminuye la vida útil de estos equipos.

2.1.2 Formulación del problema

La incidencia de irradiación solar en el techo del laboratorio ubicado en Latacunga en conjunto con la escasa ventilación dentro de este, genera la necesidad de implementar un sistema de ventilación forzada automatizado.

2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1 Objeto

Sistema automatizado de ventilación forzada.

2.2.2 Campo de Acción

330000 ciencias Tecnológicas /3306 Ingeniería y Tecnología Eléctricas / 331105 Equipos Eléctricos de Control / 331101 Tecnología de Automatización.

2.3 BENEFICIARIOS

2.3.1 Beneficiarios Directos

Los usuarios que se benefician del sistema de ventilación son 150 personas que utilizan el laboratorio de simulación eléctrica y electromecánica ubicado en el barrio San Felipe del cantón Latacunga divididos en grupos de trabajo de 30 personas.

2.3.2 Beneficiarios Directos

170.489 habitantes del Cantón Latacunga dato obtenido del INEC 2010.

2.4 JUSTIFICACIÓN

La Agenda de 2030 y los objetivos del desarrollo sostenible de Ecuador 11b indica que se deben promover planes integrados al uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él mientras que en el objetivo 7 promueve el acceso universal a

los servicios de energía modernos, esto hace necesario que el laboratorio de simulación y pruebas eléctricas y electromecánicas cuente con un sistema de ventilación automatizado moderno que permita tener un confort térmico adaptado al cambio climático de Latacunga con lo cual los usuarios puedan desarrollar las actividades dentro de un espacio confortable [1].

Es por ello que se plantea desarrollar un sistema de ventilación forzada con la ayuda de ventiladores, extractores de aire, equipos eléctricos y electrónicos. Con el uso del medidor de estrés térmico EXTECH HT30 se determina la temperatura del aire dentro y fuera del laboratorio donde se va a realizar la implementación, los parámetros mencionados son fundamentales para dimensionar el sistema.

Una vez realizado el estudio se identifican las especificaciones técnicas de los materiales y equipos a instalarse de manera que permita construir el sistema de ventilación que ayude a mejorar las condiciones de confort térmico dentro del laboratorio y garantice una mejor sensación térmica para los usuarios que hagan uso.

2.5 HIPÓTESIS

¿El desarrollo de un sistema de ventilación forzada automatizado permitirá disminuir la temperatura dentro del laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas mejorando el confort térmico para los usuarios?

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 General

Desarrollar un sistema de ventilación forzada automatizado mediante el uso de ventiladores y extractores de aire para el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas ubicadas en el sector de Latacunga.

2.6.2 Específicos

- Realizar el estado del arte referente a la automatización del sistema de ventilación forzada.
- Seleccionar los componentes eléctricos y electrónicos para el desarrollo del sistema ventilación forzada.
- Automatizar el sistema de ventilación forzada del laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas.
- Evaluar los resultados obtenidos del sistema implementado de ventilación forzada.

2.7 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 2.1. Sistema de tareas en relación con los objetivos específicos.

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultados Esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Realizar el estado del arte referente a la automatización del sistema de ventilación forzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación sobre sistemas de ventilación automatizados. • Investigación documental sobre la implementación de sistemas de ventilación forzada. • Investigación de los componentes de un sistema de ventilación forzada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Información válida para el desarrollo del sistema de ventilación. • Un Informe técnico referente a sistemas de ventilación y automatización. • Componentes normalizados por sus respectivas empresas de fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medios físicos y digitales de información como son normativas, tesis, revistas, libros, etc.
Seleccionar los componentes eléctricos y electrónicos para el desarrollo del sistema ventilación forzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar estudios mediante cálculos para dimensionar los equipos a instalar en el presente proyecto. • Identificación de los equipos existentes en el mercado con las necesidades requeridas para el desarrollo del proyecto. • Adquisición de los equipos a utilizar previamente dimensionados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamiento correcto de los equipos a utilizar. • Determinar si los componentes a utilizar existen en el mercado local. • Identificar si los componentes adquiridos se encuentran en óptimas condiciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de dimensionamiento, Catálogos digitales de los materiales y equipos a instalarse.
Automatizar el sistema de ventilación forzada del laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar los equipos de ventilación en el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas. • Armar el tablero de control con sus respectivos componentes. • Programar el LOGO 12/24 RCE V8.2. mediante el LOGO!Soft Comfort V8.2. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener una temperatura adecuada en el laboratorio. • Automatizar el sistema sin la necesidad del operador. • Identificar el número de entradas y salidas del LOGO 12/24 RCE V8.2 para su correcto funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programación del LOGO!Soft Comfort V8.2, Cade Simu, AutoCAD.
Evaluar los resultados obtenidos del sistema implementado de ventilación forzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza las diferentes pruebas para verificar el correcto funcionamiento del sistema de ventilación. • Encuestas realizadas a las personas que se encuentran realizando sus actividades en el laboratorio. • Determinar si el proyecto es factible para posteriores implementaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • En las pruebas realizadas se observó que la temperatura del aire dentro del laboratorio no disminuye como se esperaba. • Mediante las encuestas realizadas se identificó que las personas no están conforme con el sistema de ventilación instalada. • El desarrollo del sistema de ventilación no es factible para este tipo de infraestructura del laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas, toma de datos.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

En la actualidad la implementación del sistema de ventilación automatizado logra un confort térmico adecuado, mediante el uso de equipos para la circulación de aire. Al observar esta necesidad dentro del laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas se recolecta datos de temperatura de aire mediante el medidor de estrés térmico obteniendo temperaturas elevadas, por esta razón se realiza la investigación de proyectos relacionados al tema de tesis que se detalla a continuación:

Según la publicación del autor Martínez Quispe Edson en el año 2018 que consiste en el Diseño del sistema de ventilación forzada para la extracción de baños del edificio la paz en el distrito de Miraflores Lima, consiste en ventilar espacios físicos a través de las corrientes de aire que permite extraer los gases nocivos que se encuentran en la superficie del baño cerrado [2].

El autor Castañeda Benthencourt Iván Jesús, publica en el año 2018 en su tesis titulada Sistema de ventilación forzada para neveras instaladas en caravanas y autocaravanas plantea que el propósito de esta investigación se basa en el diseño de un prototipo capaz de medir determinadas temperaturas. Con su posterior analizado y con una programación de activar o desactivar los ventiladores según sea su requerimiento [3].

El siguiente proyecto según el autor Quelal Godoy Wilson Alfredo, publicada en el año 2014 en su tesis titulada Diseño e Implementación de un sistema de ventilación forzada en el techo del taller de la Carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz de la Universidad Técnica del Norte Sector el Olivo menciona que el propósito de esta investigación consiste en diseñar el sistema más idóneo de ventilación para el taller de la carrera donde el sistema es visible para que los docentes y estudiantes desarrollen sus prácticas en condiciones adecuadas [4].

El autor Caruncho Salgado Francisco, publica en el año 2019 en su tesis titulada Análisis CFD del sistema de climatización de un recinto indica que el propósito de la investigación surge del interés de calcular, analizar y optimizar un despacho, para ello utiliza un software comercial de dinámica de fluidos computacional (CFD) el cual permite resolver y analizar problemas sobre el flujo y transferencia de calor de fluidos mediante la utilización de métodos numéricos [5].

El proyecto de tesis realizado por los autores Basurto Espinosa Jhonny Fernando, Mise Changoluisa Henry David en el año 2021 titulado Automatización de un sistema de ventilación mediante el uso fotovoltaico On Grid para el laboratorio de alto voltaje de la Carrera de Ingeniería Eléctrica hacen referencia que el propósito del proyecto consiste la implementación de un sistema fotovoltaico que permita abastecer de energía eléctrica al sistema de ventilación para mejorar el ambiente de trabajo en el laboratorio de alto voltaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.2 CIUDAD DE LATACUNGA

El INAMHI menciona que la ciudad de Latacunga se ubica en la provincia de Cotopaxi, Ecuador, se encuentra a 2750 metros sobre el nivel del mar, ubicado en las faldas de la Cordillera de los Andes, cerca del volcán Cotopaxi en Hoya del Patate, con una temperatura promedio normal de 12 °C [6].

El área climática de la ciudad de Latacunga es una temperatura estándar de 12 °C, pero según varios reportes de habitantes, organismos especializados y la prensa nacional, durante los últimos años se registran temperaturas bajas en la noche y la madrugada, y altas temperaturas en la mañana y medio día [6].

3.3 TEMPERATURA

La temperatura mide las concentraciones de energía y es una propiedad física que ayuda a determinar si dos o más sistemas están en equilibrio térmico (cuando dos objetos están a la misma temperatura), es decir la temperatura es una cantidad física que mide qué tan caliente o frío está un objeto o lugar [7].

3.4 CALOR

El calor representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro debido a la diferencia de temperatura entre ellos. El tipo de energía que interviene en los fenómenos térmicos se denomina energía térmica [7].

3.5 CONFORT AMBIENTAL

Se define como el factor ambiental natural o artificial que determina un estado de satisfacción o bienestar físico o psicológico.

3.5.1 Tipos de confort ambiental a considerar

- Acústico

- Térmico

3.5.1.1 Confort acústico

Según la Organización Mundial de la Salud, mediante la Tabla 3.1 resume los efectos sobre la salud y los niveles indicativos que pueden ocurrir [8].

Tabla 3.1. Niveles de sonido y efectos sobre la salud [8].

Entorno	Nivel de sonido dB (A)	Tiempo (h)	Efecto sobre la salud
Exterior de viviendas	50 – 55	16	Molestia
Interior de viviendas	35	16	Interferencia con la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción del sueño
Aulas escolares	35	Duración de la clase	Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y de tráfico	70	24	Deterioro auditivo
Música en auriculares	85	1	Deterioro auditivo
Actividades de ocio	100	4	Deterioro auditivo

3.5.1.2 Confort térmico

Conforme con la norma ISO 7730, el bienestar térmico es una contestación subjetiva se define como la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Además, se puede conceptualizar como una sensación neutra de la persona en relación a un ambiente térmico definido, sin necesidad de sudar [9].

De acuerdo con la norma NEC 2011, Capítulo 13. Para que haya un bienestar térmico los valores que tienen que existir en una construcción son los siguientes [10].

- Temperatura del aire ambiente: 18° - 26° C
- Temperatura radiante media de superficies del local: 18° - 26° C
- Velocidad del aire: 0,05 - 1,15 m/s
- Humedad relativa: 40 – 65 %

3.6 VENTILACIÓN

Al hacer circular aire limpio en un espacio, las sustancias nocivas disminuyen equilibrando la temperatura y la humedad, el proceso de ventilación por medio de la remoción de aire, gases calientes e introducción de gases limpios, contribuye a la seguridad de las personas

que se encuentran en las instalaciones sobre todo en el caso de emergencias como se muestra en la Figura 3.1 [11].

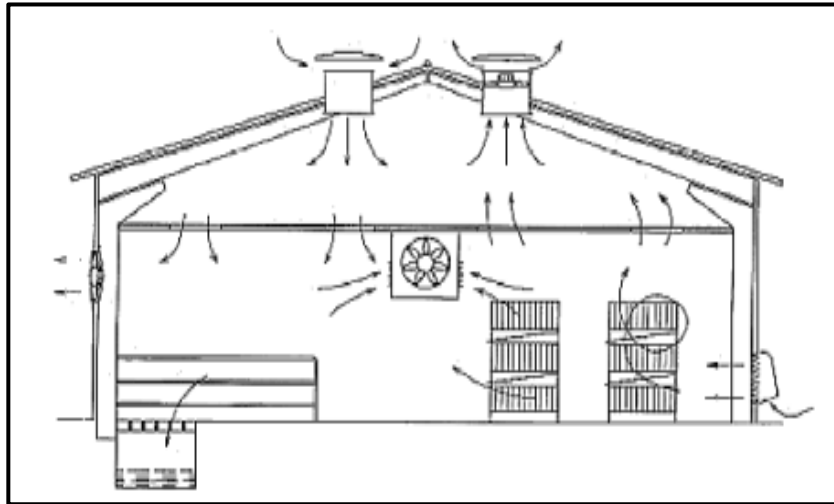


Figura 3.1. Nave industrial ventilada [11].

3.6.1 Funciones de la Ventilación

Para efectuar una ventilación adecuada hay que atender a:

- Determinar la función a realizar (el calor a disipar, los tóxicos a diluir, los sólidos a transportar, etc.)
- Calcular la cantidad de aire necesaria
- Establecer el trayecto de circulación del aire

3.6.2 Distribución de aire en espacios acondicionados

- **Temperatura en espacios acondicionados**

El sistema de distribución de aire debe estar diseñado de modo que la temperatura del espacio se mantenga dentro de los límites establecidos por la norma UNE 16798-3 2018 donde en una habitación se admite una variación máxima aproximada de 1 °C entre los distintos puntos de la zona ocupada. Si se trata de un grupo de habitaciones situadas dentro de un espacio la variación máxima será de 1,7°C ya que las variaciones de temperaturas son generalmente, más rechazables durante la época de calefacción que durante la de refrigeración.

- **Velocidad de aire**

En la Tabla 3.2 se aprecia las velocidades de aire recomendadas por él [5], en espacios acondicionados y las reacciones de los ocupantes a ellas. En el caso de estudio la velocidad

debería de estar comprendida entre la velocidad de aire 0,12 y 0,25 m/s que es óptimo para los lugares en donde las personas se encuentran sentados en sus actividades laborales.

Tabla 3.2. Velocidades de aire recomendadas [5].

Velocidad (m/s)	Reacción	Aplicación Recomendada
0 - 0,8	Quejas por estancamiento del aire	Ninguna
0,12	Proyecto ideal. Favorable.	Todas las aplicaciones comerciales
0,12 - 0,25	Probablemente favorable, pero la máxima velocidad admisible para personas sentadas es de 0,25 m/s aproximadamente	Todas las aplicaciones comerciales
0,35	Desfavorable, los papeles ligeros colocados en las mesas son insuflados	Ninguna
0,4	Límite máximo para personas que se desplazan lentamente. Favorable	Almacenes y comercios
0,4 – 1,5	Instalaciones de acondicionamiento de aire de algunas fábricas. Favorable	Velocidades más altas de acondicionamiento para refrigeración de punto o localizada

- **Dirección del aire**

Para una persona sentada la dirección conveniente del aire es aquella en la que se mueve directamente hacia su frente, una dirección vertical de arriba hacia abajo se considera aceptable y las peores situaciones son en las que el aire se dirige a su espalda o hacia ella a muy poca altura, esto se ve reflejado en la Figura 3.2 [5].

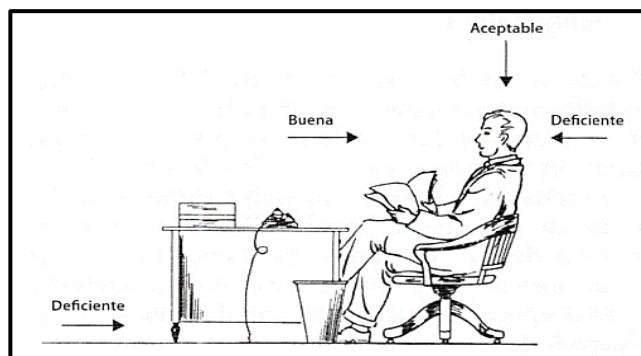


Figura 3.2. Dirección conveniente del aire [5].

- **Limitaciones de ruido**

Resulta complejo calcular las condiciones de ruido atendiendo al caudal de aire y a las características absorbentes de cualquier lugar. De forma general, se pueden utilizar las velocidades de impulsión de la Tabla 3.3 que proporcionan niveles de ruido aceptables para algunos tipos de aplicaciones.

Tabla 3.3. Velocidades recomendadas en las bocas de salida [5].

Aplicación	Velocidad (m/s)
Estudios de radiodifusión	1,5 – 2,5
Residencias	2,5 – 4
Apartamentos	2,5 – 4
Iglesias	2,5 – 4
Dormitorios de hotel	2,5 – 4
Teatros	2,5 – 4
Oficinas particulares, tratadas acústicamente	2,5 – 4
Oficinas particulares, no tratadas	2,5 – 4
Salas de cine	5
Oficinas públicas	5 – 6,5
Almacenes comerciales, plantas superiores	7,5
Almacenes comerciales, planta principal	10

3.6.3 Tipos de Ventilación

Existen varios tipos de ventilación dependiendo de la ubicación y de los diseños:

- **Ventilación vertical**

Se la realiza desde la parte más alta del lugar a ventilarse, la ventilación vertical también se puede usar con la ventilación cruzada. Para un sistema de ventilación vertical se necesita de dispositivos de altura considerable, más grande que los espacios de la estructura como se observa en la Figura 3.3 [4].

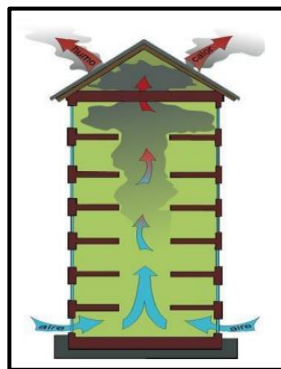


Figura 3.3. Sistema de ventilación vertical [4].

- **Ventilación horizontal**

Se realiza a lo largo de una estructura, como edificios que poseen ventanas en lo alto o paredes que poseen ventanas en lo alto de las estructuras como se visualiza en la Figura 3.4 [4].

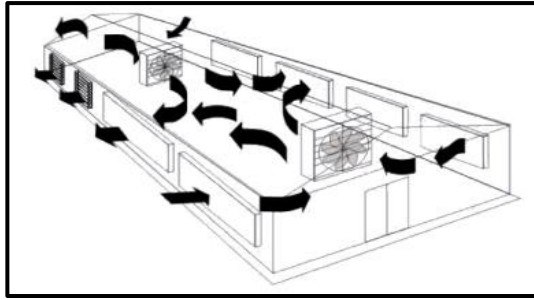


Figura 3.4. Sistema de ventilación horizontal [4].

- **Ventilación natural**

Solo es necesario colocar aperturas que conecten con las corrientes de aire del exterior lo que hace utilizar un recurso natural. Es más eficiente que algunos sistemas de ventilación forzada que consume del 20% al 60% del gasto de energía, se utiliza corrientes de viento para remover el aire que se encuentra contaminado como se observa en la Figura 3.5 [4].

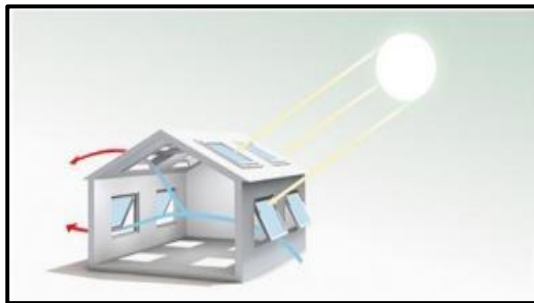


Figura 3.5. Sistema de ventilación natural [4].

- **Ventilación forzada**

Produce el intercambio de aire de forma mecánica, se realiza con la creación de sistemas que modifican la presión de aire en áreas de un ambiente de trabajo, se debe realizar cuando un sistema de ventilación natural sea deficiente o existan problemas de penetración de polvos del exterior de los lugares a ventilarse, mediante la utilización de ventiladores que pueden extraer el aire contaminado o caliente, o permitir la penetración de aire nuevo para de esta manera evacuar el aire como se visualiza en la Figura 3.6 [4].

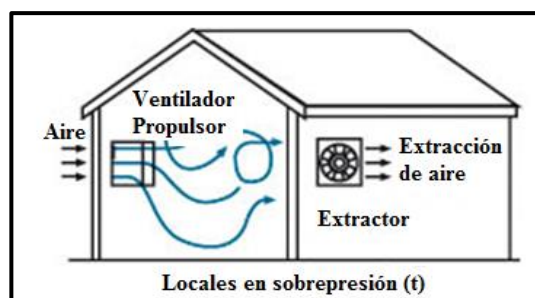


Figura 3.6. Sistema de ventilación forzada [4].

3.7 VENTILADORES

Los ventiladores son máquinas rotatorias capaces de mover una determinada masa de aire, a la que comunican una cierta presión, suficiente para que pueda vencer las pérdidas de carga que se producirán en la circulación por los conductos en donde se componen de:

- Elemento rotativo
- Soporte
- Motor

El elemento rotativo es la pieza del ventilador que gira en torno al eje del mismo, puede ser una Hélice o un Rodete [12].

3.7.1 Clasificación de los ventiladores

Los ventiladores se pueden clasificar de formas muy diferentes, siendo las más comunes las que se mencionan a continuación.

3.7.1.1 Ventiladores según su función

En la Figura 3.7 se detallan los ventiladores según su función [12].

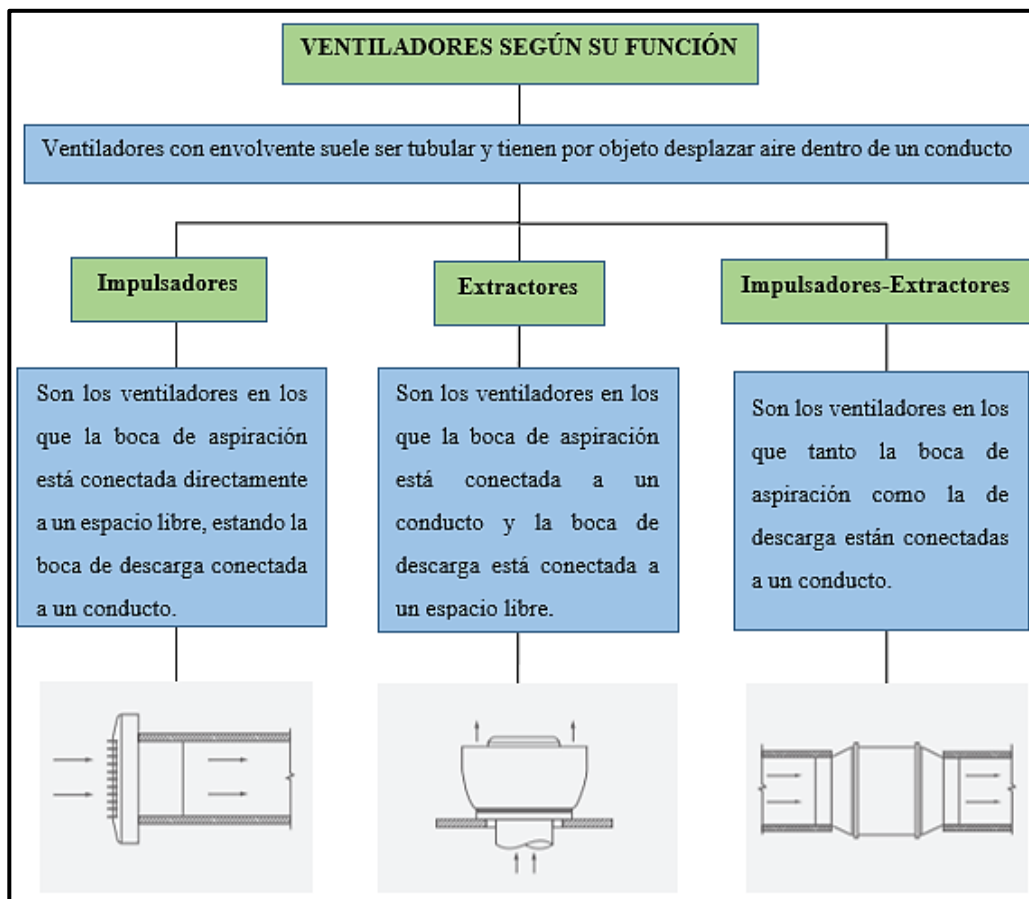


Figura 3.7. Ventiladores según su función [12].

3.7.2 Curvas Características del ventilador

Para identificar las curvas de un ventilador se debe tener en cuenta el tamaño y la presión generada, para el último parámetro puede ser de dos tipos: presión total o presión estática que será representada en función del caudal. Las curvas serán distintas a diferentes revoluciones por minuto que atribuirá el rotor.

Para conseguir estas curvas características se dibuja en los ejes los valores de caudal y presión de aire para conocer el punto ideal de funcionamiento como se muestra en la Figura 3.8 se muestra el valor de mayor eficiencia representada con la letra **N**, la cual se encuentra entre las partes **A** y **B**. se puede identificar que la curva **B** con la **C** es inestable [13].

Donde cada símbolo dentro de la Figura 3.8 está representado por:

- P_t = Presión total (N/m^2) (Pascal)
- P_e = Presión estática (N/m^2) (Pascal)
- P_d = Presión dinámica (N/m^2) (Pascal)
- Mm c.d.a = metro de columna de agua
- W = Potencia absorbida
- η = Rendimiento
- R = Características del sistema

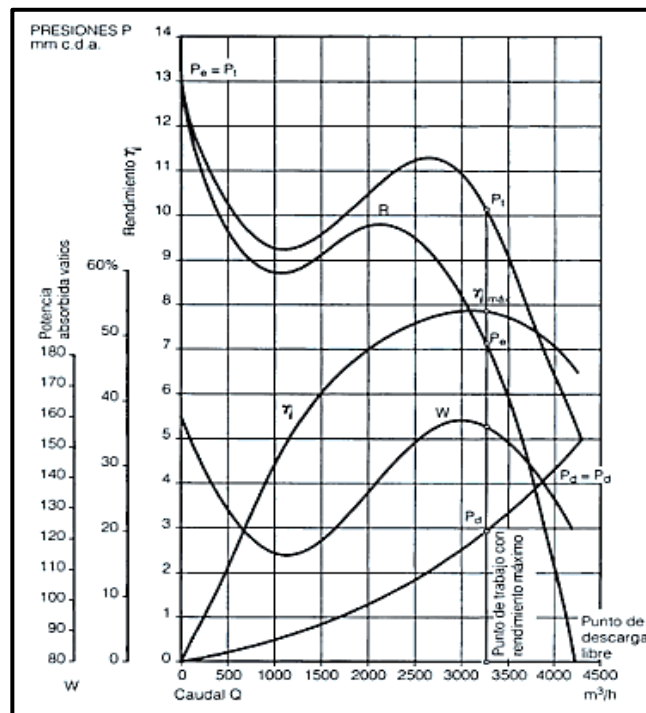


Figura 3.8. Curvas características del ventilador [13].

3.7.3 Leyes de los ventiladores

Los ventiladores están sujetos a un conjunto de leyes resumidas en la Tabla 3.4 permiten determinar el caudal, presión y potencia absorbida, que ejerce el ventilador al variar sus condiciones iniciales [13].

Tabla 3.4. Leyes de los ventiladores [13].

Leyes de los Ventiladores			
Sí varía	Permanecen constantes.	Se cumple	
Diámetro de la hélice, d	Velocidad	El caudal	Es proporcional al cubo de la relación de diámetros
	Densidad	La presión	Es proporcional al cuadrado de la relación de diámetros.
	Punto de funcionamiento	La potencia absorbida	Es proporcional a la quinta potencia de la relación de diámetros.
Velocidad de rotación, n	Diámetro de la hélice	El caudal	Es proporcional a la relación de velocidades.
	Densidad	La presión	Es proporcional al cuadrado relación de velocidades.
		La potencia absorbida	Es proporcional al cubo de la relación de velocidades
Densidad de aire. ρ	Caudal	La presión	Es proporcional a la relación de densidades
	Velocidad	La potencia absorbida	Es proporcional a la relación de densidades

3.7.4 Caudal del ventilador

Para el cálculo del caudal de ventilación se desarrolla por el método de renovaciones de aire por hora para el sistema de ventilación forzada y natural, utilizando las tablas de actividad industrial que se encuentran en la normativa para mejorar el sistema a ventilar correctamente del lugar obteniendo la siguiente ecuación (3.1) [14].

$$Q = N \cdot V \cdot f \quad (3.1)$$

Donde:

Q = Caudal del aire (m³/h)

N = Número de renovaciones (m³/h)

V = Volumen del local (m³/h)

f = (0,58858) factor de conversión para CFM (pies cúbicos por minuto)

Tabla 3.5. Requerimientos de renovaciones por hora [14].

Actividad	N ° de Renovaciones por hora
Bares y cantinas	8 a 12
Cines	10 a 15
Cocinas industriales	15 a 20
Cría de animales	3 a 9
Zonas de lavadoras	10 a 15
Zona de pasteurizado	12 a 16
Fábricas de papel	8 a 20
Fábricas de vidrio (hornos)	30 a 20
Fábricas de vidrio (máquinas)	20 a 40
Forja en caliente	18 a 30
Fundiciones livianas	12 a 15
Fundiciones pesadas	18 a 25
Garajes	4 a 8
Manufactura general	6 a 8
Mataderos	10 a 15
Naves de calderas	20 a 30
Salas de baile	12 a 16
Talleres de pintura	30 a 60
Talleres mecanizados	4 a 8
Tintorerías (zona de limpieza)	10 a 20
Tintorerías (zona de planchado)	20 a 30
Tratamientos químicos	15 a 25
Tratamientos térmicos	20 a 40
Trenes de laminación	15 a 20

3.8 EXTRACTORES EÓLICOS

La fuerza del viento (energía eólica) hace que el extractor gire, aumentando la capacidad de extracción de aire del ambiente que se desea ventilar, en proporción directa con la velocidad del viento exterior, el extractor eólico, construido en aluminio, necesita únicamente de una pequeña brisa para girar.

En ausencia del viento, funcionará debido a la diferencia de temperatura entre el ambiente interior y el exterior (efecto natural) como se observa en la Figura 3.9. [15].



Figura 3.9. Extractor eólico [15].

En la Figura 3.10 se observa que el extractor a veces funciona a baja presión causada por vientos de aire que ocurren entre diferentes lados de un área, al ser vertical con respecto al viento lo más adecuado es usar la velocidad creada por el viento para girar las espas, y de ese modo aspirar el aire caliente dentro del recinto a ventilar [16].

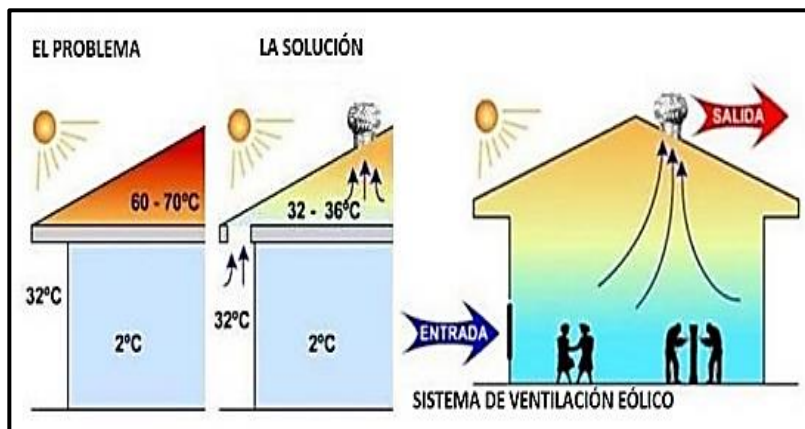


Figura 3.10. Función de un extractor eólico [16].

3.8.1 Partes principales del extractor eólico

Rotor: está conformado por una serie de espas y su número varía dependiendo del diámetro del equipo, en el mercado existen de las siguientes medidas:

- 24" 36 aspas
- 20" 32 aspas
- 14" 21 aspas
- 10" 18 aspas

Las aspas presentan un ángulo de 65° con respecto a la horizontal para el cálculo del ángulo se considera colocando las aspas de tal forma que el viento ejerza un impulso máximo sobre el área [16].

3.8.2 Determinación del caudal del extractor eólico

Para identificar la cantidad de extractores que se necesitan para ventilar un espacio se debe considerar el tipo de actividad por lo que se debe tener en cuenta algunas variables como son el volumen V (m^3) del lugar a ventilar, el (N) el número de renovaciones por hora como se observa en la Tabla 3.6.

Para su cálculo, primero se determina el volumen del espacio a ventilar multiplicando el largo por el ancho y por el alto, obteniendo el volumen total y su unidad es m^3 como se muestra en la ecuación (3.2) [17].

$$Volumen = L \cdot A \cdot H \quad (3.2)$$

Donde:

V = Volumen del lugar en (m^3)

L = Largo del lugar en (m)

A = Ancho del lugar en (m)

H = Alto del lugar en (m)

$$Area = L \cdot A \quad (3.3)$$

Donde:

Área del lugar en (m^2)

L = largo del lugar en (m)

A = ancho del lugar en (m)

La ecuación (3.4) se utiliza para obtener el número de extractores eólicos a instalar [18].

$$\text{Cantidad de extractores} = \frac{(V \cdot N)}{Q} \quad (3.4)$$

Donde:

V = Volumen del lugar en (m³)

N = Numero de renovaciones (m³/h)

Q = Caudal del aire (m³/h)

Tabla 3.6. Requerimientos de renovaciones por hora del extractor eólico [18].

RENOVACIÓN DE AIRE DEL EXTRACTOR EÓLICO	
Actividad	N ° de Renovaciones por hora
Negocios	10
Depósitos	5 a 10
Aulas	5 a 10
Auditorio sin fumadores	6 a 10
Auditorio con fumadores	15 a 20
Oficinas mecánicas	8 a 18
Talleres	8 a 18
Café-bares	6 a 10
Restaurantes	12 a 15
Fabricas con trabajo activo	12 a 15
Garajes	12 a 15
Baños públicos	15 a 20
Discotecas	15 a 25
Criaderos de pollos	15 a 25
Sala calderas	18 a 25
Fundiciones industriales	18 a 60
Sala con hornos	20 a 60

3.8.3 Ventajas y beneficios del extractor eólico

- No consume energía eléctrica
- Totalmente silencioso
- A prueba de lluvia
- Bajo costo de mantenimiento
- No produce vibraciones en el techo
- Evita la humedad

3.9 AUTOMATIZACIÓN

Se define a la automatización como un concepto de elementos computarizados y electromecánicos con fines industriales, para la recolección de datos en tiempo real. Además, busca la disminución o eliminación de la participación humana en los diferentes procesos productivos, principalmente aquellos que implican una serie de acciones repetitivas, y que implementan en el desarrollo de sus procesos electrónicos, eléctricos, mecanizados, computarizados y automatizados, con el fin de poder controlar y operar los sistemas de producción con mayor eficiencia de modo que sean mucho más competitivos y productivos, donde se compone de dos partes, una operativa encargada de la ejecución de las actividades del proceso y otra de control encargada de coordinar todo el proceso, dentro de estas se encuentran, el control, la gestión y la supervisión de la calidad de las herramientas y de las operaciones.

En este sentido, resulta importante conocer el esquema de un sistema automatizado con cada una de las partes que lo integran como se observa en la Figura 3.11 [19].

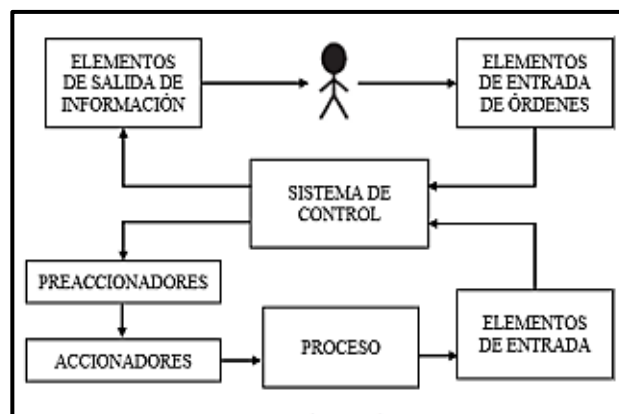


Figura 3.11. Diagrama de un proceso a automatizar [19].

3.9.1 Partes de un sistema automatizado

El uso de tecnologías de manera automática permite llevar un control de la operación y de los procesos productivos a través de dispositivos como los PLC's, los PC's, los PAC's y las herramientas tecnológicas de los sistemas de comunicación. Sistemas que se encargan de transferir tareas de producción, desarrolladas frecuentemente por personas a un conjunto de factores, herramientas y métodos tecnológicos, estos sistemas constan de dos partes:

- **Parte operativa:** Trabaja directamente sobre la máquina, hace que se mueva y que lleve a cabo sus tareas por medio de actuadores, motores, compresores, finales de carrera, etc.

- **Parte de mando:** Comúnmente es el autómatas programable, es el centro del sistema ya que por medio del mismo es posible llevar un dialogo con los demás elementos que intervienen en el sistema automatizado [19].

3.9.2 Tipos de automatización

A continuación, se detalla en la Figura 3.12 los tipos de automatización más utilizados:

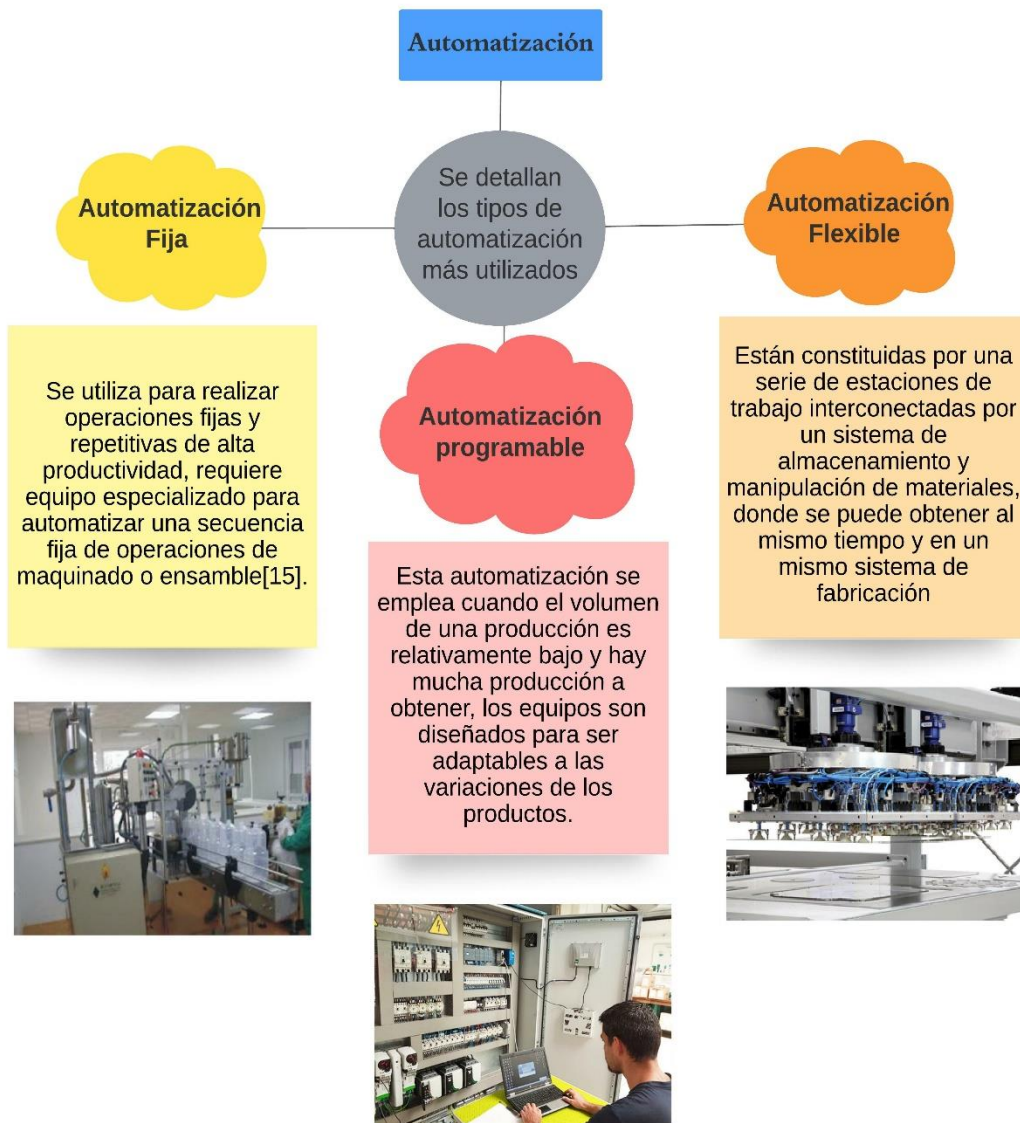


Figura 3.12. Tipos de Automatización [20]

3.9.3 Automatización con GRAFCET

Es un lenguaje grafico utilizada para la automatización de secuencias autómatas programables en forma grafo o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar y los procesos intermedios que provocan estas acciones [21].

3.9.3.1 Elementos del GRAFCET

El GRAFCET está compuesto por 4 elementos principales, los estados (o etapas), las transiciones por las acciones asociadas a los estados y por las condiciones asociadas a las transiciones como se puede observar en la Figura 3.13.

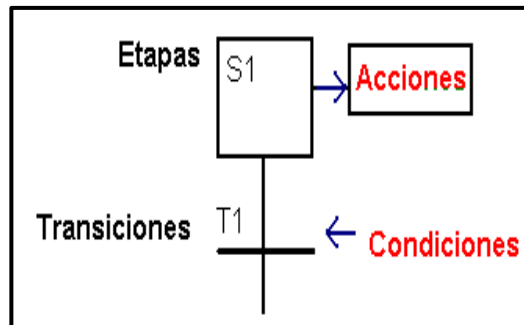


Figura 3.13. Elementos básicos del GRAFCET [22].

Las etapas representan un estado parcial del sistema en el cual se ejecutan acciones asociadas cuando está activo, donde se representan mediante un cuadrado como se observa en la Figura 3.13 y enumerados consecutivamente, y llevan un nombre simbólico que represente el estado [22].

3.9.3.2 Reglas del GRAFCET

El funcionamiento del GRAFCET va de una manera que las etapas y condiciones se intercalen consecutivamente donde las reglas de funcionamiento están resumidas en:

- **Condición inicial:** El estado inicial del GRAFCET se identifica por las etapas iniciales en las cuales debe contener por lo menos un estado inicial.
- **Sobrepaso de una transición:** Una transición puede estar habilitada o deshabilitada cuando los estados están activados de lo contrario la transición esta deshabilitada.
- **Evolución de estados activos:** Cuando se sobrepasa una transición con lleva a la activación de los estados siguientes y la desactivación de los estados anteriores.
- **Sobrepaso simultaneo de transiciones:** Esto sucede cuando varias transiciones pueden ser sobrepasadas simultáneamente.
- **Activación y desactivación simultanea de un estado:** Si está en funcionamiento un estado y es activado o desactivado al mismo tiempo, la prioridad se va a dar a la activación.

3.9.4 Estructura de un GRAFCET

Un GRAFCET no se limita necesariamente a cadenas lineales, gracias a las estructuras AND y OR, se pueden crear cadenas secuenciales complejas. Existen varias ramas simultáneas o mutuamente excluyentes, donde es posible ejecutar varios GRAFCET al mismo tiempo como se puede visualizar en la siguiente Figura 3.14.

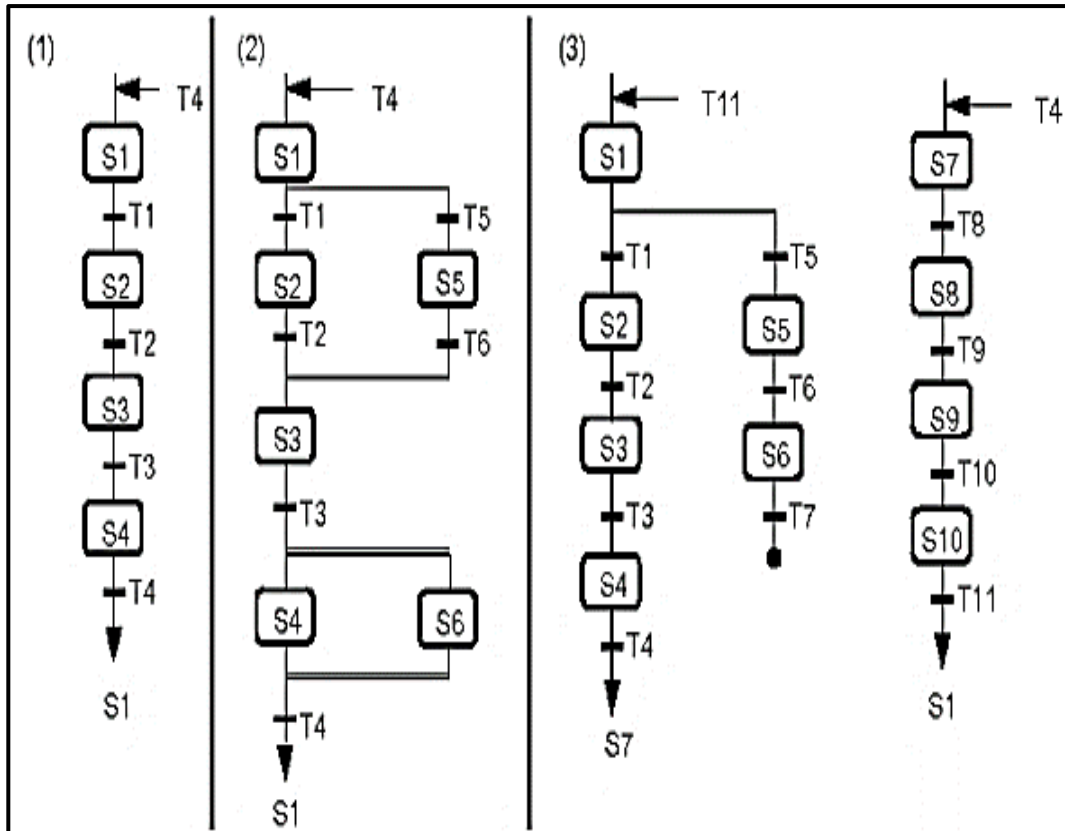


Figura 3.14. Algunas estructuras posibles del GRAFCET [22].

La parte de (1) corresponde a un GRAFCET con una cadena lineal, mientras que el (2) corresponde a un GRAFCET con ramas alternativas y simultáneas, y por último el (3) corresponde a un GRAFCET con dos cadenas secuenciales [22].

3.10 PROGRAMAS UTILIZADOS

Para realizar los diagramas y programación se utilizaron los siguientes programas detalladas en la Figura 3.15:

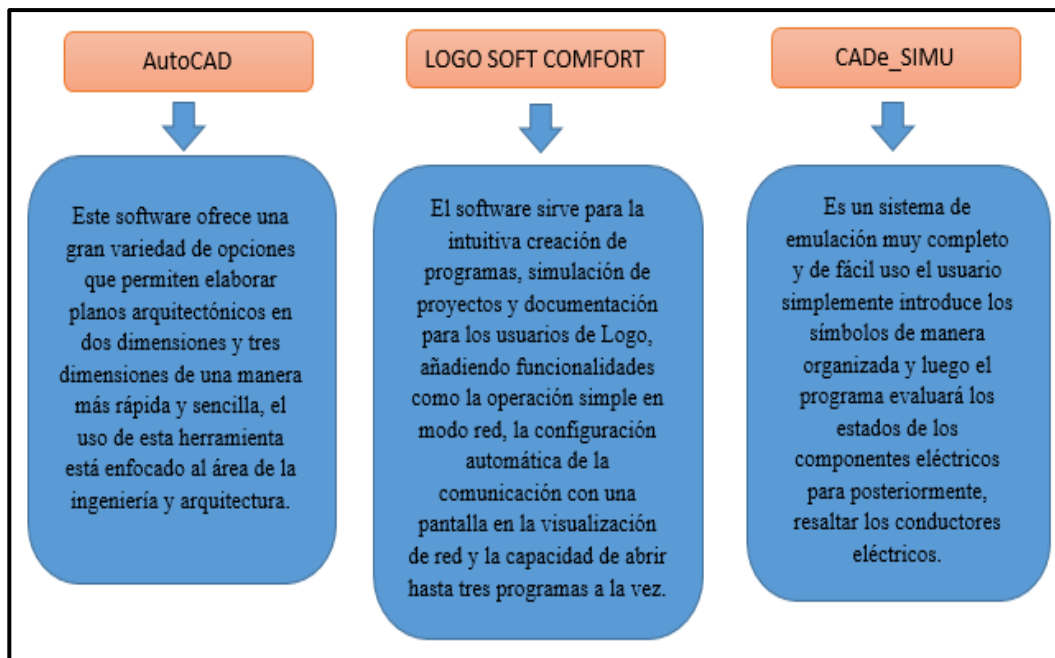


Figura 3.15. Programas utilizados para el desarrollo del proyecto.

3.11 ELEMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN

3.11.1 PLC LOGO de Siemens

Sin duda alguna este módulo lógico representa la parte central del proyecto ya que dirige y guarda toda la rutina creada. Es el módulo lógico universal de Siemens y lleva integradas las siguientes funciones:

- Control
- Unidad de mando y visualización con retroiluminación
- Fuente de alimentación
- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para módulo de programación y cable para PC
- Funciones básicas habituales pre programadas, p.ej. para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente, e interruptor de software
- Temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- Entradas y salidas en función del modelo

El PLC LOGO de Siemens tiene un tamaño muy compacto y características que lo diferencian de otros módulos lógico, si se habla de la versión SIPLUS; cuenta con una pantalla que permite visualizar el estado de la programación, además de contar con un lector de tarjeta micro SD permitiendo almacenar la información de forma segura si llegara

a ocurrir algún imprevisto o problema con el equipo físico, se puede ver su estructura física en la siguiente imagen, donde aparecen dos versiones, la del lado izquierdo la versión con pantalla y el de la derecha sin pantalla, siendo una versión más simple como se observa en la Figura 3.16 [23].



Figura 3.16. PLC LOGO de Siemens [23].

3.11.2 Programación del LOGO!Soft Comfort V8.2

El lenguaje de logo es sencillo utilizando programación en bloques y escalera misma que permite realizar diseños de programas y que estos puedan ser leídos por la máquina, además el diagrama de escalera permite lo siguiente:

- El flujo de energía se toma desde la vertical izquierda a través del escalón.
- Cada escalón en la escalera define una operación en el control de proceso.
- La lectura se realiza de izquierda a derecha y de arriba abajo.
- Cada peldaño debe comenzar con al menos una entrada y terminar con una salida como mínimo. La entrada se trata de una acción de control y la salida define un dispositivo conectado a la salida de un PLC.
- Los dispositivos eléctricos se muestran en su condición normal.
- Un dispositivo particular puede aparecer en uno o más escalones de la escalera.
- Las entradas y salidas son identificadas por sus direcciones; la notación depende del fabricante como se observa en la Figura 3.17 [24].

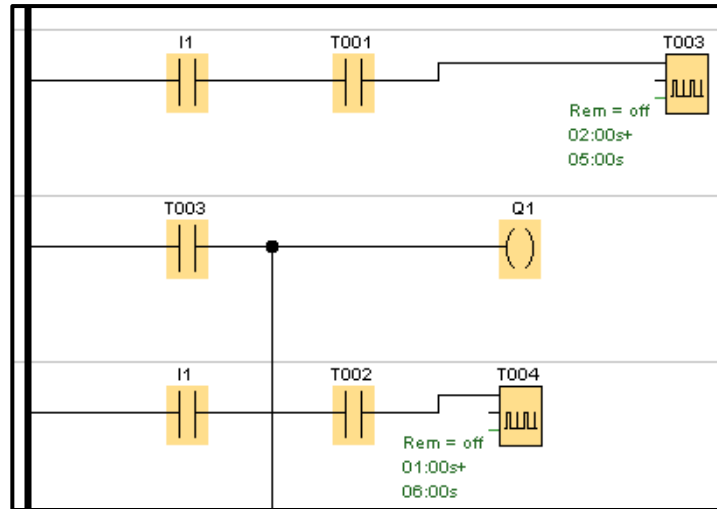


Figura 3.17. Ejemplo de programación en lenguaje LADDER [24].

Otro método utilizado en la programación de un PLC es la de bloques funcionales la cual está basada en lógica booleana misma que añaden programación AND, OR y NOT que establecen condiciones para ejecutar tareas que están en diferentes tipos de procesos como se observa en la Figura 3.18 [24].

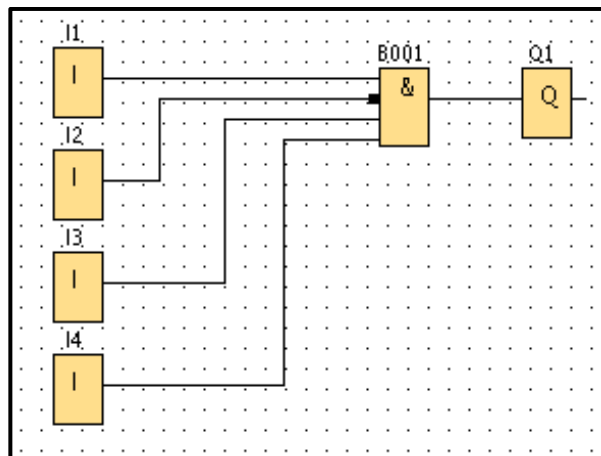


Figura 3.18. Ejemplo de programación en lenguaje FUP [24].

3.11.3 Relé de Estado Sólido o Solid State Relay (SSR)

El relé de estado sólido es un dispositivo o conmutador que son normalmente abiertos, son capaces de realizar muchos ciclos de operación aplicando una señal de control, que activa la corriente de carga CA. Cómo se observa en la Figura 3.19.

Para el cálculo de la corriente que soportará el relé de estado sólido se obtiene mediante la ecuación (3.5) [25].

$$I = \frac{P}{V \cdot fp} \quad (3.5)$$

Donde:

I: Corriente o intensidad en amperios (A)

P: Potencia del sistema (W)

V: Tensión en Voltios (V)

Cos ϕ : Factor de potencia



Figura 3.19. Relé de Estado Sólido [25].

La conmutación ocurre cuando el punto a cambio de voltaje es 0 del ciclo de la corriente alterna por este motivo no genera ruido electrónico considerable, por lo que los SSR son óptimos para los entornos en los que hay equipos susceptibles [25].

3.11.3.1 Características del relé de estado sólido

- Larga vida útil
- Ausencia de ruido mecánico de conmutación
- Baja capacidad de potencia de mando

3.11.4 Interruptor termomagnético

Es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule).

El interruptor termomagnético combina varios de los sistemas de protección, en un solo dispositivo, poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético como se puede ver en la Figura 3.20. Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características,

magnética y térmica, para el cálculo de la corriente nominal se obtiene mediante la ecuación (3.6) [26].

$$I_n = \frac{P}{V} \quad (3.6)$$



Figura 3.20. Interruptor termomagnético [26].

3.11.5 Sensor de Movimiento

Es un dispositivo que se puede ver habitualmente en diferentes estancias, tanto en locales de empresas como en los hogares. Normalmente son percibidos solamente como las cajitas blancas que se colocan a lo alto de las paredes para la función de detectar el movimiento de personas en espacios como se observa en la Figura 3.21.



Figura 3.21. Sensor de Movimiento [27].

Para detectar el movimiento cuenta con ventanas de detección que se pueden activar o no independientemente, cambiar el tamaño de la ventana y su sensibilidad ajustándose a las necesidades y se debe hacer las pertinentes pruebas hasta llegar a la configuración deseada [27].

3.11.5.1 Características del sensor de movimiento

Para la utilización del sensor de movimientos se debe considerar las siguientes características al momento de ser instalado:

- Tamaño reducido: Diámetro exterior 50 mm.
- Para ser instalado en falso techo de forma rápida, gracias a dos pinzas que aprisionan al dispositivo.
- Guía de luz con doble función: permite visualizar los destellos del LED (rojo) cuando detecta presencia y la entrada de luz para el sensor de luminosidad.
- Doble micro interruptor en la parte posterior, que permite desconectar tanto el LED de indicación de actividad como la asociación del sensor de luminosidad al canal de control de iluminación.
- Conexión directa a una entrada del QUAD (ZN110-41AD). No necesita alimentación externa [27].

3.11.6 Sensor de Temperatura

Existen varios dispositivos en el mercado para censar la temperatura cada uno con diferentes características y compatibilidades con los distintos sistemas digitales como se observa en la Figura 3.22.



Figura 3.22. Sensores de temperatura [28].

3.11.6.1 Detector de Temperatura Resistivo (RTD)

Este tipo de sensores están construidos con diferentes tipos de material según su aplicación usando material muy estable y exacto, la relación que existe en la temperatura del platino es la más acertada debido a que es muy termo resistible utilizándola como estándar internacional de temperatura y soportando una temperatura de -200°C hasta los 850°C como se especifica en la siguiente Tabla 3.7 [28].

Tabla 3.7. Tipos de sensores RTD [28].

Material	Rango de temperatura [°C]	Variación coeficiente (% °C a 25°C)
Platino	-200 a 850	0,39
Níquel	-80 a 320	0,67
Cobre	-200 a 260	0,38
Níquel-Acero	-200 a 260	0,46

3.11.6.2 Sensor Pt100

Los sensores RTD son elementos que tienden a reaccionar casi linealmente al contacto con la temperatura como se sabe la mayoría son hechos de platino por su alta fusión y temperatura, coeficiente y por su termométrica estable, los sensores de este tipo garantizan gran precisión en la medición de temperatura conjuntamente con la normativa INEN-IEC 6075 [29] los Pt100 cumplen con resistencia de 100 Ω a 0 °C como se observa en la Figura 3.23 [28].

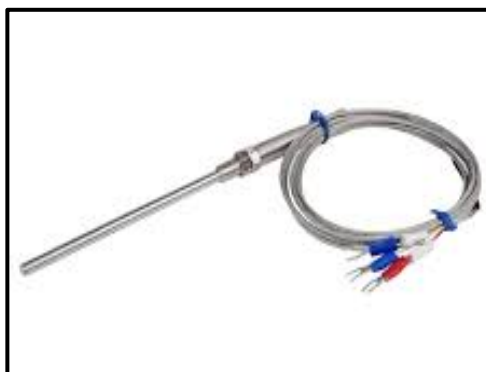


Figura 3.23. RTD Pt100 [28].

Tabla 3.8. Características del Pt100 [28].

RTD (Tipo)	Pt100 tipo A	Pt100 tipo B
Tolerancia	Clase B 0,2%	Clase B 0,3%
Dimensión	1.7 mm x 2.4 mm x1.0mm	9.5 mm x 1.9 mm x0.9mm
Temperatura de operación	-50°C a 500°C	-70°C a 500°C
Coefficiente de temperatura	3850 ppm/°C	3850 ppm/°C

Según el fabricante en la Tabla 3.8 los dos sensores se encuentran dentro de la clase B la diferencia es que uno de ellos tiene un error de desviación más pequeño de las características ideales cabe recalcar que a mayor tolerancia mayor será la variación del sensor de temperatura.

El coeficiente de temperatura del sensor RTD más común en las empresas de procesos es el sensor Pt100, que ofrece una resistencia de 100 Ω a 0 $^{\circ}\text{C}$ (32 $^{\circ}\text{F}$). La resistencia a temperaturas más altas depende de la versión del sensor Pt100, ya que existen diferentes versiones del Pt100 que proporcionan coeficientes de temperatura ligeramente diferentes.

En todo el mundo, la versión más común es Pt100, el coeficiente de temperatura del sensor Pt100 (símbolo griego alfa $\Rightarrow \alpha$) se expresa como la diferencia entre las resistencias a 100 $^{\circ}\text{C}$ y 0 $^{\circ}\text{C}$ dividida por la resistencia a 0 $^{\circ}\text{C}$ veces 100 $^{\circ}\text{C}$. La fórmula es sencilla y se observa en la ecuación (3.7) [28].

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{R_0 \cdot 100^{\circ}\text{C}} \quad (3.7)$$

Donde:

α = coeficiente de temperatura en grados centígrados $^{\circ}\text{C}$

R_{100} = resistencia a 100 $^{\circ}\text{C}$

R_0 = resistencia a 0 $^{\circ}\text{C}$

En la Tabla 3.9 se observa los valores numéricos de temperatura vs. Resistencia de un Pt100 en una serie de puntos:

Tabla 3.9. Resistencia del Pt100 según la temperatura aplicada [28].

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura ($^{\circ}\text{F}$)	Resistencia (Ω)
-200,0	-328,0	18,5201
-100,0	-148,0	60,2558
0,00	32,0	100,00
100,0	212,0	138,5055
200,0	392,0	175,8560
300,0	572,0	212,0515
400,0	752,0	247,0920

Características

- Alta precisión, buena estabilidad.
- Alta sensibilidad, buena linealidad.
- Tiempo de respuesta corto, buena compatibilidad.
- Estructura compacta, fácil instalación, resistente al agua.

3.11.6.3 Escalonamiento del Sensor de temperatura

El escalamiento de una señal analógica ya sea de 4 a 20mA o de 0 a 10V, depende de la calidad de los datos provenientes del transmisor de Pt100, esta señal es transmitida hacia el LOGO 12/24 RCE V8.2 para que posteriormente lo interprete en temperatura. El cálculo de la resolución del transmisor de Pt100 se realiza en V utilizando la ecuación (3.8) [26].

$$\frac{V_{salida(max)} - V_{salida(min)}}{T_{entrada(max)} - T_{entrada(min)}} \cdot T_{(act)} + K \quad (3.8)$$

Donde:

$V_{salida(max)}$: Voltaje de salida máximo

$V_{salida(min)}$: Voltaje de salida mínimo

$T_{entrada(max)}$: Temperatura máxima programada

$T_{entrada(min)}$: Temperatura mínima programada

$T_{(act)}$: Temperatura actual

K : Valor mínimo de salida del sensor

Como comprobación de la teoría se realizan cálculos con valores de temperatura de 0 °C y 50 °C como se puede observar en la ecuación (3.9).

$$V = \left(\frac{(10V) - (0V)}{(50\text{ }^{\circ}C) - (0\text{ }^{\circ}C)} \cdot 0\text{ }^{\circ}C \right) + 0V = 0V \quad (3.9)$$

3.11.6.4 Precauciones a tener en cuenta con el sensor Pt100

Se debe tener ciertas precauciones de limpieza y protección en la instalación de los Pt100 para prevenir errores por fugas de corriente, es frecuente que en ambientes muy húmedos los cables se deterioren y se produzca un paso de corriente entre ellos a través de humedad condensada. Aunque mínima, esta corriente "fugada" hará aparecer en el lector una temperatura menor que la real. Estas fugas también pueden ocurrir en óxido, humedad o polvo que cubre los terminales [30].

3.11.6.5 RTD Pt100 transmisor DC 24 V

El transmisor de temperatura ha sido diseñado para el Pt100 con conexión de 2 o 3 hilos con salida analógica de 4 a 20 mA (técnica de 2 hilos alimentado por bucle). Este dispositivo reúne las ventajas de la reacción rápida de un transmisor analógico y la

flexibilidad de configuración mediante un Windows PC. La rápida estabilización de la corriente de salida tras la conexión a la energía auxiliar permite la aplicación en sistemas multiplex como se observa en la Figura 3.24 [28].



Figura 3.24. RTD Pt100 transmissor DC 24V [28].

3.11.7 Relé electromecánico

El relé electromecánico es un dispositivo utilizado para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Al dispositivo se lo puede utilizar en corriente alterna o continua como se visualiza en la Figura 3.25 [31].



Figura 3.25. Relé electromecánico [31].

3.11.7.1 Principio de funcionamiento

El principal funcionamiento del relé electromecánico es:

- Poseer tres biláminas compuestas cada una por dos metales con coeficiente de dilatación muy diferente unidos mediante laminación y rodeadas de un bobinado de calentamiento.
- Cada bobinado de calentamiento está conectado en serie a una fase del motor. La corriente absorbida por el motor calienta los bobinados y se dilatan las biláminas haciendo que se deforman en mayor o menor grado según la intensidad de dicha

corriente. La deformación de las biláminas provoca a su vez el movimiento giratorio de una leva o de un árbol unido al dispositivo de disparo.

- Si la corriente absorbida por el receptor supera el valor del reglaje del relé, las biláminas se deformarán lo suficiente como para que la pieza a la que están unidas las partes móviles de los contactos se libere del tope de sujeción [32].

3.12 ELEMENTOS DE CONTROL

3.12.1 Selector de dos posiciones

El selector es un conmutador con dos o más posiciones estables, en las que permanece tras su accionamiento. Los selectores son similares a los interruptores y conmutadores en cuanto a funcionamiento, aunque para su actuación suelen llevar un botón, palanca o llave giratoria (que puede ser extraíble). En un selector ya no se puede hablar de contactos NA y NC, pero se sigue usando dicha denominación, cuando adoptan ese estado en la posición considerada como inicial como se observa en la Figura 3.26 [26].



Figura 3.26. Selector o perilla [26].

3.12.2 Luces piloto

Este dispositivo de señalización se utiliza principalmente como luces indicadoras de existencia de corriente o de algún proceso en funcionamiento y para evidenciar el enclavamiento de contactos, entre otras funciones, que aportan en la implementación de los circuitos de control y tiene un amplio rango de tensión que es de 110V- 220V [26].



Figura 3.27. Luces Piloto [26].

3.12.2.1 Normativa para seleccionar las luces piloto

La Norma-IEC-602041 manifiesta que existen códigos de colores y significados para su utilización según su función como se observa en la Tabla 3.10 [33].

Tabla 3.10. Código de colores para los órganos de accionamiento de los pulsadores y sus significados según la Norma-IEC-602041 [33].

Color	Significado	Explicación	Ejemplos de aplicación
ROJO	Emergencia	Actúa en caso de condiciones peligrosas o de emergencia.	Parada de emergencia Inicio de la función de emergencia.
AMARILLO	Anomalía	Actúa en caso de condiciones anormales.	Intervención para suprimir condiciones anormales. Intervención para restablecer un ciclo automáticamente interrumpido.
VERDE	Normal	Actúa para iniciar las condiciones normales	(Véase 10.2.1)
AZUL	Obligatorio	Actúa en caso de condiciones que requieran una acción obligatoria.	Función de rearme.
BLANCO	Sin significación específica atribuida	Para un inicio general de las funciones excepto la parada de emergencia.	ON/Puesta en marcha (preferente) OFF/Parada
GRIS			ON/Puesta en marcha OFF/Parada
NEGRO			ON/Puesta en marcha OFF/Parada (preferente)
NOTA– Cuando se utilicen medios de codificación suplementarios (p.e. texto, forma, posición) para la identificación de los órganos de accionamiento de los pulsadores, puede utilizarse el mismo color BLANCO, GRIS o NEGRO para diferentes funciones (p.e. BLANCO para los órganos de accionamiento de ON y OFF).			

3.12.3 Paro de Emergencia

Es un dispositivo de parada de emergencia, se debe instalar en todas las máquinas que exista peligro de tipo mecánico durante las condiciones normales de trabajo como se observa en la Figura 3.28.

Hay que tener en cuenta que dependiendo del tipo de máquina puede ser necesaria la instalación de más de un dispositivo de parada de emergencia, por ejemplo, en máquinas con más de un puesto de mando y control, máquinas de características especiales con varios puntos de peligro separados del puesto de mando y control [34].

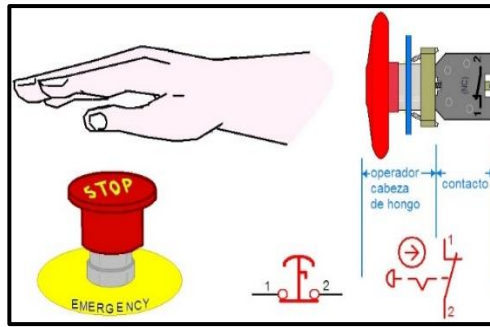


Figura 3.28. Paro de emergencia [34].

3.12.3.1 Normativa para seleccionar el paro de emergencia

La Norma-IEC-602041 manifiesta que los dispositivos de parada de emergencia siempre deben ser de color rojo, deberán ser fácilmente accesibles y estar situados en cada puesto de mando del operador [33].

3.12.4 Barra de tierra

Es el área donde terminan las conexiones a tierra proveniente de los equipos, lo que permite soportar las conexiones en el exterior del tablero. Esta barra se debe ubicar lo más cerca de la puerta del tablero de control de manera que las conexiones de los conductores eléctricos estén protegidas contra la corrosión, las conexiones de los conductores hacia la barra deben estar cubiertos en los puntos de conexión y no se debe colocar varios conductores en el mismo espacio disponible [34].

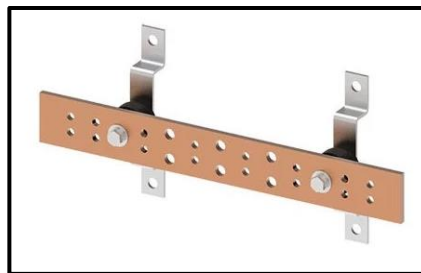


Figura 3.29. Barra de tierra [34].

3.12.4.1 Normativa para seleccionar la barra a tierra

Toda instalación eléctrica cubierta por la Norma NEC 2011 capítulo 15, excepto donde se indique lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla [35].

3.13 TABLEROS ELECTRICOS INDUSTRIALES

La norma ecuatoriana de construcción (NEC-10) capítulo 15 menciona que los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que poseen dispositivos de protección y maniobra que permite proteger y operar las instalaciones internas dando una seguridad y confiabilidad en las protecciones de personas, instalaciones, como se observa en la Figura 3.30 [36].



Figura 3.30. Tablero eléctrico industrial [36].

3.13.1 Construcción y especificaciones técnicas

Los tableros deberán contar con una cubierta interna sobre los equipos y con una puerta exterior. La cubierta interna tendrá por finalidad impedir el contacto de cuerpos extraños con las partes energizadas, o bien, que partes energizadas queden al alcance del usuario al operar las protecciones o dispositivos de maniobra; deberá contar con perforaciones de tamaño adecuado como para dejar pasar libremente el cableado y demás conexiones pertinentes, sin que ello permita la introducción de cuerpos extraños, sin que ninguno de los elementos indicados sea solidario a ella, palancas, perillas de operación o piezas de remplazo, si procede, de los dispositivos de maniobra o protección como se observa en la Figura 3.31 [37].



Figura 3.31. Especificaciones técnicas del tablero [37].

3.13.2 Normas y dispositivos de protección

Los dispositivos de protección y maniobra permiten proteger y operar directamente los circuitos donde pueden ser alimentados desde un tablero general aplicando las siguientes normas [37]:

- IEC
- NEMA
- ANSI
- IEEE

Para aplicar las normas mencionadas se debe tener en cuenta algunas recomendaciones que se detalla a continuación:

- Los elementos de operación de las protecciones o dispositivos de maniobra sólo serán accesibles abriendo la puerta exterior la que deberá permanecer cerrada, para lo cual deberá contar con una chapa con llave o un dispositivo equivalente.
- Todo tablero debe contar con la cubierta interior o tapa cubre equipos, y se podrá exceptuar de la exigencia de contar con puerta exterior a todo tablero de uso doméstico o similar.
- Los tableros podrán ser montados empotrados o sobrepuestos en una pared si son de baja o mediana capacidad, tamaño y peso.

3.14 CÓDIGOS DE COLORES (NEMA / ANSI)

Para seleccionar el color de los conductores a utilizar en una instalación eléctrica, ya sea residencial o industrial se basa en la Figura 3.32 que sugieren las normativas NEMA/ANSI (americana) o IEC (europea) con el fin de estandarizar la instalación y facilitar el reconocimiento del cableado por motivos de mantenimiento [38]:

- Negro – Fase
- Blanco – Neutro
- Verde o Verde/Amarillo – Tierra
- Rojo y Amarillo – cable piloto (paro de emergencia de mesas de trabajo)

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ
TENSIONES NOMINALES	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/440	480/440	Más de 1000 V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Gris	No aplica	No aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde	Desnudo Verde
TIERRA AISLADA	Amarillo Verde	Amarillo Verde	Amarillo Verde	No aplica	Amarillo Verde	Amarillo Verde	No aplica	No aplica	No aplica

Figura 3.32. Códigos de colores (NEMA/ANSI) [38].

3.15 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL CONDUCTOR

Para el cableado del sistema de control se utiliza conductores las cuales son ideales para cableado en tableros o circuitos de control en general según el Código Eléctrico Nacional, además son utilizados en lugares con y sin humedad como lo establece [39].

Como se tiene conocimiento para la elección del tipo de conductor se debe realizar mediante la ecuación (3.10) [36].

$$I = I_n \cdot 1,25 \% \quad (3.10)$$

Donde:

I: Corriente o intensidad en amperios (A)

I_n : Corriente nominal (A)

1,25 %: soporte de la corriente nominal

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

Para la elaboración de la presente propuesta tecnológica se aplicaron diferentes métodos con el propósito de obtener conclusiones útiles y resultados en esta investigación, fueron seleccionados para obtener información rápida y precisa, la información recopilada permitirá modelar un correcto sistema de ventilación.

4.1 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

- **Método bibliográfico:** El método bibliográfico permitió obtener información indispensable de libros, revistas, artículos científicos, páginas webs y repositorios de universidades a nivel nacional e internacional dando como resultado un marco teórico de fuentes confiables.
- **Método de campo:** El método de campo permitió la recopilación de datos de una manera precisa para identificar los problemas existentes en el lugar donde se va a implementar el proyecto tecnológico.
- **Método experimental:** Con el método experimental se determinaron las condiciones de los equipos mecánicos requeridos para ventilar el laboratorio, realizando pruebas de operación manual y automático del sistema.
- **Método Científico:** Con la ayuda de este método, se resolvieron los problemas de la presente propuesta tecnológica siguiendo una secuencia lógica, el proceso de dimensionamiento y selección de instrumentos, LOGO 12/24 RCE V8.2 programable, cableado correcto del sistema y sus respectivas protecciones.

4.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

4.2.1 Observación directa, indirecta y participativa

Mediante la aplicación de esta técnica se logró observar personalmente el lugar de estudio e interrelacionarse con los encargados del lugar de estudio quienes aportaron al proceso de control lugares donde era necesario el control de temperatura

Además, la indagación en fuentes bibliográficas fue de gran ayuda para la construcción de este proyecto permitiendo obtener un enfoque acertado en la selección de los materiales y herramientas de acuerdo a las necesidades del usuario

4.3 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los recursos utilizados en el proyecto que facilitaron la elaboración del presente documento fueron:

- **Programas:** La elaboración del sistema fue de acuerdo a la recopilación de datos obtenidos mediante el uso del medidor de estrés térmico con el fin de conocer el comportamiento de la temperatura del aire dentro y fuera del laboratorio, además se establecen diagramas en Cade Simu, programación del sistema en Logo Soft Comfort y esquemas en AUTOCAD.

- **Fotografías:** Se fotografió los procesos de elaboración del sistema de ventilación y control en el laboratorio con el fin de evidenciar el trabajo realizado mediante comparación de datos térmicos tabulados con anterioridad.
- **Encuesta:** Se aplica este instrumento de investigación en 25 usuarios que hacen uso del sistema de ventilación forzada conjuntamente con el control de temperatura. Esta información se la recopila mediante el programa gratuito Google forms para reflejarlo en tablas y gráficas que avalen el funcionamiento del sistema.
- **Medidor de estrés térmico:** El equipo permitió recopilar datos de temperatura en el sitio para determinar si es o no factible la implementación del sistema de ventilación forzada.
- **Multímetro:** Este equipo permite comprobar valores de voltaje, corriente entre otros que intervienen en el tablero de control verificando así su correcto funcionamiento en el sistema.
- **Base de datos:** La base de datos de temperaturas se recopiló en Excel para poder deducir la información a un punto que se puede definir un diseño final del sistema de ventilación.

Variables: Entre las variables de investigación tenemos las variables dependiente e independiente como se observa en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Variable independiente y dependiente del proyecto tecnológico.

Variable independiente	Variable dependiente
Desarrollo de un sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga	Elementos de control, sensores de temperatura y movimiento, ventiladores, y extractores mecánicos y eólicos

4.4 ETAPAS DEL PROYECTO

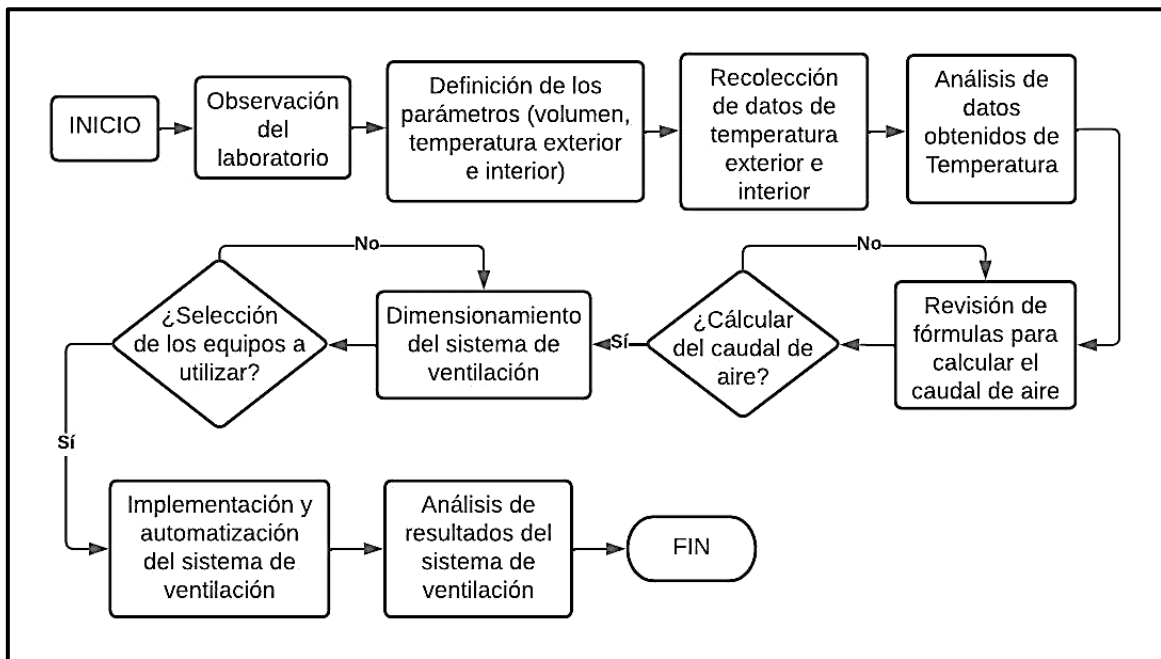


Figura 4.1. Diagrama de las etapas del proyecto.

Etapa 1: Observación del laboratorio

En la primera etapa se realiza una visita técnica al laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas con el fin de observar e identificar las necesidades de ventilación que requiere este sitio, así como la delimitación del área.

Etapa 2: Definición de los parámetros (volumen, temperatura exterior e interior)

En base a la primera etapa se definen los parámetros analizados que son volumen, temperatura del aire exterior e interior del laboratorio.

Etapa 3: Recolección de datos de temperatura exterior e interior

En esta etapa se realizó la recolección de datos de temperatura con el medidor de estés térmico EXTECH HT30, en la Tabla 4.2 se observa las características del equipo que se utiliza para la toma de datos de temperatura de ambiente.

Tabla 4.2 Características del estrés térmico [40].

EXTECH HT30		
	Temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH)	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
	Temperatura de globo negro (TG)	-30°C a 550°C (-22°F a 1022°F)
	Precisión TG (IN)	±2°C (4°F)
	Precisión TG (OUT)	±3°C (5.5°F)
	Temperatura del aire (TA)	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
	Precisión	±1°C (1.8 °F)
	Humedad relativa (RH)	0 a 100%HR
	Precisión HR	±3% (@25°C, 10 to 95%RH)
	Resolución	0.1°F/°C; 0.1%HR
	Temperatura de operación	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
	Humedad de operación	Max. 80% RH
	Fuente de energía	Dos baterías AAA
	Vida de la batería	Aprox. 1000 horas
	Dimensiones	Medidor: 254 x 48.7 x 29.4mm (10x1.9x1.1") Esfera negra: 40mm, 35mm (1.57 Dia., 1.37H)
Accesorios Optativos	Software PC y cable (407752)	

Pasos para medir la temperatura con EXTECH HT30

Los pasos para medir temperatura con el equipo tanto en el interior como en el exterior del laboratorio se detallan a continuación:

Pasó 1. Presione el botón SET para encender el equipo.

Pasó 2. Verificar que la protección del sensor se encuentre abajo para poder tomar las medidas reales.

Pasó 3. Presione el botón MODE para seleccionar el modo de indicador deseado como puede ser:

- Globo bulbo húmedo (WBGT)
- Temperatura de aire (TA)
- Temperatura de globo negro (TG)
- Humedad relativa (HR)

Pasó 4. Para seleccionar la unidad de temperatura (F o C) presione al mismo tiempo y suelte los botones MODE y NEXT. En la pantalla aparece el icono F o C.

Pasó 5. El medidor mide el índice WBGT con (IN) u (OUT) exposición directa al sol. Presione el MODE durante más de un segundo para alternar entre ajustes. En la pantalla aparecerá el icono IN (INTERNO) u OUT (EXTERNO).

Pasó 6. Se verifica el lugar donde se va a tomar datos no exista fuentes que generen frio o calor, debido a que alterarían los resultados.

Pasó 7. Para realizar la toma de datos se procede a ubicar el medidor (HT-30) a dos metros del suelo tanto en el interior como en el exterior.

Pasó 8. Cuando se mide en el exterior se debe tener en cuenta la radiación solar.

Pasó 9. Mantener el equipo (EXTECH HT30) por al menos 1 minuto hasta que el valor permanezca estable en el punto de medición.

Se obtuvo como resultado los datos de temperatura de aire recolectados con el equipo (EXTECH HT30) para identificar los datos elevados se pintan los cuadros de un color rojizo tanto en la parte de adentro y fuera del laboratorio como se observa a continuación en las siguientes Tablas:

Tabla 4.3. Toma de datos día 1.

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL LABORATORIO		
DENTRO DEL LABORATORIO		FUERA DEL LABORATORIO
HORA	TA [°C]	TA [°C]
12:00	27,8	21,4
12:30	27,3	21,1
13:00	26,9	20,6
13:30	26,7	23,5
14:00	26,6	24,2
14:30	28,4	23,2
15:00	29,6	24,3
15:30	28,6	25,1
16:00	24,8	22,1
16:30	24,4	20,1
17:00	24,2	19,9
T. Máxima	29,6	25,1
T. Promedio	26,8	22,3

Tabla 4.4. Toma de datos día 2

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL LABORATORIO		
DENTRO DEL LABORATORIO		FUERA DEL LABORATORIO
HORA	TA [°C]	TA [°C]
9:00	25,4	20,3
9:30	26,4	20,4
10:00	26,3	20,5
10:30	26,8	22,7
11:00	27,4	21,3
11:30	27,3	22,1
12:00	27,2	22,2
12:30	28,4	25,5
13:00	29,1	23,9
13:30	28,6	23,3
14:00	27,4	22,3
14:30	28,2	23,4
15:00	28,3	23,3
15:30	27,9	24,6
16:00	28,1	23,2
16:30	27,4	24,2
17:00	28,2	22,1
T. Máxima	29,1	25,5
T. Promedio	27,6	22,7

Tabla 4.5. Toma de datos día 3.

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL LABORATORIO		
DENTRO DEL LABORATORIO		FUERA DEL LABORATORIO
HORA	TA [°C]	TA [°C]
9:00	18,8	16,8
9:30	22,1	16,4
10:00	25,6	19,6
10:30	23,7	18,4
11:00	23,1	22,1
11:30	24,5	19
12:00	31,3	25,9
12:30	27,9	25,1
13:00	29,1	18,9
13:30	24,9	18,7
14:00	23,7	21,8
14:30	24,8	24,2
15:00	23,1	22,3
15:30	19,7	20,9
16:00	19,6	19,6
16:30	20,6	16,4
17:00	21,7	15,6
T. Máxima	31,3	25,9
T. Promedio	23,8	20,1

Tabla 4.6. Toma de datos día 4.

TEMPERATURA DEL AIRE EN EL LABORATORIO		
DENTRO DEL LABORATORIO		FUERA DEL LABORATORIO
HORA	TA [°C]	TA [°C]
9:00	20,5	17,6
9:30	22,5	18,9
10:00	23,3	20,3
10:30	22,8	20,9
11:00	26,7	19,2
11:30	26,2	20,6
12:00	24,9	20,4
12:30	24,6	20,6
13:00	23,7	22,1
13:30	22,3	20,7
14:00	23,6	19,9
14:30	25,7	21,3
15:00	22,5	19,6
15:30	21,2	17,8
16:00	19,2	17,2
T. Máxima	26,7	22,1
T. Promedio	23,3	19,8

Etapa 4: Análisis de datos obtenidos de temperatura

Mediante los parámetros obtenidos en la etapa 3 se procede examinar la base de datos resultante de temperatura para determinar el dimensionamiento de ventilación factible como se puede observar en las siguientes Figuras que se detallan a continuación:

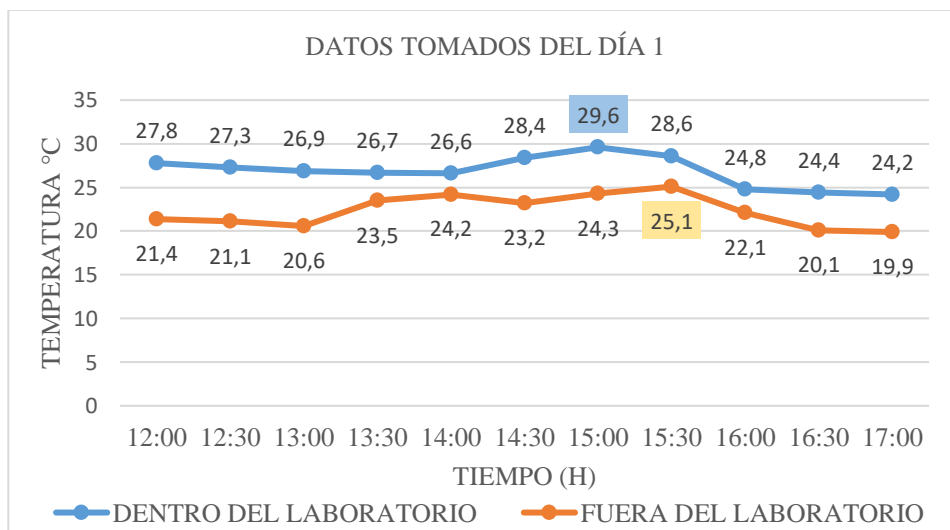


Figura 4.2. Datos tomados del día 1.

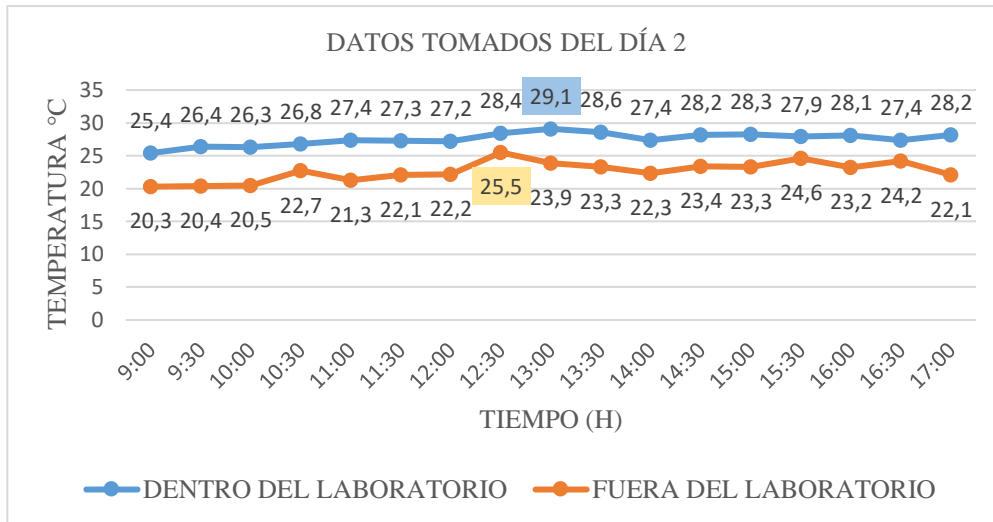


Figura 4.3. Datos tomados del día 2

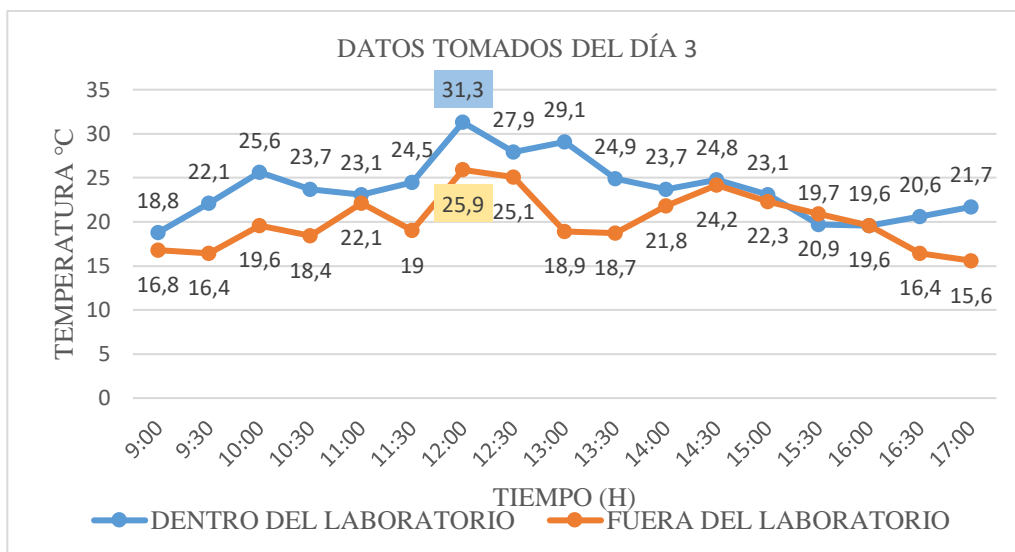


Figura 4.4. Datos tomados del día 3.

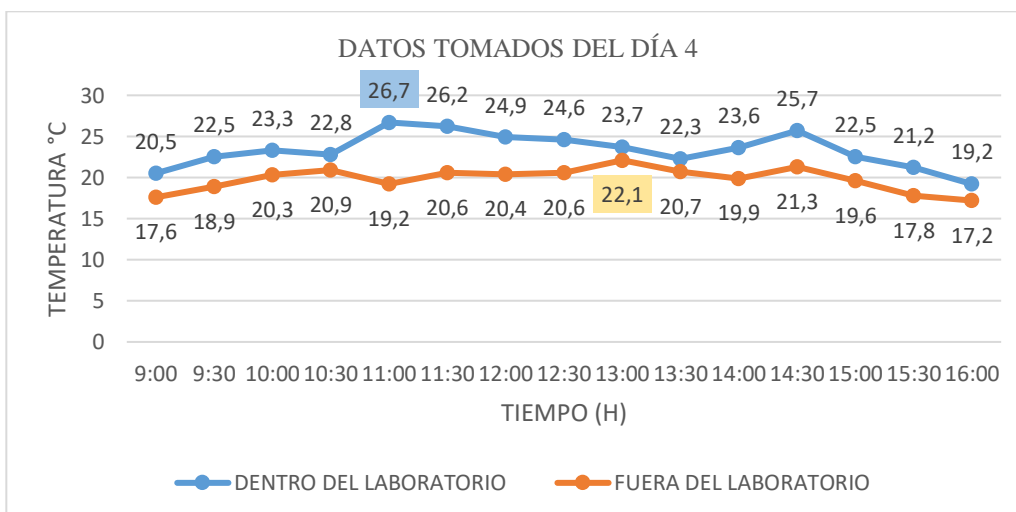


Figura 4.5. Datos tomados del día 4.

Mediante el análisis se puede evidenciar que los valores máximos antes de realizar la implementación en el primer día bordean los 29,6 °C en el interior del laboratorio, mientras que en el exterior están entre los 25, 1° C, el segundo día 29,1 °C en el interior y 25,5 en el exterior del laboratorio, en el tercer día 31,3 °C en el interior y 25,9 °C en el exterior y en el cuarto día 26,7 °C en el interior y 22,1 °C en el exterior del laboratorio, a partir de estas mediciones se puede optar por un diseño y componentes de control para poder disminuir la temperatura del sitio mejorando el confort térmico.

Etapa 5: Revisión de fórmulas para calcular el caudal de aire

En esta etapa se investigaron fórmulas para calcular el caudal de aire en la normativa ASHRAE.

Etapa 6: ¿Calcular el Caudal de aire?

En base a las fórmulas obtenidas de la etapa 5 se procede a calcular el caudal requerido para ventilar el laboratorio, que permite obtener valores en CFM y en m^3/h , y en base a la misma se obtiene el número de equipos de extracción eólicos a instalar.

Etapa 7: Dimensionamiento del sistema de ventilación

Para dimensionar el sistema de ventilación forzada se utilizan los parámetros obtenidos en la etapa 5, además el programa AUTOCAD permite graficar planos del proyecto para dividir el área en secciones y cumplir con las recomendaciones de los fabricantes que diseñan los equipos de ventilación, mencionan que para ventilar un recinto de 30 m² se requiere de un ventilador de 56", además se consideran las limitaciones existentes que se detallan en el apartado 4.5.

Etapa 8: ¿Selección de los equipos a utilizar?

En esta etapa se seleccionan los equipos eléctricos y electrónicos en base a los cálculos de la etapa 5 y el dimensionamiento de la etapa 6.

Etapa 9: Implementación y automatización del sistema de ventilación

En esta etapa se procedió con la instalación de los equipos de ventilación, extracción de aire y posteriormente a la automatización del sistema de ventilación.

Etapa 10: Factibilidad técnica del sistema de ventilación

Para identificar si el proyecto es factible técnicamente se procede a recolectar los nuevos datos de temperatura del aire con el equipo de estrés térmico EXTECH HT30 para verificar

que se logró disminuir la temperatura dentro del laboratorio y el sistema de automatización está funcionando correctamente.

4.5 LIMITACIONES A CONSIDERAR PREVIO AL DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

4.5.1 Limitación por ruido

El dimensionamiento previo a la implementación del sistema de ventilación forzada se realiza utilizando el nivel de sonido recomendado por el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo dentro de un sitio de prácticas y simulaciones eléctricas y electromecánicas que, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la Tabla 4.7 [41].

Tabla 4.7. Niveles de ruido permitido según el tiempo de exposición [41].

Nivel sonoro	Tiempo de exposición
dB	Jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1

En el presente proyecto, los ventiladores y extractores de aire cumplen con los niveles de sonido recomendados para no perturbar a los usuarios que se beneficien de este sistema, debido a que si se sobredimensionan los mismos aumenta el sonido haciendo insoportable el espacio de trabajo y perjudicial para la salud de los ocupantes.

4.5.2 Limitaciones por infraestructura

Existen diversas limitaciones estructurales debido a la seguridad del sitio y al material particulado lo cual impide realizar perforaciones en las paredes debido a ello en la Figura 3.2 se visualiza que la orientación buena de un sistema de ventilación de aire forzado se enfoca desde la parte frontal hacia el rostro de los usuarios, pero en la parte frontal del laboratorio se cuenta con una pizarra y la altura del mismo es reducida por lo que no permite adecuar ventiladores de pared, por lo tanto, se opta por implementar ventiladores tomando en consideración la parte superior que garantiza una ventilación aceptable.

4.6 ANÁLISIS DEL VENTILADOR

Los ventiladores de techo tienen un motor que otorga la potencia para mover las aspas, esta potencia está en rango de 50 y 70 W por lo que no dispara el consumo eléctrico; hay que

destacar que a mayor espacio a ventilar conviene instalar mayor potencia de empuje de aire o varios ventiladores en lugares estratégicos.

Para instalar el ventilador se debe tener en cuenta la longitud y el número de las aspas ya que existen modelos que tienen 3, 4, y 6 aspas. Pero al tener más aspas no quiere decir que sea eficiente al contrario es mucho peso y no podría trabajar el motor a mucha carga de aspas, en la Tabla 4.8 se observa el funcionamiento correcto que se debe seguir al momento de instalar un ventilador.

Tabla 4.8. Datos del alcance de ventilación según el diámetro del ventilador [13].

Funcionamiento del ventilador	
Diámetro de 107 cm	Habitaciones menos de 13 metros cuadrados
Diámetro entre 107 cm y 132 cm	Habitaciones de 13 hasta 18 metros cuadrados
Separación entre aspas y techo	30 cm para que circule el aire con libertad
Distancia entre el ventilador y el suelo	Mínimo 2,30 metros
Separación de las aspas con la pared	Mínimo 50 cm
A mayores velocidades	Mayor será el ruido

En la Figura 4.6 se observa que dependiendo del área del sitio a ventilar se debe seleccionar el tamaño y cantidad de ventiladores que se requiere para cubrir toda el área.

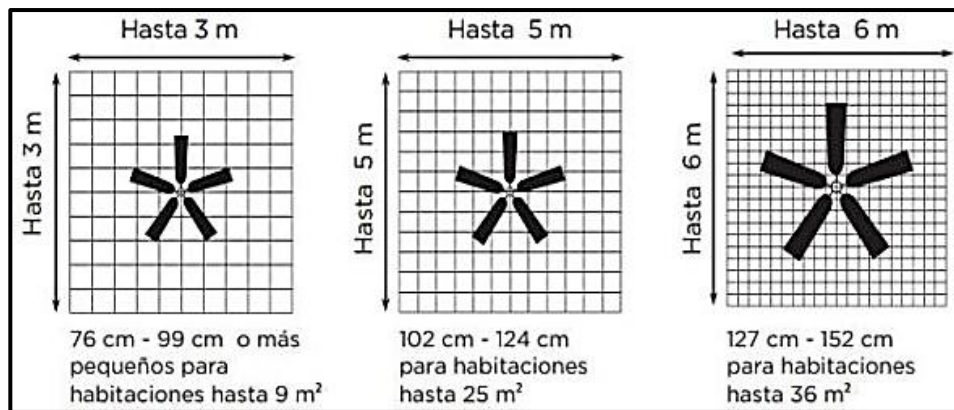


Figura 4.6. Tamaño de ventiladores de techo según al área del lugar [13].

4.6.1 Cálculos del sistema de ventilación

Caudal de aire requerido

Para el cálculo del caudal requerido en el sistema de ventilación se utiliza la ecuación (3.1), y el número de renovaciones de aire por hora y se obtiene de la Tabla 3.5 seleccionando la actividad de los talleres mecanizados que es de 8 renovaciones por hora.

Para calcular el volumen del laboratorio se obtiene mediante la ecuación (3.2). Los siguientes datos, el largo (14,10 m), ancho (6,25 m), alto (4,20 m) al frente y (3,10 m) al fondo del laboratorio, reemplazando la ecuación (3.2) se obtiene el volumen del laboratorio.

$$Altura = \frac{4,20 + 3,10}{2} = 3,63 \text{ m}$$

$$Volumen = 14,10 \text{ m} \cdot 6,25 \text{ m} \cdot 3,63 \text{ m} = 319,89 \text{ m}^3$$

$$Q = 8 \cdot 319,89 \cdot 0,58858 = 1506,24 \text{ CFM}$$




$$Q = 8 \cdot 319,89 = 2.559,12 \text{ m}^3/h$$

Con los cálculos obtenidos para el caudal de aire requerido en este sistema de ventilación se necesitan 5 ventiladores de 65 W potencia y 30 decibeles cada uno debido que se tienen limitaciones por ruido, y tomando en consideración las recomendaciones de los fabricantes para la selección de ventiladores según el diámetro de las aspas.

4.6.2 Selección del ventilador

Para la implementación del sistema de ventilación forzada se utiliza ventilador de techo de 56" de Marca Designers Ligthing como se observa en la Tabla 4.9

Tabla 4.9. Especificaciones Técnicas y Físicas del ventilador DESIGNERS LIGTHING.

 VENTILADOR DESIGNERS LIGTHING 		
	Tamaño	56"
	Voltaje	120 V
	Frecuencia	60 Hz
	Tamaño del motor	195 x 13,5 mm
	Cantidad de aspas	3
	Amperios del motor	0,55 A
	Amperios máximos	0,55 A
	Potencia del motor	65 W
	Cantidad de velocidad	5
	Velocidad Baja	140/280 RPM
	Angulo de aspas	5°
	Pies cúbicos por minuto	7050 CFM
	Atributo	Control de Pared (Potenciómetro)

Para hacer circular el aire en el laboratorio, se requiere control de velocidades de pared, un bajo nivel de ruido, bajo nivel de consumo de energía. Además, para su selección se debe tener en consideración que en los lugares cerrados el suministro de aire fresco y limpio por hora también se dimensiona con el diámetro de sus aspas, el mismo que alcanza a ventilar aproximadamente 30 metros cuadrados.

4.6.3 Ubicación de los ventiladores

En el Anexo A. Se visualiza la primera configuración con 3 ventiladores, que están ubicados en la estructura metálica separadas a una distancia desde el suelo de 2,20 m y la distancia entre ventiladores es de 2,82 m y un extractor mecánico.

En el Anexo B Se observa la segunda configuración, añadiendo un extractor de aire que empuja el aire desde el fondo del laboratorio hacia el segundo extractor que cumple con la función de extraer el aire acumulado del laboratorio.


En el Anexo C. Se aprecia la tercera configuración que se implementan 2 extractores eólico de 14 pulgadas, 3 ventiladores y un extractor mecánico cumpliendo la función de ingresar el aire por el extractor mecánico y extrayendo el aire por los extractores eólicos.

En el Anexo D. Se observa la configuración con 5 ventiladores, 2 extractores eólico, y un extractor mecánico con la función de ingresar el aire por el extractor mecánico y extrayendo el aire por los extractores eólicos y los ventiladores disipan el calor.

4.7 SELECCIÓN DEL EXTRACTOR DE AIRE

Para seleccionar el extractor que se requiere para ingresar aire a temperatura ambiente en este proyecto se debe tener en consideración las dimensiones del área de estudio, el nivel de ruido provocado por el extractor y el nivel de ruido permitido en lugares donde se impartan clases educativas, sus limitaciones por ruido de 70 a 75 debido que en el lugar de estudio se encuentra personal laborando, mediante estas consideraciones se seleccionó el extractor Broan D/Pared las características del mismo, cumple con las necesidades requeridas en este proyecto. Se detallan las características principales del extractor en la Tabla 4.10 [42].

Tabla 4.10. Características del extractor Broan D/Pared [42].

EXTRACTOR BROAN D/PARED		
	Modelo	Broan D/Pared Industrial
	Numero de hélices	4
	Consumo de energía	180 watts
	Velocidad	RPM
	Voltaje	110 V
	Frecuencia	60 Hz
	Potencia	1.5 HP
	Diámetro del conductor	45 cm
	Dimensión de cubierta	47,5x47,5x24
	Flujo de aire	3600 m ³ /hr

4.7.1 Cálculos del volumen de aire del extractor

La altura del laboratorio se obtiene de los cálculos obtenidos del caudal de aire que son 3,63 m y un volumen de 319,89 m³. Remplazando en la ecuación (3.1) se obtiene el caudal de los extractores

Caudal en CFM

$$Q = 8 \cdot 319,89 \cdot 0,58858$$

$$Q = 1506,24 \text{ CFM}$$

Caudal en m³/h

$$Q = 8 \cdot 319,89$$

$$Q = 2559,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con los cálculos obtenidos, se debe instalar un extractor con una capacidad de 3600 m³/h

4.7.2 Ubicación del extractor mecánico

Para la ubicación del extractor mecánico se debe considerar diversos aspectos importantes como el volumen de aire del laboratorio para la implementación se debe instalar en la parte más alta del techo, ya que es donde se genera más calor y por tanto es el lugar más fácil para extraer el aire caliente como se observa en el Anexo E.

4.7.3 Conexión del ventilador y extractor de aire al sistema

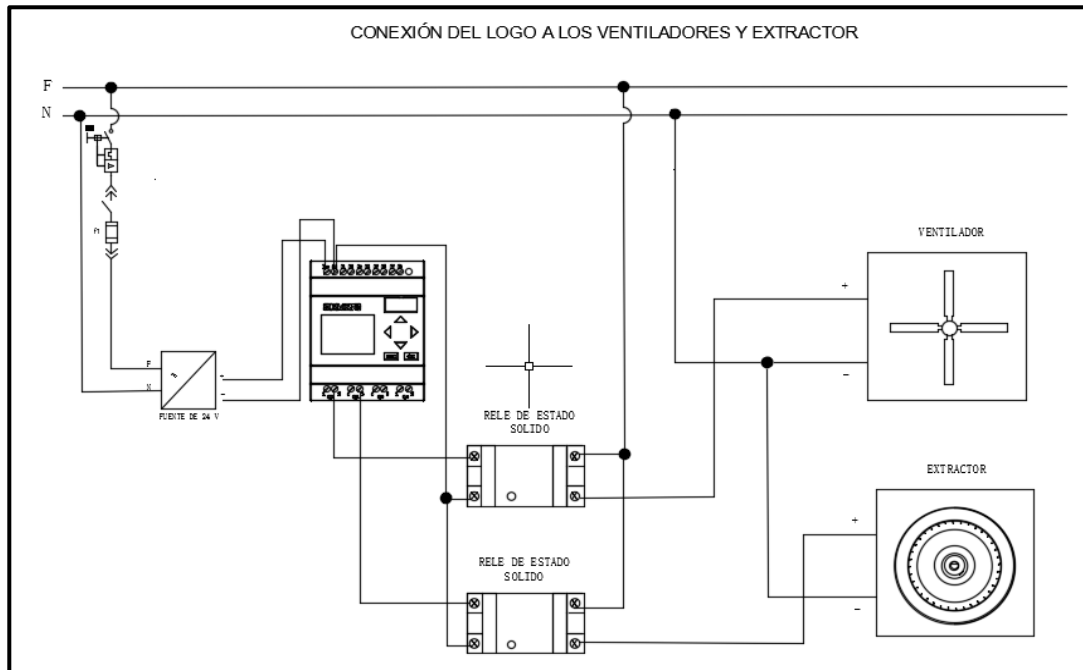


Figura 4.7. Conexión del ventilador y extractor aplicando la INEN 003.

4.8 SELECCIÓN DEL EXTRACTOR EÓLICO

La implementación del extractor eólico se requiere por motivos que no se podía obtener una temperatura ambiente con el sistema ya implementado anteriormente por lo cual se instala este tipo de extractor para realizar unas pruebas de ventilación, permitiendo extraer el aire caliente que se encuentra ubicada en la parte superior de la estructura del techo y así obtener una temperatura ambiente, para la selección de este tipo de extractor se debe considerar el área del sitio de estudio para seleccionar el extractor adecuado como se observa en la Figura 4.8.



Figura 4.8. Extractor eólico

4.8.1 Cálculos del volumen de aire de los extractores eólicos

Caudal de aire requerido

Para el cálculo del caudal de aire requerido por los extractores eólicos se utiliza la ecuación (3.1) y el número de renovaciones de aire por hora que se obtiene de la Tabla 3.6 seleccionando la actividad de talleres mecanizados con trabajo activo que es de 15 renovaciones por hora. La altura del laboratorio se obtiene de los cálculos obtenidos del caudal de aire que son 3,63 m y un volumen de $319,89 \text{ m}^3$.

$$Q = 15 \cdot 319,89 \cdot 0,58858 = 2824,21 \text{ CFM}$$

$$Q = 15 \cdot 319,89 = 4798,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para obtener el número de extractores eólicos a instalar en el laboratorio se utiliza la ecuación (3.4)

$$\text{Cantidad de extractores} = \frac{(319,89 \text{ m}^3 \cdot 15)}{2559,12} \text{ m}^3/\text{h} = 1,88$$

La cantidad de extractores calculados es de 1,88 aproximadamente 2, por ello se instalaron dos extractores eólicos de 14 pulgadas.

4.8.2 Ubicación del extractor eólico

El extractor eólico se ubica en la parte superior de la infraestructura del laboratorio para extraer el aire caliente del techo como se observa en el Figura 4.9 para determinar las dimensiones entre extractor eólico se detalla en el Anexo F.



Figura 4.9. Ubicación del extractor eólico.

4.9 SELECCIÓN DEL CONTROLADOR

Para la selección del controlador se analizan las necesidades que tiene el proyecto, por ejemplo, programar el accionamiento de los elementos como el relé térmico, el relé de estado sólido, los selectores, el sensor de movimiento, el sensor de temperatura, así como también que su lenguaje de programación sea fácil y entendible y su costo no debe ser muy elevado.

4.9.1 Entradas y salidas requeridas para la automatización del sistema

Tabla 4.11. Requerimientos del LOGO 12/24 RCE V8.2

Elemento	Entrada Salida	Analógica Digital	Función	Conexión a la terminal del LOGO 12/24 RCE V8.2
Paro de emergencia P1	Entrada	Digital	Apaga el sistema	I1
Selector S1	Entrada	Digital	Selección del modo de operación manual/automático	I2
Selector S2	Entrada	Digital	Control de encendido -apagado de ventiladores	I3
Selector S3	Entrada	Digital	Control de encendido -apagado de extractor	I4
Sensor de proximidad	Entrada	Digital	Detectar el movimiento	I5
Sensor de temperatura	Entrada	Analógica	Adquisición de temperatura	I6
Set Point	Entrada	Analógica	Establecer temperatura de referencia para el control	I7
Relé de estado sólido 1	Salida	Digital	Salida del ventilador	Q1
Relé de estado sólido 2	Salida	Digital	Salida del extractor	Q2
Luz piloto 1	Salida	Digital	Indicador de encendido	Q3
Luz piloto 2	Salida	Digital	Indicador de modo manual automático	Q4

4.9.2 Variantes del PLC LOGO

Existen las siguientes variantes para la selección del LOGO como se observa en la Figura 4.10.




Simbolo	Designación	Alimentación	Entradas	Salidas	Características
	LOGO! 12/24RC	12/24 V CC	8 digitales*	4 relés 230Vx10A	
	LOGO! 24	24 V c.c.	8 digitales*	4 transistores 24Vx0,3A	Sin reloj
	LOGO! 24RC	24 V CA	8 digitales	4 relés 230Vx10A	
	LOGO! 230RC #	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés 230Vx10A	
	LOGO! 12/24RCo	12/24 V CC	8 digitales*	4 relés 230Vx10A	Sin visualizador Sin teclado
	LOGO! 24RCo	24 V CA	8 digitales	4 relés 230Vx10A	Sin visualizador Sin teclado
	LOGO! 230RCo #	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés 230Vx10A	Sin visualizador Sin teclado

Figura 4.10. Variantes del PLC LOGO [23].

EL modelo LOGO 12/24 RCo sin visualizador es el que cumple con los requerimientos físicos y técnicos para la automatización de este proyecto, pero no se encuentra disponible en el mercado por lo que se seleccionó el LOGO 12/24 RCE V8.2 como se observa en la Tabla 4.12.




Tabla 4.12. Características del LOGO 12/24 RCE V8.2

LOGO 12/24 RCE V8.2		
	Diseño	Módulo lógico con display
	Entradas analógicas	4 AIs
	Salidas digitales	4 DI
	Voltaje de entrada / Suministro	12/24V CC
	Rango admisible	10,8-28,8V CC
	Dimensiones (Al x An x Pr)	72 (4MW) x 90 x 55
	Temperatura ambiente min y max	-20 °C - 55 °C
	Grado de Protección	IP20

4.9.3 Pantalla TDE

Para verificar el funcionamiento del sistema se necesita una pantalla TDE como se muestra en las características de la Tabla 4.13 que permita operar y monitorear directamente del LOGO 12/24 RCE V8.2 teniendo acceso a las señales analógicas y digitales. Mediante la implementación de la pantalla TDE facilitará el monitoreo del sistema de ventilación.

Tabla 4.13. Características de Pantalla TDE.

 PANTALLA TDE 		
	Tipo	Pantalla de texto
	Voltaje de entrada / suministro	12/24 V AC/DC
	Dimensiones (A x Al x P)	128,2 x 86 x 38,7 mm
	Montaje	Montaje en panel
	Temperatura ambiente mín.	-20 °C
	Temperatura ambiente máx.	55 °C
	Protección	IP40




4.10 ELEMENTOS DE MANDO Y PROTECCIÓN

4.10.1 Selección de la fuente de 24 VDC

En el proyecto de ventilación se requiere una fuente de 24 V que permita convertir la entrada de voltaje de CA en una salida de voltaje de CC. Las fuentes de alimentación conmutadas convierten la energía eléctrica a través de transistores conmutadores, con alta eficiencia, tamaño compacto y bajo precio.

La Fuente de alimentación AC/DC 250W 24V 10A es adecuada para suministrar energía a diferentes dispositivos que constituyen el proyecto tecnológico, tales como el logo 12/24 RCE V8.2, relé de estado sólido y pantalla TDE. Las especificaciones técnicas del equipo a utilizar se detallan en la Tabla 4.14.

Tabla 4.14. Características de la fuente de energía de 24 VDC.

 FUENTE DE 24 VDC 		
	Voltaje de entrada	110-220 V CA (60 Hz)
	Voltaje de Salida	24 V DC
	Corriente de salida máx.	10 A
	Potencia máx.	250 W
	Conectores	Tipo bornera
	Temperatura de operación	-10 °C hasta +60 °C

4.10.2 Selección del Relé de Estado Sólido

Para la selección del relé de estado sólido se utiliza la ecuación (3.5) que permite calcular la corriente que soporta este dispositivo.

$$I = \frac{325}{127 \cdot 0,85} = 3,01 \text{ A}$$

Se selecciona el modelo ZG3NC-310B de 10 A porque se aproxima más a la corriente calculada, como está sobredimensionado permitirá implementar a futuro más ventiladores y extractores mecánicos si fuese necesario.

En la Tabla 4.15 se detallan las condiciones técnicas del equipo modelo ZG3NC-325B.


Tabla 4.15. Características más comunes del Relé ZG3NC-310B.

RELÉ DE ESTADO SÓLIDO		
	Temperatura de funcionamiento	-20 a 80 °C
	Temperatura de almacenamiento	-40 a 80 °C
	Aislamiento	400 Vrms de entrada a salida 2500 Vrms de entrada/salida a tierra
	Capacitancia	8 pF de entrada a salida máx.
	Rango de frecuencia	47 a 63 Hz
	Tiempo de encendido	20 mseg CA, 05 ciclos CC
	Tiempo de apagado	30 mseg CA, 05 ciclos CC

4.10.3 Selección del relé electromecánico

El relé de la serie MY3N-J11P5A es el adecuado para la respectiva protección contra sobrecargas y el control de la carga de potencia por sus diferentes características de voltaje y de corriente es el equipo más óptimo para el proyecto donde cumple todas las funciones que se necesita, mediante la Tabla 4.16 se especifica el relé que se seleccionó mediante sus características técnicas para obtener un funcionamiento adecuado.

Tabla 4.16. Características técnicas de relé electromecánico [43].

RELÉ ELECTROMECAÁNICO		
	Voltaje de la bobina	24 VDC
	Forma de contacto	3 form C (3PDT-NA, NC)
	Tipo de montaje	Socket
	Resistencia de la bobina	650 Ohm
	Corriente de la bobina	36.9 mA
	Capacidad del contacto	5A, 250 VAC/ 28 VDC
	Material de contactos	Silver (Ag)
	Consumo de energía	900 mW

4.10.4 Selección del Interruptor Termomagnético


Al permitir una instalación rápida y sencilla, se debe tener una seguridad y una eficiencia útil en la instalación de cualquier circuito. Para la selección del interruptor se debe calcular la corriente nominal obteniendo de la ecuación (3.6).

$$I_n = \frac{500 A}{127 V} = 4 A$$

Mediante el valor de la corriente se selecciona el interruptor termomagnético sobredimensionado para algunas reservas, permitiendo proteger contra cortocircuito, sobrecarga mientras que la elección de la marca se da por el aislamiento que aplica la norma IEC 60947-2 seleccionando el interruptor Schneider [44].

Al decir una mayor vida útil del producto, se refiere al mecanismo de cierre brusco, incluido los interruptores automáticos y diferenciales, limitando el desgaste de los contactos y reduciendo el envejecimiento prematuro del dispositivo por sobrecalentamiento. En la Tabla 4.17 se puede diferenciar las características del interruptor automático iC60N curva C.

Tabla 4.17. Características del Breaker Schneider 1P 6A [44].

BREAKER SCHNEIDER 1P 6A		
	Corriente alterna	50/60 Hz
	Valor nominal	1-63 A
	Fase/neutro	230 V
	Polos	1P
	Poder de corte de servicio	100%
	Corriente nominal (In)	6 A
	Tipo de red	CA
	Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético

4.10.5 Selección del sensor de movimiento

Para la implementación del sensor del movimiento en la propuesta tecnológica se determinó el modelo L2323. En la Tabla 4.18 se observa las características técnicas del sensor de movimiento donde se debe tener en cuenta las necesidades de cada lugar.

Tabla 4.18. Características del Sensor de movimiento 180°

SENSOR DE MOVIMIENTO L2323		
	Categoría:	Sensores de movimiento
	Código:	L2323
	Voltaje:	110-130V
	Frecuencia:	50-60Hz
	Tiempo encendido:	MIN.10 seg. +- 3 seg./MAX 7 Min.+ 2 Min.
	Capacidad carga (Watts)	800W
	Rango detección:	180
	Distancia detección:	12 MTS MAX.
	Ambiente de detección:	<3-2000LUX Ajustable
	Altura instalación:	1.8-2.5 MTS
	Detección velocidad de movimiento:	0.6-1.5M/S
	Temperatura de trabajo:	20°-+40°

4.10.5.1 Calibración del sensor de movimiento

Su calibración es fácil, se instaló a 110 ° visto desde la parte superior del sitio de estudio para que el lente de fresen detecte el movimiento de los usuarios a sus 180° como se observa en la Figura 4.11.

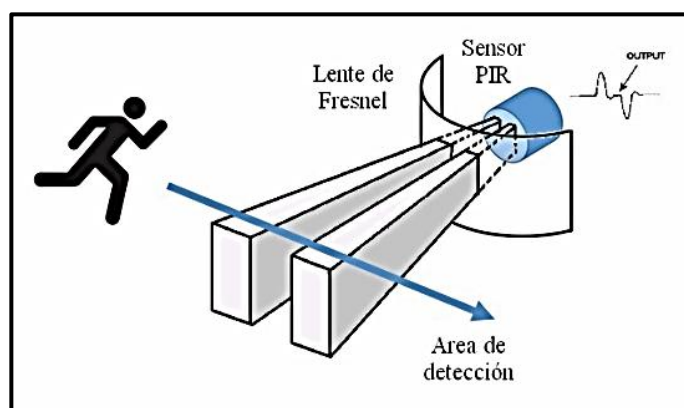


Figura 4.11. Calibración del sensor de movimiento.

4.10.5.2 Ubicación del sensor de movimiento

El sensor de movimiento se ubicó en la parte frontal del laboratorio para que detecte el movimiento de los usuarios que ingresen a hacer uso del mismo como se observa en el Anexo H.

4.10.5.3 Conexión del sensor de movimiento

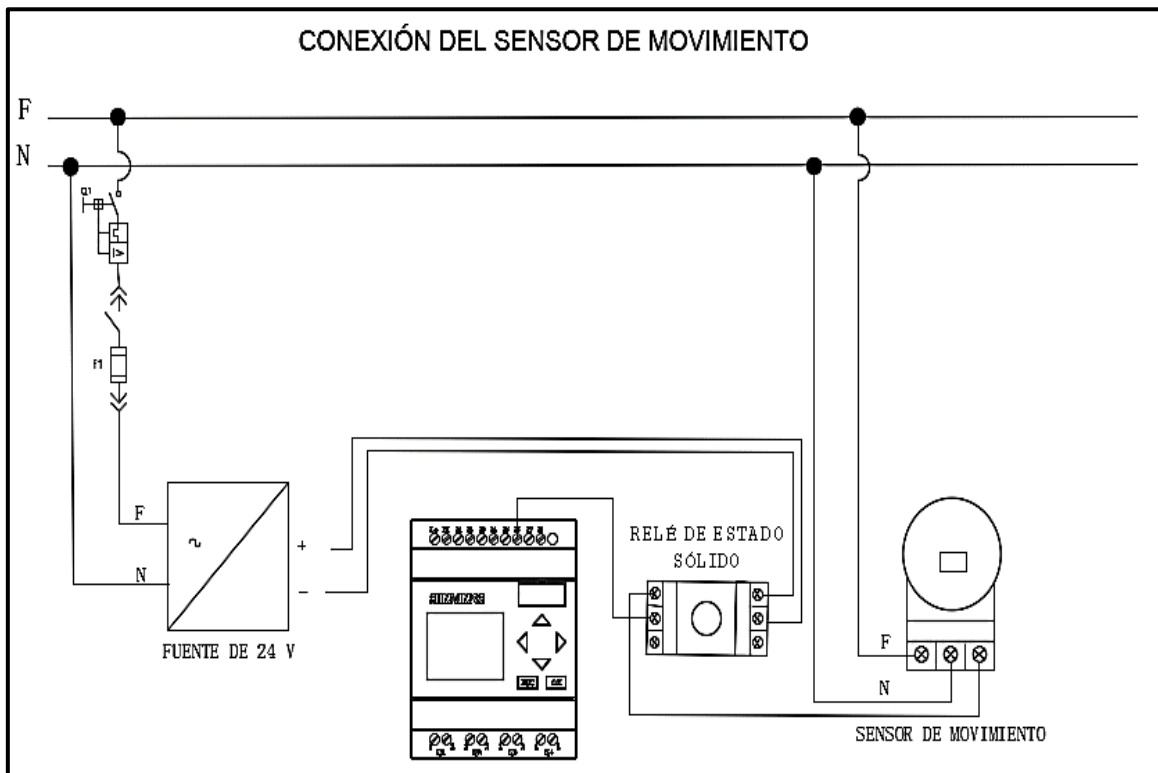


Figura 4.12. Conexión del sensor de movimiento aplicando la INEN 003.

4.10.6 Selección del sensor de temperatura

El sensor de temperatura se seleccionó de acuerdo a los requerimientos de este proyecto, se necesita medir la temperatura con alta precisión y el Pt100 es uno de los que brindan mayor precisión a la hora de tomar datos.

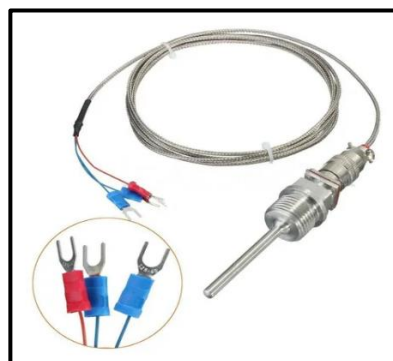


Figura 4.13. Sensor Pt100.

4.10.6.1 Calibración del sensor de temperatura Pt100 3 hilos.

El sensor de temperatura (Pt100 3 hilos) utilizado en la implementación cuenta con una interfaz industrial estándar de salida de señal analógica de corriente entre 4 a 20mA y entre 0 y 10 V. Consta con un rango de temperatura entre -50 °C a 150 °C y se puede ajustar

libremente, en la implementación del sistema de ventilación forzada se ha ajustado la medición de temperatura entre 0 °C a 50 °C debido a que solo se requiere medir la temperatura del ambiente del sitio de estudio.

4.10.6.2 Escalonamiento del sensor de temperatura

A continuación, se calcula el margen de error entre la señal que envía el sensor al LOGO 12/24 RCE V8.2 y la señal de voltaje medida con el multímetro reemplazando de la ecuación (3.8).

Voltaje calculado a 29 °C

$$V = \left(\frac{(10V) - (0V)}{(50^{\circ}C) - (0^{\circ}C)} \cdot 29^{\circ}C \right) + 0V$$

$$V = 5,8V$$

Voltaje medido con el multímetro a 29 °C = 5,7 V

Para calcular el margen de error se utilizan valores de voltaje calculados con la ecuación (3.8) y valores de voltaje medidos en el transmisor de Pt100 como se muestra en la Figura 4.14 para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$V_{error} = \frac{|V_{calculado} - V_{medido}|}{V_{medido}} \cdot 100$$

$$V_{error} = \frac{|5,8 - 5,7|}{5,7} \cdot 100$$

$$V_{error} = 1,75\%$$

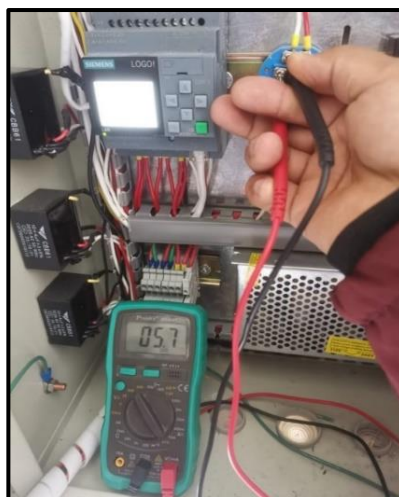


Figura 4.14. Voltaje medido en el transmisor de Pt100.

4.10.6.3 Ubicación del sensor de temperatura Pt100

El sensor de temperatura Pt100 está ubicado en la parte lateral izquierda en la mitad del laboratorio con el propósito de que cense la temperatura al nivel que se encuentran las personas como se observa en el Anexo G.

4.10.6.4 Conexión del sensor de temperatura

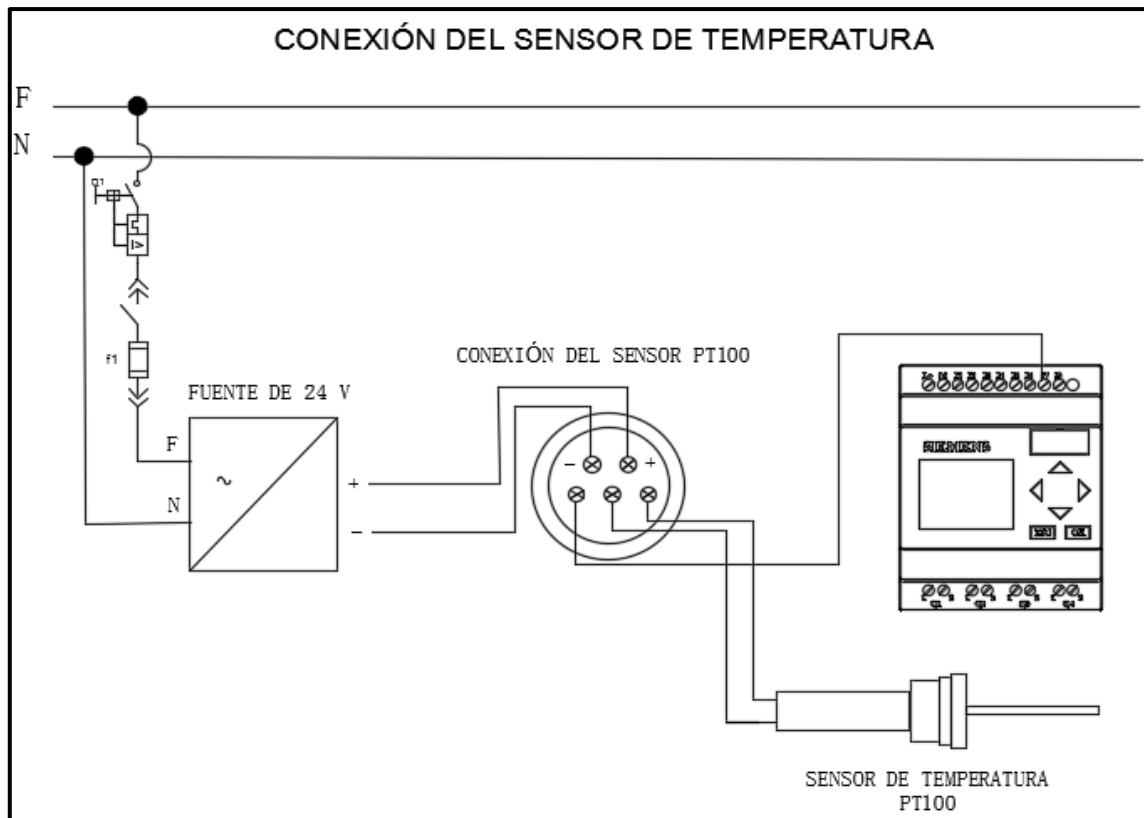


Figura 4.15. Conexión del sensor de temperatura Pt100 aplicando la INEN 003.

4.11 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR

4.11.1 Sistema de control

Para seleccionar el calibre del conductor del armado del tablero de control del sistema de ventilación, el [39] señala que el conductor de cobre tipo American Wire Gauge (AWG) es óptimo para realizar las conexiones internas del tablero, soportan una temperatura máxima de operación a 60 °C y su aplicación de 600 V como se observa en la Tabla 4.19, por ello se escogió el conductor de calibre 18 AWG con una corriente máxima de 6 A para las conexiones de las señales de control y el conductor calibre 14 AWG para las conexiones de potencia.

Tabla 4.19. Características del conductor AWG [39].

Conductor			Espesor de aislamiento (mm)	Diámetro Externo Aprox.(mm)	Peso Total Aprox (kg/Km)	Capacidad de corriente (A)
Calibre (AWG)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos				
22	0,33		0,33	0,644	2,89	0,92
18	0,823	1	0,76	2,54	13,15	6
18	0,823	12	0,76	2,72	13,82	6
16	1,31	1	0,76	2,81	18,35	8
16	1,31	19	0,76	3,02	19,18	8
14	2,08	1	1,52	4,67	34,74	15/16
14	2,08	19	1,52	4,84	36,22	15/16

4.11.2 Sistema de potencia

El calibre del conductor debe soportar el 25% adicional de la corriente nominal de la CARGA TOTAL del espacio donde se va a trabajar aplicando la ecuación (3.10) y (3.6).

$$I = I_n \cdot 1,25$$

$$I_n = \frac{500 W}{127 V \cdot 0,85} \cdot 1,25$$

$$I = 5,78 A$$

De acuerdo a la Tabla 4.18 el conductor AWG 18 cumple con los requerimientos técnicos para la instalación de los equipos de ventilación, pero se selecciona el conductor de cobre tipo SJEOW AWG 14 de tres conductores trenzado porque soporta más flexibilidad que el sólido, además, el precio por metro de longitud varía 0,92 % adicional en comparación al conductor AWG 18.

4.11.3 Sensor de movimiento

En el manual se encuentra la corriente que consume este dispositivo que son 0,8 A. por lo que se debe seleccionar un conductor con características que soportan esa capacidad de corriente, que permite determinar el calibre del conductor con la ayuda de la Tabla 4.19 que será el conductor AWG 22, pero no está disponible en el mercado local por lo que se selecciona el conducto AWG 18 de tres conductores (fase, neutro y retorno).

4.12 TABLERO DE CONTROL

El tablero a utilizar para el montaje de los elementos del control y protección de baja tensión para la ventilación forzada es de 60x40x20 cm en acero resistente a esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos como la humedad y corrosión como se observa en la Figura 4.16.



Figura 4.16. Gabinete de 60x40x20 cm

En la Figura 4.17 se observa la ubicación de todos los elementos que conforman la parte del sistema de automatización del sistema de ventilación forzada.

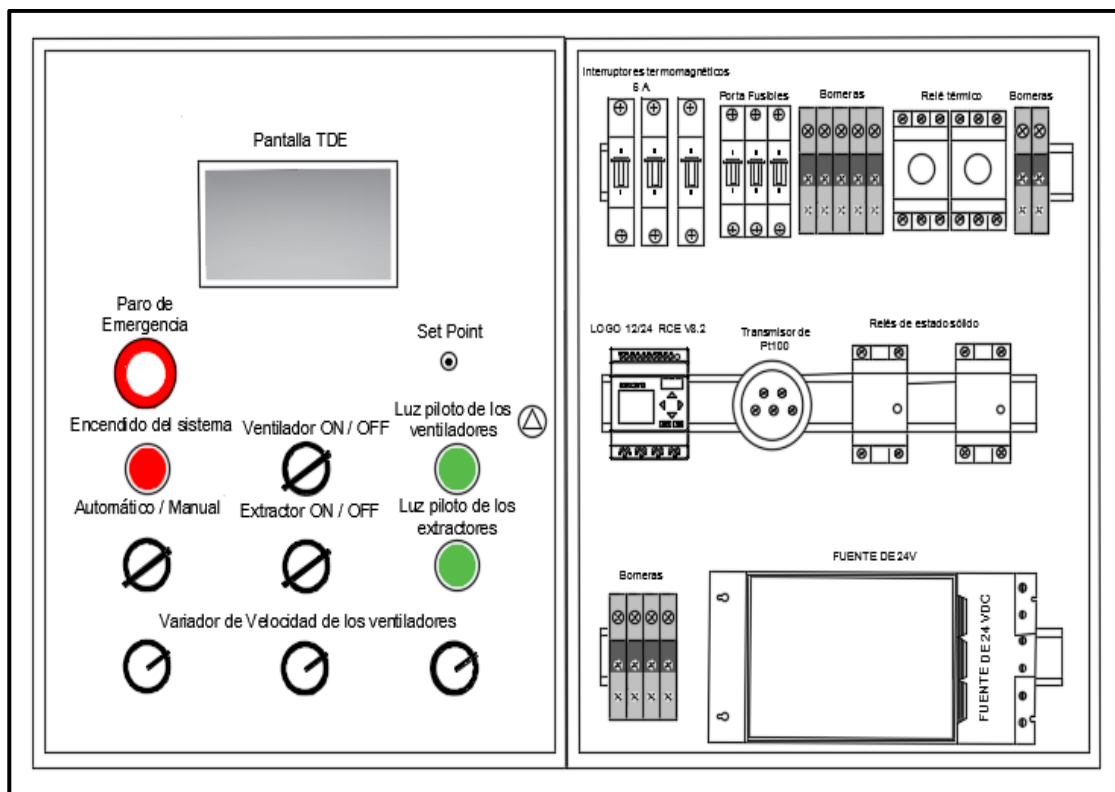


Figura 4.17. Dispositivos que conforma el tablero de control.

4.13 SISTEMA DE LAZO CERRADO

Para el sistema de control de la temperatura se utiliza el sistema de lazo cerrado como se observa en la Figura 4.18, se dispone de una entrada la cual se refiere a la temperatura que se desea disminuir por medio del transmisor del Pt100 que emite la señal al LOGO 12/24 RCE V8.2 donde se encarga de procesar la señal y mostrarlo en la pantalla de visualización que este caso será la pantalla TDE.

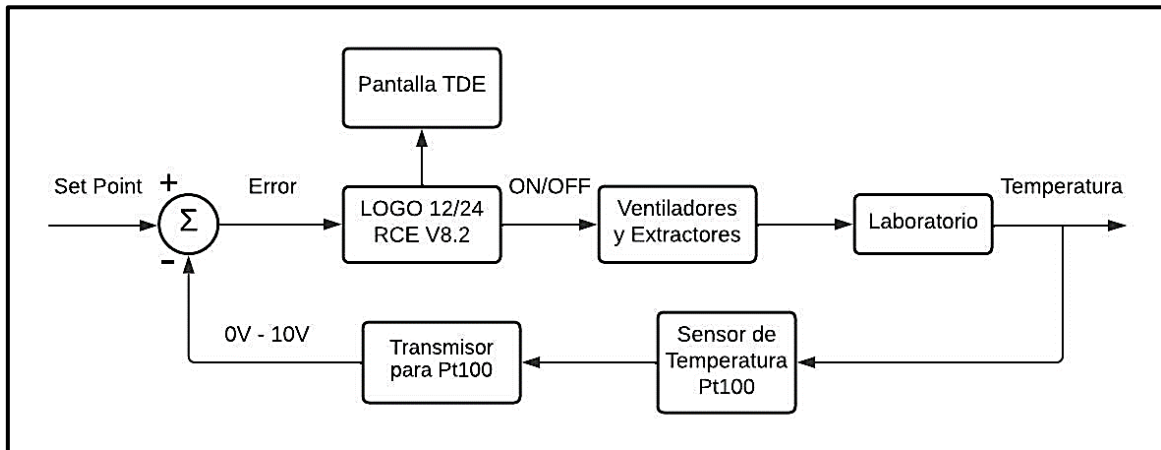


Figura 4.18. Control de lazo cerrado.

Comparador: Como se visualiza en la Figura 4.18 dispone de una entrada que se refiere a la temperatura que desea disminuir esta entra en el comparador donde también entra la señal del sensor que es procesada por el transmisor

Controlador: Es el LOGO 12/24 RCE V8.2 que es encargado de procesar las señales, en este caso tiene una programación ON/OFF con histéresis, si se fija una temperatura deseada este la compara con la temperatura ambiente de esta manera si el límite superior es el valor de la temperatura de referencia más 3 grados, y el inferior el valor de temperatura de referencia menos 3 grados, de acuerdo a esto se encienden o se apagan los ventiladores y el extractor.

Visualizador: Para visualizar los datos de temperatura del aire se utiliza la pantalla TDE que es encargado de mostrar la temperatura deseada y la que actualmente se censa, así como los datos de control del sistema.

Grabador: Los datos serán almacenados en el grabador que en este caso es la tarjeta SD.

Actuador: Luego que los datos sean procesados pasan al actuador que son los ventiladores y extractor estos actúan en la planta.

Planta: Corresponde al laboratorio donde están instalados todos los elementos del sistema de control.

Sensor: Es el encargado de tomar datos e enviarlos al comparador este proceso se repite hasta que la variable de entrada llegue al valor requerido.

4.14 PROGRAMACIÓN DEL LOGO SIEMENS 12/24 RCE V8.2

Para la programación del LOGO 12/24 RCE V8.2 se verifica la continuidad del equipo, para ser instalado mediante sus entradas y salidas, después se realiza las pruebas pertinentes y se procede a programar el logo de acuerdo al trabajo que se necesita como observa en la Tabla 4.20.

Tabla 4.20. Parámetros de programación del LOGO 12/24 RCE V8.2

Entradas	I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8
Salidas	Q1, Q2, Q3, Q4, (Salidas del relé)
L, N	Entrada de voltaje 110-220V AC (Fase - Neutro)
ESC, OK, Teclas	Teclado para programación
DATA	Conector de programación vía PC
Display	Display LCD para programación
Cero lógico	Entre 0 y 40VAC consumo menor que 0.03mA
Uno lógico	Entre 79 y 220VAC consumo menor que 0.08mA

Se debe tener en cuenta la característica principal, del sistema de ventilación mecánica utilizando cinco ventiladores y un extractor de aire los mismos que son accionados de manera manual y automática dependiendo del uso que le quieran dar los usuarios.

El modo de accionamiento automático funciona necesariamente con la ayuda de los sensores tanto de temperatura como de movimiento, estos dispositivos envían señales al LOGO 12/24 RCE V8.2 advirtiéndole que se detecta temperatura inadecuada y movimiento dentro del laboratorio para que este controlador lógico envíe acciones y se enciendan los ventiladores y extractor y comencen a operar el sistema.

4.15 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROGRAMACIÓN

En la Figura 4.19 se observa el diagrama de flujo que describe el funcionamiento del sistema de ventilación.

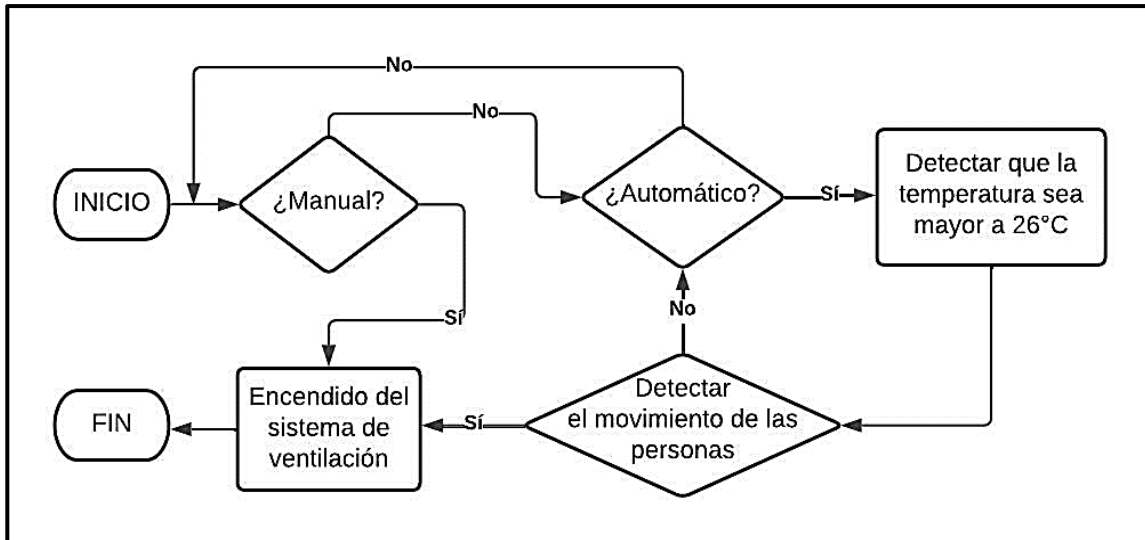


Figura 4.19. Diagrama de flujo del funcionamiento del tablero de control.

4.15.1 GRAFCET para la automatización del sistema de ventilación

El diagrama de GRAFCET está realizado para automatizar el sistema de ventilación forzada definiendo las variables de entrada y salida como se detalla en la Tabla 4.21 para comprender las acciones de cada elemento.

Para automatizar el sistema de ventilación por el diagrama de GRAFCET se necesita identificar las etapas del proyecto, para la automatización existen cinco etapas para el funcionamiento automático mediante el LOGO 12/24 RCE V8.2, el sensor de temperatura y de presencia. La etapa cero proporciona al inicio del sistema de ventilación automático donde el P2, P3 Z están desactivados mientras que en la etapa uno se selecciona el modo automático o manual, aclarando que para el modo manual no se aplica el GRAFCET.

Tabla 4.21. Entradas y salidas del sistema de ventilación.

Nombres	Siglas	Descripción
Selector 1	P1	Control automático
Selector 2	P2	Encargado de encender el ventilador
Selector 3	P3	Encargado de enciende el extractor
Pulsador A	Z	Detiene el control del sistema de ventilación
Potenciómetro	S1	Regulación de temperatura
Variador de velocidad 1	V1	Encargado de regular la velocidad del ventilador 1
Variador de velocidad 2	V2	Encargado de regular la velocidad del ventilador 2
Variador de velocidad 3	V3	Encargado de regular la velocidad del ventilador 3

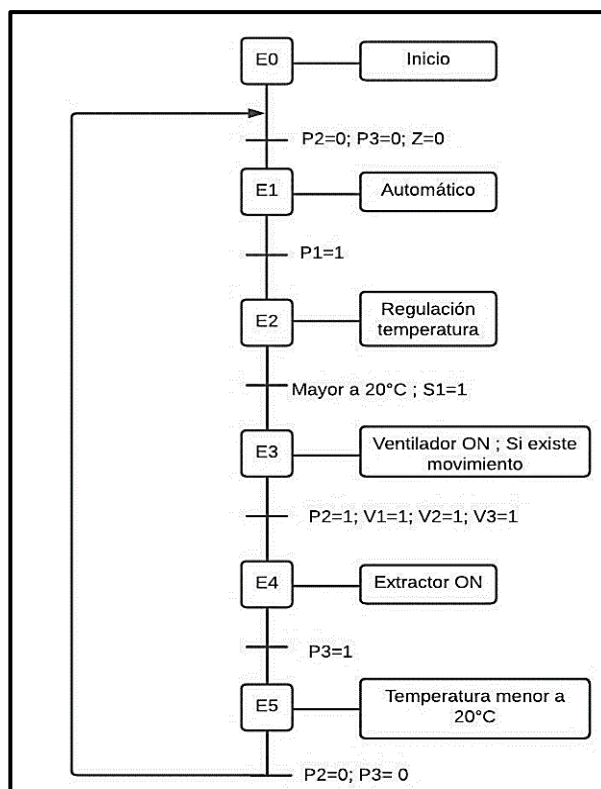


Figura 4.20. Diagrama de GRAFCET para el sistema de ventilación.

A continuación en la Figura 4.20 se detalla el diagrama en GRAFCET donde se selecciona el P1 mientras que la etapa dos se debe tener en cuenta si la temperatura del sitio de estudio es mayor a 20 °C dando a seleccionar S1 para activar, mientras que la etapa tres se da a entender a activar P2 y regular las velocidades con el V1, V2, V3 a los cinco ventiladores instalados pero esto se da solo cuando exista una persona en el lugar mientras que si no existe movimiento el sistema se desactiva automáticamente, mientras que la etapa cuatro se activa el P3 para extraer el aire que se encuentra en el lugar, la etapa cinco da a entender que al momento de estar P2 y P3 activos y la temperatura comienza a disminuir, P2 y P3 se desactiva el sistema de ventilación.

4.16 MONTAJE DEL TABLERO

Para el montaje del tablero de control se debe tomar las siguientes consideraciones:

- Todos los elementos que conforman el tablero de control deben ser de material de cobre, no se puede utilizar equipos que sean contruidos de acero o hierro, si estos equipos son instalados ocasionaría un corto circuito dentro del tablero del control.
- Los elementos de fijación como son los (tornillos, tuercas y pasadores de conexión) deben ser de acero para que puedan soportar esfuerzos mecánicos. Las borneras deben tener tornillos de acero para asegurar correctamente el conductor.

- Los elementos que conforma el tablero de control y extractor de aire deben conectarse a tierra mediante una barra de protección.
- Las canaletas deben tener suficiente espacio para transportar cable y permitir que se doble donde sea necesario.

En la siguiente Figura 4.21 se observa la instalación interna del tablero de control y el montaje de sus elementos y protección.



Figura 4.21. Instalación interna del tablero de control.

4.16.1 Pruebas de funcionamiento

Al terminar de construir el tablero de control se realizarán pruebas de rendimiento para garantizar que el sistema de ventilación forzado funcione correctamente. Las pruebas realizadas son las siguientes:

4.16.2 Encendido del tablero de Control

Una vez verificada la continuidad se inicia el funcionamiento del tablero de control, para alimentar con 127 V la entrada del interruptor termomagnético general y la alimentación de la fuente de energía de 24 V para el sistema de mando, con la ayuda de un multímetro se procede a revisar las entradas de voltaje a cada elemento para verificar el correcto funcionamiento como se observa en la Figura 4.22.



Figura 4.22. Encendido del tablero de control.

A continuación, se procede a montar el tablero de control en el lugar establecido donde se va a controlar de forma manual o automática el sistema de ventilación forzada como se observa en la Figura 4.23.



Figura 4.23. Montaje del tablero de control.

4.17 MONTAJE DE LOS VENTILADORES

Para la instalación de los ventiladores se procede a instalar una estructura metálica que sirve como soporte para instalar los mismos en el lugar dimensionado como se observa en la Figura 4.24.



Figura 4.24. Montaje de la estructura metálica.

Después de colocar la estructura metálica se procede a instalar el soporte donde se va a fijar los ventiladores como se puede ver en la Figura 4.25.



Figura 4.25. Montaje del ventilador sobre la estructura metálica.

4.17.1 Pruebas de funcionamiento

Una vez colocado los ventiladores se procede a realizar las conexiones eléctricas del ventilador con el conductor ya dimensionado como se puede observar en la Figura 4.26.



Figura 4.26. Conexión del ventilador.

4.18 MONTAJE DEL EXTRACTOR DE AIRE

Para el montaje del extractor de aire se procede a construir una base de soporte que permite mantener el equipo fijo a la estructura como se puede observar en la Figura 4.27.



Figura 4.27. Montaje del extractor de aire.

4.18.1 Pruebas del funcionamiento

Una vez colocado el extractor de aire se procede a realizar las conexiones eléctricas del equipo con el conductor seleccionado previamente dimensionado como se puede visualizar en la Figura 4.28.

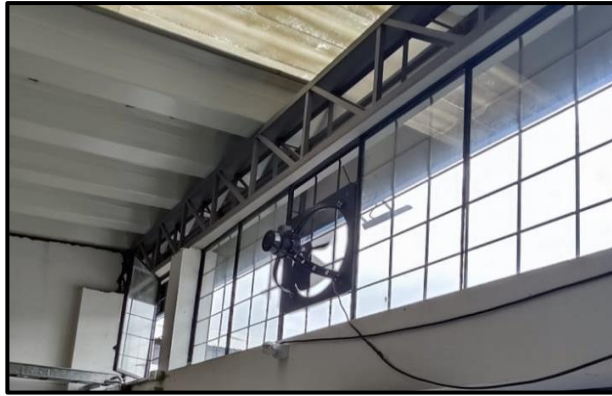


Figura 4.28. Conexión del extractor de aire.

4.19 MONTAJE DEL SENSOR DE MOVIMIENTO – TEMPERATURA

Para la automatización del sistema de ventilación forzada se procede a instalar los siguientes sensores:

4.19.1 Sensor de movimiento

Se procede a instalar el dispositivo en un lugar que reconozca los movimientos de las personas que se encuentran laborando en el laboratorio, abarcando su alcance de 180 ° como se observa en la Figura 4.29.



Figura 4.29. Conexión del sensor de movimiento.

4.19.2 Sensor de temperatura

Se procede a instalar el sensor de temperatura mediante un conductor previamente seleccionado, va conectado directamente al transmisor de Pt100 que facilita la traducción de la señal de ohmios a grados centígrados con la ayuda del LOGO 12/24 RCE V8.2 el

dispositivo está ubicado en un lugar estratégico que permite censar la temperatura media del sitio de estudio, con un rango de 18 °C a 26 °C como se puede ver en la Figura 4.30.



Figura 4.30. Conexión del sensor de temperatura.

4.20 CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS

Una vez instalados los equipos de ventilación forzada en las estructuras se procede a cablear los conductores hasta el tablero de control utilizando tubería galvanizada de 1 pulgada 1/2 para la conducción de los cables como se puede ver en la Figura 4.31 y Figura 4.32.



Figura 4.31. Instalación de la tubería galvanizada de 1 ½".



Figura 4.32. Cableado de los conductores por la tubería galvanizada de 1 ½".

Una vez realizado el cableado se procede a conectar los equipos en sus respectivos lugares para posteriormente conectarlos al tablero de control, ponerlos en marcha y verificar el funcionamiento del sistema como observa en la Figura 4.33.



Figura 4.33. Conexión de los equipos en el tablero de control.

4.21 MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

En el Anexo R se detallan los pasos a seguir para operar el tablero de control del sistema de ventilación forzada, el mismo permitirá a los usuarios manipular correctamente y evitar accidentes durante su operación.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El presente proyecto tecnológico se realiza en la Ciudad de Latacunga, en la parroquia Eloy Alfaro ubicado en la avenida Simón Rodríguez, barrio El Ejido, sector San Felipe como se muestra en la Figura 5.1.

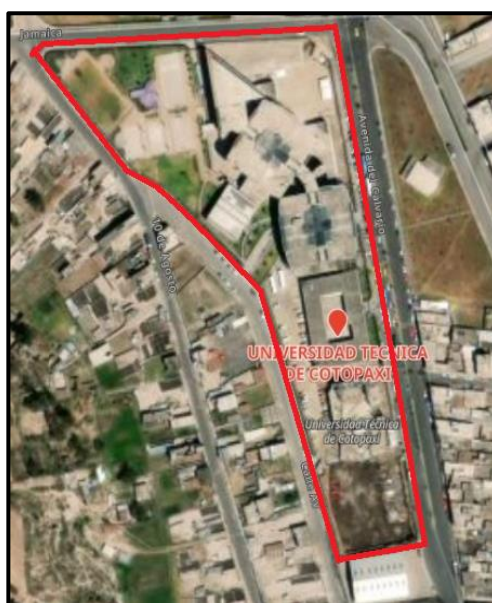


Figura 5.1. Localización geográfica del sistema de ventilación forzada.

Con la ayuda del programa Google Earth, se obtiene más detalles de las coordenadas, como se muestra en la Tabla 5.1

Tabla 5.1. Coordenadas del proyecto tecnológico.

Ubicación del Proyecto	
País	Ecuador
Provincia	Cotopaxi
Ciudad	Latacunga
Dirección	Avenida Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe
Grados Decimales	Latitud: -0.91789° S; Longitud: -78.632856° O
Grados mínimos y segundos	Latitud: 0°55'04" S; Longitud: 78°37'58" O
Hemisferio	Sur
Altura sobre el nivel del mar	2793 msnm

5.2 ANÁLISIS PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN

5.2.1 Tiempo de toma de datos de temperatura

Se recolectaron datos de temperatura máxima y mínima del aire, dentro y fuera del laboratorio de pruebas, simulaciones eléctricas y electromecánicas durante una semana aproximadamente en intervalos de 30 minutos desde 9 de la mañana hasta las 5 de la tarde por día, para desarrollar el sistema que permita ventilar el sitio, esto se puede visualizar en la etapa 3 y en la etapa 4. Además, se puede determinar que la temperatura dentro del laboratorio es elevada y supera el índice de confort térmico adecuado para las personas y equipos tecnológicos en comparación con la temperatura exterior, esto se debe a que en el techo de este espacio se concentra gran cantidad de calor provocando la necesidad de la implementación del sistema de ventilación forzada.

5.3 ANÁLISIS POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN

5.3.1 Pruebas realizadas con diferentes configuraciones de ubicaciones del sistema de ventilación.

Prueba 1. Configuración con tres ventiladores y un extractor mecánico como se puede observar en la Figura 5.2 y en el Anexo A. El plano arquitectónico.



Figura 5.2. Prueba con 3 Ventiladores y un extractor mecánico.

En la primera prueba realizada después de implementar el sistema de ventilación se obtienen los siguientes datos de temperatura (Ver en la Tabla 5.2):

Tabla 5.2. Configuración de la Prueba 1

TRES VENTILADORES Y UN EXTRACTOR MECÁNICO		
DENTRO DEL LABORATORIO		FUERA DEL LABORATORIO
HORA	TA [°C]	TA [°C]
9:00	19,6	17,6
9:30	21,9	18,9
10:00	24,5	21,9
10:30	26,6	22,7
11:00	27,9	22,9
11:30	27,5	24,2
12:00	28,6	23,5
12:30	29,9	23,4
13:00	29,2	23,7
13:30	29,8	24,4
14:00	31,4	23,1
14:30	30,7	23,5
15:00	29,9	22,8
15:30	27,4	21,8
16:00	27,3	19,9
16:30	26,1	18,8
T. Promedio	27,4	22,1
T. Máxima	31,4	24,4

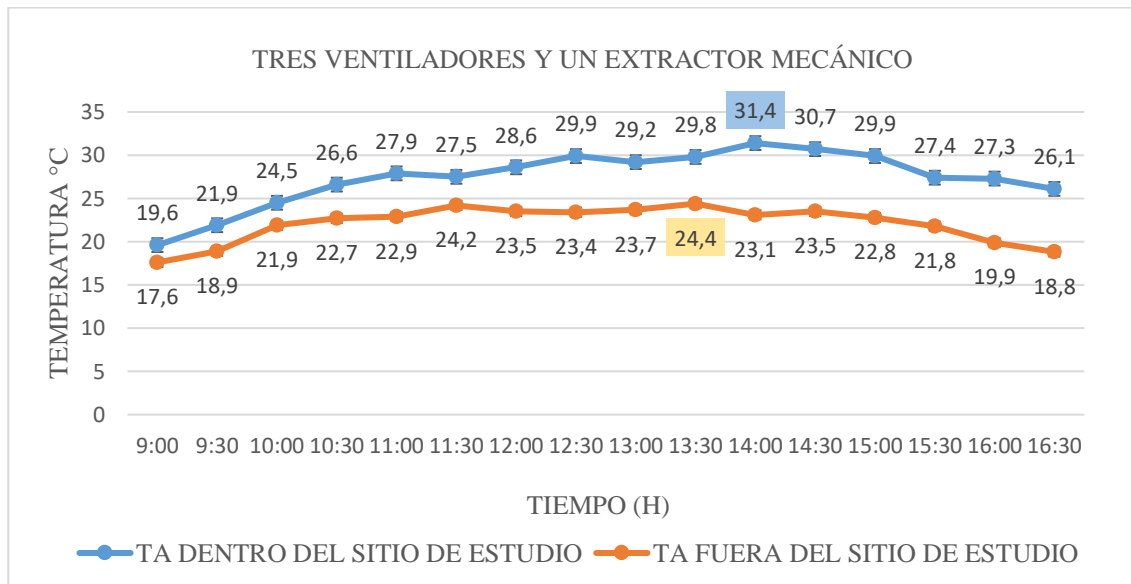


Figura 5.3. Configuración de la prueba 1

Según los datos registrados y proyectados en la Figura 5.3 se puede visualizar que la temperatura del aire dentro del laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas, electromecánicas no disminuye, a partir de las 10:30 se tienen 26,6 °C y a las 14:00 teniendo una temperatura máxima de 31,4 ° C.

Después de realizar pruebas de funcionamiento y toma de datos de temperatura se determina que el sistema de ventilación no brinda la sensación térmica adecuada, por lo que se procede redimensionar el sistema de ventilación con diferentes configuraciones.

Prueba 2. Configuración con tres ventiladores y dos extractores mecánicos como se puede observar en la Figura 5.4 y en el Anexo B. El plano arquitectónico.

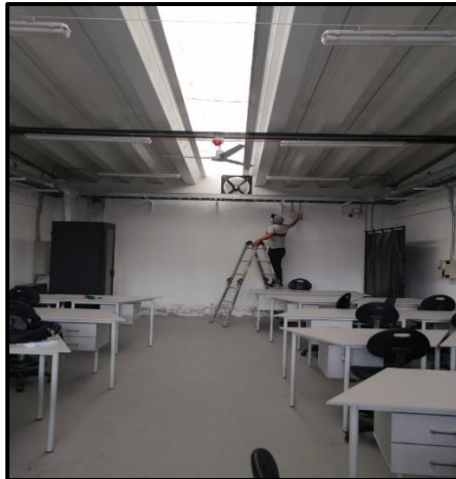


Figura 5.4. Prueba de 3 ventiladores y dos extractores.

Tabla 5.3. Configuración de la prueba 2.

TRES VENTILADORES Y DOS EXTRACTORES MECÁNICOS		
<i>DENTRO DEL LABORATORIO</i>		<i>FUERA DEL LABORATORIO</i>
HORA	TA [°C]	TA [°C]
9:00	19,8	17,7
9:30	21,6	19,5
10:00	22,5	20,9
10:30	24,6	20,8
11:00	26,9	22,9
11:30	26,5	23,2
12:00	27,6	21,5
12:30	27,9	21,6
13:00	28,2	22,7
13:30	30,9	23,8
14:00	29,4	23,1
14:30	29,1	22,5
15:00	27,9	21,6
15:30	26,4	19,8
16:00	26,1	17,2
16:30	25,1	17,3
T. Promedio	26,3	21,0
T. Máxima	30,9	23,8

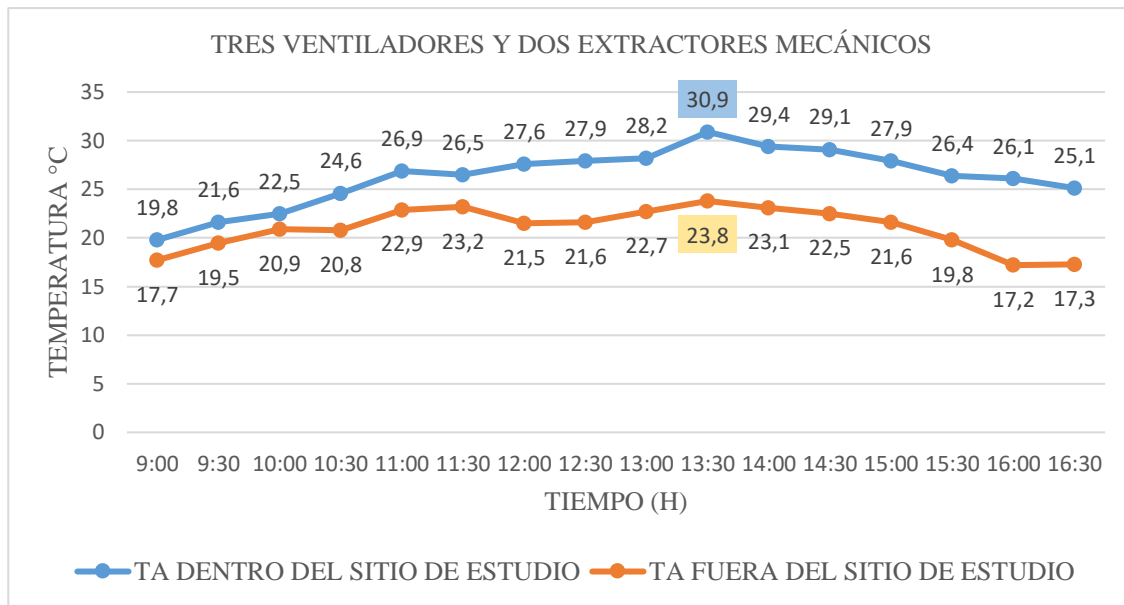


Figura 5.5. Configuración de la prueba 2

En la Figura 5.5 se puede visualizar que la temperatura del aire dentro del laboratorio de pruebas, simulaciones eléctricas y electromecánicas disminuye un rango mínimo, a partir de las 11:00 se tienen 26,9 °C y a las 13:30 teniendo una temperatura máxima de 30,9 ° C. Después de realizar pruebas de funcionamiento y toma de datos de temperatura se determina que el sistema de ventilación no brinda la sensación térmica adecuada, por lo que se procede redimensionar el sistema de ventilación con diferentes configuraciones.

Prueba 3. Configuración con tres ventiladores, un extractor mecánico y dos extractores eólicos como se puede observar en la Figura 5.6 y en el Anexo C. El plano arquitectónico.

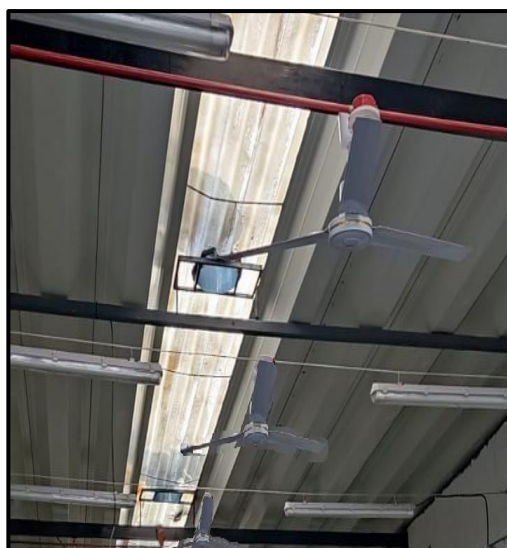


Figura 5.6. Prueba de 3 ventiladores un extractor y dos eólicos.

Tabla 5.4. Configuración de la prueba 3

TRES VENTILADORES, UN EXTRACTOR MECÁNICO Y DOS EÓLICOS		
DENTRO DEL LABORATORIO		FUERA DEL LABORATORIO
HORA	TA [°C]	TA [°C]
9:00	18,8	16,8
9:30	22,1	16,4
10:00	24,6	19,6
10:30	23,7	18,4
11:00	24,1	22,1
11:30	25,5	19
12:00	26,1	22,9
12:30	28,9	23,1
13:00	29,1	22,7
13:30	30,1	21,7
14:00	29,7	21,8
14:30	28,8	22,2
15:00	25,1	20,3
15:30	22,7	18,9
16:00	20,6	18,6
16:30	19,6	17,3
T. Promedio	25,0	20,1
T. Máxima	30,1	23,1

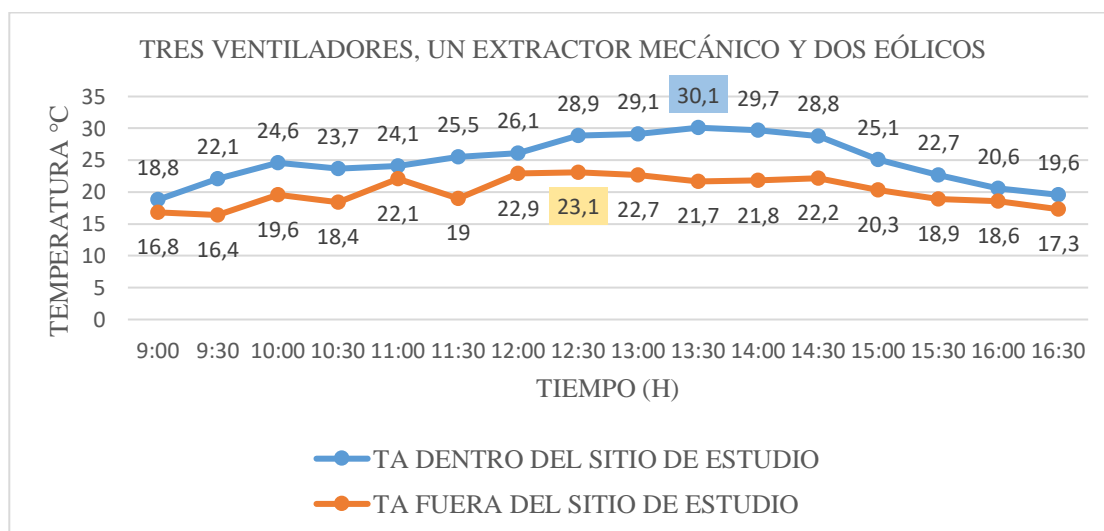


Figura 5.7. Configuración de la prueba 3.

En la Figura 5.7 se puede visualizar que la temperatura de aire dentro de laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas, electromecánicas disminuye un rango mínimo, a partir de las 11:00 se tienen 24,1 °C y a las 13:30 teniendo una temperatura máxima de 30,1 ° C. Después de realizar pruebas de funcionamiento y toma de datos de temperatura se determina que el sistema de ventilación reduce la temperatura, pero aún no brinda la sensación térmica adecuada, por lo que se procede redimensionar el sistema de ventilación.

Prueba 4. Configuración con cinco ventiladores, un extractor mecánico y dos extractores eólicos como se puede observar en la Figura 5.8 y en el Anexo D. El plano arquitectónico.



Figura 5.8. Prueba de 5 ventiladores un extractor dos eólicos.

Tabla 5.5. Configuración de la prueba 4.

CINCO VENTILADORES, UN EXTRACTOR MECÁNICO Y DOS EÓLICOS		
DENTRO DEL LABORATORIO		FUERA DEL LABORATORIO
HORA	TA [°C]	TA [°C]
9:00	20,5	17,6
9:30	22,5	18,9
10:00	23,3	20,3
10:30	23,8	20,9
11:00	26,7	20,2
11:30	26,2	20,6
12:00	24,9	20,9
12:30	25	21,5
13:00	29,2	22,1
13:30	23,3	20,7
14:00	23,6	19,9
14:30	25,7	21,3
15:00	24,5	19,6
15:30	22,2	17,8
16:00	20,2	17,2
16:30	19,9	17,3
T. Promedio	23,8	19,8
T. Máxima	29,2	22,1

En la Figura 5.9 se visualiza que la temperatura de aire registrada dentro del laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas, electromecánicas disminuye 2,1°C en comparación con los datos registrados previo a la implementación del sistema de ventilación.

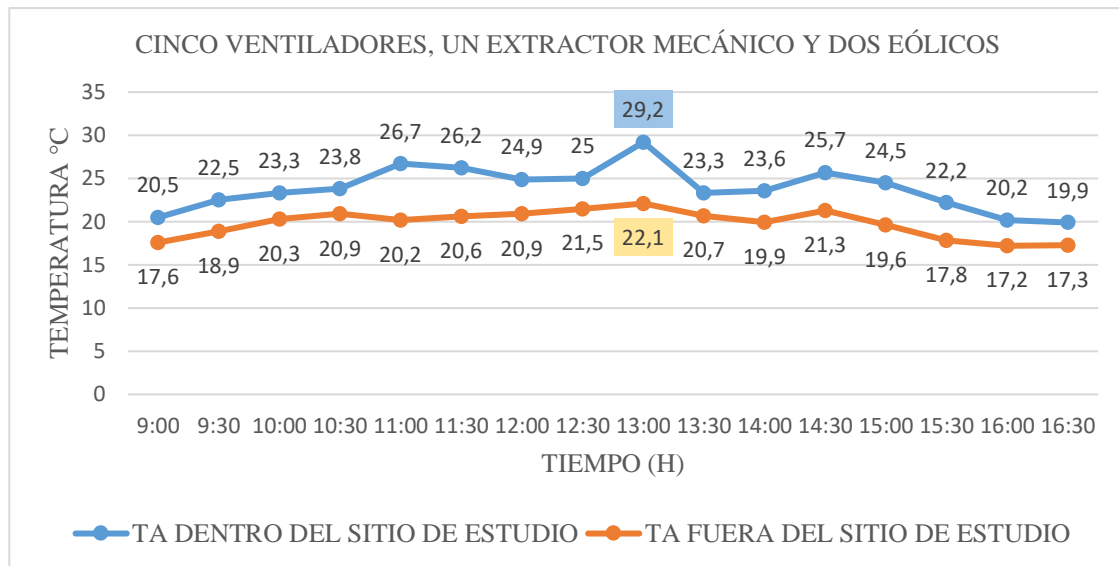


Figura 5.9. Configuración de la prueba 4

Después de realizar pruebas de funcionamiento y toma de datos de temperatura se determina que el último sistema de ventilación brinda una mejor sensación térmica en comparación con las configuraciones anteriores como se observa en la Figura 5.10 pero aún no se obtiene la sensación térmica deseada debido al material utilizado en la cubierta del laboratorio.

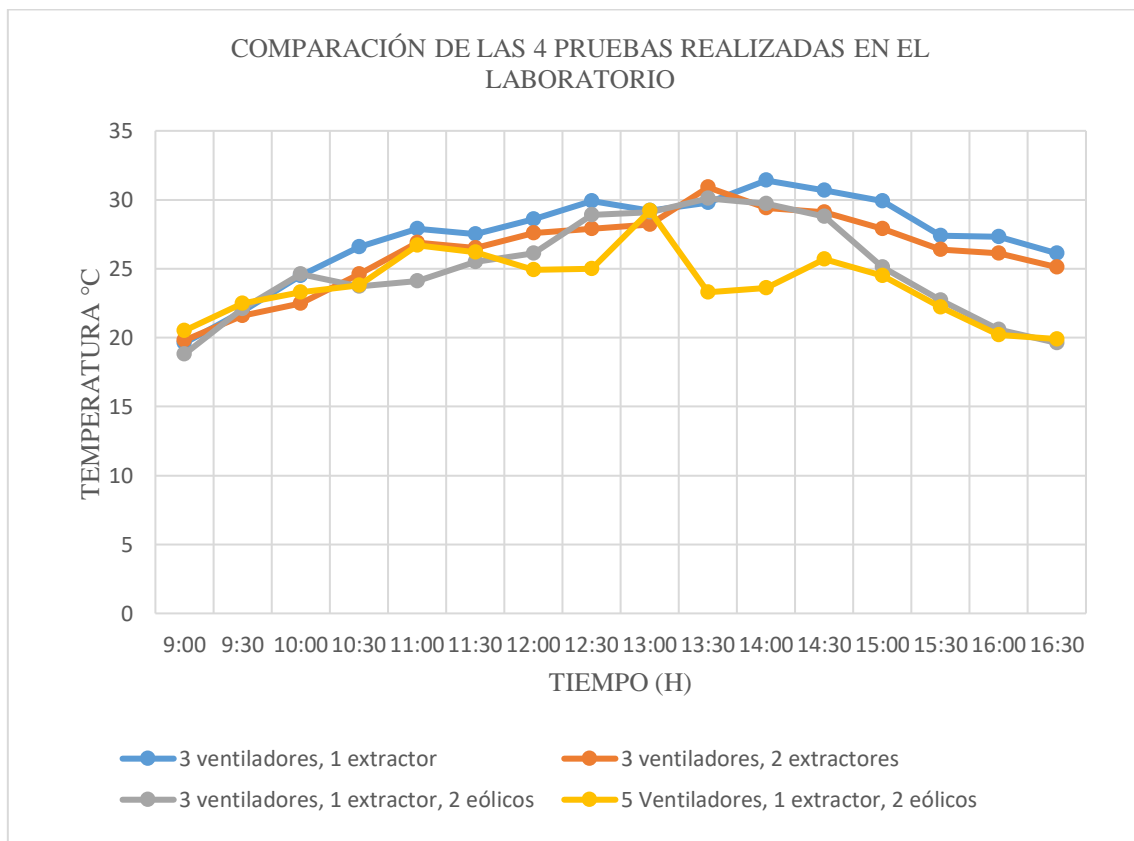


Figura 5.10. Comportamiento de la temperatura.

5.3.2 Comparación con personas en el sitio de estudio

Además de las pruebas obtenidas sobre el sistema de ventilación se procedió a realizar una comparación en el laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas, electromecánicas con personas y sin personas para comprobar su funcionamiento y constatar si el sistema cumple su propósito.

Tabla 5.6. Datos con personas dentro del sitio de estudio con tres ventiladores

TOMA DE DATOS CON PERSONAS DENTRO DEL SITIO, TRES VENTILADORES UN EXTRACTOR MECÁNICO						
Hora	TA In izq [°C]	TA in Der [°C]	Centro [°C]	Frente [°C]	TA out [°C]	TA sensor [°C]
12:30	30,6	31,1	30,3	29,9	22,9	29,6
13:00	29,2	29,3	29,2	29,8	23,4	29,4
13:30	29,9	28,6	29,1	29,3	23,9	29,5
PROMEDIO	29,9	29,7	29,5	29,7	23,4	29,5
TOTAL	29,7					

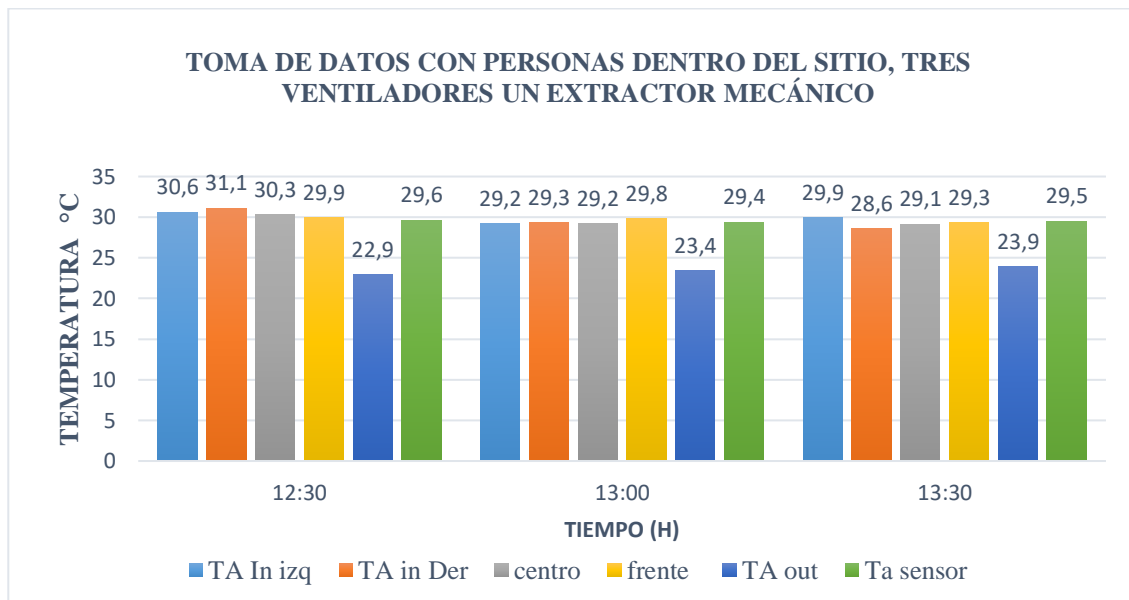


Figura 5.11. Datos con personas en el sitio de estudio con tres ventiladores.

En la Tabla 5.6 se determinó que la temperatura en el laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas, electromecánicas no se reduce a un valor deseado o de confort mediante la recopilación de datos de temperatura con el medidor de estrés térmico se puede evidenciar que la temperatura dentro del sitio supera por mucho a la temperatura ambiente fuera del lugar en un porcentaje de 6, 3° C por ende las personas aún sentían incomformidad

con los ventiladores encendidos mientras que en la Figura 5.11 se observa que la temperatura obtenida en las distintas áreas del sitio de estudio no varían significativamente una de la otra lo que conlleva a deducir que la temperatura sería la misma en cualquier punto del sitio medido.

5.3.3 Comparación con personas en el laboratorio

Una segunda comparación se llevó a cabo en el lugar instalados ya cinco ventiladores dos extractores eólicos y un extractor mecánico en la cual se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 5.7. Datos con personas en el sitio de estudio con cinco ventiladores.

TOMA DE DATOS CON PERSONAS EN EL SITIO, CINCO VENTILADORES, DOS EXTRACTORES EÓLICOS Y UN EXTRACTOR MECÁNICO						
Hora	TA In izq [°C]	TA in Der [°C]	Centro [°C]	Frente [°C]	TA out [°C]	TA sensor [°C]
15:00	29,1	29,3	29,1	28,9	24,7	28,5
16:00	29,2	29,1	28,7	28,9	23,8	28,1
16:50	29,7	28,6	28,4	29,1	23,4	28,2
PROMEDIO	29,3	29	28,7	29	24	28,3
TOTAL	29,08					

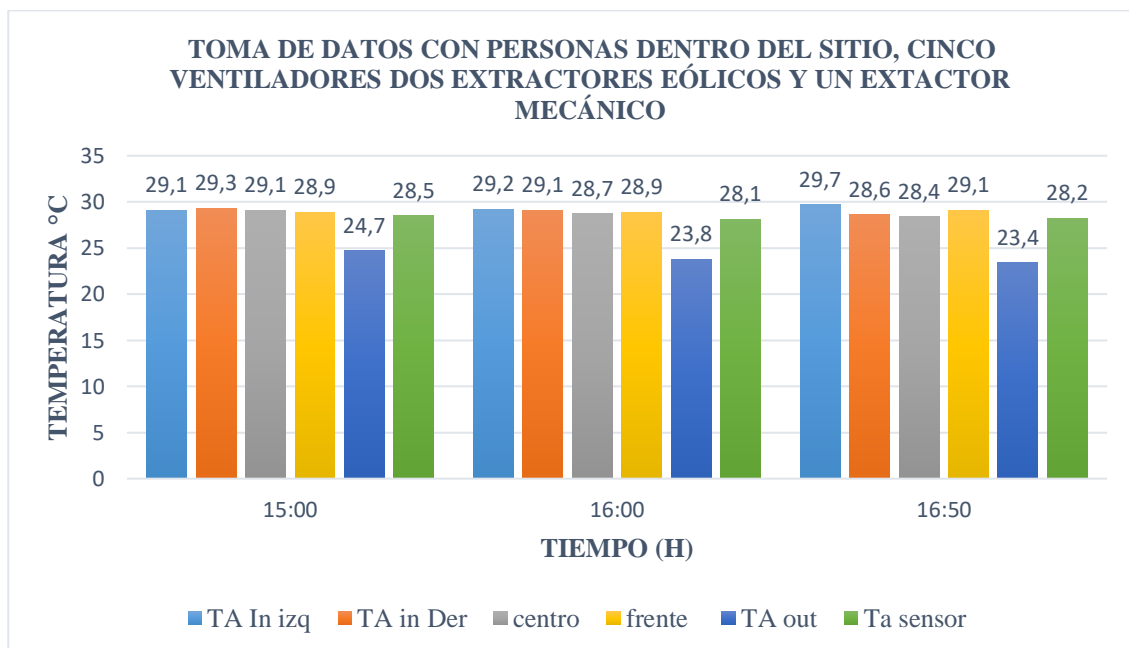


Figura 5.12. Datos con personas dentro del sitio de estudio con cinco ventiladores.

En la Figura 5.12 determina que la temperatura en el laboratorio de pruebas, simulaciones eléctricas y electromecánicas se reduce a un valor inferior que el tomado con anterioridad,

la recopilación de datos de temperatura con el medidor de estrés térmico se puede evidenciar que se logra disminuir la temperatura dentro del laboratorio aunque no al valor deseado debido al factor externo que proviene del techo, la reducción de temperatura se puede percibir con los datos registrados en comparación con los sistemas anteriores.

5.3.4 Análisis Comparativo

En este sentido se plantea que las comparaciones con personas dentro del laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas, electromecánicas hay una diferencia en comparación con las pruebas realizadas con anterioridad donde la prueba 4 (ver la figura 5.9) es la más acertada para poder disminuir la temperatura en el sitio de estudio.

La temperatura más alta dentro y fuera del laboratorio es de 31,4°C y 24°C respectivamente, en el mismo día de pruebas, y la temperatura que registra el medidor de estrés térmico en la medición del sistema consta de cinco ventiladores, dos extractores eólicos y un extractor mecánico, obteniendo un valor de 29,2°C dentro del laboratorio y 24°C fuera del laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas, electromecánicas, concluyendo que el sistema de ventilación mejora el confort térmico.

5.4 ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL

Se realizó la siguiente encuesta a 25 personas que se encuentran en el laboratorio de pruebas y simulaciones eléctricas y electromecánicas con seis preguntas de las cuales cuatro preguntas cerradas y dos abiertas obteniendo el siguiente resultado de cada pregunta.

Como se observa en la Figura 5.13 el 100% de los encuestados mencionan que se siente calor dentro del laboratorio cuando está apagado el sistema de ventilación.

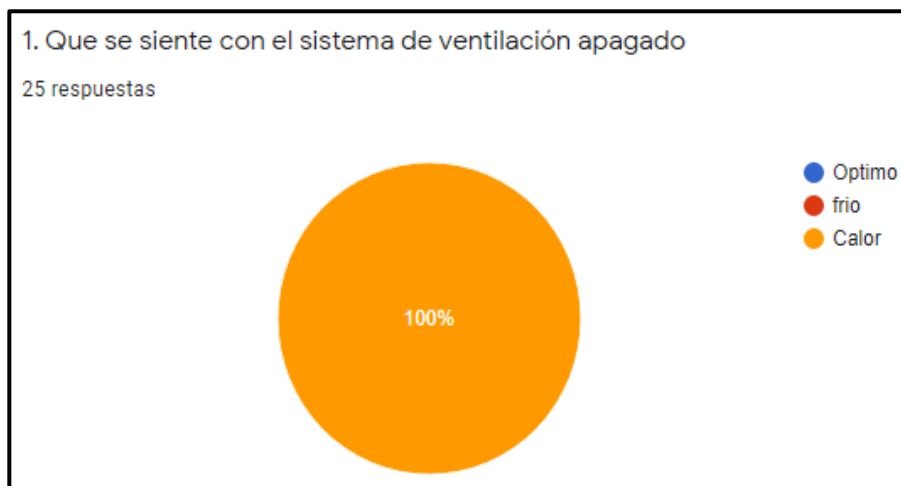


Figura 5.13. Resultados de la pregunta 1.

Mientras que en la Figura 5.14 el 64% de los encuestados (16 personas) mencionan que se siente óptimo el sistema de ventilación y el 36% (9 personas) mencionan que se siente calor dentro del laboratorio.

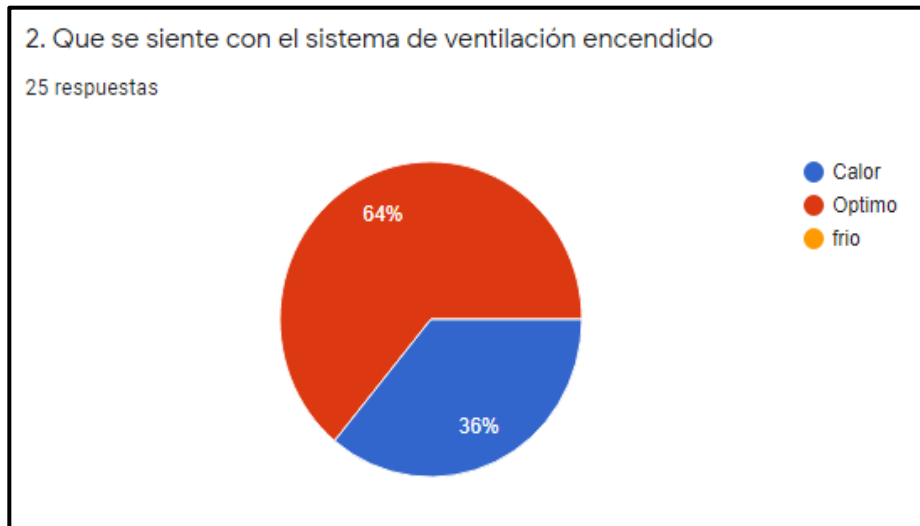


Figura 5.14. Resultado de la pregunta 2.

En la Figura 5.15 el 60% de los encuestados (15 personas) afirman que se siente ligeramente confortable, mientras que el 28% (8 personas) mencionan que se sienten inconfortable y por último el 12% (3 personas) afirman que se siente confortable con el sistema de ventilación encendido.

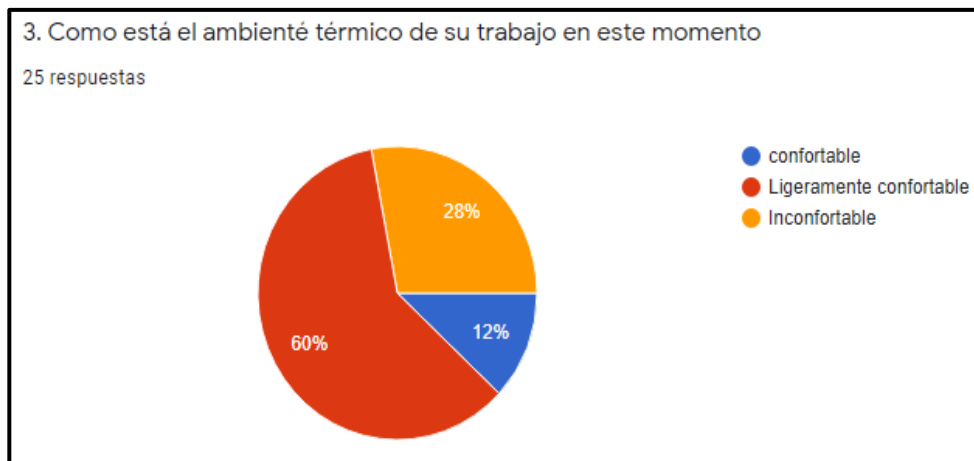


Figura 5.15. Resultados de la pregunta 3.

Mientras que en la Figura 5.16 el 56 % de los encuestados que son las 14 personas mencionan que están conformes con el sistema de ventilación, mientras que el 44 % que son las 11 personas no están de acuerdo con el sistema de ventilación.

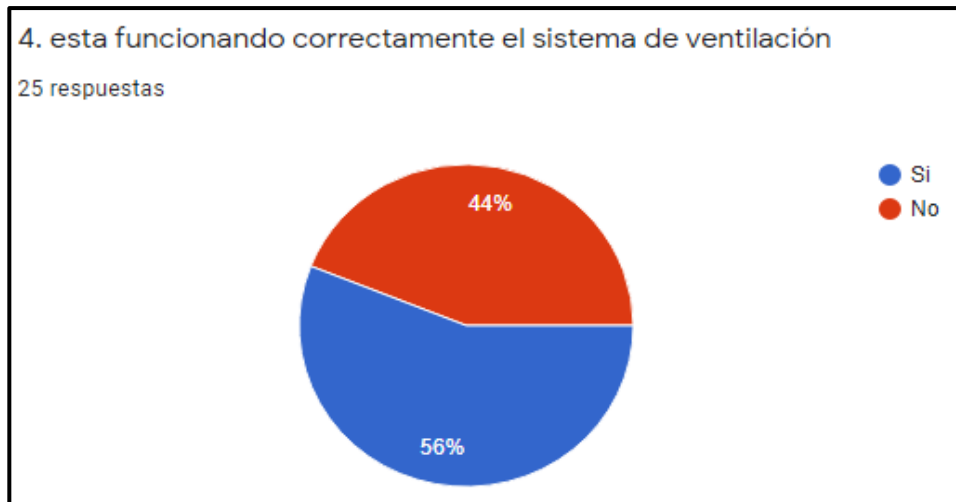


Figura 5.16. Resultados de la pregunta 4.

En la Figura 5.17 se puede observar que las 25 personas encuestadas identifican varios problemas del sistema de ventilación las cuales se menciona la falta de ventiladores con más potencia, el extractor es muy pequeño, que el techo se calienta con facilidad por lo que es difícil bajar la temperatura, no tiene mucha salida de aire.

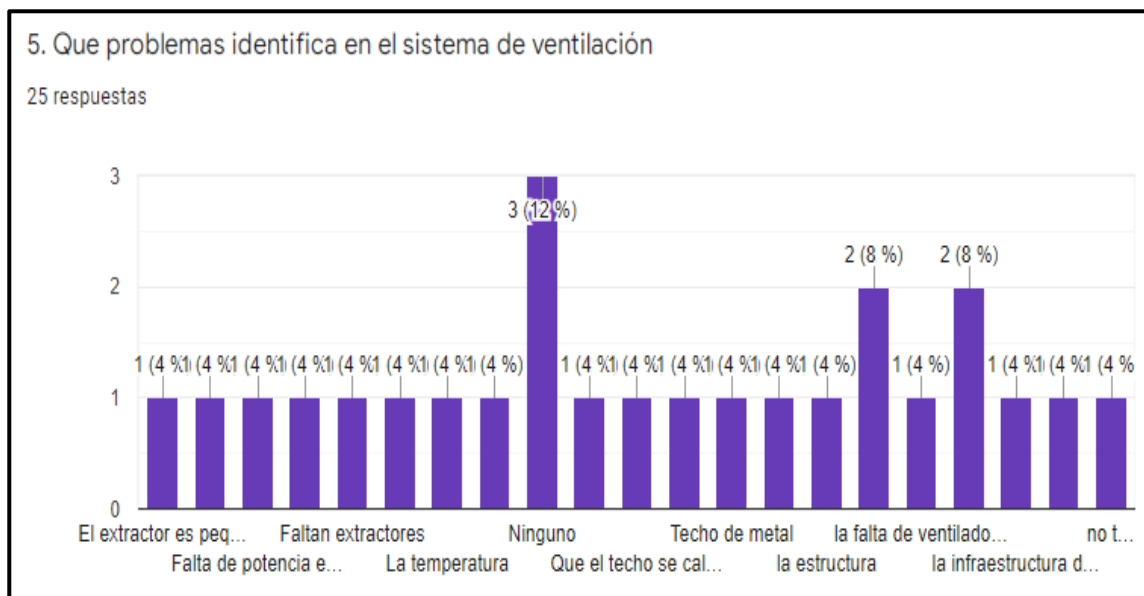


Figura 5.17. Respuestas de la pregunta 5.

Por último, en la Figura 5.18 los encuestados mencionan como mejorar el sistema de ventilación como son aumentando más ventiladores y que tenga más salidas de aire caliente, que las aspas del ventilador sea más grandes, incorporando más extractores, realizar un estudio técnico para mejorar el sistema o implementando el sistema de aire acondicionado.

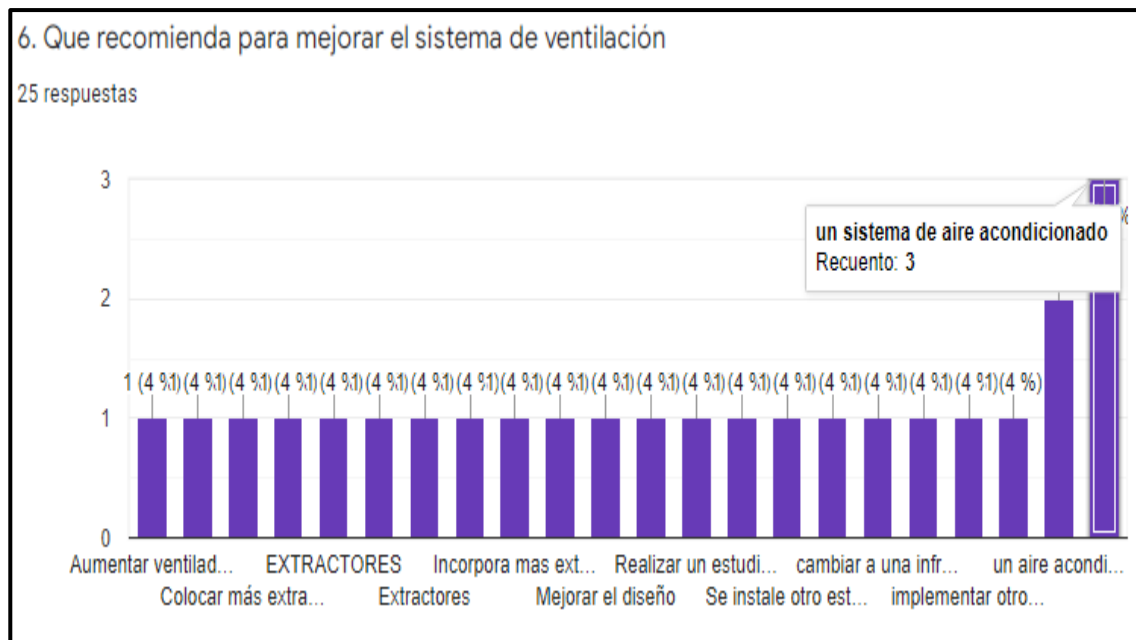


Figura 5.18. Respuesta de la pregunta 6.

5.5 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO

En la Tabla 5.8 se detalla el presupuesto de la implementación del tablero de control del sistema de ventilación forzada para disminuir la temperatura, teniendo en cuenta tanto los costos directos como los indirectos.

Tabla 5.8. Presupuesto del sistema de Ventilación

GASTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Pantalla TDE	1	200,00	200,00
Fuente 24 VDC	1	25,00	25,00
Logo Siemens	1	200,00	200,00
Sensor de temperatura Pt100	1	50,00	50,00
Sensores de movimiento	1	20,00	20,00
Ventiladores	3	75,00	225,00
Extractor	1	150,00	150,00
Selectores	3	9,00	27,00
Paro de emergencia	1	7,00	7,00
Extractores eólicos	2	150,00	300,00
Luces piloto	3	2,00	6,00
Estructura para el ventilador	3	50,00	150,00
TOTAL			1360,00

Tabla 5.9. Presupuesto de la conexión de los equipos

GASTOS DE LA CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Breaker 6 A	3	8,00	24,00
Gabinete Beaucoup pesado 60x40x20	1	100,00	100,00
Barra de tierra	1	5,00	5,00
Rieldin	1	4,00	4,00
Espiral	3	3,00	9,00
Porta fusible 5a	3	4,00	12,00
Tubo EMT 1" 1/2	1	3,50	3,50
Unión EMT 1" 1/2	3	0,35	1,05
Conector EMT 1" 1/2	3	0,50	1,50
Codo EMT 1" 1/2	6	0,80	4,80
Esmalte negro	2	4,00	8,00
Espray blanco	1	3,50	3,50
Espray negro	1	3,50	3,50
Relé de estado solido	2	10,00	20,00
Relé electromecánico	2	10,00	20,00
Borneras	15	1,25	18,75
Transmisor de temperatura	1	65,00	65,00
Cable concéntrico SJT 600v 3x14AWG CENTELSA	100	1,50	150,00
Cable UTP cad 5	25	0,60	15,00
Cable #18 AWG	20	0,40	8,00
Terminales punteras	100	0,02	2,00
TOTAL			478,60

Tabla 5.10. Inversión del sistema de ventilación

INVERISON TOTAL	
Gastos del sistema de ventilación	\$ 1.360,00
Gastos de la conexión de los equipos	\$ 478,60
Subtotal	\$ 1.838,60
Mano de obra	\$ 400,00
Transporte	\$ 50,00
Otros gastos	\$ 50,00
TOTAL	\$ 2.338,60

Tabla 5.11. Valor de potencia de los motores en diferentes horas de trabajo.

Maquina	Potencia (hp)	Potencia (kW)	Horas de trabajo	Consumo (kWh)
Motor monofásico	1,52	1,13	1	1,13
Motor monofásico	1,52	1,13	8	9,07
Motor monofásico	1,52	1,13	240	272,04

Mediante el pliego tarifario se considera la tarifa general de bajo voltaje sin demanda ya que el suministro es inferior a 600 V y su potencia facturable es menor a 10 KW donde el motor del sistema de ventilación es 1,52 Hp o 11.33 W de potencia activa como se observa la Tabla 5.12.

Tabla 5.12. Cargos tarifarios.

Consumo (KW)	Energía (USD/KWh)	Comercialización (USD)
1-300	0,08	1,41
Superior a 300	0,09	1,41

Según el pliego tarifario de la empresa Provincial Eléctrica Cotopaxi (ELEPCO S.A) se calcula la energía consumida por el sistema de ventilación como se observa en la Tabla 5.13.

Tabla 5.13. Consumo de energía del sistema de ventilación.

Tiempo	KWh	USD/KWh	Total (USD)
1 mes	272,04	0,08	22,31
8 horas	9,07	0,08	0,74
1 hora	1,13	0,08	0,09

Una vez que se calcula los cargos tarifarios por KWh se procede a calcular el costo del sistema que consume para los tiempos establecidos como se observa en la Tabla 5.14.

Tabla 5.14. Planilla del consumo en 1 Mes, 1 Día y 8 Horas.

Planilla	USD 1 Mes	USD 1 Día	USD 8 Horas	USD 1Hora
Comercialización	1,41	0,05	0,02	0,002
Consumo energético	22,3	0,74	0,25	0,03
TOTAL	23,71	0,9	0,27	0,032

5.6 IMPACTOS

5.6.1 Impacto tecnológico

La implementación del sistema de ventilación en el laboratorio genera un impacto a nivel tecnológico debido a que cuenta con un sistema manual y automático de funcionamiento, se puede monitorear y visualizar la temperatura en ese instante de tiempo y variar el rango de referencia con el set point.

5.6.2 Impacto Económico

Debido a que el proyecto se desarrolla en base a ventilación forzada, se pudo encontrar que es una inversión elevada, pero con la ayuda de los extractores y ventiladores implementados se obtiene una mejor sensación térmica para el personal que se encuentra laborando en el lugar.

5.6.3 Impacto Ambiental

La implementación de los extractores eólicos aprovecha la energía del viento para la extracción del calor que se encuentra dentro del laboratorio y su funcionamiento será por la energía limpia.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 CONCLUSIONES

- Con la recopilación de información pertinente a sistemas de ventilación forzada se desarrolló el estado del arte con bibliografía certificada de normativas, tesis, libros y revistas científicas que permite conocer su funcionamiento, sus elementos y dimensionamiento del sistema.
- En el diseño del sistema ventilación forzada se seleccionaron los ventiladores, extractores, sensores y el LOGO 12/24 RCE V8.2 definidos en base a cálculos de dimensionamiento para poder determinar las necesidades y requerimientos técnicos en la instalación de la presente propuesta tecnológica.
- Se automatizó el funcionamiento del sistema de ventilación de aire forzado mediante el LOGO 12/24 RCE V8.2 utilizando un tablero de control con un sensor de temperatura y otro de movimiento, opera a partir de los valores de temperatura excedidos al rango establecido por la OMS y del movimiento de personas respectivamente, los cuales se encuentran dentro del laboratorio logrando su correcto funcionamiento.

- Después de realizar el análisis de factibilidad técnica previo a 4 pruebas de funcionamiento se determina que el sistema de ventilación brinda una mejor sensación térmica en comparación con las primeras configuraciones dimensionadas, pero aún no se obtiene la sensación térmica recomendada por la OMS.
- Por limitaciones económicas no se logra cumplir con la hipótesis debido a que el material de la cubierta del laboratorio concentra el calor dentro de este superando el trabajo de disminución de temperatura que realizan los equipos de ventilación, para obtener mejores resultados se requiere de un presupuesto adicional considerable.

6.2 RECOMENDACIONES

En base a los estudios y pruebas realizadas en el desarrollo de la presente propuesta tecnológica se recomienda lo siguiente:

- Leer y conocer el manual de funcionamiento del sistema de control de temperatura, así como el de ventilación forzada para evitar accidentes durante su operación o mantenimiento.
- Utilizar otros sistemas de ventilación debido al calor acumulado en el techo del o a su vez incorporar cielo raso el cual disminuiría la entrada de calor al lugar mejorando el ambiente del sitio.
- Instalar un sistema de aire acondicionado en el laboratorio para mejorar la sensación térmica de las personas tanto en días con elevada temperatura y en días de bajas temperaturas.
- Finalmente se exhorta a las personas que hagan uso del proyecto tecnológico a seguir realizando proyectos que tengan que ver con sistemas de ventilación debido a que existen alternativas para poder repotenciar el presente proyecto.

7. BIBLIOGRAFIA.

- [1] CEPAL , «La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible,» [En línea].
Available:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf.
[Último acceso: 11 Marzo 2022].
- [2] M. Q. Edson, «Diseño de un sistema de ventilacion forzada,» 2018. [En línea].
Available:
http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/482/1/Martinez_Edson_Trabajo_Suficiencia_2018.pdf.
- [3] C. B. I. Jesús, «Sistema de ventilacion forzada para neveras instaladas en caravanas,» 2018. [En línea]. Available:
<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/24760/Sistema%20de%20ventilacion%20forzada%20para%20neveras%20instaladas%20en%20caravanas%20y%20autocaravanas..pdf?sequence=1>.
- [4] Q. G. W. Alfredo, «Diseño e Implementación de un sistema de ventilación forzada,» 2014. [En línea]. Available:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2767/1/05%20FECYT%201919%20TESIS.pdf>.
- [5] C. S. Francisco, «Análisis CFD del sistema de climatización de un recinto,» 2019.
- [6] I. 978-1-945570-43-8, Aprendizajes, Educación Ambiental y Emocionales, Primera ed., J. C. A. Aparicio, Ed., REDIPE Red Iberoamericana de Pedagogía, 2017, pp. 25-27.
- [7] G. A. Cevallos Morejon, «Confort termico en las instalaciones de uso educativo estudio de casos "Unidad educativa Manabi y Unidad Educativa trajano viteri medranda" de Mnata ",» Mayo 2017. [En línea].
- [8] «Ruido y Salud,» *Osman (Observatorio de Salud y medio Ambiente de Anadalucía)*, pp. 10-20.
- [9] «Ergonomía del Ambiente Térmico,» *UNE-EN ISO 7730*, p. 16, 2006.
- [10] «Norma Ecuatoriana de la Construcción,» *NEC-11 Capitulo 13*, p. 13, 2011.
- [11] James Atkinson, Yves Chartier, Carmen Lúcia, Pessoa-Silva, Paul Jensen, Yuguo Li, Wing-Hong Seto, «Ventilación natural para el control,» pp. 9-11, 2009.

- [12] Soler Palau, «Que es un ventilador y sus características,» 2018. [En línea]. Available: https://agasca.net/wp-content/uploads/2018/08/sp_ventilacion_c4.pdf. [Último acceso: 03 Diciembre 2021].
- [13] J. J. Cevallos González, «Simulación de datos de un bancode ensayo tipo tunel de viento para seleccion de ventiladores,» 2018. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16713/1/UPS-CT008083.pdf>. [Último acceso: 11 Diciembre 2021].
- [14] C. L. Pedelaborde, «Ventilación Industrial,» 2007. [En línea]. Available: [CALCULOS%20DEL%20SISTEMA%20DE%20VENTILACION/VENTILACIÓN N.pdf](#). [Último acceso: 14 Marzo 2022].
- [15] Equipos Anzola , «Extractores Eólicos Serie EO,» 2017. [En línea]. Available: <http://airprotek.com.ec/assets/img/upload/original/b46fe39b832063d13febe16315d9e71c.pdf>. [Último acceso: 25 Febrero 2022].
- [16] R. I. Salazar Villalba, «Impacto de los gases producidos en los talleres de la UTN por los motores MEC y MEP con el fin de implementar medidas de control,» 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8576/1/04%20MAUT%20071%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [17] R. S. Náder Insignares y M. O. Rada Sarmiento, «Instalación de Extractor eólicos en vivinedas residenciales de distintas Estractos Sociales para disminucion de carga termica,» 2017. [En línea]. Available: <file:///C:/TMEC1119%20INSTALACI%C3%93N%20DE%20EXTRACTORES%20E%C3%93LICOS%20EN%20VIVIENDAS%20RESIDENCIALES.pdf>.
- [18] A. J. Salcedo Ariza, «Calculo Extractores Eólicos,» [En línea]. Available: [pdf-calculo-extractores-eolicos_compress.pdf](#).
- [19] J. E. Buitrago Garzón, «Automatización para Control Optimización y Verificación de Procesos de Flujo,» <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42426/bgjohane.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Junio 2020. [En línea]. [Último acceso: 04 Diciembre 2021].
- [20] C. Martin, «Automatización Industrial,» *EXSOL*, 18 Enero 2017.
- [21] M. S. Rivera Maldonado, «Diseño de un sistema de seguridad y prevención de riesgos laborales,» 16 Marzo 2016. [En línea]. Available:

- <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15637/u234584.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 28 Enero 2022].
- [22] M. A. López Mariño, «APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE DISEÑO DE INGENIERÍA PARA LA AUTOMATIZACIÓN USANDO GRAFCET,» 30 Enero 2003. [En línea]. Available: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15637/u234584.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 31 Enero 2022].
- [23] N. P. Sanches Zamudio, «APLICACIÓN DEL MÓDULO LÓGICO DE SIEMENS LOGO!,» Mexico , 2016.
- [24] P. E. K. P.D. Khaled Kamel, «Programmable Logic Controllers,» de *Industrial Control*, 2014, pp. 341-347.
- [25] Tecnología en Electronica y Control SRL, «Relés de estado sólido (SSR),» 2018. [En línea]. Available: <https://static.tecsc.com.ar/media/pdf/ficha-rele-estado-solido.pdf>. [Último acceso: 05 Febrero 2022].
- [26] C. D. Suntasig Flores, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA,» Septiembre 2021. [En línea]. Available: <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/bitstream/123456789/148/1/SUNTASIG%20FLORES%20CRISTIAN%20DANIEL.pdf>. [Último acceso: 05 Diciembre 2021].
- [27] R. E. Pin Asuncion, «DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO CON CÁMARAS,» 23 Abril 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1587/1/UNESUM-ECU-REDES-2019-33.pdf>.
- [28] «Trasmisor de temperatura analógico para sondas PT100,» *DISAL Automatic Systems*, pp. 2-7, 2011.
- [29] «Termómetros industriales de Resistencia de platino y sensores de temperatura,» *INEN-IEC 60751*, 2015.
- [30] «Pt100 su operación instalacion y tablas,» *ARIAN control & Instrumentación* , vol. 1, p. 6.
- [31] F. E. Rayo Curán, «SISTEMA AUTOMÁTICO PARA EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN,» 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1252/1/PROYECTO%20DE%20>

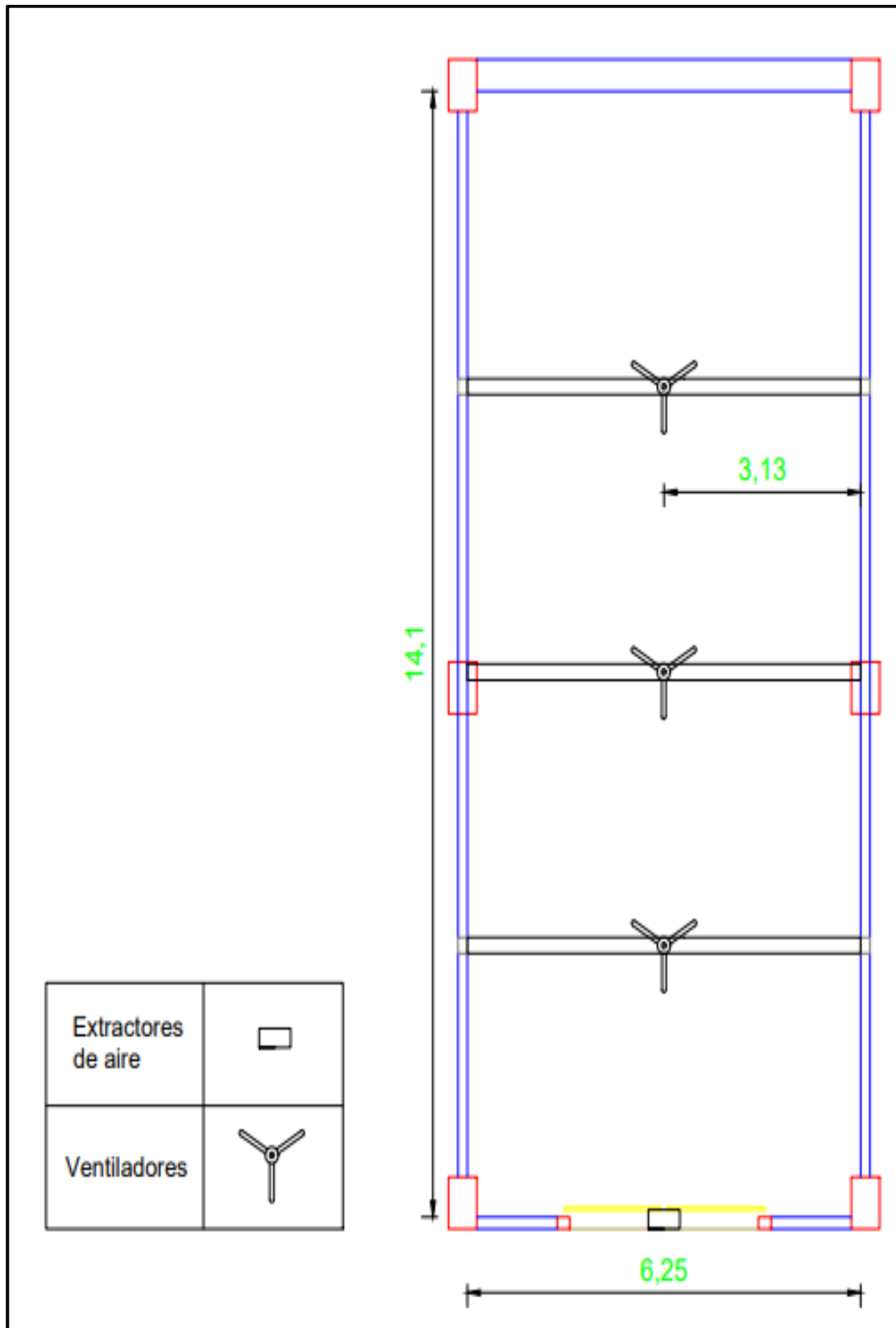
INVESTIGACION%20RAYO%20CUAR%20FELIPE%20EDUARDO.pdf. [Último acceso: 05 Diciembre 2021].

- [32] G. A. Flores Mamani, «ESTUDIO Y ANÁLISIS EXPERIMENTAL PARA LA PROTECCIÓN,» 2018. [En línea]. Available: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13214/Flores_Mamani_Gilmer_Adrian_Quispe_Bautista_Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 05 Diciembre 2021].
- [33] Norma-iec-602041, «Seguridad de equipos y maquinas electricas».
- [34] GEDISA, «CATALOGO GENERAL DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA,» 2018.
- [35] D. R. Cabrera Godoy y D. B. R. Javier, «Diseño e Implementación de un Tablero de Distribución,» Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20086/1/CD-9527.pdf>. [Último acceso: 12 Diciembre 2021].
- [36] «Instalaciones Electromecanicas,» *Norma Ecuatoriana de Construccion Cap 15*, pp. 27-32, 2011.
- [37] SolidDocuments, «Instrumentos de Tablero,» de *Instrumentos de Tablero*, 2018.
- [38] A. F. A. Fernando y B. C. I. Josue, «Construcion de acometida y tablero de control de suministro de energia,» Junio 2018. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19537/1/CD-8934.pdf>. [Último acceso: 12 Diciembre 2021].
- [39] Electrocables, *Catalogo de Productos*, Guayaquil, 2018.
- [40] EXTECH INSTRUMENTS, «Medidor de estres termico WBJT Modelo HT30,» 2016. [En línea]. Available: http://www.extech.com/products/resources/HT30_UM-es.pdf.
- [41] «Reglamento de Seguridad y salud de los trabajadores,» [En línea]. Available: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>. [Último acceso: 12 Marzo 2022].
- [42] «EXTRACTOR BROAN D/PARED INDUSTRIAL 16PLG,» 2018. [En línea]. Available: <https://kywitiendaenlinea.com/product/extractor-broan-d-pared-industrial-16plg/>.

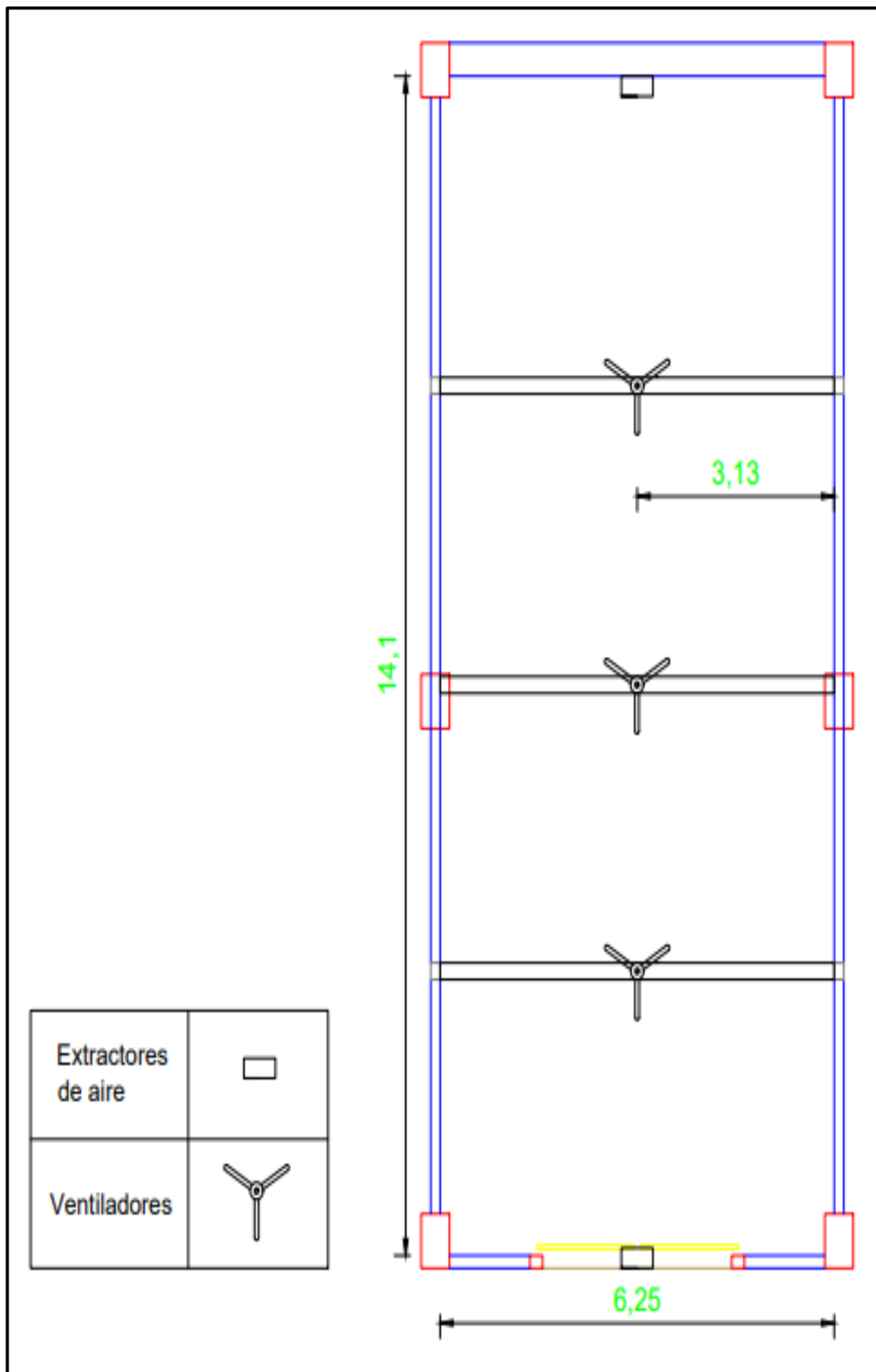
- [43] Tecnología en Electrónica y Control SRL, «Relé de propósito general,» [En línea]. Available: <https://static.tecsc.com.ar/media/pdf/ficha-rele-electromecanico.pdf>.
- [44] C. B. Vélez Guamanquispe, «Análisis en el proceso de Importación de materiales de control marca SHNEIDER,» Septiembre 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35856/1/TESIS%20CARLA%20VELEZ%20final.pdf>. [Último acceso: 29 Diciembre 2021].

8. ANEXOS.

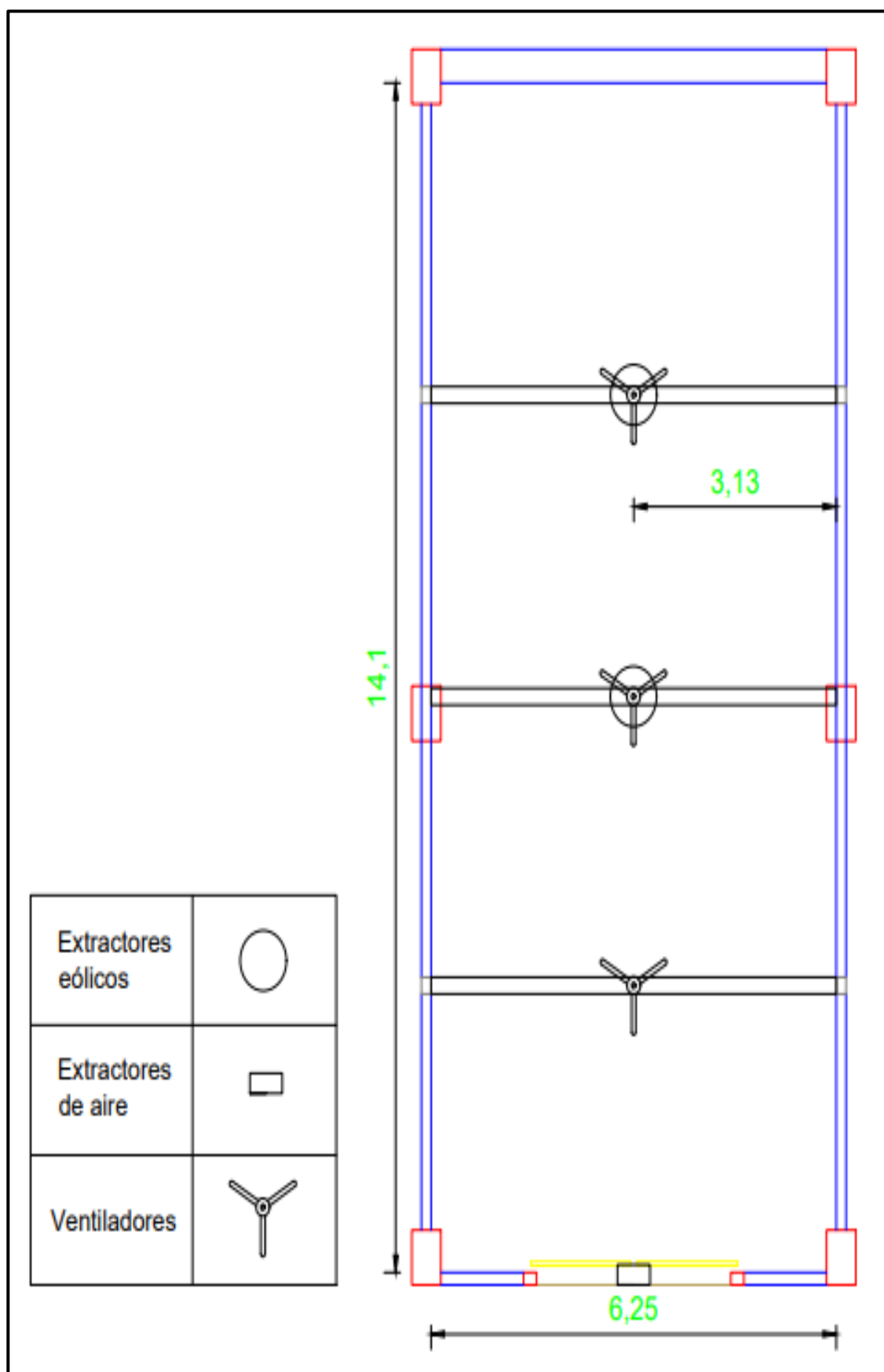
Anexo A: Diseño inicial del sistema de ventilación



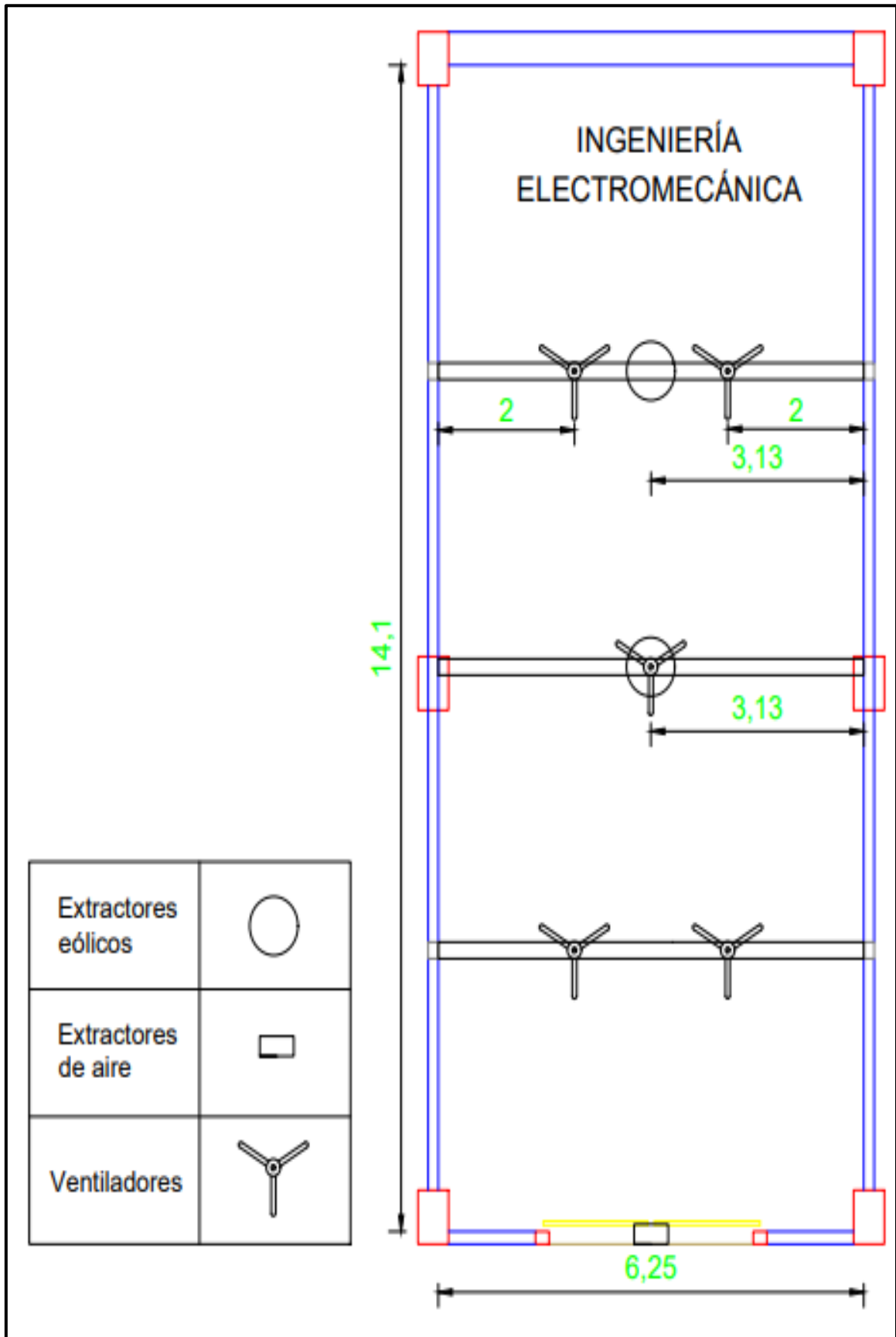
Anexo B: Segundo diseño del sistema de ventilación



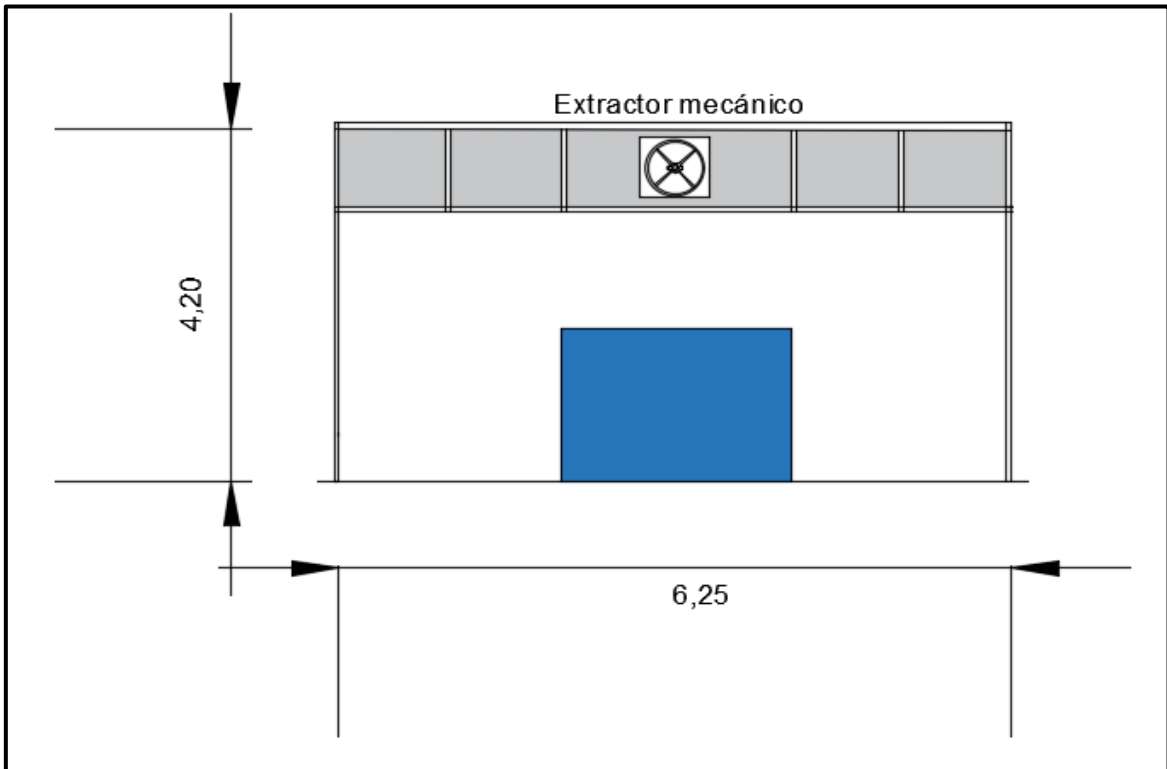
Anexo C: Tercer diseño del sistema de ventilación



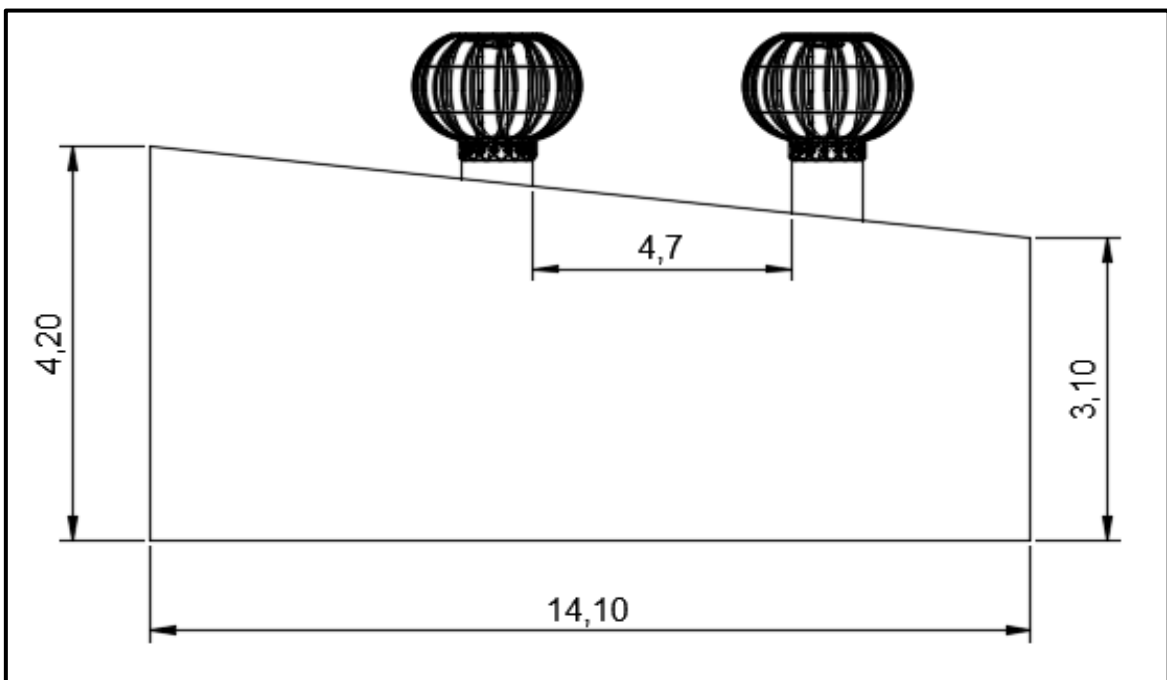
Anexo D: Diseño final del sistema de ventilación



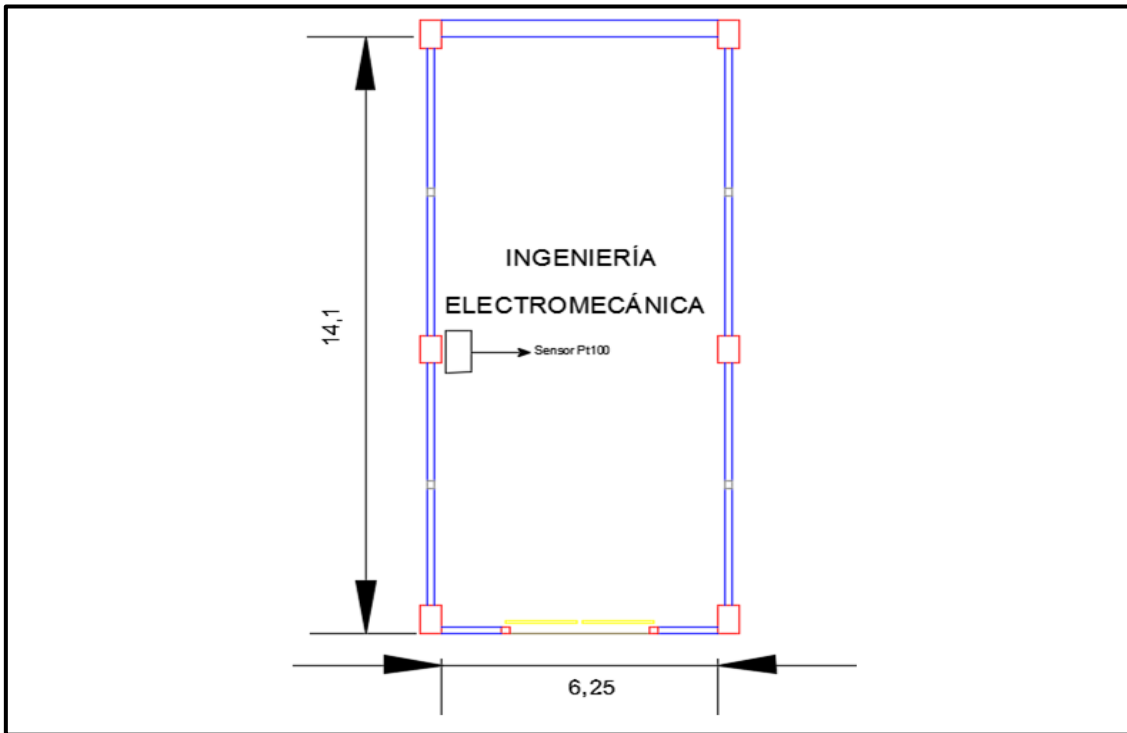
Anexo E: Ubicación del extractor mecánico en el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas.



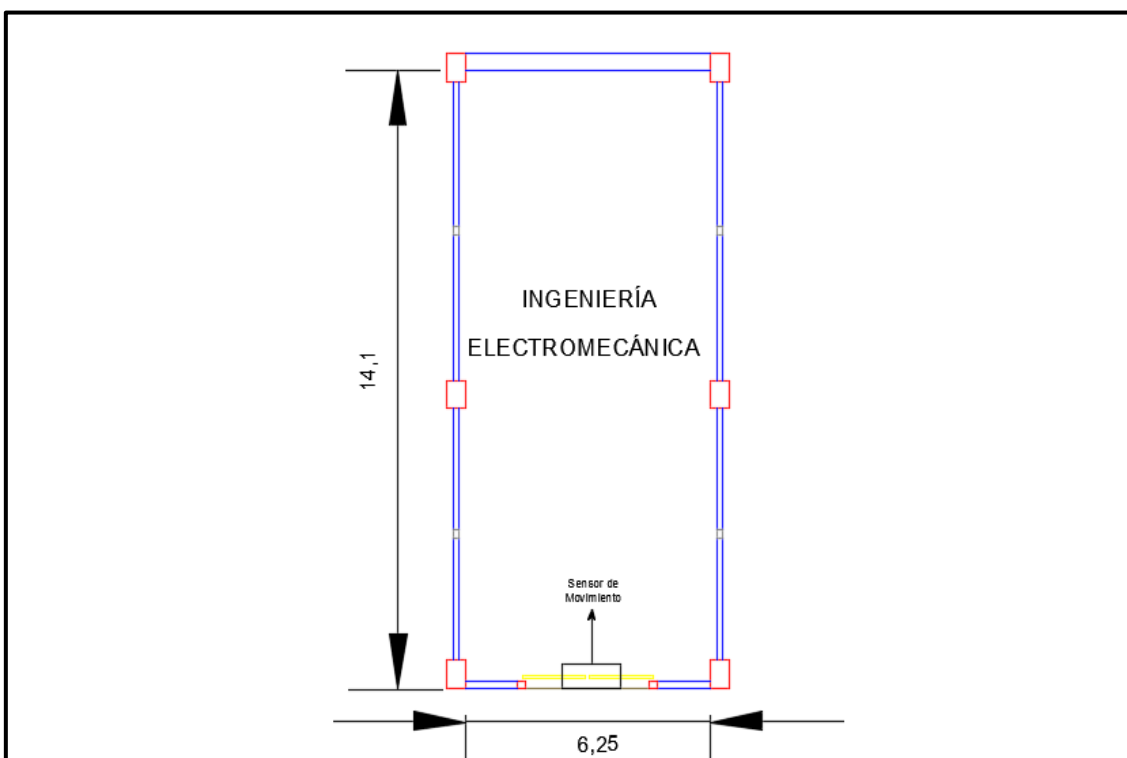
Anexo F: Ubicación de los extractores eólicos en el laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas.



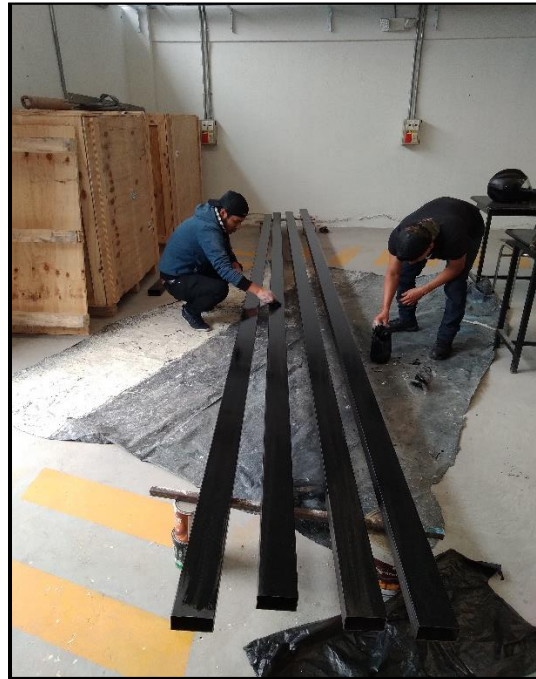
Anexo G: Ubicación del sensor de temperatura Pt100 para la instalación dentro del laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas.



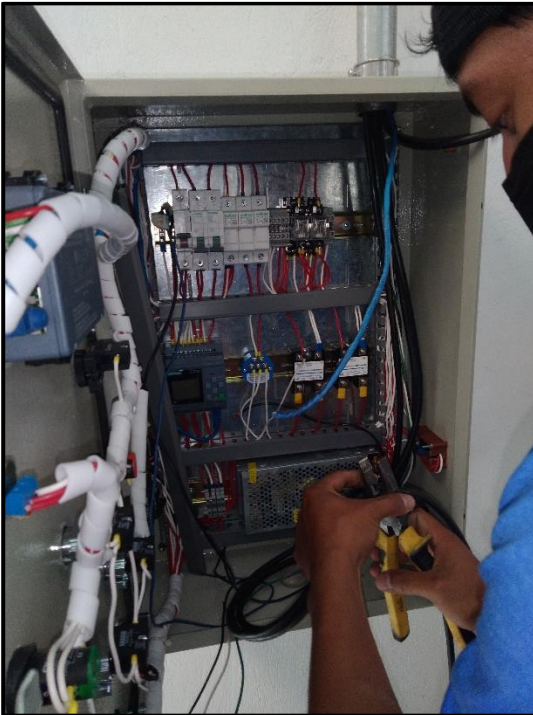
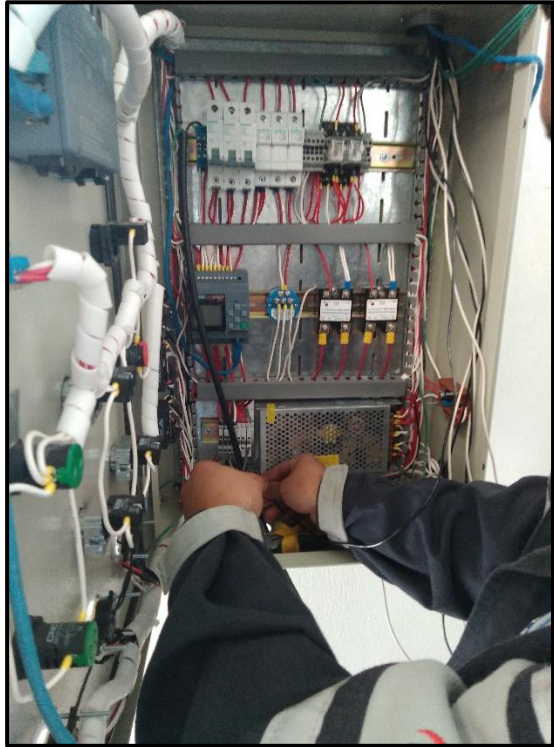
Anexo H: Ubicación del sensor de movimiento para la instalación dentro del laboratorio de simulación, pruebas eléctricas y electromecánicas.



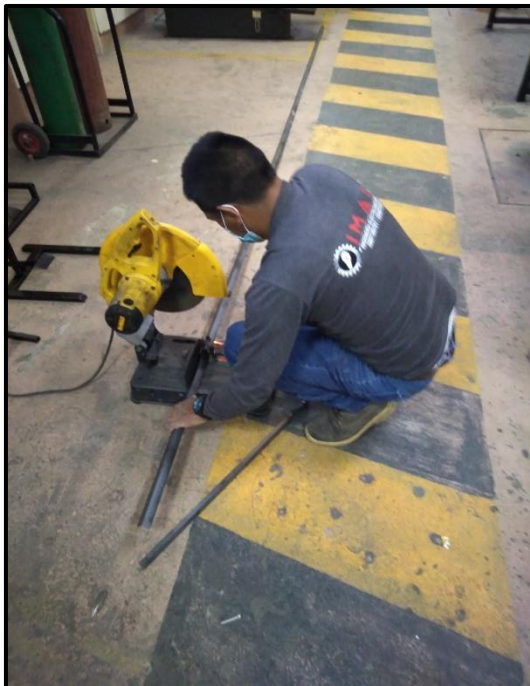
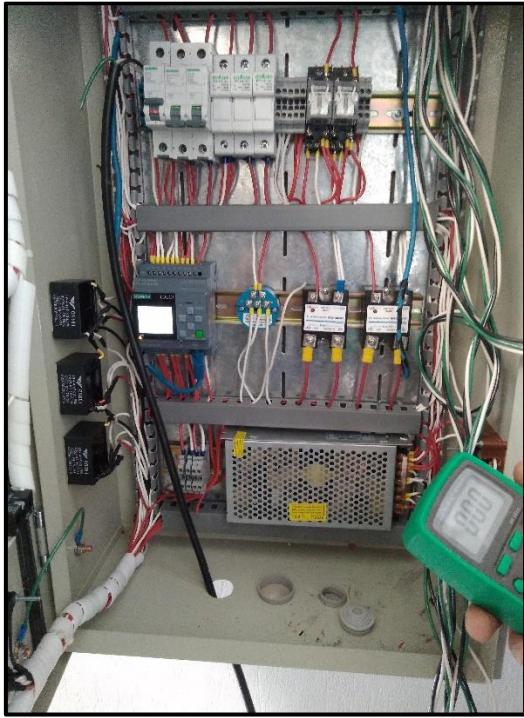
Anexo I: Construcción del sistema de ventilación





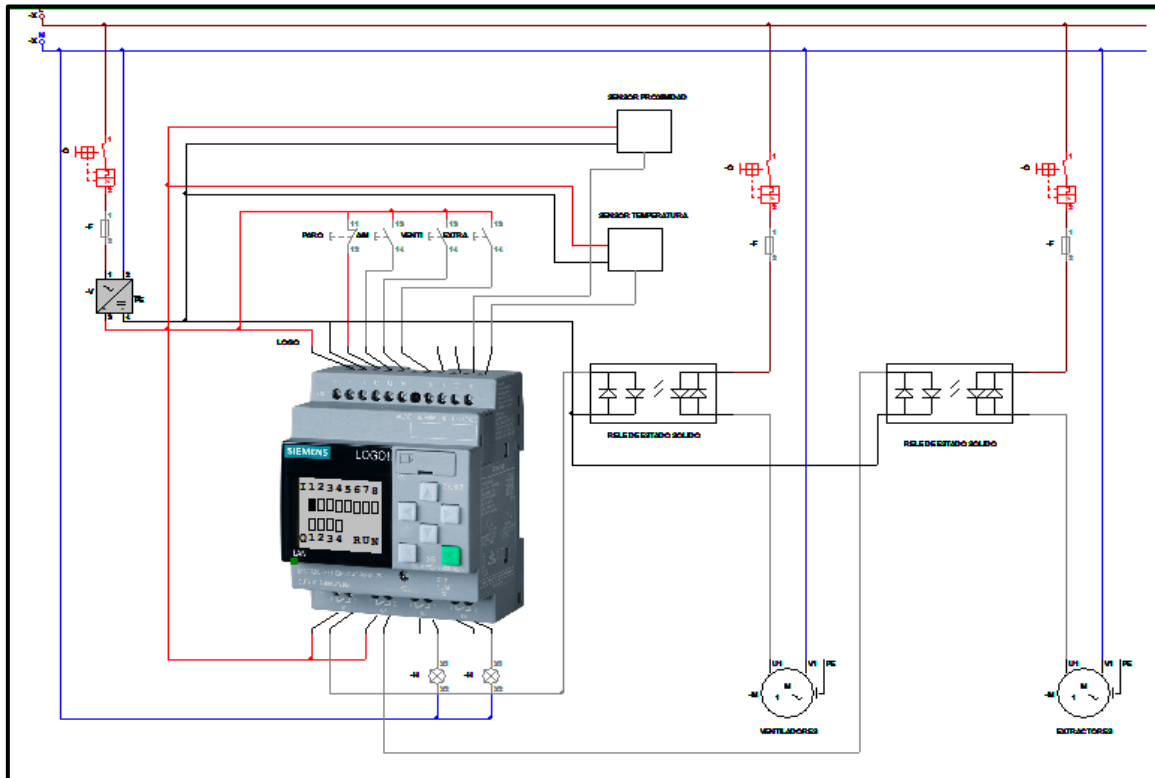




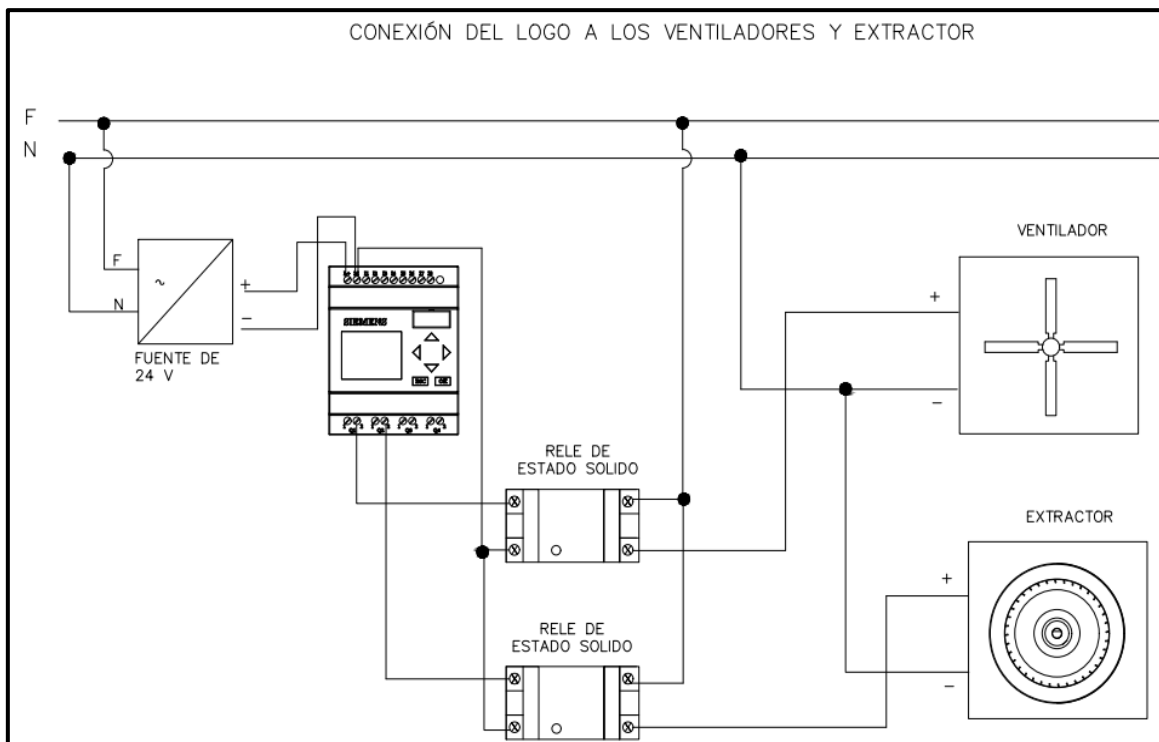




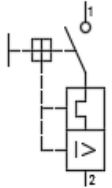

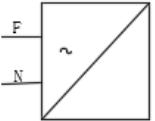
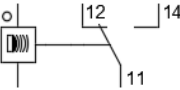
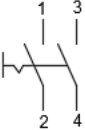
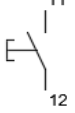
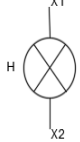
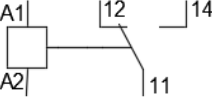
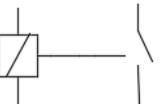
Anexo K: Simulación del tablero de control del sistema de ventilación forzada con el programa CadeSimu.



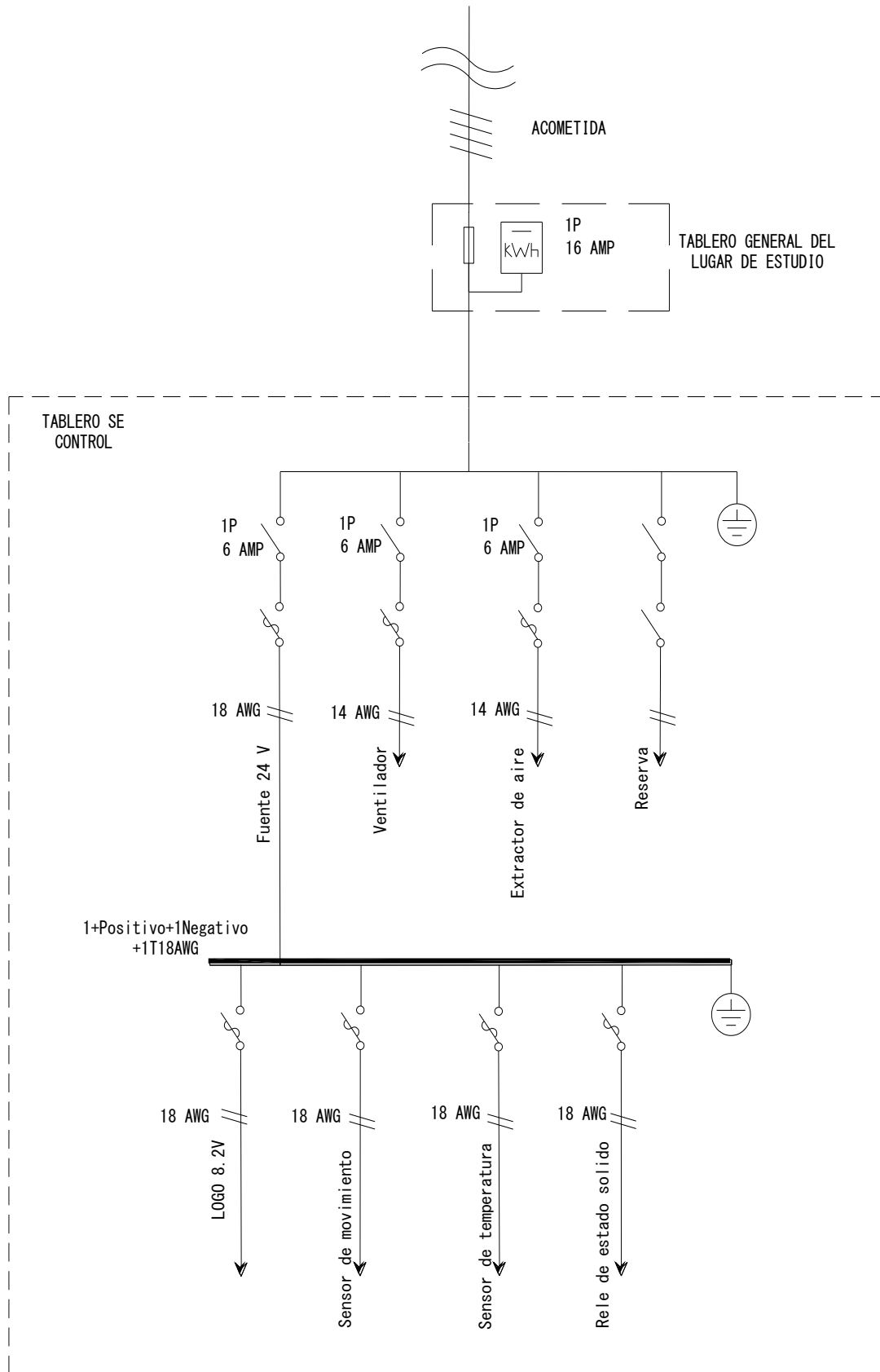
Anexo L: Conexión del sistema de ventilación y extractor



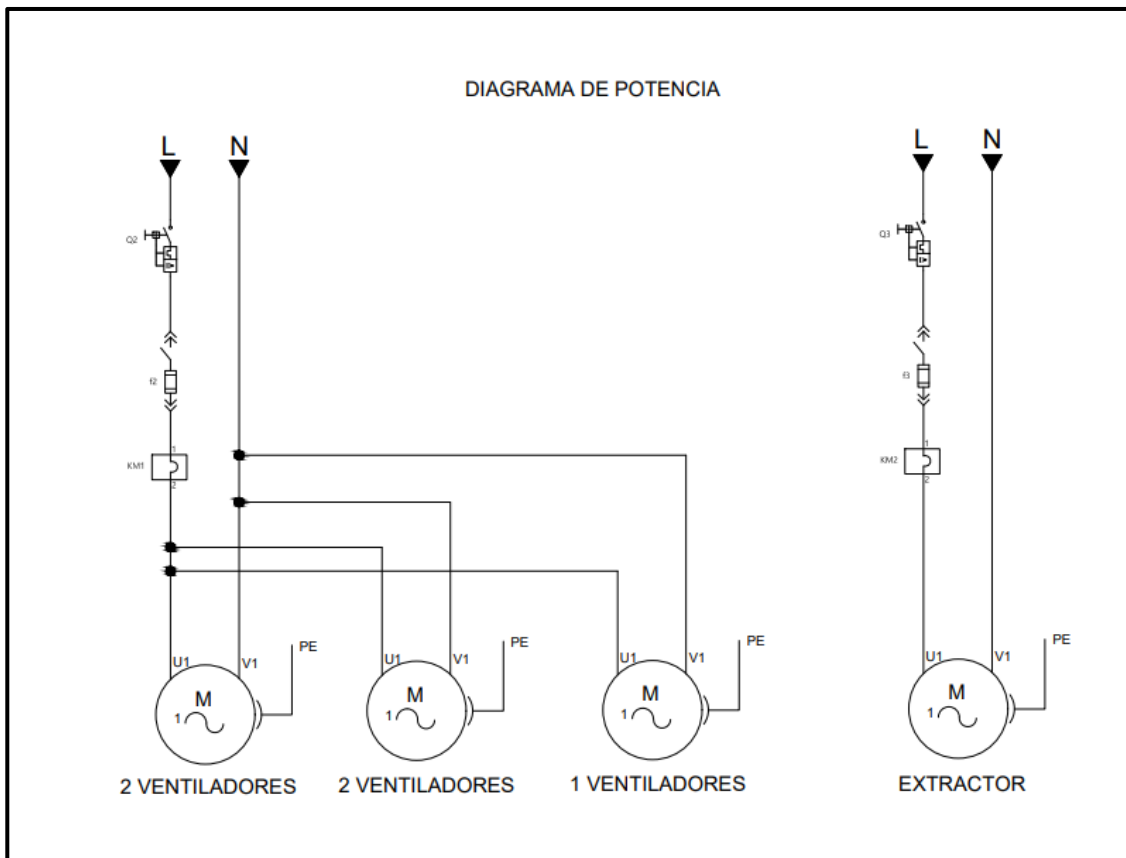
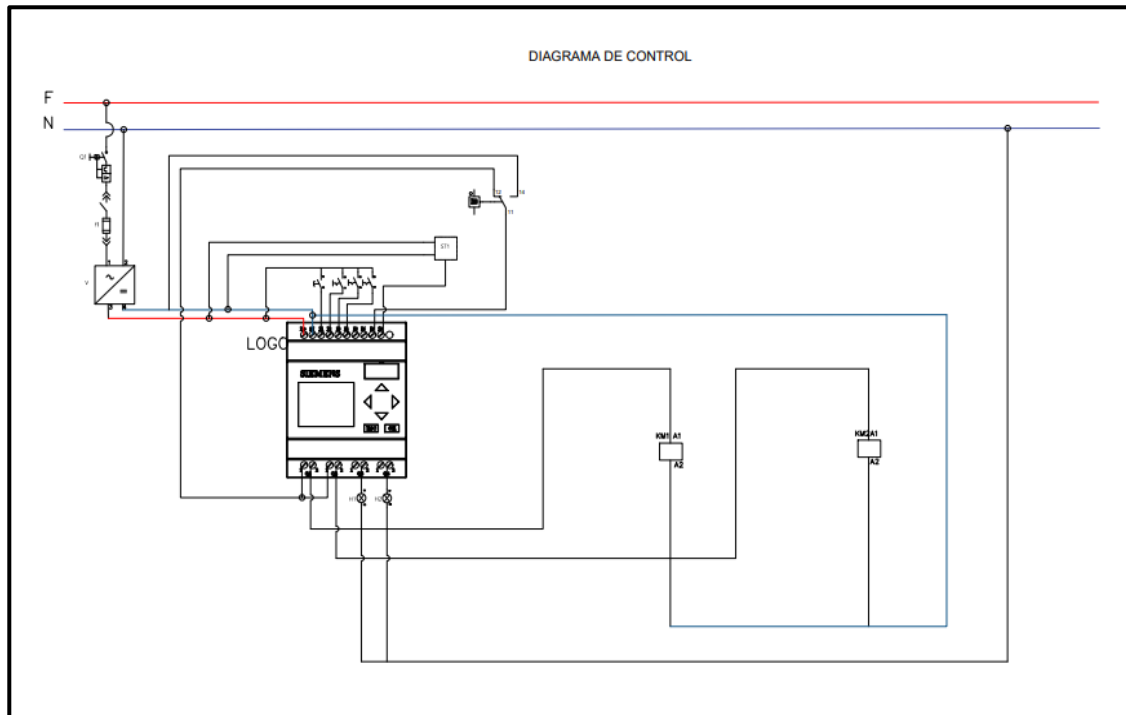
Anexo M: Esquema unifilar de las protecciones del sistema de ventilación forzada.

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	<p>Interruptor Termomagnético 1P</p>
	<p>Fusible</p>
	<p>Fuente de voltaje 24 V</p>
	<p>Detector de movimiento</p>
	<p>Selector de dos posiciones</p>
	<p>Paro de emergencia</p>
	<p>Luz piloto</p>
	<p>Relé de estado solido</p>
	<p>Relé de interfaz</p>

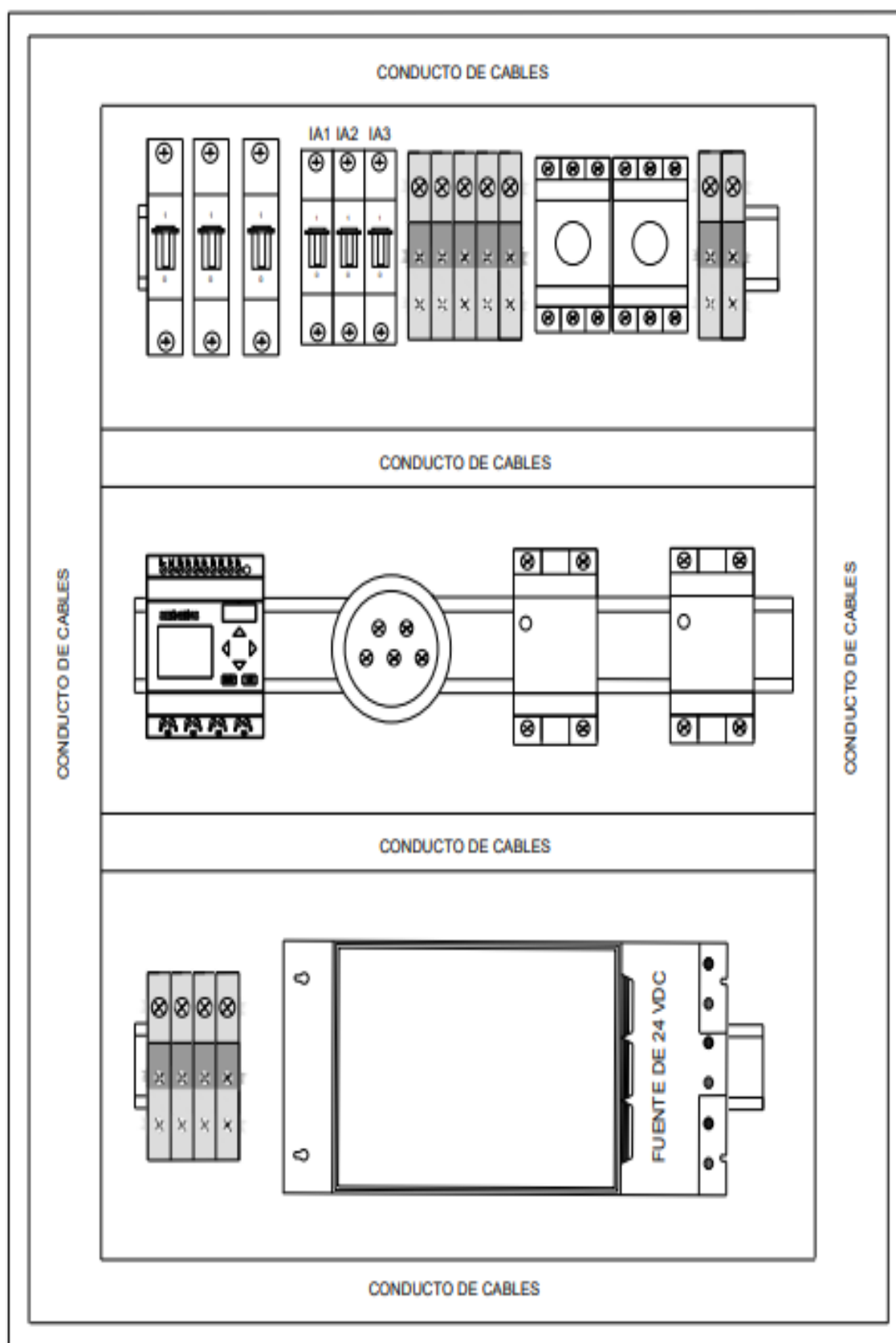
Anexo N: Esquema unifilar de las protecciones del sistema de ventilación forzada.



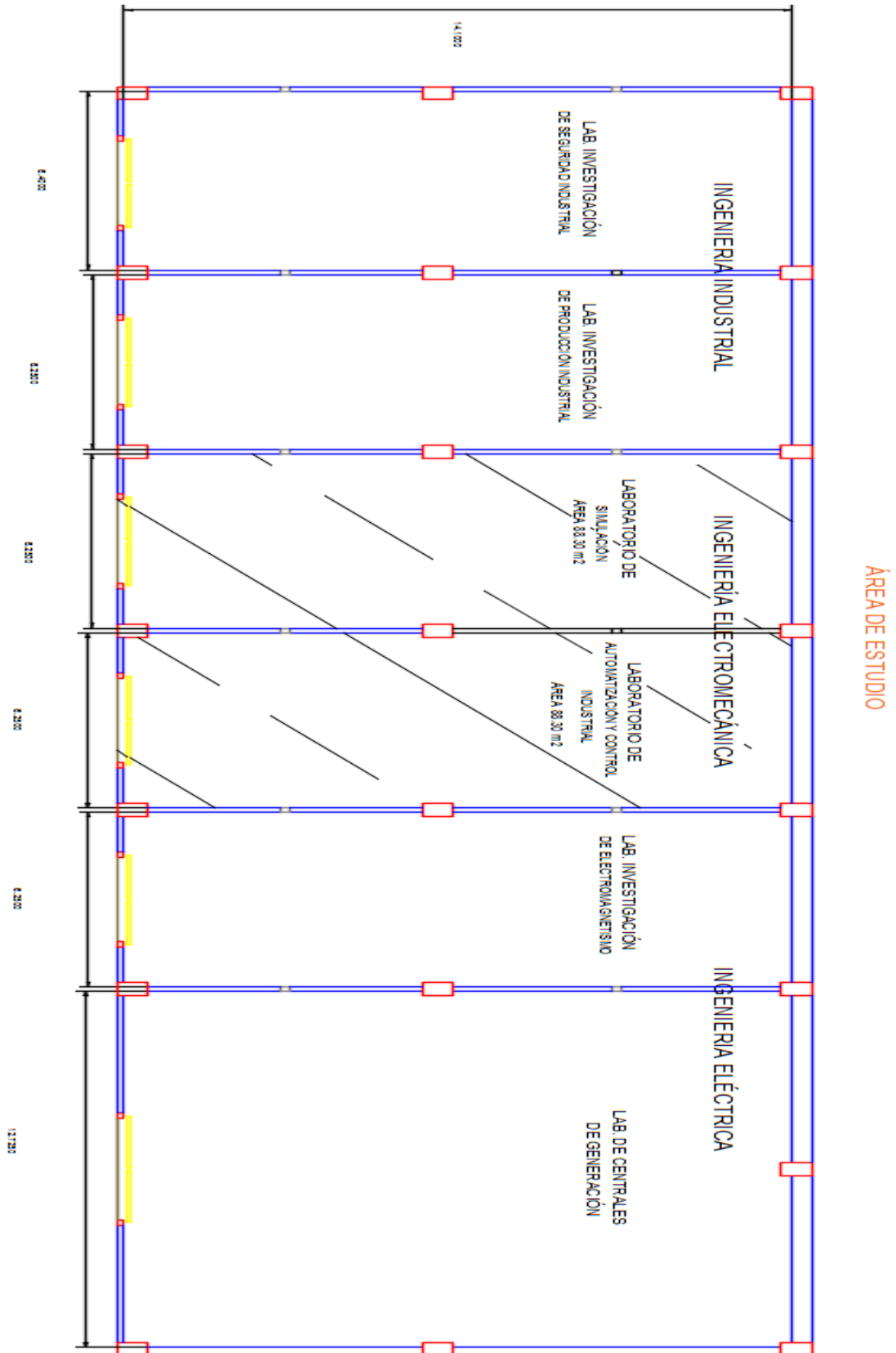
Anexo O: Diagrama de control y potencia del sistema de ventilación forzada



Anexo P: Ubicación de los componentes en el doble fondo del tablero de control



Anexo Q: Plano arquitectónico del sitio de estudio para la implementación del sistema de ventilación forzada



Anexo R: En el siguiente anexo se detalla el instructivo de operación del sistema de ventilación forzada para el sector de Latacunga.

**LABORATORIO DE ELECTROTECNIA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

ELABORADO POR: Estudiantes	REVISADO POR: Laboratorista	APROBADO POR: Director de carrera
Guamushig Darwin Pérez Orfay	Ing. Maldonado Carlos	M.Sc. Proaño Xavier
Fecha: 15/02/2022	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

1 OBJETIVO

Establecer un instructivo que permita identificar los pasos a seguir para una adecuada operación del tablero de control del SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA, instalada en la parroquia ELOY ALFARO, con ello evitar malas manipulaciones y accidentes durante su funcionamiento, garantizando una correcta operación del equipo.

2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA

2.1. INTRODUCCIÓN

Dirigido al personal encargado de su operación el tablero de control del SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA PARA EL SECTOR DE LATACUNGA, instalada en la parroquia ELOY ALFARO, para su supervisión al momento de su operación y puesta en marcha.

TABLERO DE CONTROL DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACION FORZADA

El tablero de control es el encargado de controlar el sistema de ventilación forzada cuando permanece activado el modo automático, mientras que si está activado en modo manual, el tablero de control funcionará con la manipulación de un personal encargado y capacitado para su correcto funcionamiento.



3**RECOMENDACIONES**

- Realizar una breve inspección visual del equipo para comprobar que se encuentra en perfecto estado.
- Verificar que los dispositivos que se encuentra en la parte interior del tablero no estén defectuosos al momento de operar.
- Solo el personal encargado debe manipular el tablero de control del sistema de ventilación forzada.
- Utilizar ropa y calzado adecuados al momento de entrar al sitio de estudio para la manipulación del tablero de control.
- Respetar las señalizaciones existentes de los selectores y potenciómetros tanto del ventilador, extractor, modos manual y automático.

4**EQUIPOS QUE CONFORMAN EL TABLERO DE CONTROL****1) VENTILADORES:**

Es un equipo que nos permite refrigerar una habitación mediante el impulso de aire a una presión moderada mediante un motor que hace girar sus aspas.

**2) EXTRACTOR DE AIRE:**

El extractor de aire es un equipo que contiene aspas giratorias que extrae el aire de una habitación, laboratorios, taller para mantener el lugar en un ambiente óptimo, se puede utilizar como extractor o impulsador.

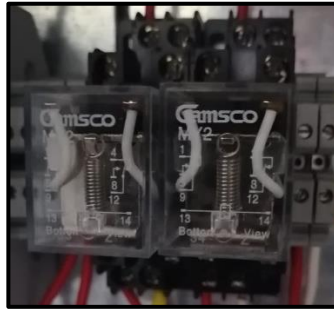
**3) PLC LOGO SIEMENS:**

El PLC logo siemens es un módulo inteligente que permite dar soluciones para ingeniería mediante el control de sus salidas programando de varias entradas, en donde las salidas pueden ser contactores, relés. Mientras que las entradas pueden ser interruptores, pulsadores, temporizadores.



4) RELÉ AUXILIAR:

El relé auxiliar ayuda a otro relé a realizar una acción cuando su circuito operativo está abierto o cerrado manteniendo una correcta función.



5) RELÉ DE ESTADO SOLIDO:

Es un dispositivo que utiliza un interruptor de estado sólido en lugar de contactos mecánicos para conmutar cargas de potencia a partir de señales de control.



6) SENSORES DE TEMPERATURA:

Es un dispositivo que permite obtener datos de temperatura instantáneos en el lugar de estudio mediante su resistencia de 100 ohm a 0°C, En donde la resistencia de PT100 varía en función de su temperatura.



7) SENSORES DE MOVIMIENTO:

Es un dispositivo electrónico o también identificado en algunos casos como sensor de movimiento que activa el sistema de (encendido o apagado) cuando detecta movimientos de una persona en el área de instalación.



8) FUENTE DE 24 VDC:

Es una fuente de alimentación en la que se transforma la energía eléctrica de voltaje alterna a voltaje en continua para alimentar a los diferentes dispositivos electrónicos.



9) SELECTOR ON / OFF:

Es un dispositivo conocido como selector de dos posiciones que tiene la capacidad de abrir o cerrar los contactos según una posición seleccionada manualmente controlada por el mismo dispositivo.



10) PARO DE EMERGENCIA:

Los dispositivos de parada de emergencia brindan al operador una forma de detener la máquina con solo presionar un botón en caso de emergencia para evitar lesiones personales o pérdidas materiales.



11) LUCES PILOTO:

Es un dispositivo de señalización donde la luz piloto de color rojo se utiliza para la emergencia, condiciones peligrosas donde se requiere una acción inmediata, mientras que la luz piloto de color verde es cuando la máquina está en funcionamiento.



1. Energizar el equipo.
2. Verificar que la luz de color rojo ubicada en la parte frontal del tablero esté encendida.
3. Verificar que el selector principal está en modo manual o automático
4. Seleccionar el modo manual o automático dependiendo el uso que se la quiera dar.
5. Seleccionar con el potenciómetro de temperatura la temperatura.

Modo manual

6. Verificar que el selector del ventilador se encuentre encendido en caso de no estar encenderlo para su funcionamiento.
7. Verificar que el selector del extractor se encuentre encendido en caso de no estar encenderlo para su funcionamiento
8. Verificar que los potenciómetros del ventilador estén encendidos.
9. Seleccionar el nivel de velocidad deseado de los ventiladores.

Modo automático

10. Verificar que el selector del ventilador se encuentre encendido en caso de no estar encenderlo para su funcionamiento.
11. Verificar que el selector del extractor se encuentre encendido en caso de no estar encenderlo para su funcionamiento.
12. Verificar que los potenciómetros del ventilador estén encendidos.
13. Seleccionar el nivel de velocidad deseado de los ventiladores.
14. Verificar el funcionamiento del sensor de movimiento.
15. Para la activación del modo automático se requiere del movimiento de personas dentro del sitio de estudio y que la temperatura exceda a la temperatura seleccionada.