



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO TECNOLÓGICO**

**“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA POLAR BEAR HELADOS DE SALCEDO, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA PISCINA SALMUERA”**

Proyecto tecnológico presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Diego Xavier Alban Carrillo

Jason Jair Grefa Grefa

**TUTOR:**

Ing. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate MSc.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**AGOSTO – 2025**

**LATACUNGA – ECUADOR**

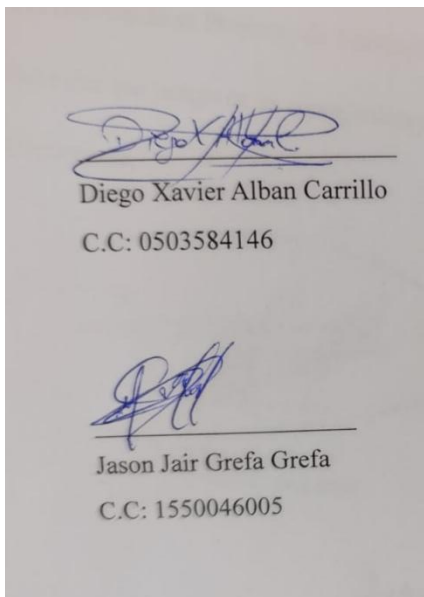
**AGOSTO – 2025**

**DECLARACIÓN DE AUTORIA**

Yo Diego Xavier Alban Carrillo con cédula de ciudadanía No. 050358414-6 y Grefa Grefa Jason Jair con cédula de ciudadanía No. 155004600-5, declaramos ser autores del presente proyecto tecnológico: **“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA POLAR BEAR HELADOS DE SALCEDO, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA PISCINA SALMUERA”**, siendo el Ing. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate MSc. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresarme a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo tecnológico, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto del 2025



## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto Tecnológico sobre el título:

**“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA POLAR BEAR HELADOS DE SALCEDO, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA PISCINA SALMUERA”**, de Alban Carrillo Diego Xavier; Grefa Grefa Jason Jair, de la carrera Ingeniería Industrial, considero que dicho informe tecnológico es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, agosto del 2025



Ing. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate MSc.  
C.C. 0503257404  
TUTOR

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe Tecnológico 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: Alban Carrillo Diego Xavier; Grefa Grefa Jason Jair, con título del Proyecto Tecnológico: **“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA POLAR BEAR HELADOS DE SALCEDO, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA PISCINA SALMUERA”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2025

Por constancia firman:



## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a quienes han sido parte esencial en este camino, tanto en lo personal como en lo académico.*

*A mi esposa, Josselyn Granja, por su amor incondicional, su apoyo constante y su paciencia en los momentos más exigentes. Tu fe en mí ha sido un pilar fundamental para no rendirme y seguir avanzando.*

*A mis hijos, José Eduardo y Lía Xaviera, por ser mi mayor fuente de inspiración. Ustedes son el motor que me impulsa cada día a superarme y a construir un futuro con esfuerzo y dedicación.*

*A mi madre, Marcia Carrillo, por ser ejemplo de fortaleza, constancia y entrega. Gracias por tus consejos, tu presencia constante y por enseñarme, desde siempre, a luchar con determinación por mis metas.*

*Y a mí mismo, por no rendirme, por creer en mis capacidades*

*aun en los momentos difíciles,  
por levantarme cada vez que  
fue necesario y por mantener  
firme el compromiso de  
alcanzar esta meta que hoy se  
convierte en realidad.*

*Este logro no es solo  
académico, sino  
profundamente humano. A  
todos ustedes, mi eterna  
gratitud.*

***Diego Alban***

### ***DEDICATORIA***

*A mi amada esposa Josselyn  
Granja, por ser mi compañera  
incondicional, por su  
paciencia, amor y apoyo  
constante en cada paso de este  
camino. Tu presencia ha sido  
fundamental en mi vida y en la  
realización de este logro.*

*A mis hijos adorados, José  
Eduardo Alban Granja y Lía  
Xaviera Alban Granja, que son  
mi mayor inspiración y  
motivación. Todo lo que hago  
es por ustedes, para dejarles un  
ejemplo de esfuerzo y  
perseverancia.*

*A mi madre, Marcia Carrillo, por su amor incondicional, sus palabras sabias y por ser mi pilar en los momentos difíciles. Gracias por enseñarme con tu ejemplo el valor del trabajo y la dedicación.*

*A todos mis familiares, quienes, con sus consejos, ánimos y compañía, han sido parte esencial en este proceso. Su apoyo ha sido una fuerza silenciosa pero poderosa que siempre me ha impulsado a seguir adelante.*

*Y con especial cariño y respeto, dedico este trabajo a mis seres queridos que ya no están físicamente conmigo, pero que viven eternamente en mi corazón. Su recuerdo me da fuerza, y este logro también es para ustedes.*

**Diego Alban**

## **AGRADECIMIENTO**

*En primea instancia, expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por darme fortaleza, sabiduría y perseverancia necesaria, por haberme guiado*

*y sostenido a lo largo de este proceso académico. Sin tu presencia constante en mi vida, este éxito no habría sido posible.*

*A mi mamá con todo mi amor y admiración dedico este trabajo. Gracias por tu sacrificio, dedicación, enseñanza y apoyo incondicional durante este proceso académico. A mi hermana y mi tía por sus consejos y apoyo emocional.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi, que fue una institución académica, donde crecí, aprendí, me equivoqué y me superé. A cada docente que me han acompañado a lo largo de estos años y en especial a mi tutor de tesis el Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate, por compartir sus conocimientos y guía en el desarrollo del proyecto tecnológico y también agradecer a mi compañero de tesis Diego Alban por su colaboración que aportó en cada momento.*

*Finalmente, a la empresa Polar Bear Helados de Salcedo, por habernos abiertos las puertas y*

*en confiar en nuestro trabajo y brindarnos la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos en un entorno real.*

**Jason Grefa**

### **DEDICATORIA**

*Dedico este logro del proyecto tecnológico a mi mamá por ser mi apoyo incondicional, mi mayor inspiración y motivación. A mi hermana, mi tía y a mis abuelos que siempre han estado pendiente de mí y me han apoyado de alguna u otra manera.*

*A mis amigos cercanos y compañeros de estudio por su amistad. Y a una persona muy especial para mí, por su amor, apoyo, motivación, por su fe en mí y por compartir conmigo este camino. Tu presencia fue una luz en medio del esfuerzo.*

**Jason Grefa**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

**TITULO:** “OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA POLAR BEAR  
HELADOS DE SALCEDO, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL  
FUNCIONAMIENTO DE UNA PISCINA SALMUERA”

**Autores:**

Diego Xavier Alban Carrillo

Jason Jair Grefa Grefa

### RESUMEN

El presente proyecto tecnológico fue realizado como respuesta ante una necesidad real que venía atravesando, dentro de la empresa Polar Bear Helados de Salcedo. Esta necesidad permitió proponer una mejora para su proceso productivo a través de la automatización significativa de una piscina salmuera, una etapa fundamental que no solo busca garantizar el aumento de la producción de helados, sino también aportar al crecimiento y sostenibilidad de la empresa. Actualmente, este proceso se realiza de forma manual, lo que implica no solo una carga operativa significativa para los trabajadores, sino también una alta dependencia del factor humano, lo que genera retrasos en la producción y limitaciones para satisfacer la creciente demanda del mercado. En vista de esta situación, se planteó una solución técnica que no solo mejore la eficiencia del proceso, sino que también tenga un impacto positivo en el entorno laboral de quienes forman parte de la empresa. La automatización implementada incluyó un sistema de control con un controlador lógico programable (PLC LOGO), acompañado de contactores, luces piloto, pulsadores, selector de tres vías y paro de emergencia, todo ello integrado en un diseño estructurado con herramientas como AutoCAD, Canva y LOGO Soft Comfort. Se utilizó la metodología Waterfall, que permitió una planificación secuencial desde la caracterización del proceso actual, pasando por el diseño e implementación del sistema, hasta llegar a su validación. Como resultado, se logró una mejora significativa en la producción con un 50% más. Este proyecto cumple un paso importante hacia la modernización, se redujo la necesidad de intervención de un personal en el inicio del encendido del sistema. Así mismo, el proyecto permitió fortalecer la colaboración entre el ámbito académico y el sector productivo, ya que fue desarrollada desde la carrera de Ingeniería Industrial como un proyecto concreto de transformación tecnológica con impacto real. Esta iniciativa demuestra que es posible aplicar tecnología no solo para aumentar la productividad, sino también mejorar y fortalecer la competitividad de las pequeñas empresas ecuatorianas.

**Palabras clave:** Optimización, automatización, producción, eficiencia.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

INDUSTRIAL ENGINEERING CARRER

**THEME:** “OPTIMIZATION OF ICE CREAM PRODUCTION AT POLAR BEAR  
HELADOS DE SALCEDO, THROUGH THE AUTOMATION OF BRINE POOL  
OPERATIONS”

**Authors:**

Diego Xavier Alban Carrillo

Jason Jair Grefa Grefa

## ABSTRACT

This technological project was developed in response to a genuine operational need identified within the company Polar Bear Helados de Salcedo. This challenge inspired a proposal to enhance its production process through the strategic automation of its brine pool—a critical stage aimed not only at increasing ice cream output but also at contributing to the company’s long-term growth and sustainability. Nowadays, this stage is executed manually, which imposes a considerable operational burden on workers and results in a high dependency on human intervention. These limitations have led to production delays and hindered the company’s ability to meet rising market demand. Based on this situation, a technical solution was designed to improve process efficiency while also positively impacting the working conditions of staff. The automation system includes a control setup based on a Programmable Logic Controller (PLC LOGO), integrated with contactors, pilot lights, push buttons, a three-way selector, and an emergency stop switch. The system’s architecture was developed using tools such as AutoCAD, Canva, and LOGO Soft Comfort. The Waterfall methodology guided the project’s sequential development—from analyzing the existing process, through the design and implementation phases, to final validation. As a result, significant improvements in production efficiency were achieved with 50% more. The project represents a meaningful step toward modernization by reducing the need for manual intervention during system startup. Furthermore, it reinforced collaboration between academia and industry, having originated from the Industrial Engineering program as a tangible technological transformation initiative with real-world impact. This effort illustrates how technology can be leveraged not only to boost productivity but also to enhance the competitiveness of small Ecuadorian enterprises.

**Keywords:** Optimization, automation, production, efficiency.

## ÍNDICE GENERAL

1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. EL PROBLEMA.....	2
2.1.1. Planteamiento del problema .....	2
2.1.2. Formulación del problema .....	3
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	3
2.2.1. Objeto de Investigación.....	3
2.2.2. Objeto de la acción.....	3
2.3. BENEFICIARIOS .....	4
2.4. JUSTIFICACIÓN .....	4
2.5. HIPÓTESIS .....	4
2.6. OBJETIVOS.....	5
2.6.1. Objetivo general .....	5
2.6.2. Objetivos específicos .....	5
2.7. SISTEMAS DE TAREAS .....	5
2.8. CRONOGRAMA .....	7
3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....	7
3.1. ANTECEDENTES .....	7
3.2. MARCO REFERENCIAL.....	8
3.2.1. Definición de automatización .....	8
3.2.2. Tipos de automatización .....	9
3.2.3. Automatización en la industria alimentaria.....	9
3.2.3.1. Características de los procesos automatizados en el sector alimentario.....	9
3.2.3.2. Normativas y estándares aplicables a la automatización dentro de industrias de procesos alimentarios. ....	10
3.2.4. Automatización de piscinas salmuera en el proceso de producción de helados .....	10

3.2.5. Principios químicos del enfriamiento mediante salmuera.....	10
3.2.5.1. Punto de congelación.....	11
3.2.5.2. Transferencia de calor.....	11
3.2.5.3. Calor latente de fusión.....	11
3.2.5.4. Eficiencia energética.....	11
3.2.5.5. Soluciones saturadas/concentraciones.....	11
3.2.5.6. Principios químicos del enfriamiento mediante salmuera.....	11
3.2.5.7. Efecto de Depresión del Punto de Congelación .....	12
3.2.5.8. Propiedades crioscópicas.....	12
3.2.6. Técnicas y tecnologías disponibles para la automatización de piscinas salmuera..	12
3.2.7. Sistemas de control y monitoreo .....	12
3.2.7.1. Controlador lógico programable (PLC).....	12
3.2.8. Equipos especializados.....	13
3.2.8.1. Enfriadores y compresores eficientes.....	13
3.2.9. Beneficios de la automatización de piscinas salmuera .....	13
3.2.9.1. Eficiencia en la producción .....	13
3.2.9.2. Reducción de costos operativos.....	13
3.2.9.3. Mejora en la calidad del producto final .....	14
3.2.9.4. Eliminación de riesgos de contaminación al reducir la intervención manual .	14
3.2.10. Mapa de procesos.....	14
3.2.10.1. Procesos Estratégicos .....	15
3.2.10.2. Procesos clave .....	15
3.2.10.3. Tareas que generan valor agregado.....	15
3.2.10.4. Procesos de Apoyo .....	16
3.2.11. Softwares computacionales .....	16
3.2.11.1. AutoCAD .....	16
3.2.11.2. LOGO Soft Comfort.....	17

3.2.12. Diagrama de flujo.....	17
3.2.13. Herramienta Bizagi .....	18
3.2.14. Herramienta de diseño gráfico Canva .....	18
4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	19
4.1. METODOLOGÍA.....	19
4.1.1. Modalidad o enfoque de la propuesta .....	19
4.1.2. Tipo de investigación .....	20
4.1.3. Diseño de la investigación .....	20
4.1.3.1. Requerimientos de la propuesta.....	21
4.1.3.2. Diseño.....	21
4.1.3.3. Implementación .....	22
4.1.3.4. Verificación o prueba.....	23
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	23
5.1. OBJETIVO 1: Caracterización del proceso de evaluación de helados en la empresa polar Bear helados de Salcedo. ....	23
5.1.1. Actividad 1. Identificación de procesos de la elaboración de helados. ....	23
5.1.1.3. Layout de la empresa Polar Bear Helados de Salcedo .....	24
5.1.1.4. Mapa de Procesos .....	25
5.1.1.5. Descripción del proceso de elaboración de helados. ....	26
5.1.1.6. Análisis de los límites del proceso de elaboración de helados en la empresa Polar Bear Helados de Salcedo.....	29
5.1.2. Actividad 2. Recolección de datos sobre el proceso de elaboración de helados.....	30
5.1.2.1. Descripción del uso actual de la piscina de salmuera.....	31
5.1.2.2. Desafíos del Proceso Actual .....	32
5.2. OBJETIVO 2: Diseñar un sistema de control automatizado para una piscina salmuera, integrando equipos y herramientas computacionales. ....	32
5.2.1. Actividad 1. Descripción de requerimientos y capacidades.....	32

5.2.1.1. Condiciones de funcionamiento de la piscina de salmuera .....	33
5.2.1.2. Requerimientos del sistema automatizado .....	33
5.2.2. Actividad 2. Selección de elementos físicos para el sistema de control automatizado .....	34
5.2.2.1. Pulsadores.....	34
5.2.2.2. Fuente de poder .....	35
5.2.2.3. Controlador lógico programable (PLC).....	36
5.2.2.4. Selector eléctrico .....	37
5.2.2.5. Luz piloto.....	37
5.2.2.6. Porta fusible .....	38
5.2.2.7. Interruptor termomagnético (Breaker).....	39
5.2.2.8. Paro de emergencia.....	39
5.2.2.9. Cables eléctricos .....	40
5.2.3. Actividad 3. Diseño 2D de la estructura alámbrica en Auto CAD.....	42
5.2.4. Actividad 4. Diseño 2D del tablero de control en Canva. ....	44
5.2.5. Actividad 4. Instalación de controladores y actuadores necesarios para el proceso. ....	46
5.2.5.1. Instalación de PLC .....	46
5.2.5.2. Instalación de la fuente de poder.....	47
5.2.5.2. Instalación de pulsadores, luces piloto, selector y botón de emergencia .....	47
5.2.5.3. Instalación de interruptor termomagnético (breaker) .....	49
5.2.5.4. Instalación de fusible.....	50
5.2.5.5. Instalación de los contactores eléctricos .....	50
5.2.5.6. Diseño final sistema automático.....	51
5.2.6. Actividad 4. Programación del PLC en (LOGO Soft Comfort).....	51
5.2.6.1. Algoritmo de luces piloto .....	52
5.2.6.2. Algoritmo de encendido y apagado .....	53

5.2.6.3. Algoritmo de paro de emergencia.....	54
5.2.6.4. Algoritmo manual/automático .....	55
5.3. OBJETIVO 3. Evaluar el sistema de la piscina de salmuera considerando la producción.....	56
5.3.1. Actividad 1. Validación de las funciones del sistema automatizado .....	56
5.3.1.1. Prueba de funcionamiento de las luces piloto en el sistema.....	56
5.3.1.2. Prueba de funcionamiento de encendido y apagado automático .....	57
5.2.1.3. Prueba de funcionamiento del botón de paro de emergencia .....	58
5.3.2. Actividad 2. Valoración del impacto de la automatización en términos de eficiencia y costos.....	59
5.3.2.1. Análisis de eficiencia del sistema de elaboración de helados actual .....	59
5.3.2.2. Análisis de eficiencia del sistema de elaboración de helados con el sistema automatizado.....	61
5.3.2.3. Presupuesto .....	63
5.3.2.4. Análisis del retorno de la inversión (ROI) – Return On Investment .....	65
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
6.1. CONCLUSIONES.....	66
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
ANEXO 1 .....	70
.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Diagrama causa-efecto .....	3
Figura 3.1. Estructura de mapa de procesos [19]. .....	15
Figura 3.2. AutoCAD [20].....	16
Figura 3.3. Programa LOGO Soft Comfort [21] .....	17
Figura 3.4. Herramienta Canva.....	19
Figura 4.1. Diagrama metodología Waterfall [25].....	21
Figura 5.1. Helados que se producen en la Empresa Polar Bear Helados de Salcedo. ....	24
Figura 5.2. Layout de la empresa Polar Bear Helados de Salcedo .....	25
Figura 5.3. Mapa de procesos de la empresa Polar Bear helados de Salcedo. ....	26
Figura 5.4. Flujograma de la empresa Polar Bear helados de Salcedo.....	27
Figura 5.5 Diseño 2D en AutoCAD de la estructura alámbrica .....	43
Figura 5.6 Circuito de fuerza del sistema .....	44
Figura 5.7 Diseño 2D del tablero de control .....	45
Figura 5.8 Parte inferior de la tapa del tablero .....	45
Figura 5.9 Parte exterior de la tapa del tablero.....	46
Figura 5.10. Instalación de PLC LOGO .....	47
Figura 5.11. Instalación de la fuente de poder.....	47
Figura 5.12. Pulsadores verdes (NO), pulsadores rojos (NC) .....	48
Figura 5.13. Selector modo manual/automático .....	48
Figura 5.14. Luces piloto.....	49
Figura 5.15. Paro de emergencia .....	49
Figura 5.16. Instalación del breaker bipolar .....	50
Figura 5.17. Instalación del fusible .....	50
Figura 5.18. Instalación de los contactores eléctricos .....	51
Figura 5.19. Diseño final automático .....	51
Figura 5.20. Programación en el LOGO Sotf Comfort .....	52
Figura 5.21. Diagrama de flujo del algoritmo de luces piloto.....	53
Figura 5.22. Diagrama de flujo del algoritmo de encendido y apagado.....	54
Figura 5.23. Diagrama de flujo del algoritmo de paro de emergencia .....	55
Figura 5.24. Diagrama de flujo del algoritmo manual/automático.....	56
Figura 5.25. Luces pilotos encendidas.....	57
Figura 5.26. Validación del botón de paro de emergencia.....	59

Figura 5.27. Antes y después de la automatización .....	62
---	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Beneficiarios directos e indirectos .....	4
Tabla 2.2. Lista de tareas a realizar por objetivo .....	6
Tabla 2.3 Tareas a realizar por semana .....	7
Tabla 3.1. Simbología de la herramienta Bizagi [23]. .....	18
Tabla 4.1. Técnicas usadas en el proyecto .....	19
Tabla 5.1. Límites de un proceso .....	30
Tabla 5.2. Entradas y salidas del PLC .....	34
Tabla 5.3. Características de pulsadores con block y pulsadores momentáneos .....	35
Tabla 5.4. Parámetros de 2 tipos de fuentes de poder .....	35
Tabla 5.5. Características de tres tipos de PLCs .....	36
Tabla 5.6. Parámetros de dos tipos de selectores .....	37
Tabla 5.7. Parámetros de los contactores .....	38
Tabla 5.8. Parámetros de porta fusible .....	38
Tabla 5.9. Parámetros de dos tipos de interruptor termomagnética bipolar y monopolar .....	39
Tabla 5.10. Parámetros de dos tipos de paros de emergencia .....	40
Tabla 5.11. Características del cable flexible 10 AWG .....	41
Tabla 5.12. Características del cable flexible 14 AWG .....	41
Tabla 5.13. Características del cable flexible 16 AWG .....	42
Tabla 5.14. Proceso antes de la automatización de la elaboración de helados .....	58
Tabla 5.15. Resultados de la prueba de funcionamiento del botón de emergencia .....	58
Tabla 5.16. Datos del sistema actual de elaboración de helados .....	59
Tabla 5.17. Cantidad de helados producidos antes de la automatización .....	60
Tabla 5.18. Presupuesto utilizado para la elaboración de helados .....	60
Tabla 5.19. Actividades realizadas con la automatización .....	61
Tabla 5.20. Cantidad de helados producidos con la automatización .....	62
Tabla 5.21. Costos directos para la automatización .....	63
Tabla 5.22. Costos de ingeniería .....	64
Tabla 5.23. Costos indirectos .....	64
Tabla 5.24. Presupuesto total .....	64
Tabla 5.25. Costos de mantenimiento .....	65

## ÍNDICE DE ECUACIONES

(5.1) Fórmula de porcentaje de producción .....	62
(5.2) Fórmula del ROI .....	65
(5.3) Fórmula de inversión diaria de automatización .....	66

# 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título:**

Optimización de la producción de la empresa Polar Bear helados de Salcedo, mediante la automatización del funcionamiento de una piscina salmuera.

**Fecha de inicio:** abril 2025

**Fecha de finalización:** agosto 2025

**Lugar de ejecución:** Ecuador – Provincia de Cotopaxi – Cantón Salcedo – Vicente León y Vicente Maldonado.

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Propuesta Tecnológica vinculada:** Proyecto tecnológico de optimización de la producción, mediante la automatización de una piscina salmuera en la empresa Polar Bear Helados de Salcedo.

**Equipo de trabajo:**

**Tutor de Titulación.**

Ing. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate MSc.

**Estudiantes:**

Albán Carrillo Diego Xavier

Grefa Grefa Jasón Jair

**Área de Conocimiento:** Ingeniería, Industria y Construcción

**Línea de investigación:** Procesos Industriales

**Sub-líneas de investigación de la Carrera:** Innovación tecnológica de los sistemas productivos.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. EL PROBLEMA**

La industria de los helados enfrenta actualmente a grandes desafíos relacionados en cuanto a la eficiencia, calidad y capacidad de respuesta frente a un mercado cada vez más exigente. Dentro de los procesos productivos, donde la etapa de congelación desempeña un papel fundamental para garantizar que el producto final cumpla con estándares competitivos. Polar Bear helados de Salcedo, una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de helados, realiza el enfriamiento de sus productos mediante su piscina de salmuera operada manualmente, generando problemas con la producción la cual es de 1600 helados diarios, afectando su capacidad para satisfacer la creciente demanda del mercado local y regional.

La falta de automatización en este proceso crítico no solo limita la eficiencia operativa, sino que también impacta negativamente en su competitividad frente a empresas tecnológicamente avanzadas. Por ello, este estudio busca evaluar cómo la automatización de la piscina salmuera podrá mejorar su producción en un mercado cada vez más exigente.

#### **2.1.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad, el proceso de congelación en la industria de los helados se ha convertido en una prioridad fundamental para garantizar la calidad y eficiencia de los productos. Generalmente, otras empresas, aún emplean métodos tradicionales que requieren intervención humana, estas técnicas presentan desafíos significativos. Cuando estos inconvenientes no se abordan de manera efectiva, pueden provocar retrasos productivos, desperdicio de recursos y un impacto negativo en la competitividad empresarial.

Polar Bear Helados de Salcedo, una empresa especializada en la elaboración de helados, enfrenta dificultades relacionadas con la eficiencia operativa y la competitividad en un mercado cada vez más exigente. Uno de los procesos más críticos de la línea de producción es el enfriamiento rápido de la piscina salmuera, presentando serias limitaciones debido a su accionamiento manual y la falta de automatización.

Entre los principales problemas derivados de la operación manual de esta piscina se encuentran la inconsistencia en los tiempos de inicio de enfriamiento, lo cual afecta directamente la calidad del producto final. La ausencia de automatización en este proceso crítico compromete la capacidad de la empresa para satisfacer las expectativas del mercado, este retraso tecnológico

no solo afecta la eficiencia interna, sino que también podría traducirse en la pérdida de clientes frente a competidores más avanzados.

Por lo tanto, al implementar soluciones automatizadas permitiría a Polar Bear Helados mejorar su productividad, optimizar recursos y consolidar su posición en la industria y eliminar su problema actual lo que se puede ver en la Figura 2.1.

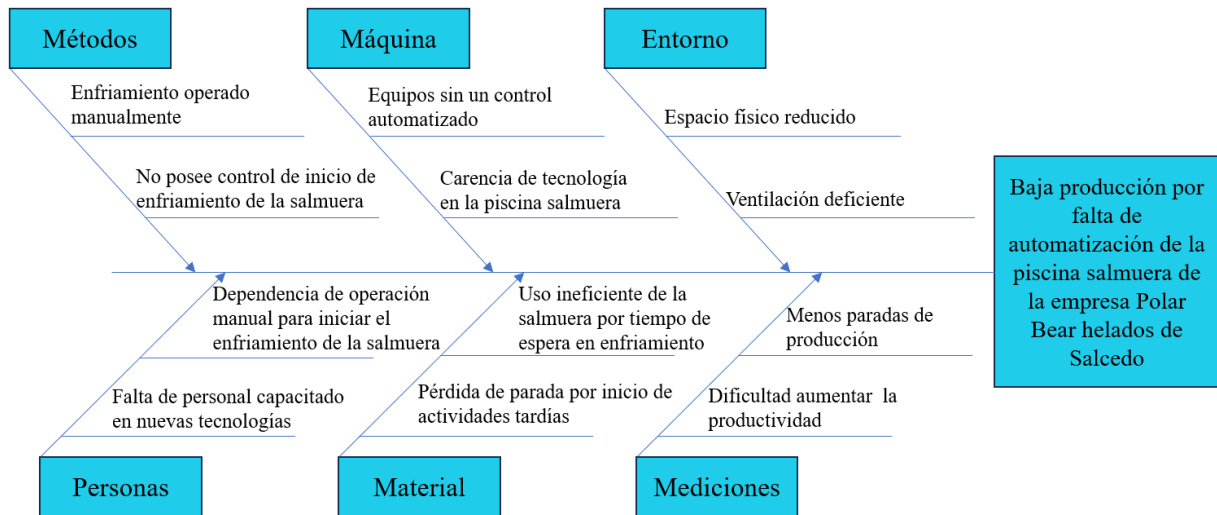


Figura 2.1. Diagrama causa-efecto

## 2.1.2. Formulación del problema

¿Cómo la automatización de la piscina de salmuera, mejorará la producción de helados?

## 2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

### 2.2.1. Objeto de Investigación

Optimización de la producción de la empresa Polar Bear Helados de Salcedo.

### 2.2.2. Objeto de la acción

De acuerdo con la clasificación de la norma CINE-UNESCO, se detalla lo siguiente:

- Área Principal: 32 - Ingeniería y Tecnología
- Subárea: 329 - Otras Ingenierías y Tecnologías
- Campo detallado: 3299 - Otras Ingenierías y Tecnologías no clasificadas en otras partes

## 2.3. BENEFICIARIOS

Tabla 2.1 Beneficiarios directos e indirectos

Beneficiarios	Detalle
Directos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Propietarios</li><li>• Trabajadores</li><li>• Empresa Polar Bear Helados de Salcedo</li></ul>
Indirectos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi</li><li>• Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas</li><li>• Carrera de Ingeniería Industrial</li><li>• Población en general</li><li>• Otras empresas dedicadas a la elaboración de helados</li></ul>

## 2.4. JUSTIFICACIÓN

La empresa de helados Polar Bear Helados de Salcedo tiene algunas variables que provocan desafíos en la producción de helados debido a la operación manual en el proceso de enfriamiento de su piscina de salmuera. Esto provoca inconsistencias en los tiempos de enfriamiento, afectando la calidad y demora del producto. La demora en su inicio de enfriamiento es un problema crítico, ya que la dependencia del control manual ralentiza el proceso, limitando la capacidad de producción de la empresa.

La falta de automatización no solo impide satisfacer la creciente demanda del mercado, sino que también coloca a la empresa en desventaja frente a competidores más eficientes. La automatización del funcionamiento de la piscina de salmuera podría optimizar la producción. Con un sistema automatizado, los tiempos de inicio de su enfriamiento serían consistentes, la calidad del helado se mantendría alta. Al mejorarlo incrementaría la productividad, permitiendo a Polar Bear Helados de Salcedo satisfacer la demanda del mercado y competir eficazmente.

Además, el proyecto tecnológico se llevará a cabo mediante la metodología Waterfall, la misma que permitirá gestionar el proyecto de manera secuencial, ayudando a identificar los requerimientos necesarios para la automatización de la piscina de salmuera, el diseño que tendrá, los componentes a utilizar y finalmente la etapa de pruebas de funcionamiento de la automatización en donde se busca valorar los resultados obtenidos.

## 2.5. HIPÓTESIS

La implementación de un sistema automatizado de una piscina salmuera, aumentará el nivel de producción de helados.

## **2.6. OBJETIVOS**

### **2.6.1. Objetivo general**

- Optimizar la producción de la empresa Polar Bear helados de Salcedo, mediante la automatización de una piscina de salmuera, para satisfacer la creciente demanda del mercado.

### **2.6.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar el proceso actual de funcionamiento de la piscina salmuera, para identificar los requerimientos del sistema automatizado.
- Diseñar un sistema de control automatizado para una piscina salmuera, integrando equipos y herramientas computacionales.
- Evaluar el sistema de la piscina de salmuera considerando la producción.

## **2.7. SISTEMAS DE TAREAS**

Se ha desarrollado con meticulosidad la Tabla 2.2. Este documento es esencial, ya que presenta de manera detallada y organizada el conjunto de tareas específicas que están destinadas a facilitar el logro efectivo de cada uno de los objetivos planeados. Cada tarea esta alineada directamente con sus objetivos previamente establecidos, lo que garantiza coherencia en su aplicación, además permite un seguimiento ordenado del progreso y facilita la asignación de responsabilidades.

Tabla 2.2. Lista de tareas a realizar por objetivo

Objetivos específicos	Actividades (Tareas)	Resultados esperados	Técnicas, medios e instrumentos
<p>Caracterizar el proceso actual de funcionamiento de la piscina salmuera, para identificar los requerimientos del sistema automatizado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de procesos de la elaboración de helados.</li> <li>• Recolección de datos sobre el proceso de elaboración de helados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción del proceso en donde se va optimizar el proceso de producción.</li> <li>• Flujograma de la elaboración de helados.</li> <li>• Textualización de la recolección de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa y registro de datos.</li> <li>• Diagrama del proceso.</li> </ul>
<p>Diseñar un sistema de control automatizado para una piscina salmuera, integrando equipos y herramientas computacionales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción de requerimientos y capacidades.</li> <li>• Selección de elementos físicos para el sistema de control automatizado.</li> <li>• Diseño 2D de la estructura alámbrica en AutoCAD.</li> <li>• Diseño 2D del tablero de control en Canva.</li> <li>• Instalación de controladores y actuadores necesarios para el proceso.</li> <li>• Programación del PLC en (LOGO Soft Comfort).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseños eléctricos.</li> <li>• Piscina de salmuera operando bajo un sistema automatizado funcional.</li> <li>• Reducción en la dependencia de supervisión manual en el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de instalación eléctrica y mecánica</li> <li>• Software de programación y programas de diseño.</li> </ul>
<p>Evaluar el sistema de la piscina de salmuera considerando la producción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validación de las funciones del sistema automatizado.</li> <li>• Valoración del impacto de la automatización en términos de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validación del impacto positivo del proyecto en la mejora de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir la producción.</li> </ul>

## 2.8. CRONOGRAMA

En la Tabla 2.3, se muestra las tareas que se van a realizar por semana.

Tabla 2.3 Tareas a realizar por semana

Tareas	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Identificación de procesos de la elaboración de helados.																
Recolección de datos sobre el proceso de elaboración de helados.																
Descripción de requerimientos capacidades y medidas de seguridad.																
Selección de elementos físicos para el sistema de control automatizado.																
Diseño 2D de la estructura alámbrica en AutoCAD.																
Diseño 2D del tablero de control en Canva.																
Instalación de controladores y actuadores necesarios para el proceso.																
Programación del PLC en (LOGO Soft Comfort).																
Validación de las funciones del sistema automatizado.																
Valoración del impacto de la automatización en términos de producción.																

## 3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

### 3.1. ANTECEDENTES

En la industria de la fabricación de helados, la congelación rápida de los productos es un proceso clave para garantizar la calidad y la eficiencia de la producción. El enfriamiento adecuado, especialmente en el caso de la piscina de salmuera, es esencial para obtener helados con la textura y el sabor deseados [1]. Sin embargo, muchas empresas continúan utilizando métodos manuales para el control de estos procesos, lo que puede resultar en tiempos de enfriamiento inconsistentes [2]. Este tipo de técnicas tradicionales representa un desafío en términos de productividad, costos y competitividad.

En el contexto de la automatización de procesos industriales, diversos estudios han demostrado que la implementación de sistemas automatizados en sectores como la alimentación y la producción de helados permite mejorar significativamente la eficiencia operativa [3]. Por ejemplo, investigaciones previas han abordado la automatización del proceso de enfriamiento mediante el uso de sistemas de control, como sensores de temperatura, PLC (Controlador Lógico Programable) y actuadores, con el fin de regular de manera precisa y continua las condiciones de la piscina de salmuera. Estos avances permiten una mayor consistencia en los tiempos de enfriamiento, reduciendo así las variaciones en la calidad del producto final.

Un estudio realizado en una planta de helados en Europa destacó cómo la automatización del enfriamiento mediante un sistema de control computarizado redujo hasta un 30% los costos energéticos, al mismo tiempo que incrementó la capacidad de producción al eliminar los tiempos muertos asociados con la intervención manual [4]. De manera similar, en otros sectores de la industria alimentaria, la integración de tecnologías de automatización ha mostrado mejoras en el rendimiento, reducción de desperdicios y optimización de recursos, aspectos clave para mantenerse competitivo en un mercado globalizado [5].

En América Latina, empresas en países como Brasil y México han comenzado a adoptar estas tecnologías, con resultados positivos en términos de productividad y calidad. No obstante, en Ecuador, la implementación de sistemas automatizados en la producción de helados aún es incipiente. En este sentido, el caso de Polar Bear Helados de Salcedo representa una oportunidad para integrar tecnologías avanzadas en la automatización de sus procesos de enfriamiento, mejorando no solo su eficiencia interna, sino también su competitividad frente a otros productores locales e internacionales [6].

## **3.2. MARCO REFERENCIAL**

A continuación, se realiza un análisis de los conceptos claves sobre la automatización en los cuales se encuentra su definición, automatización en industria alimentaria y automatización en piscinas de salmuera.

### **3.2.1. Definición de automatización**

La automatización implica el empleo de tecnologías como sistemas de control, robótica y software para ejecutar tareas con una intervención humana mínima. Su propósito principal es optimizar los procesos productivos, aumentar la eficiencia y reducir al máximo los errores mediante la realización autónoma de operaciones [7]. Este concepto abarca desde la

automatización industrial, que utiliza dispositivos como robots y autómatas programables, hasta la automatización de procesos corporativos, orientado a garantizar la consistencia y claridad en las actividades organizacionales.

### **3.2.2. Tipos de automatización**

- **Automatización fija:** La automatización fija se distingue por la puesta en marcha de sistemas creados para llevar a cabo tareas concretas de forma ininterrumpida y eficaz, con estructuras sólidas que no permiten alteraciones tras su instalación [8]. Este método es sumamente eficaz en la fabricación a gran escala de productos homogéneos, tal como ocurre en líneas de montaje de vehículos, donde la estabilidad y la repetitividad del proceso son esenciales.
- **Automatización programable:** La automatización programable se caracteriza por su habilidad para reprogramarse, lo que permite la producción de diversos productos en grandes cantidades. Este sistema ofrece un grado intermedio de flexibilidad, lo que permite ajustarse a modificaciones particulares en el diseño o la necesidad, aunque el procedimiento de reprogramación puede ser bastante pausado y arduo [9].
- **Automatización flexible:** La automatización versátil fusiona lo mejor de los sistemas fijos y programables, facilitando una rápida adaptación a modificaciones en el diseño o clase de producto sin la necesidad de efectuar configuraciones manuales exhaustivas. Esta tecnología utiliza instrumentos de vanguardia, tales como robots industriales y sistemas de control inteligentes, para administrar de manera eficaz la fabricación de diversos productos en una única cadena productiva [9].

### **3.2.3. Automatización en la industria alimentaria**

#### **3.2.3.1. Características de los procesos automatizados en el sector alimentario.**

En lo que respecta a la industria alimentaria, la automatización resulta de vital importancia para el cumplimiento de regulaciones estrictas en términos de calidad, seguridad e higiene. Tales factores son críticos en situaciones en las que ciertos productos están destinados al consumo humano. Aparentemente, la regulación precisa de la temperatura, la humedad y la presión, lograda a través del uso de sistemas automatizados, es una salvaguarda contra la contaminación [10]. La automatización de procesos también conduce a una disminución de los tiempos de procesamiento y una menor propensión a errores, lo que mejora la productividad en general y, por lo tanto, la eficiencia operativa.

### **3.2.3.2. Normativas y estándares aplicables a la automatización dentro de industrias de procesos alimentarios.**

La automatización del proceso productivo en el sector alimentario requiere cumplir con normativas internacionales como ISO 22000 y las Buenas Prácticas de Manufactura e Higiene, y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control. Estas guías piden que haya una revisión muy detallada en los puntos importantes durante el camino productivo, minimizando peligros relacionados con cosas malas para nuestro cuerpo ya sea biológicas o químicas o incluso físicas. Así que tener sistemas automáticos por ahí más bien ayuda mucho a cumplir estas normas dado que te ofrecen datos frescos mientras suceden las cosas para revisión y comprobaciones [11].

### **3.2.4. Automatización de piscinas salmuera en el proceso de producción de helados**

Las piscinas de salmuera son una técnica común en la producción de alimentos que se usa para enfriar rápidamente productos como helados a temperaturas bajo cero, sumergiendo la comida o el tazón de comida en soluciones salinas frías. La inmersión en tinas con agua marina helada o equivalentes da la impresión de que hace que los productos consigan el frío suficiente en los centros para impedir que los cristales de hielo arruinen la textura y el tacto de productos finales. También posibilitan una mayor uniformidad y automatización de sistema de refrigeración al mantener parámetros como salinidad y temperatura de los centros en niveles homogéneos requeridos para todo el producto. También se ha observado que la automatización en el proceso ha mejorado la calidad final de los productos al reducir los costos operativos y mejorar la eficiencia energética [12].

### **3.2.5. Principios químicos del enfriamiento mediante salmuera**

Desde el punto de vista químico, la salmuera como medio de enfriamiento se funda en la disminución del punto de congelación del agua al añadir diferentes sales, por ejemplo, cloruro de sodio o calcio. Así, con esta modificación, es posible mantener el estado líquido de la solución en temperaturas extremadamente bajas, lo que acelera el enfriamiento. Por otro lado, usar una cantidad adecuada y justa de sal es fundamental porque te ayuda a conseguir una eficiencia térmica según lo necesario y también reducir la cantidad de energía que estás gastando [13].

Un proceso importante en la industria alimentaria es el enfriamiento mediante salmuera, y uno de los procesos en los que se emplea es en la producción de helados, pues el obtener

temperaturas muy frías de forma rápida resulta eficiente [14]. Los principios químicos que describen el fenómeno son los siguientes; propiedades de la salmuera y el hielo Las principales son:

#### **3.2.5.1. Punto de congelación**

El punto de congelación de una solución de salmuera es menor que el agua pura. La sal reduce la temperatura a la que se solidifica, sal descompone las moléculas de H<sub>2</sub>O covalentes. La depresión del punto de congelación de una solución es producto de la suma de las depresiones aportadas por los solutos.

#### **3.2.5.2. Transferencia de calor**

En el proceso de enfriamiento mediante salmuera, el calor se transfiere del objeto o sustancia que se desea enfriar, es decir, desde el helado mientras se produce, a la salmuera. Dado que la salmuera tiene una temperatura inferior al punto de congelación del agua, el calor de la sustancia a enfriar y se absorbe en la salmuera.

#### **3.2.5.3. Calor latente de fusión**

Este ya se mencionó anteriormente, pero cuando la salmuera entra en contacto con un objeto frío, el calor latente de fusión. En este caso, el calor absorbido se utiliza para derretir el hielo presente en la mezcla, pero no para aumentar la temperatura de la solución.

#### **3.2.5.4. Eficiencia energética**

En términos de energía, el uso de salmuera es altamente eficiente ya que se enfría rápidamente, lo que da como resultado un proceso de enfriamiento energéticamente eficiente en comparación con los sistemas de refrigeración normales.

#### **3.2.5.5. Soluciones saturadas/concentraciones**

Las soluciones de salmuera son o saturadas o no saturadas. En soluciones saturadas, el nivel de sal es alto y no se puede agregar más sal, lo que reduce el punto de congelación.

#### **3.2.5.6. Principios químicos del enfriamiento mediante salmuera**

Desde una perspectiva química, el enfriamiento mediante salmuera explota el hecho de que la adición de sales, como el cloruro de sodio o el cloruro de calcio, disminuye el punto de congelación del agua. Esto esencialmente mantendrá la solución en estado líquido a

temperaturas extremadamente bajas, creando así el enfriamiento máximo [14]. En resumen, la química y los principios involucrados con el enfriamiento mediante salmuera incluyen:

### **3.2.5.7. Efecto de Depresión del Punto de Congelación**

Cuando una sal, como cloruro de sodio o cloruro de calcio, se disuelve en agua, reduce el punto de congelación de la solución. Esto sucede debido a la desorganización del orden molecular en el agua provocada por los iones disueltos, lo que dificulta que la estructura se solidifique a temperaturas que, en condiciones normales, congelarían agua pura. Eso favorece la permanencia de la salmuera en estado líquido a temperaturas más bajas de 0° posible, lo que favorece el control del enfriamiento.

### **3.2.5.8. Propiedades crioscópicas**

Las características crioscópicas dependen de la concentración de sal. Cuanto mayor es la concentración, más bajo es la temperatura del punto de congelación del agua, lo que contribuye a un mejor monitoreo de la temperatura operativa mínima. Sin embargo, si la concentración es demasiado alta, puede causar una disminución en las ventas o efectos corrosivos del sistema.

### **3.2.6. Técnicas y tecnologías disponibles para la automatización de piscinas salmuera**

Los sensores son otros componentes cruciales que se utilizan en la automatización del proceso de fabricación de salmuera. Permiten a los fabricantes monitorear de cerca las condiciones críticas, como la temperatura, el nivel y la concentración. Los sensores generan datos en tiempo real que son fundamentales para estabilizar y mejorar la eficiencia del proceso [15]. La automatización también reduce los costos de operación, ya que asegura una cantidad suficiente de recursos. Del mismo modo, mejora la eficiencia energética, lo que lo hace ideal para su uso industrial. Aunque se exponen a niveles muy altos de sal e incluso experimentan bajas temperaturas, los sensores están diseñados específicamente para superar tales condiciones.

### **3.2.7. Sistemas de control y monitoreo**

#### **3.2.7.1. Controlador lógico programable (PLC)**

Los PLC son críticos para la automatización de piscinas salmuera, ya que brindan la capacidad de monitorear múltiples variables del proceso simultáneamente y en tiempo real. Al procesar señales de datos introducidas por sensores y actuar por medio de actuadores, mejoran drásticamente el control del sistema [16]. Por otro lado, ofrecen una alta flexibilidad, ya que

permiten cambios en la programación para cambios en los requisitos del sistema mucho más rápido. Finalmente, son lo suficientemente resistentes como para soportar condiciones industriales difíciles, por lo que son esenciales para mantener en funcionamiento el camino de producción.

### **3.2.8. Equipos especializados**

#### **3.2.8.1. Enfriadores y compresores eficientes**

Los enfriadores y los compresores son necesarios para mantener las bajas temperaturas requeridas en las piscinas salmuera. Al utilizar la última tecnología de refrigeración y energía para garantizar una transferencia de calor eficiente con tiempo mínimo para alcanzar las condiciones idóneas, la elección de los enfriadores de alta eficiencia energética no solo optimiza el funcionamiento del sistema, sino que también disminuye significativamente los costos operativos [17]. Paralelamente, los modernos compresores industriales se han fabricado para manejar la presión industrial extrema y, en consecuencia, se han vuelto más duraderos y fiables, minimizando el tiempo de inactividad.

### **3.2.9. Beneficios de la automatización de piscinas salmuera**

#### **3.2.9.1. Eficiencia en la producción**

Además, en líneas generales, la automatización en piscinas salmuera Reduce los tiempos de enfriamiento de manera importante al mantener condiciones óptimas siempre. No solo significa aumentar la capacidad de producción, sino que también mejorará la calidad del producto final ya que al mantener muy bajas tolerancias de temperatura los sistemas alertan y corrigen fallas de manera inmediata [18]. También reducirá los tiempos perdidos producto de la inactividad. La combinación de más producción y menores tiempos de descanso significa mayor productividad. En producciones en las que los tiempos son muy ajustados, el mínimo ahorro es significativo.

#### **3.2.9.2. Reducción de costos operativos**

Los equipos automatizados de piscicultura de salmuera permitirán asimismo a las empresas reducir sus costos operativos. Los sistemas automatizados ayudan a dar un uso mucho más eficiente de la energía y los recursos al garantizar que el calor sea transferido de manera óptima, lo que reduce el consumo de los enfriadores y los compresores, representa importantes ahorros para la industria [18]. Por otro lado, el monitoreo continuo y altamente preciso de la

concentración de la sal permite evitar el uso inútil de insumos y agua, las empresas que han implantado automatización han manifestado reducciones superiores al 20%.

### **3.2.9.3. Mejora en la calidad del producto final**

Otra ventaja es la precisión de los sistemas automatizados garantiza un seguimiento estricto de las variables mencionadas, como temperatura y salinidad, factores que aseguran la uniformidad en la textura y el sabor del producto final [18]. En productos como helados, difiere ligeramente puede ser perjudicial la automatización elimina las inconsistencias producto confiables. Además, la capacidad de hacer correcciones en tiempo real garantiza que los productos para cumplir con los más altos estándares de calidad, con el consiguiente aumento de la satisfacción del consumidor y la competitividad en el mercado.

### **3.2.9.4. Eliminación de riesgos de contaminación al reducir la intervención manual**

La contaminación cruzada representa una gran preocupación para la industria de alimentos y esa disminuye drásticamente cuando la intervención humana ya no es un factor en los procesos automatizados. Los sistemas de ‘manos libres’ solo trabajan en entornos controlados, eliminando cualquier factor externo que pueda poner en peligro la seguridad del producto, el uso de tecnología automatizada no solo mejora la calidad, sino que también garantiza el cumplimiento de estándares de seguridad global cada vez más estrictos [18]. A su vez, ello lleva a una mayor confianza de los consumidores y evita el gasto relacionado con la retirada de los productos y multas.

### **3.2.10. Mapa de procesos**

Un mapa de procesos es una representación gráfica de los procesos de una organización y sus interrelaciones. El mapa de procesos es un artefacto muy utilizado para la comprensión y gestión de las operaciones, como se muestra en la estructura de la Figura 3.1. Algunos de los procesos críticos son [19]:



Figura 3.1. Estructura de mapa de procesos [19].

A continuación, se presentan conceptos sobre los diferentes tipos de procesos que tiene un mapa de procesos:

### 3.2.10.1. Procesos Estratégicos

Los procesos estratégicos son procesos que establecen los objetivos a largo plazo de una organización y le dan la dirección. Incluyen la planificación y la toma de decisiones que afectan a toda la organización. Estos procesos son llevados a cabo por la alta dirección y son esenciales en la toma de decisiones estratégicas y en la administración del. [19].

### 3.2.10.2. Procesos clave

Los procesos clave: estos son los que crean valor directamente para el cliente son críticos para la entrega de un servicio o producto. Los procesos clave son aquellos que directamente se preocupan por la eficiencia y la calidad para la satisfacción del cliente y la rentabilidad del negocio; también, la identificación y la mejora de los cuellos de botella de los procesos nos pueden llevar a una dramática mejora en rendimiento. [19].

### 3.2.10.3. Tareas que generan valor agregado

Por esta razón, las tareas valiosas son actividades que son vitales para la creación de productos o servicios. Debe ser valioso para la organización para que tenga el mayor impacto posible; su propósito es mitigar la calidad, el costo y, lo que es más importante, la satisfacción del cliente.

Por el contrario, la tarea que debe eliminarse es la tarea no valiosa. Anular estas tareas es crucial para la eficiencia operativa [19].

#### **3.2.10.4. Procesos de Apoyo**

En cuanto a los procesos de apoyo, son el sostén de los procesos clave. Para que estos funcionen a full, se encuentran algunas de las actividades que vienen bajo su alero tales como, la gestión de recursos humanos, mantenimiento y administración. Estas últimas, sin embargo, no generan valor, pero son sumamente necesarias para que la maquinaria de la organización se mantenga en pista [19].

#### **3.2.11. Softwares computacionales**

Los softwares computacionales son programas o aplicaciones utilizadas para realizar tareas de manera más sencilla y eficiente en dispositivos informáticos como computadoras. Algunos ejemplos incluyen hojas de cálculo, bases de datos, navegadores web y lenguajes de programación. A continuación, se describen algunos softwares de computación utilizados para el desarrollo de la automatización de la piscina de salmuera.

##### **3.2.11.1. AutoCAD**

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora o CAD & desarrollado por Autodesk que se utiliza mucho en una variedad de industrias para crear dibujos y modelos de alta precisión, 2D y 3D. Como tal, es una herramienta vital para arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otras profesiones de diseño. AutoCAD permite a los arquitectos crear planos de plantas, secciones y elevaciones detallados de edificios. La ingeniería civil utiliza AutoCAD para crear detallados de carreteras, sistemas de alcantarillado y diseños de puentes. Los ingenieros de civil pueden usar el software para crear información topográfica y mapas detallados del terreno [20]. En la Figura 3.2 se puede observar las herramientas que posee este programa

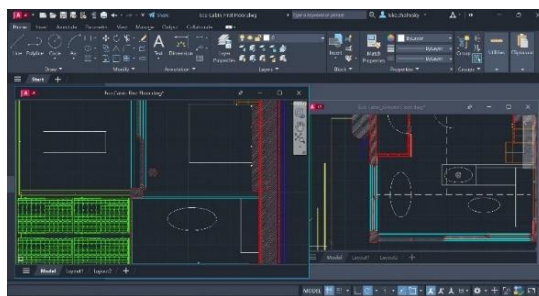


Figura 3.2. AutoCAD [20]

### 3.2.11.2. LOGO Soft Comfort

LOGO Soft Comfort es un software de programación lanzado por Siemens. ¡Este software se ha diseñado para trabajar con el módulo lógico LOGO!, que es un autómata programable compacto. Los usuarios pueden desarrollar y gestionar proyectos de automatización [21]. Estas características lo hacen idóneo para pequeños proyectos aplicaciones en entornos industriales, comerciales y residenciales. ¡Simulación y Pruebas, LOGO! Soft Comfort también incluye un simulador cuyos usuarios pueden probar programas antes de cargarlos en el hardware real. Estos describen por ayudar y errar procesos de dirección que físicas pruebas y recursos. En la Figura 3.3 se puede observar las herramientas que posee el programa.

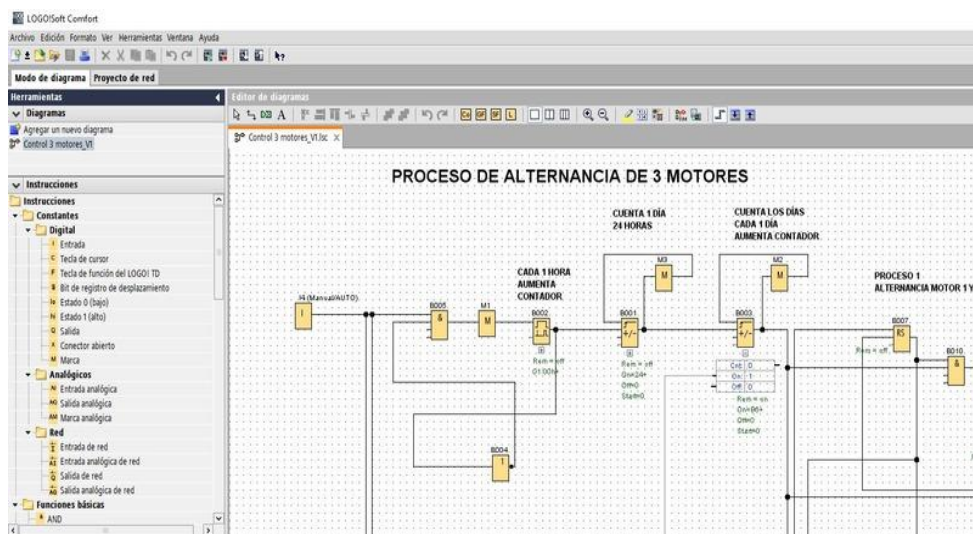


Figura 3.3. Programa LOGO Soft Comfort [21]

### 3.2.12. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo o flujograma es un gráfico utilizado para explicar un proceso o flujo de trabajo. Cada tarea se describe mediante símbolos universales que juntos ilustran varias operaciones o decisiones a tomar y se conecta mediante flechas que denota el paso del proceso. Es una de las herramientas más útiles para diseñar, documentar y analizar procesos, ya que se puede aplicar en una amplia gama de campos, desde la ingeniería e informática hasta la gestión [22].

A continuación, se presentan algunos símbolos básicos:








- Rectángulo: Representa un proceso, actividad o tarea.
- Rombo: Indica una decisión o punto de ramificación en el flujo. Generalmente contiene una pregunta.

- **Círculo:** Representa el inicio o fin del proceso. Contiene las palabras inicio o fin.
- **Flecha:** Muestra la dirección y el flujo del proceso. Conecta los diferentes símbolos.

### 3.2.13. Herramienta Bizagi

Bizagi es una plataforma de software de administración de procesos comerciales que permite a las organizaciones modelar, automatizar y mejorar sus procesos. Las organizaciones pueden diseñar diagramas de procesos interactivos utilizando la notación BPMN (Business Process Modeling Notation), de modo que los procesos sean fácilmente documentados y entendidos [23]. En la Tabla 3.1, se muestran los símbolos que tiene la herramienta Bizagi para realizar diagramas de flujo.

Tabla 3.1. Simbología de la herramienta Bizagi [23].

Nombre	Símbolo	Descripción
Inicio del proceso		Indica dónde se inicia un proceso.
Fin del proceso		Indica que el proceso finaliza.
Tarea, actividad o proceso		Indica la tarea que se realiza
Subproceso		Permiten dividir un proceso en unidades más pequeñas y manejables, lo que ayuda a simplificar la representación y comprensión de flujos complejos.
Compuerta exclusiva		Indica una decisión o punto de ramificación en el flujo. Generalmente contiene una pregunta.
Evento de temporización		Este tipo de evento puede ser utilizado dentro de un flujo secuencial para indicar un tiempo de espera entre actividades.
Línea de secuencia de flujo		Representan la secuencia de objetos de flujo, compuertas y los eventos.

### 3.2.14. Herramienta de diseño gráfico Canva

Es una web de diseño gráfico y composición de imágenes para la comunicación, como se puede observar en la Figura 3.4, ofrece herramientas online para crear propios diseños, tanto si son para ocio como para profesionales. Sirve tanto para diseñadores aficionados como para los más experimentados, incluyendo su propio banco de imágenes y una serie de herramientas variadas.

Es suficientemente flexible, como para hacer cosas simples, aunque se debe recordar que no es una herramienta de retoque fotográfico [24].



Figura 3.4. Herramienta Canva

## 4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

### 4.1. METODOLOGÍA

El estudio es de tipo aplicativo y descriptivo, lo que implica el uso de tecnologías avanzadas para analizar y simular procesos de producción, específicamente el funcionamiento automatizado de la piscina de salmuera. El enfoque metodológico comprende:

- Recopilación de datos detallados: Se analizará cada etapa del proceso actual, desde la operación manual hasta los factores que inciden en los tiempos.
- Simulación y diseño: Se crearán modelos virtuales que reflejen el sistema automatizado propuesto, permitiendo predecir y evaluar su desempeño en diferentes escenarios.

En la Tabla 4.1, se detalla las técnicas empleadas en este proyecto.

Tabla 4.1. Técnicas usadas en el proyecto

Técnicas	
Observación	Modelación y simulación
Recopilación de datos en el proceso actual.	Diseño de prototipos virtuales del sistema.

#### 4.1.1. Modalidad o enfoque de la propuesta

El enfoque adoptado es cuantitativo, centrado en analizar datos estadísticos y numéricos para evaluar la eficiencia y el impacto de la automatización en la piscina de salmuera. Este enfoque

permitirá validar las mejoras propuestas con indicadores medibles, como tiempos de operación y producción.

#### **4.1.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es principalmente descriptivo, ya que se enfoca en identificar y caracterizar las etapas del proceso de enfriamiento en las piscinas de salmuera. Adicionalmente, se complementa con:

- Investigación aplicada: Utilizada para implementar y evaluar la automatización de procesos, integrando tecnologías innovadoras.
- Investigación evaluativa: Orientada a medir la efectividad del sistema automatizado, recopilando datos antes y después de su implementación.

#### **4.1.3. Diseño de la investigación**

Con el fin de asegurar la efectividad de la automatización del proceso de la piscina de salmuera en Polar Bear Helados de Salcedo, se llevará a cabo un análisis riguroso y detallado de los datos obtenidos durante la implementación del sistema automatizado. La evaluación de la mejora en los tiempos de inicio de su congelación, mejora de la producción, se realizará utilizando la Metodología Waterfall

La metodología Waterfall, Rebanado o Cascada es un sistema de administración de proyectos con un enfoque lineal. Diseñado con un enfoque en marcha única de cada entusiasta y ella, este método describe el flujo de fase que “fluye” a través de un recorrido en el que las fases se dividen y tienen lugar una al principio de la siguiente. La planificación y la creación de una meta única son críticas en una estructura de entusiastas, ya que, si “una fase tiene algún error, retrasará a la próxima fase y al proyecto antetítulo” [25].

Para alcanzar los objetivos propuestos al inicio, se aplicó la metodología Waterfall, la cual proporciona una estructura sólida y secuencial para el desarrollo de la automatización de la piscina de salmuera.

En la Figura 4.1 se presentan las etapas de la metodología Waterfall en donde se considerarán específicamente las cuatro primeras fases de esta metodología.

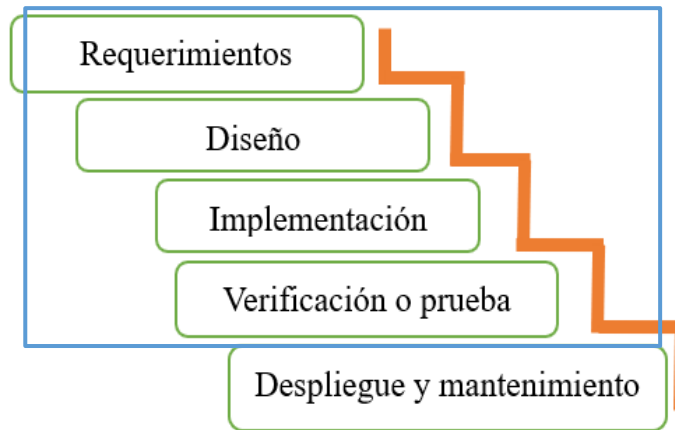


Figura 4.1. Diagrama metodología Waterfall [25].

#### 4.1.3.1. Requerimientos de la propuesta

La fase inicial, también conocida como fase de requerimientos, tiene como objetivo obtener un conocimiento integral sobre los procesos actuales de la empresa para identificar las áreas clave que necesitan ser automatizadas. Para ello, se revisarán exhaustivamente los procesos existentes, y se seleccionará el proceso operativo que se automatizará, utilizando un diagrama de flujo como herramienta para mapear los procesos. Una vez definido el proceso a automatizar, se procederá a determinar los requerimientos funcionales, que incluyen la incorporación de diversos instrumentos y dispositivos. Entre ellos, se destaca el uso dispositivo de control lógico y elementos de interfaz que permitan la interacción del operador con el sistema. Esta fase permitirá sentar las bases técnicas para la posterior selección e implementación de los componentes adecuados.

También se considera el uso de dos contactores de CA, de 35 amperios de dos polos, para el manejo de la carga eléctrica, los cuales ya se encontraban disponibles en la empresa, optimizando así los recursos existentes. Se incorporará una caja de distribución para organizar los componentes eléctricos, así como luces piloto que indican el estado de encendido y apagado de los equipos. Además, se instalarán pulsadores normalmente cerrados (NC) y normalmente abiertos (NO) para permitir el control manual del proceso. Finalmente, se definirá el comportamiento del sistema tanto en condiciones de apagado como de encendido, ajustado a las necesidades y requisitos operativos de la empresa.

#### 4.1.3.2. Diseño

La etapa de diseño se llevará a cabo en dos partes. En una primera instancia, se desarrollará el parte de diseño de hardware, desde el cual se detallará la selección y especificación de los

componentes físicos que se requieren para la automatización de la piscina de salmuera, incluyendo actuadores, sistemas de control y módulos eléctricos, a través de una matriz de priorización basada en las características esenciales para su funcionamiento correcto.

Posteriormente, se desarrollará el diseño de software, el que se realizará a través de distintos programas computacionales. Por ejemplo, se utilizará AutoCAD para el diseño de los esquemas eléctricos necesarios, para realizar esquemas detallados a fin de verificar la distribución física de los mismos. Dentro de esta etapa, se incluirá el diseño 2D del tablero de control eléctrico realizado en la plataforma Canva, donde se presentan gráficamente la distribución de los componentes tales como contactores, PLC (LOGO!), fuentes de alimentación, protecciones térmicas y cableado interno, tal como se evidenciará en el montaje final. Adicionalmente, se utilizará el software LOGO Soft Comfort, para el desarrollo y simulación de los diagramas de control lógico que operarán el sistema automatizado. Finalmente, se consolidará el diseño a través de prácticas y herramientas que permitan verificar la interacción correcta entre todos los elementos, a fin de asegurar su correcta función.

#### **4.1.3.3. Implementación**

La implementación, por su parte, se logrará a través de la construcción e integración de los diferentes componentes con los que cuenta la automatización de la piscina de salmuera. En primer lugar, se instalarán los elementos físicos de hardware, como los actuadores y conexiones eléctricas, los cuales se acomodarán de acuerdo con los diagramas elaborados con anterioridad. La instalación, entonces, se basará en el trabajo anterior para la localización de dichos componentes, basándose en esquemas realizados a través de AutoCAD y acorde con las especificaciones de hardware previamente desarrolladas.

En cuanto a la integración del software, se utilizarán programas computacionales como es el caso del LOGO Soft Comfort, donde el programa desarrollado es transferido a través de un cable ethernet que conectará mediante la señal wifi de un router entre la computadora y el controlador lógico programable. La verificación y comprobación del funcionamiento y la interacción de estos componentes se llevará a cabo mediante LOGO Soft Comfort para asegurar el funcionamiento correcto del sistema en su totalidad y el consecuente cumplimiento de los objetivos del proyecto.

#### **4.1.3.4. Verificación o prueba**

Como se mencionó anteriormente, la etapa de verificación y pruebas tiene como objetivo evaluar los resultados obtenidos de la aplicación de la automatización de la piscina de salmuera en el proceso de producción. Prueba de la rapidez con la que los actuadores pueden responder y la capacidad del controlador lógico para ejecutar el proceso.

Entre las actividades se encuentran las pruebas funcionales del diagrama lógico desarrollado en LOGO Soft Comfort, con el fin de verificar que cada instrucción sea interpretada correctamente por el controlador lógico y sea ejecutada por los dispositivos conectados, para verificar que el diagrama realizado haya sido interpretado correctamente por cada componente eléctrico según los respectivos diseños en AutoCAD. Finalmente, habrá también prueba del sistema en su conjunto para evaluar si el sistema logra optimizar sustancialmente la producción de manera eficiente en el entorno real. Esta prueba permitirá validar que la automatización implementada responde de forma segura y estable, cumpliendo con los objetivos establecidos lo que contribuirá a mejorar el proceso de producción de la empresa.

## **5. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **5.1. OBJETIVO 1: Caracterización del proceso de evaluación de helados en la empresa polar Bear helados de Salcedo.**

Para la correcta elaboración del primer objetivo se realizó un estudio dentro de la empresa Polar Bear helados de salcedo, recopilando información, analizando el proceso de elaboración de helados.

#### **5.1.1. Actividad 1. Identificación de procesos de la elaboración de helados.**

Para el cumplimiento de esta actividad se realizó un estudio sobre el proceso de elaboración de helados en la empresa Bear helados de Salcedo.

##### **5.1.1.1 Descripción de la empresa**

Polar Bear Helados de Salcedo es una empresa ecuatoriana dedicada en la producción de helados. Con una fuerte presencia en el mercado local, la compañía se destaca por la calidad de sus productos y su compromiso con la innovación. Ubicada en la provincia de Cotopaxi, la empresa ha estado operando durante más de 10 años, brindando helados de alta calidad elaborados con ingredientes frescos y naturales. Al día produce 1600 helados, se tiene una sola presentación de helado de 130 gramos.

### 5.1.1.2. Productos.

En la Figura 5.1, se puede observar todos los sabores de helados que se elaboran en la empresa Polar Bear helados de Salcedo.

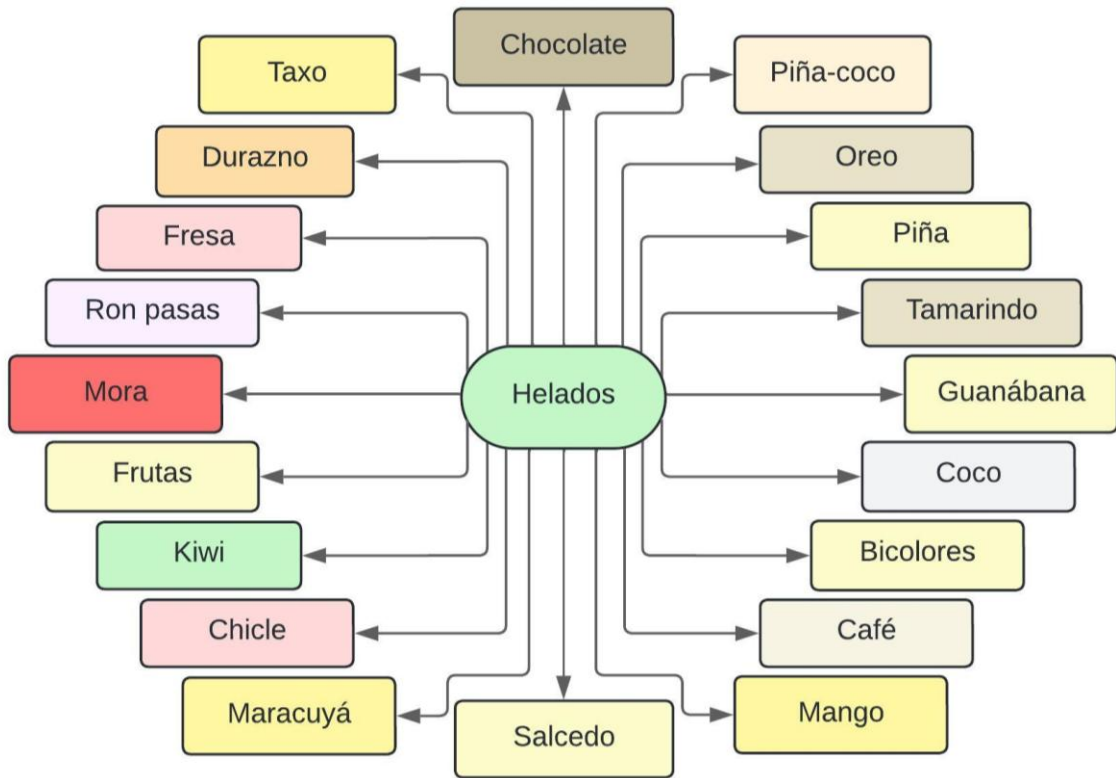


Figura 5.1. Helados que se producen en la Empresa Polar Bear Helados de Salcedo.

### 5.1.1.3. Layout de la empresa Polar Bear Helados de Salcedo

En el Layout que se muestra en la Figura 5.2, se ha delimitado claramente las distintas áreas dentro del proceso de producción de helados, identificando cada una de ellas de manera específica. Esta organización permite distinguir de forma precisa cada proceso dentro de su área correspondiente, lo que facilita su comprensión y seguimiento a lo largo de la cadena de producción.

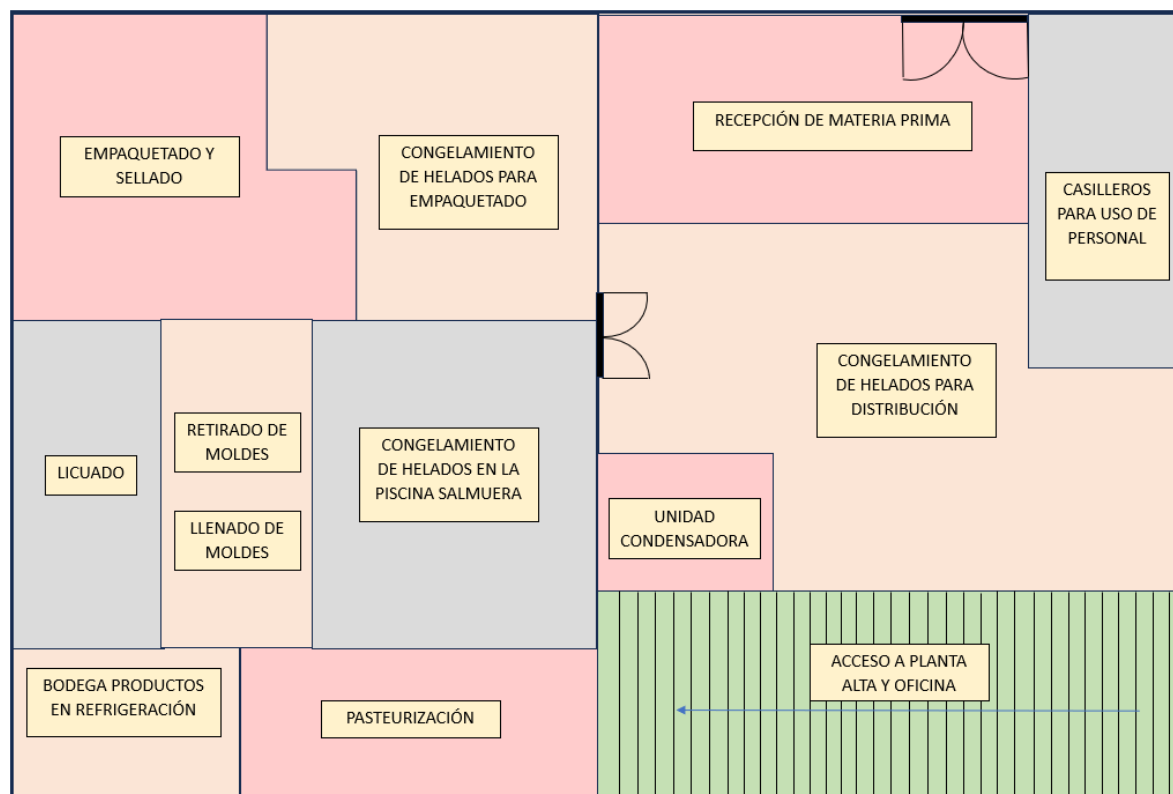


Figura 5.2. Layout de la empresa Polar Bear Helados de Salcedo

#### 5.1.1.4. Mapa de Procesos

En el proceso actual, ilustrado en la Figura 5.3, se presenta el mapa de procesos desarrollado por nosotros a partir de un análisis interno de la empresa. Las entradas se alinean con las necesidades del cliente, lo que da lugar a la generación de procesos estratégicos, operativos y de apoyo. Estos procesos, al trabajar de manera conjunta, forman un proceso operativo integral. Al ejecutar este proceso, el resultado final es la salida deseada: la satisfacción del cliente. Este enfoque asegura que cada fase del proceso esté orientada a cumplir con las expectativas y requerimientos del cliente, garantizando una gestión eficiente y orientada a resultados.

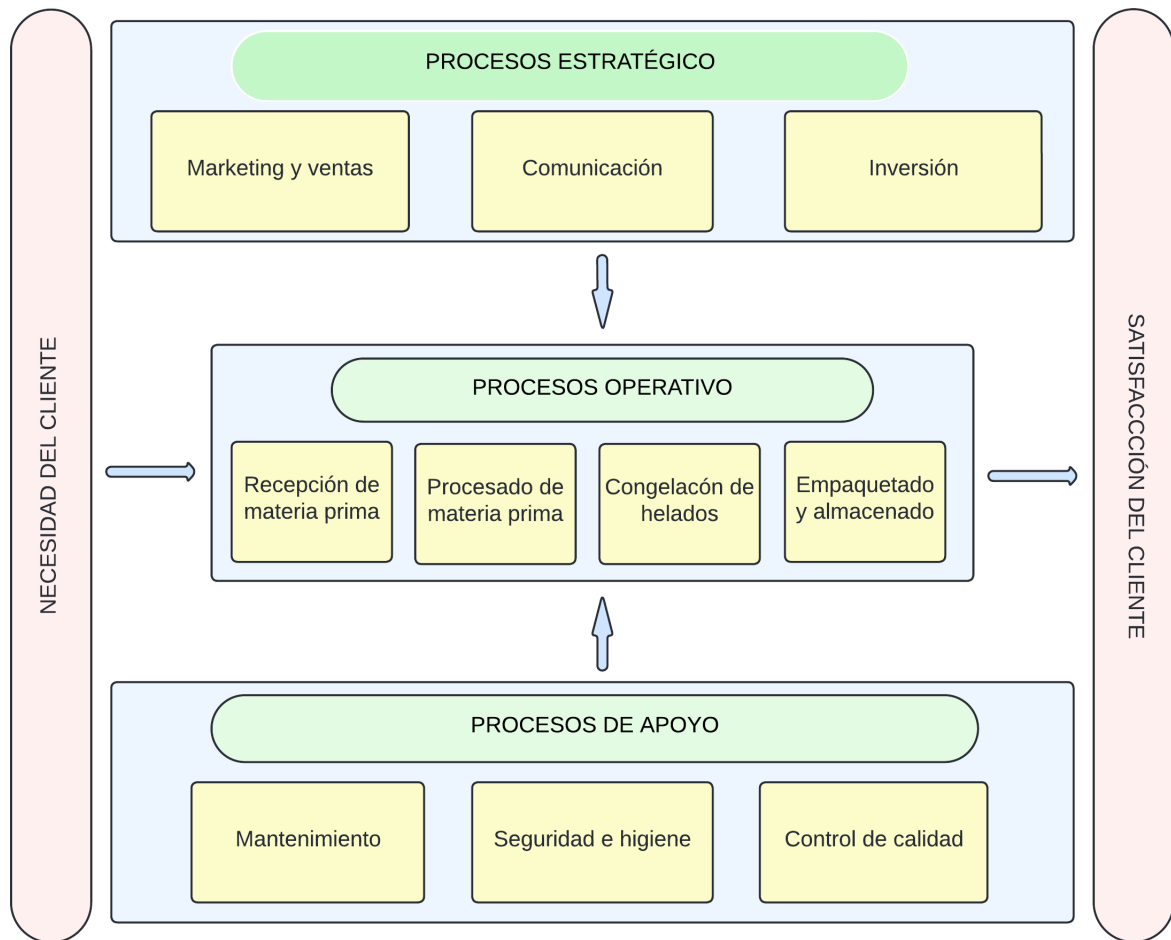


Figura 5.3. Mapa de procesos de la empresa Polar Bear helados de Salcedo.

#### 5.1.1.5. Descripción del proceso de elaboración de helados.

El proceso de elaboración de helados es un procedimiento complejo que combina tecnología, precisión y creatividad para obtener productos de alta calidad.

A lo largo de varias etapas, desde la preparación de la mezcla base hasta la congelación y el envasado, cada paso debe realizarse bajo condiciones controladas para asegurar la textura, sabor y seguridad del helado. En esta sección, se describe el proceso de producción en la empresa, con enfoque en los métodos y tecnologías utilizadas para garantizar un helado delicioso y de alta calidad.

Para poder comprender de mejor manera el proceso de elaboración de helados se presenta a continuación en Figura 5.4, un diagrama de etapas en el cual se ha segmentado el proceso de elaboración de helados en tres áreas distintas. Cada uno de los procesos involucrados en la producción está claramente identificado dentro de su respectiva área, lo que facilita una visualización más clara y estructurada del diagrama de flujo. Esta organización detallada

permite comprender mejor cada etapa del proceso, contribuyendo a una gestión más eficiente y a una toma de decisiones más informada.

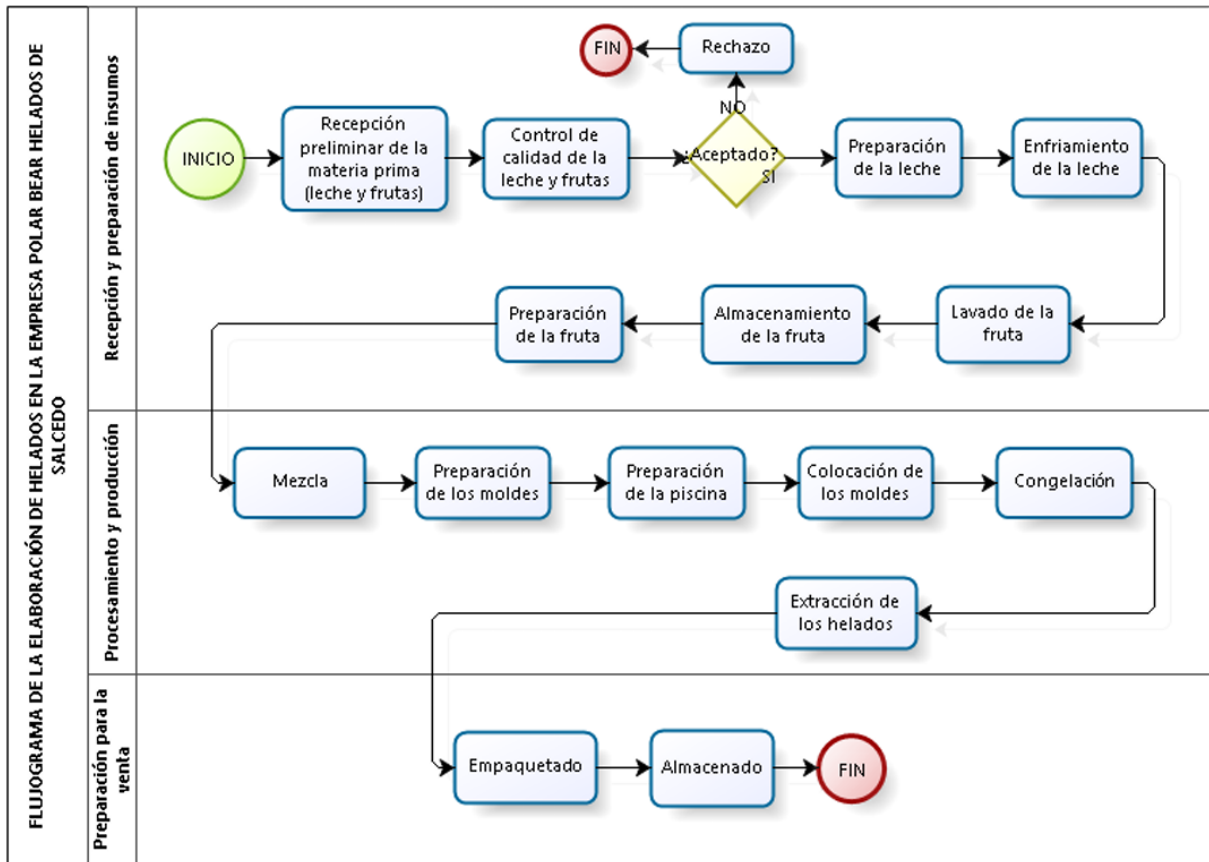


Figura 5.4. Flujograma de la empresa Polar Bear helados de Salcedo.

### I. Recepción preliminar de la materia prima (leche y frutas)

- El camión de la leche llega cada mañana, así mismo las frutas.

### II. Control de calidad de la leche y frutas

- El trabajador mide la cantidad de PH y con el lactodensímetro la densidad de la leche.
- La leche aprobada es almacenada en un nuevo contenedor.
- Los contenedores donde se almacenan deben encontrarse en óptimas condiciones.
- La leche y las frutas que no pasen la inspección es devuelta al proveedor.

### III. Preparación de la leche

- El trabajador coloca en los elementos que corresponde para luego hervir la leche.
- Se hace hervir la leche a una temperatura de 100 ° C para eliminar bacterias.

### IV. Enfriamiento de la leche

- El trabajador retira del fuego la olla de leche y deja que se enfríe.

#### **V. Lavado de la fruta**

- Se lava la fruta meticulosamente para poder usarla.

#### **VI. Almacenamiento de las frutas**

- La fruta se almacenará en recipientes para ir usándola de acuerdo a las necesidades.

#### **VII. Preparación de la fruta**

- con una correcta inocuidad se realiza el uso de la fruta, dependiendo el sabor y la necesidad.

#### **VIII. Mezcla**

- El trabajador prepara la fruta y recipientes adecuadamente para que su mezcla.
- Tanto la fruta como la leche y los ingredientes necesarios se licuan para obtener una mezcla, esto se puede repetir de acuerdo a la cantidad de sabores que se tiene.
- Cuando ya se tiene los batidos se realiza la colación del mismo, para separar residuos de lo que vamos a utilizar.

#### **IX. Preparación de los moldes**

- El trabajador selecciona los moldes que serán utilizados.
- Para asegurar la inocuidad se realiza un lavado de moldes meticuloso.

#### **X. Preparación de la piscina**

- Verificar si la salmuera se encuentra en temperaturas bajo cero para que congele los helados.

#### **XI. Colocación de los moldes**

- El trabajador coloca uno a uno los moldes en la piscina hasta llenarla de los mismos.

#### **XII. Congelación**

- Cuando el helado es de un solo sabor se coloca la paleta transcurridos los 5 a 10 minutos.
- Si los helados son de sabores cada 5 a 10 minutos se ira colocando un sabor.
- Transcurrido la congelación durante dos horas están listos los helados para ser extraídos

#### **XIII. Extracción de los helados**

- Una vez congelados se procede a extraer los helados y colocarlos en bandejas, separados por sabores.
- Los helados se colocan en los congeladores para mantenerse.

#### **XIV. Empaquetado**

- El trabajador saca de los congeladores la producción de acuerdo al orden ingresado.
- El trabajador enciende la maquina selladora para ser utilizada.
- El trabajador encargado coloca los helados en sus respectivas fundas y se procede a sellarlos.

#### **XV. Almacenado**

- Los helados empaquetados son almacenados en los respectivos congeladores.

Las fases mencionadas anteriormente son la aplicación en la empresa Polar Bear helados de Salcedo para su elaboración. El encendido y apagado de su refrigeración a mano aumenta la variabilidad en la temperatura para la congelación del producto final. Según lo dicho, se intentará optimizar esta fase a base de la automatización para mejorar el uso del tiempo en funcionamiento, disminuir el uso de los recursos de su empresa y, al mismo tiempo, hacer que la congelación sea uniforme. La eliminación de los errores humanos es otra razón que se estudiará durante este enfoque, ya que se permite que la fuerza laboral se use allí donde son más necesarios.

#### **5.1.1.6. Análisis de los límites del proceso de elaboración de helados en la empresa Polar Bear Helados de Salcedo.**

En la Tabla 5.1, se realizó un análisis detallado del proceso de producción de helados en la empresa Polar Bear Helados de Salcedo, mediante la herramienta de límites de un proceso, identificando las entradas (inputs), el proceso específico y las salidas (outputs). El siguiente enfoque permite visualizar con claridad la secuencia de actividades.

Tabla 5.1. Límites de un proceso

<b>ENTRADA / INPUT</b>	<b>PROCESO</b>	<b>SALIDA / OUTPUT</b>
Leche cruda y frutos	Recepción preliminar de la materia prima (leche y frutas)	Leche y frutas listas para control de calidad
Leche sin medición del PH y acidez y frutos sin control visual	Control de calidad de la leche y frutas	Leche con PH y acidez correctos y frutos en buen estado
Hervir la leche	Preparación de la leche	Leche pasteurizada
Dejar que se enfríe	Enfriamiento de la leche	Leche fría
Frutas sin desinfección	Lavado de las frutas	Frutas limpias
Frutas limpias	Almacenamiento de la fruta	Frutas almacenadas
Frutas almacenadas	Preparación de la fruta	Frutas picadas
Frutas preparadas	Mezcla	Mezcla homogénea de leche, frutas y saborizantes
Moldes limpios y desinfectados	Preparación de los moldes	Moldes listos para llenar
Piscina con salmuera	Preparación de la piscina	Piscina lista para congelar los helados
Mezcla mas moldes preparados	Colocación de los moldes	Moldes llenos colocados en la piscina
Moldes llenos en la piscina	Congelación	Helados congelados en los moldes
Helados congelados	Extracción de los helados	Helados extraídos de los moldes
Helados extraídos	Empaquetado	Helados empacados
Helados empacados	Almacenado	Helados listos para distribución o venta

### 5.1.2. Actividad 2. Recolección de datos sobre el proceso de elaboración de helados.

Para el desarrollo de esta actividad se realizó un estudio en la empresa el cual permitió identificar los diferentes procesos de elaboración de helados, los mismos que se describen a continuación.

### **5.1.2.1. Descripción del uso actual de la piscina de salmuera**

El proceso de congelación en la piscina de salmuera es una parte fundamental en la producción de helados en la empresa Polar Bear Helados de Salcedo. A continuación, se describe cómo se lleva a cabo este proceso en su forma actual:

#### **I. Preparación de la Salmuera**

La piscina de salmuera se llena inicialmente con una mezcla de agua y cloruro de calcio. La salmuera es utilizada para la congelación, creando un entorno adecuado para los helados. La proporción de cloruro de calcio se ajusta para alcanzar la temperatura deseada sin congelarse por completo. En el proceso actual, la preparación de la salmuera se realiza de forma manual, lo que implica un riesgo de errores en la mezcla.

#### **II. Carga de las Bandejas de Helado**

El proceso de congelación comienza cuando las bandejas de helado se sumergen en la piscina de salmuera. Las bandejas de helado, una vez dentro se llenan con la mezcla de ingredientes, se colocan en la piscina de salmuera para que el líquido dentro de los tanques alcance temperaturas lo suficientemente bajas para su congelación. Durante esta etapa, el proceso es controlado manualmente, con operadores supervisando que las bandejas estén sumergidas de manera adecuada y asegurando la circulación constante de la salmuera.

#### **III. Control de Temperatura**

El control de la temperatura dentro de la piscina de salmuera es crucial para garantizar una congelación uniforme de los helados. Sin embargo, en el proceso actual, el control de temperatura se realiza de manera indirecta y no automatizada. Los operarios deben monitorear periódicamente las temperaturas de la piscina de salmuera con termómetros manuales.

No se puede realizar un correcto control de la temperatura ya que el compresor que genera esto no tiene toda la capacidad suficiente, pero si genera temperatura que realizan la congelación de los helados, que está entre los  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **IV. Homogenización de la Salmuera**

La circulación de la salmuera dentro de la piscina se realiza mediante paletas que mueven el líquido bajo las bandejas de helado, esto genera una homogenización de la piscina salmuera permitiendo congelar de manera más eficiente.

#### **V. Monitoreo Manual**

El monitoreo del proceso es realizado de forma manual, con los operarios revisando constantemente el tiempo de congelación de los helados.

#### **5.1.2.2. Desafíos del Proceso Actual**

Los principales desafíos del proceso actual son los siguientes:

- Falta de automatización: El control manual del sistema que disminuye la temperatura y los tiempos de congelación, esto dificulta que garantice un proceso constante y eficiente.
- Variabilidad en los resultados: Debido a la intervención manual y la falta de precisión en el control de los parámetros de temperatura, los resultados de congelación pueden variar, afectando en los tiempos de congelación del helado.
- Riesgo de errores humanos: La supervisión manual y la toma de decisiones a nivel operativo están sujetas a posibles errores humanos que pueden comprometer la calidad del producto final.

#### **5.2. OBJETIVO 2: Diseñar un sistema de control automatizado para una piscina salmuera, integrando equipos y herramientas computacionales.**

La ejecución del segundo objetivo requiere una serie de actividades que permitirán conocer los diferentes requerimientos que deberá tener para la automatización de la piscina de salmuera, las funciones que debe cumplir y los componentes utilizados.

Adicional a lo anterior es necesario establecer el uso o las funciones que debe realizar del sistema y los componentes necesarios para ello. Las aplicaciones de software AutoCAD, para el diseño del circuito eléctrico y LOGO Soft Comfort, para la programación y configuración del sistema automatizado. Permitiendo un funcionamiento eficiente y óptimo de la piscina de salmuera.

##### **5.2.1. Actividad 1. Descripción de requerimientos y capacidades.**

El objetivo de la siguiente actividad es describir los requerimientos de funcionamiento que tendrá que cumplir la automatización de la piscina de salmuera. Para llevar a cabo esta automatización es necesario conocer las condiciones de trabajo actual que maneja la piscina.

### **5.2.1.1. Condiciones de funcionamiento de la piscina de salmuera**

A continuación, se describen los requerimientos del sistema a automatizar de la piscina de salmuera en la empresa Polar Bear helados de Salcedo, cuyas dimensiones de la piscina son: 2.56 m (largo) x 1.07m (ancho)x 0.80 m (altura).

Actualmente, el sistema cuenta con un motor bifásico de 745 vatios de potencia que gira a 1730 rpm, ubicado en la parte inferior frontal de la piscina, el cual permite agitar la salmuera y mantener térmicamente homogenizada, para que el enfriamiento de los helados sea óptimo. El encendido se lo realiza de forma manual por un operario a las 07:00 am y apagado a las 17:00 pm. Además, se dispone con un condensador bifásico el cual es energizado que la misma manera que el motor bifásico.

### **5.2.1.2. Requerimientos del sistema automatizado**

La propuesta de automatización debe contar con un modo de operación manual y automático, elegido mediante un selector de 3 posiciones.

#### **I. Modo Manual:**

Se contará con cuatro pulsadores de los cuales dos son para el encendido y dos para el apagado tanto del motor homogeneizador, así como también del condensador respectivamente.

#### **II. Modo Automático**

Para la mejora de producción de los helados se realizará la automatización del sistema del encendido y apagado automático, el motor y condensador se accionarán a las 03:00 y se apagarán a las 21:45.

Tanto en el modo manual y automática mientras el condensador esté energizado una luz piloto indicará que se encuentra en funcionamiento y otra luz piloto indicará que el motor está en funcionamiento. Además, se deberá agregar todas las protecciones que sean necesarios.

En base a lo anterior, en Tabla 5.2, se presenta los elementos físicos que se utilizaran, así también se detalla la función que cumplirá cada uno de ellos para la automatización de la piscina de salmuera.

Tabla 5.2. Entradas y salidas del PLC

Elemento físico	Representación	Funciones	Tipo Digital o Analógica	Terminal en el Logo	Función
Selector	S1	Entrada	Digital	I1	Cambia el sistema en modo manual
Selector	S2	Entrada	Digital	I2	Cambia el sistema en modo automático
Pulsador (NO)	P1	Entrada	Digital	I3	Enciende el motor de forma manual
Pulsador (NC)	P2	Entrada	Digital	I4	Apaga el motor de forma manual
Pulsador (NO)	P3	Entrada	Digital	I5	Enciende el condensador de forma manual
Pulsador (NC)	P4	Entrada	Digital	I6	Apaga el condensador de forma manual
Contactador 1	KM1	Salida	Digital	Q1	Energiza el motor
Contactador 2	KM2	Salida	Digital	Q2	Energiza el condensador
Pulsador (NC)	P0	Entrada	Digital	I8	Paro de emergencia
Luz piloto	H1	Salida	Digital	Q3	Indica que el motor esté encendido
Luz piloto	H2	Salida	Digital	Q4	Indica que el condensador esté encendido

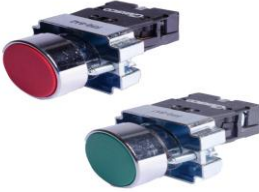

### 5.2.2. Actividad 2. Selección de elementos físicos para el sistema de control automatizado

Para la ejecución correcta de la actividad es indispensable seleccionar adecuadamente los elementos físicos que se implementaran en la automatización de la piscina de salmuera, en donde se realizó un estudio exhaustivo de las características de diferentes elementos, los cuales serán utilizados en el desarrollo del proyecto.

#### 5.2.2.1. Pulsadores

La selección de pulsadores es crucial para el éxito del proyecto, ya que son un elemento que impacta directamente en la en la capacidad de integración entre operador y sistema, facilitando el control directo sobre el desempeño del proyecto.

Tabla 5.3. Características de pulsadores con block y pulsadores momentáneos

Parámetros	Pulsadores con block	Pulsadores momentáneos
Imagen de referencia		
Voltaje	380 VAC/ 220VAC	220VAC
Amperaje	2,5A/A,3A	2A
Dimensiones	Ø 22mm	Ø 9,5mm
Material	Metal	METAL
Característica principal	Al ser presionado bloquea el estado del circuito.	Mantiene el estado del circuito mientras se está presionando.
Precio	USD 1,82	USD 2,30

En la Tabla 5.3, se presentan las características de dos tipos de pulsadores, pulsadores con block y pulsadores momentáneos, basándose en lo antes mencionado se seleccionó utilizar los pulsadores con block por las siguientes características.

- Sus dimensiones lo hacen ideal para la interacción entre operador y sistema.
- Poseen una capacidad de soportar mayor voltaje.
- Capacidad de bloquear en circuito una vez presionado.

### 5.2.2.2. Fuente de poder

Una fuente de poder es esencial para proporcionar la energía necesaria al sistema de control, asegurando la correcta operación de sensores, actuadores y dispositivos electrónicos.

Tabla 5.4. Parámetros de 2 tipos de fuentes de poder




Parámetros	Fuente de poder tipo conmutada	Siemens SITOP PSU100S
Imagen de referencia		
Tensión de entrada	110 – 220 VAC	120 – 230 VAC
Tensión Salida	24 VDC	24 VDC
Corriente de salida	5 A	2.5 A
Potencia normal	120 W	60 W
Peso	270 g	300g
Costo	USD 12,00	USD 75,00

En la siguiente Tabla 5.4, se comparan dos modelos de fuentes de poder las cuales son la fuente de poder tipo conmutador y la fuente de poder Siemens SITOP PSU100S, basándose en las características presentadas se eligió la fuente de poder tipo conmutador, considerando factores como voltaje de entrada/salida, corriente, peso y costo.

### 5.2.2.3. Controlador lógico programable (PLC)

La elección adecuada del PLC es clave para el funcionamiento de la piscina de salmuera, puesto que es un factor directamente influyente en la capacidad de integración de los componentes y controlando el funcionamiento del sistema.

Tabla 5.5. Características de tres tipos de PLCs

Parámetros	LOGO PLC 230 RCE	LOGO PLC 12/24 RCE	LOGO PLC 230 RECo
Figura referencial			
Voltaje de Alimentación	115...230 V AC/DC	12...24 V DC	115...230 V AC/DC
Número de Entradas Digitales	8	8	8
Número de Salidas	4 (Relé)	4 (Transistor)	4 (Relé)
Entradas Analógicas	No	4 (0-10 V o 0-20 mA)	No
Temperatura de Trabajo	0 a 55 °C	0 a 55 °C	0 a 55 °C
Protección contra Cortocircuitos	Requiere fusible externo	Electrónica (1 A)	Requiere fusible externo
Conexión Ethernet	Sí	Sí	Sí
Grado de Protección	IP20	IP20	IP20
Montaje	Sobre riel DIN (35 mm)	Sobre riel DIN (35 mm)	Sobre riel DIN (35 mm)
Memoria del Programa	Hasta 400 bloques	Hasta 400 bloques	Hasta 400 bloques
Pantalla Integrada	Sí	Si	No
Costo	(\$160 USD)	(\$100 USD)	(\$160 USD)

En la Tabla 5.5, se puede observar tres PLCs, los cuales son que el LOGO PLC 230 RCE, LOGO PLC 12/24 RCE, LOGO PLC 230 REC, en base a las características presentadas se eligió al PLC 12/24 RCE por las siguientes características.



- Ofrece entradas digitales y analógicas ideal para el proyecto.

- Tiene un costo competitivo.
- Ideal para integrar sensores y actuadores.

#### 5.2.2.4. Selector eléctrico

En el mercado existen diferentes tipos de selectores eléctricos, por lo cual se tomó en cuenta las siguientes opciones, muchas de estas varían su tamaño, funcionalidad según la necesidad.

Tabla 5.6. Parámetros de dos tipos de selectores

Parámetros	Selector eléctrico de tres posiciones NP2	Selector eléctrico de dos posiciones con llave
Imagen de referencia		
Tipo de base	Metálica	Metal cromado
Grado de protección	IP40	IP67
Temperatura de trabajo	-5°C a 40°C	-40°C a 70°C
Ángulo de operación	45° izquierda -45° derecha	90°
Fuente de alimentación	24V DC	24 V DC
Precio	USD 3,50	USD 5,70

En la siguiente Tabla 5.6, se puede observar dos tipos de selectores, en donde al analizar sus características se escogió el selector eléctrico de tres posiciones NP2, en base a los siguientes parámetros.

- Las tres posiciones que ofrece el selector permiten tener un mayor control del sistema.
- Permite reducir la cantidad de componentes en el panel de control.
- Fácil manejo y conexión

#### 5.2.2.5. Luz piloto

La elección de elementos visuales que permitan identificar el funcionamiento del sistema automatizado es indispensable ya que este permitirá al operario observar de manera directa el funcionamiento del sistema.

Para este caso se seleccionó las luces piloto más comerciales en el mercado, en Tabla 5.7, se presentan las características técnicas de las luces piloto seleccionadas.



Tabla 5.7. Parámetros de los contactores

Parámetros	Luces piloto AC/DC 12V
Imagen de referencia	
Voltaje de alimentación	12VDC
Tolerancia de alimentación	+/- 20%
Color	Variado
Costo	USD 1,50

### 5.2.2.6. Porta fusible

Considerando que el sistema eléctrico necesita estar resguardado ante sobrecargas y cortocircuitos, los cuales pueden provocar averías en los dispositivos o incluso peligros para para la seguridad.

Tabla 5.8. Parámetros de porta fusible

Parámetros	RT18-32	RT14-20
Imagen de referencia		
Corriente nominal	32A	20A
Tensión	690V	250V
Montaje	Riel DIN	Panel
Compatibilidad	Fusibles industriales	Domésticos
Precio	USD 2,50	USD 2,00

En la Tabla 5.8, se muestra dos modelos de portafusibles, de los cuales se seleccionó el modelo RT18-32, debido a las razones siguientes:

- Se puede usar con fusibles cilíndricos de 10x38 mm, adecuados para salvaguardar cargas de hasta 32A.

- Su diseño está orientado a la instalación en el riel DIN simplifica su instalación en tableros de control.
- Proporciona una capacidad de tensión superior (hasta 690V) lo que hace adecuado para usos industriales.

### 5.2.2.7. Interruptor termomagnético (Breaker)

Teniendo en cuenta que el sistema debe ser protegido ante posibles sobrecargas y cortocircuitos, pudiendo ocasionar daños o accidentes, para prevenir daños es indispensable implementar un interruptor termomagnético (breaker).

Tabla 5.9. Parámetros de dos tipos de interruptor termomagnética bipolar y monopolar

Parámetros	Interruptor termomagnético Bipolar	Interruptor termomagnético monopolar
Imagen de referencia		
Polos	2	1
Tensión	240V	120V
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Tensión de aislamiento máxima	500V	500V
Precio	USD 7,48	USD 5,50



En la Tabla 5.9, se presenta dos interruptores termomagnéticos los cuales son bipolar y monopolar, de los cuales se escogió utilizar un interruptor termomagnético bipolar por las siguientes características.

- Adecuado para el sistema eléctrico de dos fases que utiliza el sistema.
- Ofrece mayor protección al sistema, el cual opera a 220V.
- La protección de dos fases ofrece un menor riesgo de sobrecarga.

### 5.2.2.8. Paro de emergencia

La elección de un dispositivo de emergencia manual es crucial en caso de existir algún accidente, interrumpiendo de manera inmediata el suministro de corriente de toda la piscina de salmuera, teniendo en cuenta dicho aspecto.

Tabla 5.10. Parámetros de dos tipos de paros de emergencia

Parámetros	Pulsador tipo hongo parda de emergencia	Botón paro de emergencia 24V
Imagen de referencia		
Alimentación	24V	24V
Material	Metal	Policarbonato
Grado de protección	IP20	IP66
Operación	Acción de activación y enganche mecánico	Giro para desenclavar
Precio	USD 4,50	USD 15,00

En la Tabla 5.10, se presenta dos paros de emergencia los cuales son el tipo hongo y el botón paro de emergencia, en donde se eligió el pulsador tipo hongo por las siguientes características.

- Posee un precio accesible cumpliendo la función requerida para el sistema.
- Fácil conexión en el sistema-
- El material de construcción lo hacen resistente a condiciones donde exista polvo y humedad.
- El sistema de enganche mecánico ayuda a prevenir un reinicio automático.
- Fácil de localizar en el entorno.


#### 5.2.2.9. Cables eléctricos

La elección adecuada de cables eléctricos ya que estos deben tener la capacidad de soportar la corriente máxima que circula en el circuito, así como como su capacidad de soportar las condiciones ambientales a la que se expondrán. En base a lo anterior se utilizó tres tipos de cables los cuales fueron.

##### I. Cable flexible 10 AWG

La selección de este tipo de cable es por su capacidad de consumo eléctrico necesario y su alta resistencia a exteriores, en la Tabla 5.11, se presentan las características del cable flexible.

Tabla 5.11. Características del cable flexible 10 AWG

Parámetro	Cable flexible 10 AWG
Imagen referencial	
Material	Cobre
Aislamiento	PVC
Temperatura de trabajo	90°C – 150°C
Capacidad de voltaje	600V
Numero de hilos	19
Colores	Blanco, negro, rojo, amarillo, verde


En base a lo anterior se seleccionó este cable basándose en las siguientes características.

- Fácil instalación en espacios reducidos.
- Gran resistencia al desgaste físico, humedad o vibraciones.
- la estructura robusta permite soportar sobrecargas.

## II. Cable flexible 14 AWG

La selección de este tipo de cable es por su capacidad de consumo eléctrico bajo y su alta resistencia en la intemperie, en la Tabla 5.12, se presentan las características del cable flexible.

Tabla 5.12. Características del cable flexible 14 AWG

Parámetro	Cable flexible 14 AWG
Imagen referencial	
Material	Cobre
Aislamiento	PVC
Temperatura de trabajo	90°C – 150°C
Capacidad de voltaje	600V
Numero de hilos	26
Colores	Blanco, negro, rojo, amarillo, verde

En base a lo anterior se seleccionó este cable basándose en las siguientes características.


- Fácil instalación en espacios reducidos.
- Gran resistencia al desgaste físico, humedad o vibraciones.

- La estructura robusta permite soportar sobrecargas.

### III. Cable flexible 16 AWG

la selección de este tipo de cable es por su capacidad de consumo y alta resistencia a la intemperie como se muestra en la Tabla 5.13, se representa las características de cable flexible.

Tabla 5.13. Características del cable flexible 16 AWG

Parámetro	Cable flexible 16 AWG
Imagen referencial	
Material	Cobre
Aislamiento	PVC
Temperatura de trabajo	90°C – 150°C
Capacidad de voltaje	600V
Numero de hilos	26
Colores	Blanco, negro, rojo, amarillo, verde

En base a lo anterior se seleccionó este cable basándose en las siguientes características.

- Fácil instalación en espacios reducidos.
- Gran resistencia al desgaste físico, humedad o vibraciones.
- La estructura robusta permite soportar sobrecargas.

#### 5.2.3. Actividad 3. Diseño 2D de la estructura alámbrica en Auto CAD.

Utilizando la herramienta AutoCAD, se realizó el diseño 2D de la estructura alámbrica del sistema, ya que esta estructura ayuda a representar de manera clara y fácil las conexiones y elementos utilizados para el sistema de automatización de la piscina de salmuera, esta estructura se presenta a continuación en la Figura 5.5, adicional se presenta el circuito de fuerza en la Figura 5.6.

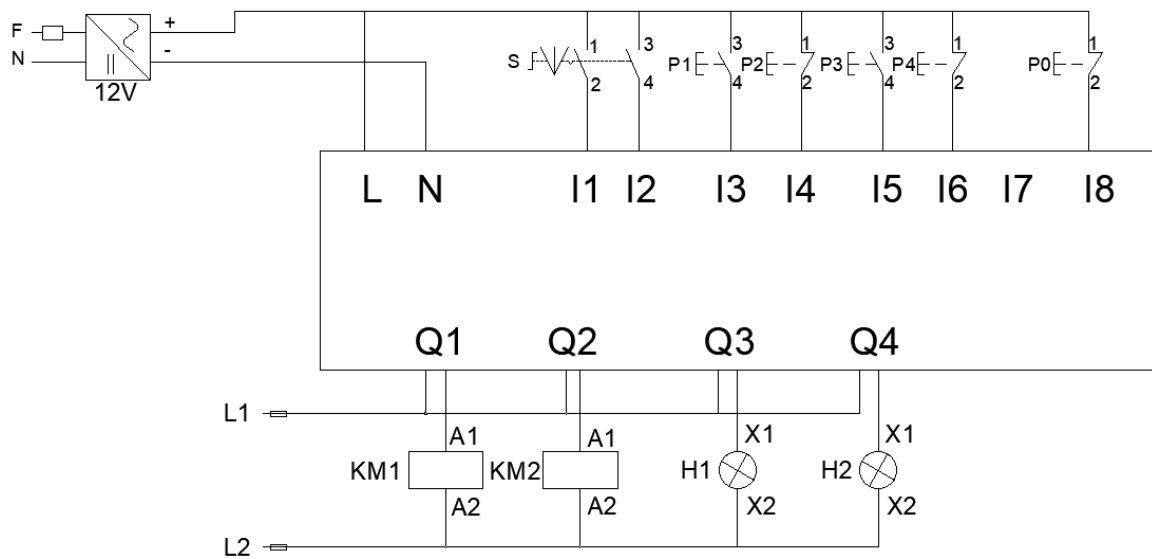


Figura 5.5 Diseño 2D en AutoCAD de la estructura alámbrica

En donde:

- I1 permite la manipulación manual de los pulsadores I3, I4, I5, I6, I8
- I2 permite que el sistema se encuentre en modo automático.
- I3 e I4 son pulsadores que permiten el encendido y apagado respectivamente del motor de la piscina de salmuera.
- I5 e I6 pulsadores que encienden y apagan respectivamente el condensador Q2.
- I8 conexión del paro de emergencia.
- Q1 permite el encendido y apagado del motor que se encuentra en el sistema.
- Q2 permite el encendido y apagado del compresor.
- Q3 y Q4 permite el encendido y apagado de luces piloto.

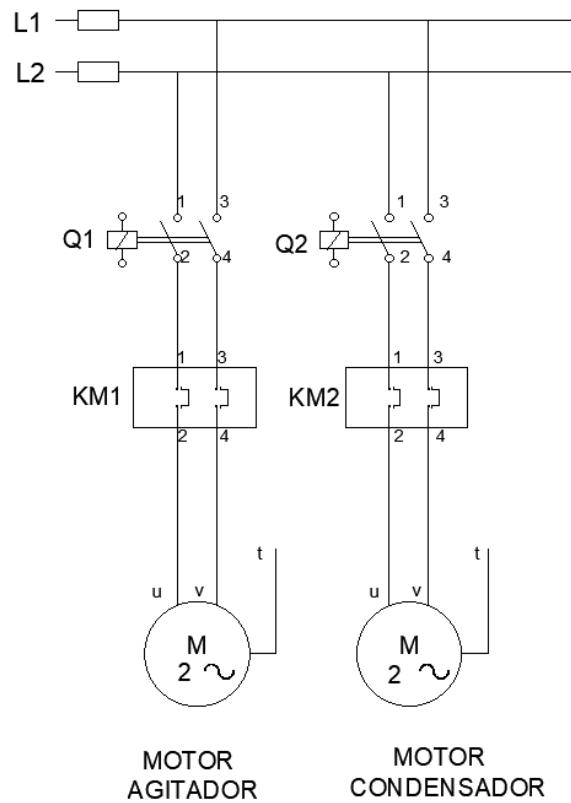


Figura 5.6 Circuito de fuerza del sistema

#### 5.2.4. Actividad 4. Diseño 2D del tablero de control en Canva.

Para la elaboración del tablero de control, se utilizó la aplicación web Canva como herramienta de diseño digital, complementada con paquetes de bloques eléctricos editables. Los bloques representan componentes reales de sistemas eléctricos. El uso de estos elementos nos permitió modelar un sistema eléctrico de manera visual y didáctica, facilitando la comprensión del funcionamiento del tablero de control como se puede observar en la Figura 5.7.

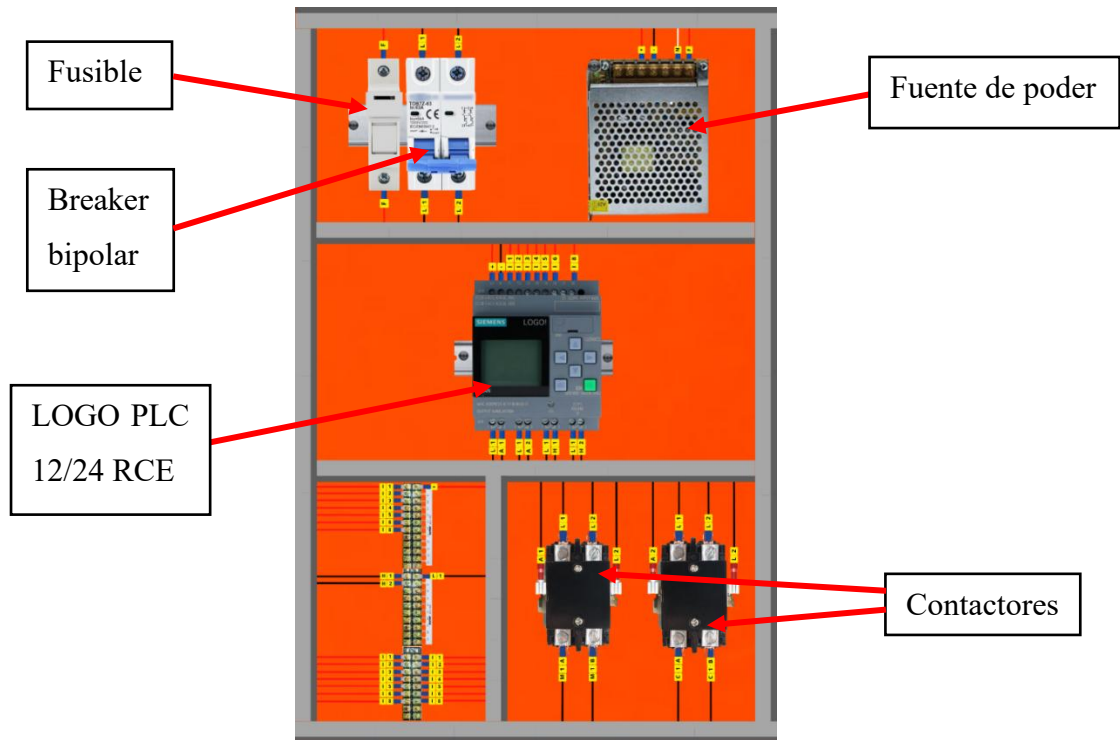


Figura 5.7 Diseño 2D del tablero de control

Además, se elaboró la representación de la tapa de la parte interior del tablero, donde se ubicaron de manera ordenada los componentes eléctricos, como se puede observar en la Figura 5.8.

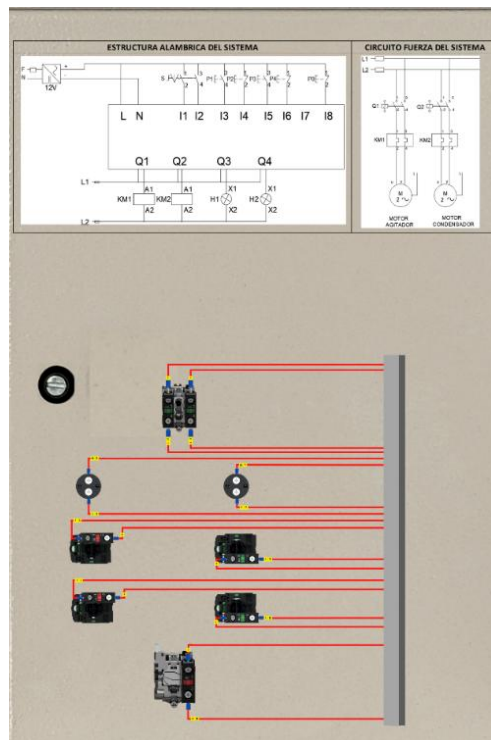


Figura 5.8 Parte inferior de la tapa del tablero

En la parte exterior de la tapa del tablero, se colocó los elementos de operación como son el selector, pulsadores, luces piloto y un paro de emergencia como se puede observar en la Figura 5.9.

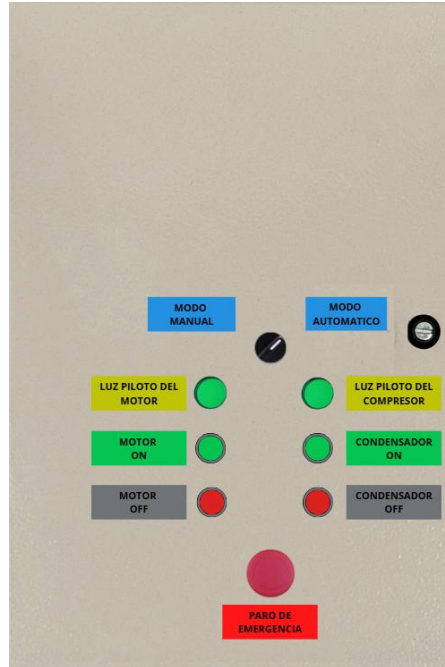


Figura 5.9 Parte exterior de la tapa del tablero

#### 5.2.5. Actividad 4. Instalación de controladores y actuadores necesarios para el proceso.

A continuación, se describe el proceso de instalación de todos los componentes antes mencionados, los cuales permitirán la automatización de la piscina de salmuera.

##### 5.2.5.1. Instalación de PLC

El PCL será el encargado de controlar el sistema de encendido y apagado tanto automático como manual de acuerdo a la hora que sea requerida. En la Figura 5.10, se presenta la instalación del PLC en el tablero de control.



Figura 5.10. Instalación de PLC LOGO

### 5.2.5.2. Instalación de la fuente de poder

La fuente de poder permite suministrar la energía eléctrica de forma estable y segura para todos los componentes del circuito, como se muestra en la Figura 5.11.



Figura 5.11. Instalación de la fuente de poder

### 5.2.5.2. Instalación de pulsadores, luces piloto, selector y botón de emergencia

Los elementos visuales cumplen un papel importante en la interacción entre el operario y el sistema tanto automatizado como manual, ya que estos permiten que el operario pueda observar el funcionamiento y en caso de ser necesario aplicar medidas correctivas.

#### I. Pulsadores

Con la instalación de pulsadores se busca tener un control manual y directo del sistema cuando sea necesario, asegurando que el operador pueda controlar en situaciones excepcionales ya sea en casos de mantenimiento o emergencia. A continuación, en la Figura 5.12, se presenta a los pulsadores instalados en un tablero de control.

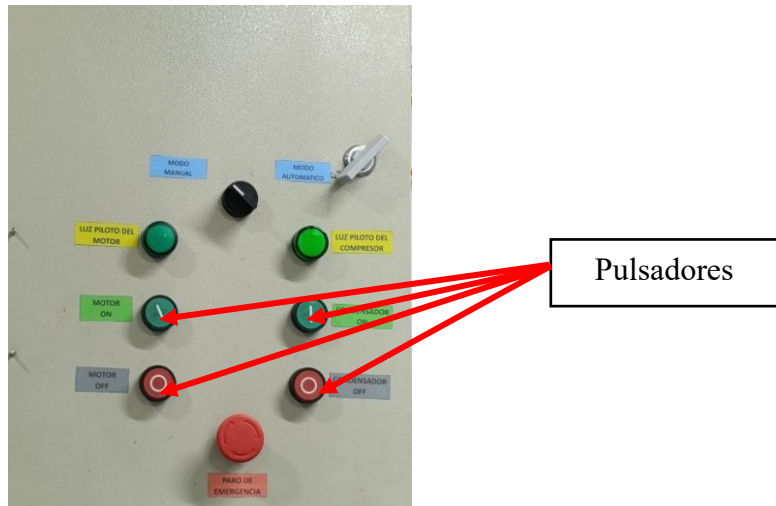


Figura 5.12. Pulsadores verdes (NO), pulsadores rojos (NC)

## II. Selector

Con la instalación del selector se busca controlar el paso de corriente en un circuito eléctrico, permitiendo controlarlo de manera manual o de forma automática el sistema. En la Figura 5.13, se presenta el selector de tres vías instalado.

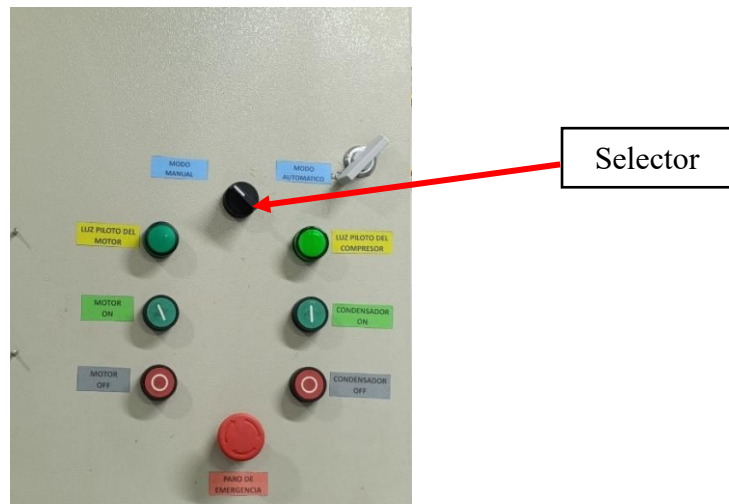


Figura 5.13. Selector modo manual/automático

## III. Luces piloto

La instalación de las luces pilotos en el sistema automatizado permitirá visualizar al operario el funcionamiento, las cuales cuando estas luces estén encendidas indicará que se encuentra encendido caso contrario cuando las luces se encuentren apagadas indicará que se encuentra apagado. En la Figura 5.14, se presenta las luces pilotos instaladas.

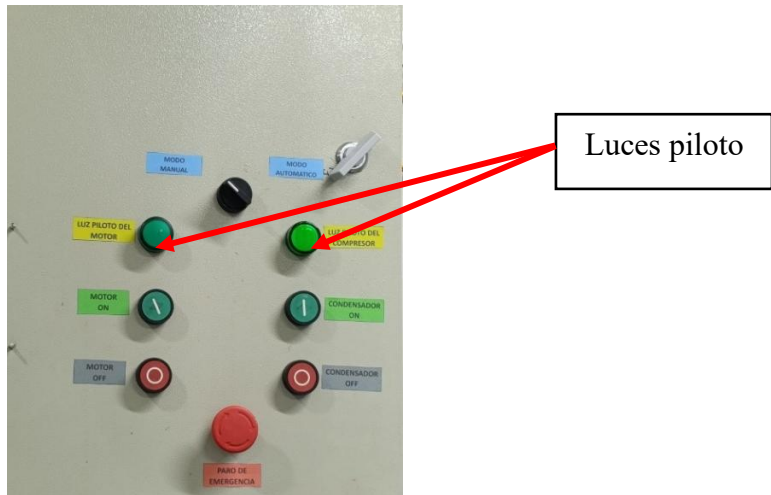


Figura 5.14. Luces piloto

#### IV. Botón de emergencia

Con la instalación del botón de paro de emergencia se busca tener más seguridad en caso de ocurrir algún incidente el botón permitirá apagar el sistema automatizado y no encenderse hasta que este botón se desactive. A continuación, en la Figura 5.15, se presenta instalado el botón de emergencia.

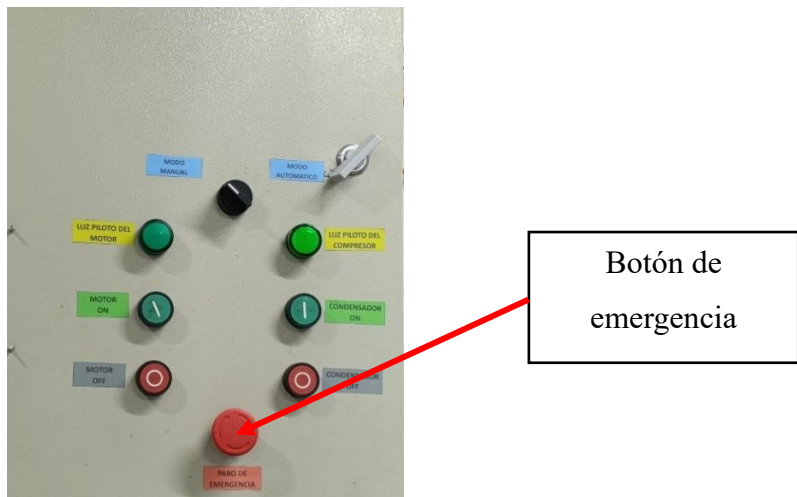


Figura 5.15. Paro de emergencia

#### 5.2.5.3. Instalación de interruptor termomagnético (breaker)

Con la instalación de un breaker bifásico, permitirá tener un sistema automatizado más seguro ayudando a proteger los componentes eléctricos.

En el caso del breaker ayuda a proteger cortando el flujo de corriente eléctrica en caso de que exista una sobrecarga o un cortocircuito.

A continuación, en la Figura 5.16, se presenta al interruptor electromagnético.

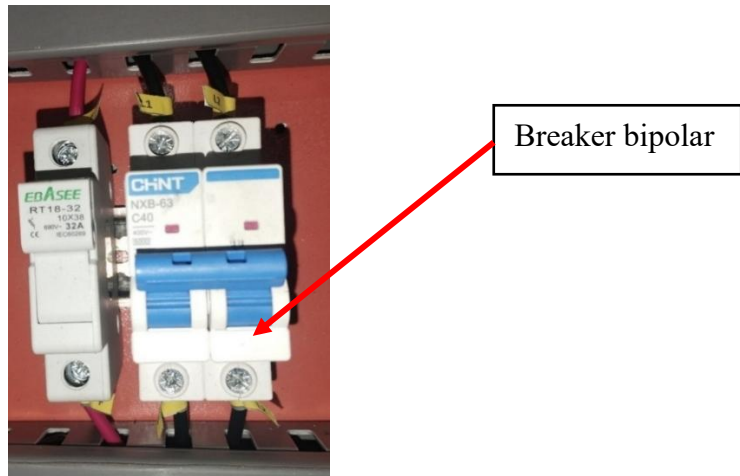


Figura 5.16. Instalación del breaker bipolar

#### 5.2.5.4. Instalación de fusible

La instalación del fusible es indispensable para proteger los elementos que reciben energía de 120V, protegiendo las entradas de la fuente de poder de 12V, así como la alimentación eléctrica del LOGO PLC.

A continuación, en la Figura 5.17, se presenta el fusible instalado en la caja metálica.

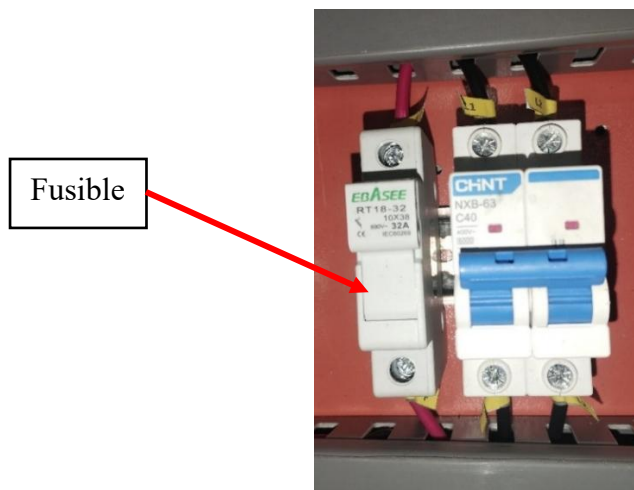


Figura 5.17. Instalación del fusible

#### 5.2.5.5. Instalación de los contactores eléctricos

La instalación de dos contactores como se muestra en la Figura 5.18, permitirá que se realice los enclavamientos, para poder energizar y desenergizar el motor agitador, así como el motor condensador, permitiendo el paso de la energía necesaria para su funcionamiento.



Figura 5.18. Instalación de los contactores eléctricos

#### 5.2.5.6. Diseño final sistema automático

En la Figura 5.19, se presenta a todos los elementos instalados en el tablero eléctrico, la misma que ofrece mantener a los componentes eléctricos protegidos contra las condiciones ambientales como el polvo o la humedad.

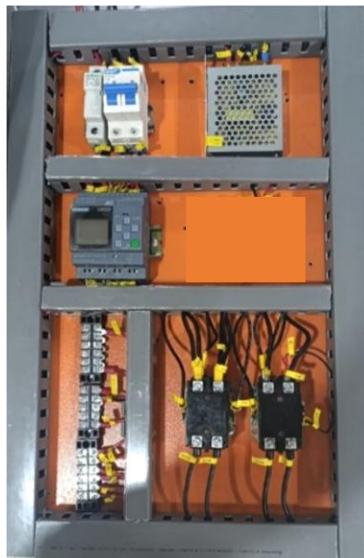


Figura 5.19. Diseño final automático

#### 5.2.6. Actividad 4. Programación del PLC en (LOGO Soft Comfort).

El desarrollo del software LOGO Soft Comfort, como se muestra en la Figura 5.20, utilizado en el proceso de automatización de la piscina de salmuera, el cual requiere el desarrollo de algoritmos permitirá el correcto funcionamiento automático del sistema, esta etapa se describe mediante diagramas de flujo.

Para la automatización de la piscina, se desarrolló cuatro algoritmos, el primer algoritmo para visualizar el funcionamiento del sistema mediante luces piloto (algoritmo de luces piloto, el segundo algoritmo el sistema de encendido y apagado automático (algoritmo de encendido y apagado), el tercer algoritmo de paro de emergencia (algoritmo de paro de emergencia) y el cuarto algoritmo (automático/manual).

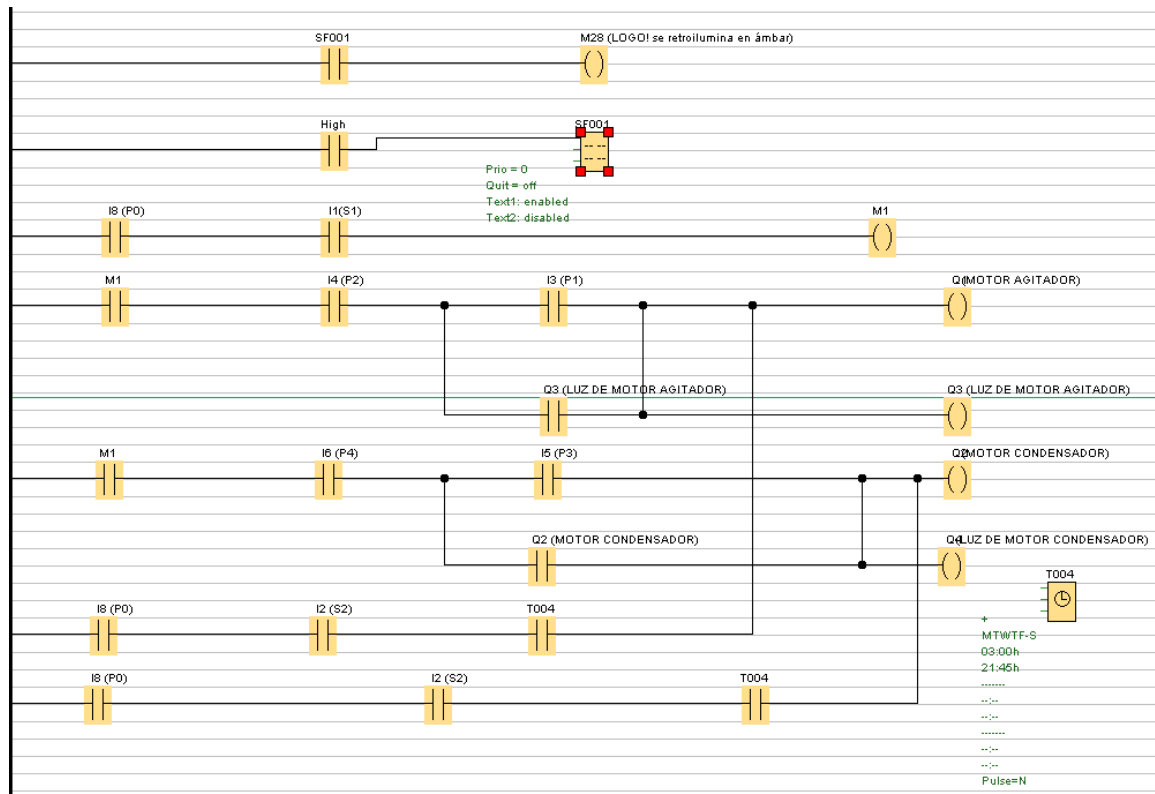


Figura 5.20. Programación en el LOGO Sof Comfort

### 5.2.6.1. Algoritmo de luces piloto

El algoritmo de luces Led es utilizado para identificar de manera visual el funcionamiento del sistema. El algoritmo encenderá las luces piloto cuando el sistema este encendido y apagará las luces cuando el sistema se encuentre apagado.

A continuación, en la Figura 5.21, se presenta el diagrama de flujo del algoritmo de luces piloto.

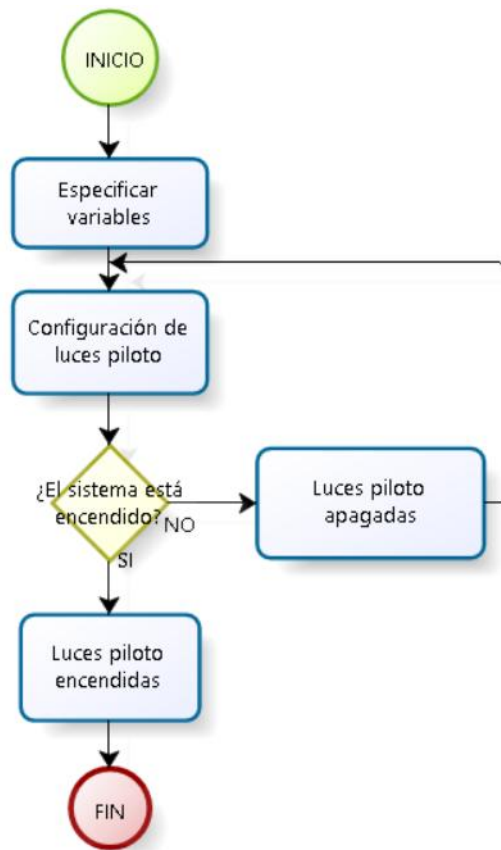


Figura 5.21. Diagrama de flujo del algoritmo de luces piloto

### 5.2.6.2. Algoritmo de encendido y apagado

El algoritmo de encendido y apagado automático este sujeto a la hora que este requiera ser encendido o apagado, en este caso es necesario que el sistema automáticamente se encienda a partir de las 3 am y se apague el sistema a partir de las 9:45 pm. A continuación, se presenta en la Figura 5.22, un diagrama de flujo presentando el proceso de encendido y apagado del sistema.

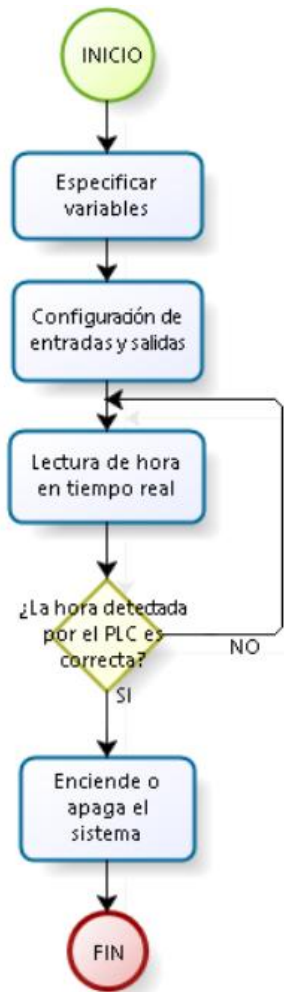


Figura 5.22. Diagrama de flujo del algoritmo de encendido y apagado

### 5.2.6.3. Algoritmo de paro de emergencia

El algoritmo de paro de emergencia está sujeto al botón de emergencia el cual al ser presionado interrumpirá el paso de energía del sistema en caso de que ocurra algún imprevisto y se necesite apagar el sistema, el mismo que será activado cuando el botón de paro de emergencia deje de estar activo. A continuación, se presenta en la Figura 5.23, el diagrama de flujo utilizado en el algoritmo de paro de emergencia.

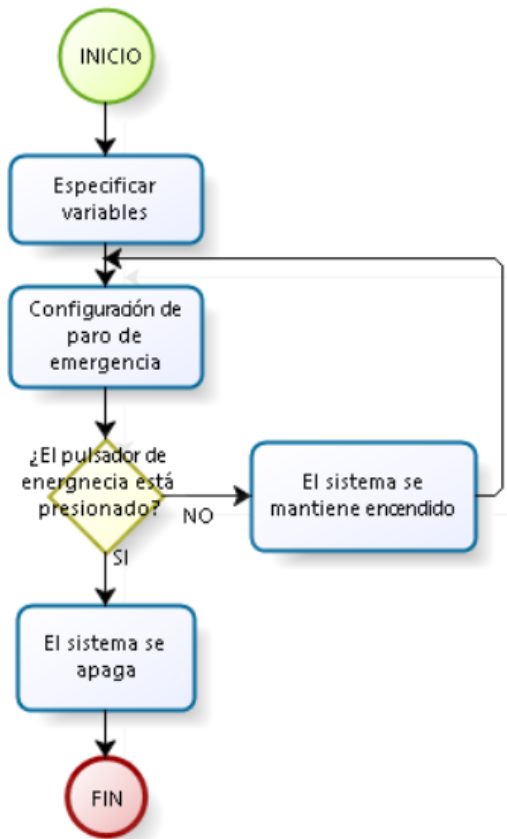


Figura 5.23. Diagrama de flujo del algoritmo de paro de emergencia

#### 5.2.6.4. Algoritmo manual/automático

El algoritmo permitirá intercambiar la forma en que opera el sistema ya sea de manera manual en la que el operario tiene control total del sistema o de manera autónoma en donde el sistema es controlado mediante el PCL el cual se encargara de tomar decisiones de acuerdo a la programación que se haya realizado, en la Figura 5.24, se presenta el diagrama de flujo utilizado en el algoritmo manual/automático.

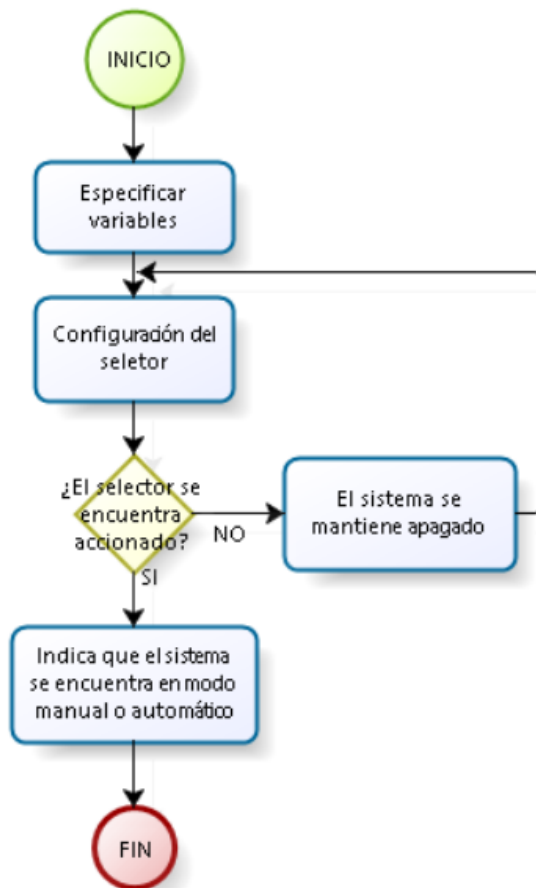


Figura 5.24. Diagrama de flujo del algoritmo manual/automático

### 5.3. OBJETIVO 3. Evaluar el sistema de la piscina de salmuera considerando la producción.

Para cumplir el objetivo mencionado se realizaron diferentes tipos de prueba al sistema automatizado de la piscina de salmuera, en donde el principal objetivo era determinar que el funcionamiento del sistema sea el correcto.

#### 5.3.1. Actividad 1. Validación de las funciones del sistema automatizado

##### 5.3.1.1. Prueba de funcionamiento de las luces piloto en el sistema

El objetivo de esta prueba es verificar el funcionamiento de las luces piloto cuando el sistema este encendido y cuando este apagado.

Para llevar a cabo esta prueba se cambiará de modo manual a modo automático y en cada uno de estos se observará si las luces piloto se encienden o apagan dependiendo del estado en que se encuentre el sistema.

#### I. Resultados

- **Modo manual:** Se pudo observar que en este modo al activar el motor y condensador de forma manual las luces piloto se encienden, caso contrario cuando al desactivar el motor y el condensador las luces se apagan.
- **Modo automático:** Al activar el modo automático se pudo observar que las luces se apagarán y encenderán automáticamente dependiendo del estado del sistema.

En conclusión, las luces led ya sea en modo manual o automático se encenderán o se apagaran dependiendo del estado en que se encuentre el sistema, otro punto que se pudo observar es que la luz del motor se mantiene encendida hasta la hora que se apague el motor, caso contrario es la luz del condensador el cual se encenderá o apagara dependiendo de si este se encuentre encendido o apagado. En la Figura 5.25, se presenta a las luces piloto encendidas y apagadas.



Figura 5.25. Luces pilotos encendidas

### 5.3.1.2. Prueba de funcionamiento de encendido y apagado automático

Como objetivo de esta prueba es verificar si el encendido y el apagado automático del sistema funciona correctamente.

Para llevarlo a cabo este objetivo se programó diferentes horarios de encendido y apagado verificando si este se enciende y apaga a la hora programada.

### I. Resultados

En la Tabla 5.14, se presentan los resultados obtenidos de la programación de encendido y apagado del sistema en diferentes horarios.

Tabla 5.14. Proceso antes de la automatización de la elaboración de helados

<b>Datos de encendido y apagado automático del sistema</b>				
<b>Hora de encendido</b>	<b>El sistema se activo</b>	<b>Hora de apagado</b>	<b>El sistema se apago</b>	<b>Días de prueba</b>
19:00	SI	19:20	SI	1
20:00	SI	21:00	SI	1
21:30	SI	22:00	SI	1
22:20	SI	22:40	SI	1
18:00	SI	19:00	SI	1
19:30	SI	20:30	SI	4
03:00	SI	21:45	SI	10

En base a los resultados obtenidos se pudo concluir que el funcionamiento de encendido y apagado es el correcto, encendiéndose y apagando a la hora programada, cabe destacar que en la prueba final se verifico que este se encienda y apague de lunes a viernes sin interrupción.

### 5.2.1.3. Prueba de funcionamiento del botón de paro de emergencia

El objetivo de esta prueba es verificar el funcionamiento del botón de paro de emergencia de la piscina de salmuera.

Para llevar a cabo el desarrollo de este objetivo se activó el botón de paro de emergencia de manera manual y se verifico que el sistema se apague en su totalidad. A continuación, en la Tabla 5.15, se presenta el número de veces que se activó en botón de paro de emergencia.

Tabla 5.15. Resultados de la prueba de funcionamiento del botón de emergencia

<b>N.º de pruebas</b>	<b>El sistema se apago</b>	<b>El sistema se encendió después de presionar el botón de emergencia</b>
20	SI	NO

En base a los resultados obtenidos se pudo observar que el sistema se apaga por completo al presionar el botón de paro de emergencia el cual no se volverá a activar a menos que el paro de emergencia sea desactivado, este paro de emergencia tiene un seguro que le impide volver a su posición inicial y se debe girar para desenclavar y que el sistema vuelva a activarse.

A continuación, en la Figura 5.26, se presenta la activación manual del botón de paro de emergencia.

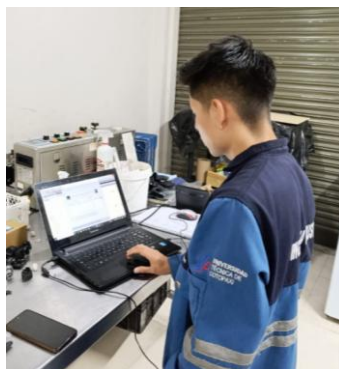


Figura 5.26. Validación del botón de paro de emergencia

### 5.3.2. Actividad 2. Valoración del impacto de la automatización en términos de eficiencia y costos.

#### 5.3.2.1. Análisis de eficiencia del sistema de elaboración de helados actual

##### I. Proceso antes de la automatización de la elaboración de Helados

Para realizar el análisis de eficiencia es indispensable conocer las actividades realizadas en la elaboración de helados, en la Tabla 5.16, se presentan las actividades que se realizan para la elaboración de helados de los meses octubre, noviembre, diciembre y enero.

Tabla 5.16. Datos del sistema actual de elaboración de helados

<b>Actividades realizadas para la elaboración de helados</b>		
Actividad realizada	Hora de realización	Tiempo destinado a realizar las actividades
Preparación de la piscina de salmuera	07:00 – 11:00	4 horas
Colocación de la primera parada de helados	11:00 – 13:00	2 horas
Preparación de nueva parada de helados	13:00 – 13:15	15 minutos
Colocación de la segunda parada de helados	13:15 – 15:15	2 horas
Preparación de nueva parada de helados	15:15 – 15:30	15 minutos
Colocación de nueva parada de helados	15:30 – 17:30	2 horas
Preparación de la nueva parada	17:30 – 17:45	15 minutos
Colocación de nueva parada de helados	17:45 – 19:45	2 horas
<b>Tiempo total utilizado en la elaboración de helados</b>		12 horas y 45 minutos

Tenido en cuenta las actividades y el tiempo que se demoran en realizar la elaboración de helados, es necesario conocer cuántos helados produce al día, en base a lo anterior mencionado en la Tabla 5.17, se presenta la cantidad de helados producidos al día y al mes.

Tabla 5.17. Cantidad de helados producidos antes de la automatización

<b>Cantidad de helados producidos por la empresa Bear helados de Salcedo</b>				
<b>Número de paradas realizadas al día</b>	<b>Cantidad de helados producidos en cada parada</b>	<b>Cantidad de helados producidos en el día</b>	<b>Cantidad de helados producidos de lunes a viernes</b>	<b>Cantidad de helados producidos al mes</b>
4	400	1600	8000	32000

## II. Presupuesto actual de la elaboración de helados

A continuación, se detalla el análisis económico/financiero de los costos directos involucrados en el proceso de la elaboración de helado, como se muestra en la Tabla 5.18.

En la, se presenta el presupuesto total que se gasta en la elaboración de helados.

Tabla 5.18. Presupuesto utilizado para la elaboración de helados

<b>Costos de materia prima e insumos por parada</b>				
<b>Costos directos</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo individual (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Leche	Litros	44	0,47	21,12
Crema	Gramos	2.800	0,002268	6,34
Azúcar	Gramos	5.800	0,001100	5,80
CMC	Gramos	160	0,016000	2,40
Galleta Oreo	Gramos	432	0,013889	6,00
Extracto de vainilla	Mililitros	60	0,010526	0,63
Esencia de vainilla	Mililitros	30	0,028000	0,84
Mermelada de mora	Gramos	800	0,000530	0,42
Paletas grandes	Ea	408	0,007143	2,91
Empaques grandes	Ea	408	0,025690	10,48
Mano de obra	Min	45	0,193750	8,72
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>				<b>65,67</b>
<b>Costos indirectos</b>				
Alimentación	Ea	6	2,63	2,63
Arriendo	Min	45	0,00579	0,26
Energía eléctrica	Min	45	0,00231	0,10
Movilización	Glb		0,35	0,35
Alquiler vehículo	Glb		5,00	5,00
Gas	Glb		0,35	0,35
Agua	Glb		0,08	0,08
Suministros de oficina y limpieza	Glb		0,70	0,70
Depreciación	Glb		1,03	1,03
<b>COSTO INDIRECTO TOTAL</b>				<b>10,50</b>
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION 400 unidades</b>				<b>76,16</b>
<b>COSTO UNITARIO DEL HELADO DE 130 GRAMOS</b>				<b>0,19</b>

### 5.3.2.2. Análisis de eficiencia del sistema de elaboración de helados con el sistema automatizado

En base a lo antes mencionado es indispensable conocer la eficiencia que tendrá la elaboración de helados al aplicar el sistema de automatización. Como primer punto se debe conocer que para evitar esa pérdida de tiempo de cuatro horas ocasionada por la preparación de la piscina de salmuera se eliminaría con la activación automática de la piscina a las 03:00 am, donde al tiempo de 4 horas de preparación de la piscina terminara a las 7:00 am, horario de entrada del personal de trabajo.

A continuación, en la Tabla 5.19, se presenta las actividades que se realizan con la automatización del sistema de los meses febrero, marzo, abril, mayo y junio.

Tabla 5.19. Actividades realizadas con la automatización

<b>Actividades realizadas para la elaboración de helados</b>		
Actividad realizada	Hora de realización	Tiempo destinado a realizar las actividades
Preparación de primera parada de helados	07:00 – 07:30	30 minutos
Colocación de la primera parada de helados	07:30 – 9:30	2 horas
Preparación de nueva parada de helados	09:30 – 09:45	15 minutos
Colocación de la segunda parada de helados	09:45 – 11:45	2 horas
Preparación de nueva parada de helados	11:45 – 12:00	15 minutos
Colocación de nueva parada de helados	12:00 – 14:00	2 horas
Preparación de nueva parada de helados	14:00 – 14:15	15 minutos
Colocación de nueva parada de helados	14:15 – 16:15	2 horas
Preparación de la nueva parada de helados	16:15- 16:30	15 minutos
Colocación de la nueva parada de helados	16:30- 18:30	2 horas
Preparación de la nueva parada de helados	18:30- 19:45	15 minutos
Colocación de la nueva parada de helados	19:45- 21:45	2 horas
<b>Tiempo total utilizado en la elaboración de helados</b>		13 horas y 45 minutos

Analizando las actividades y el tiempo que se demoran en realizar la elaboración de helados con el sistema automatizado, es necesario conocer cuántos helados produce al día, en base a lo anterior mencionado en la Tabla 5.20, se presenta la cantidad de helados producidas al día y al mes con el sistema automatizado.

Tabla 5.20. Cantidad de helados producidos con la automatización

<b>Cantidad de helados producidos por la empresa Bear helados de Salcedo</b>				
<b>Número de paradas realizadas al día</b>	<b>Cantidad de helados producidos en cada parada</b>	<b>Cantidad de helados producidos en el día</b>	<b>Cantidad de helados producidos de lunes a viernes</b>	<b>Cantidad de helados producidos al mes (4 semanas)</b>
6	400	2400	12000	48000

En la Figura 5.27, hemos tomado 4 meses antes de la automatización como son desde octubre del 2024 hasta enero del 2025 y el después de la automatización que va de (febrero – junio) del 2025, se puede notar el incremento que tuvo la empresa en cuanto a la producción de helados.

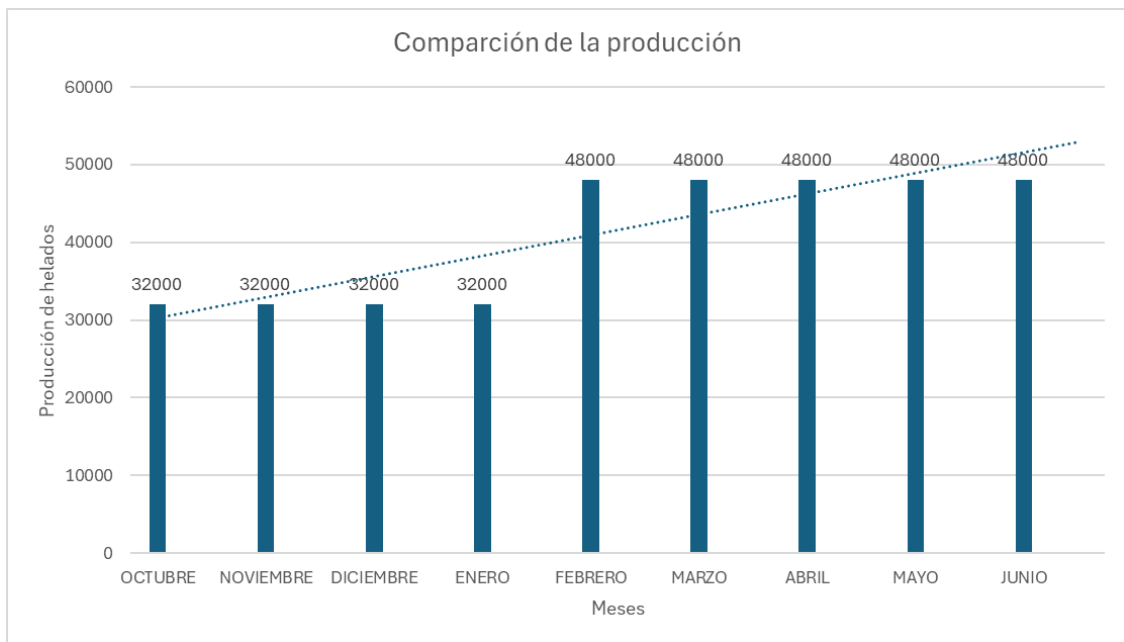


Figura 5.27. Antes y después de la automatización

### I. Cálculo de porcentaje de producción del sistema automatizado

Al analizar ambos casos se puede determinar el porcentaje de producción que tendría la automatización de la piscina de salmuera, para calcular el porcentaje de es necesario realizarla mediante la Ecuación (5.1), que se presenta a continuación:

$$\% \text{ Producción} = \frac{\text{Producción esperada} - \text{Producción real}}{\text{Producción real}} * 100 \quad (5.1)$$

En este caso se toma en cuenta que la producción real se basó al analizar la producción de la empresa utilizando el sistema automatizado por una semana, en donde en esa semana se llegó a la meta de producción esperada, siendo ese el caso se estima que la producción real en el mes sería la misma que se calculó anteriormente y la producción esperada es la cantidad de producción que se espera conseguir en un mes de utilizar el sistema automatizado. Identificado los datos se reemplaza en la Ecuación (5.1), realizando el cálculo como se indica a continuación.

$$\% \text{ Producción} = \frac{48000 - 32000}{32000} * 100$$

$$\% \text{ Producción} = 0,5 * 100$$

$$\% \text{ Produccion} = 50 \%$$

En base al resultado obtenido se puede decir que la aplicación del sistema automatizado llegó a funcionar según lo planeado, en donde no existen pérdidas de producción alcanzando la cantidad de producción esperada.

### 5.3.2.3. Presupuesto

A continuación, se detalla el análisis económico/financiero de la automatización de la piscina de salmuera, para lo cual se presentan los gastos para la construcción del sistema automatizado.

#### I. Costos Directos

Los costos directos se presentan a continuación en la Tabla 5.21.

Tabla 5.21. Costos directos para la automatización

<b>Costo de elementos</b>			
Elemento	Cantidad	Costo individual (\$)	Costo total (\$)
PLC 12/24 RCE	1	100,00	100,00
Pulsador con block	4	1,82	7,28
Contactador eléctrico	2	12,00	24,00
Luces piloto	2	1,50	3,00
Selector eléctrico	1	3,50	3,50
Breaker bipolar	1	7,48	7,48
Botón de paro de emergencia	1	4,50	4,50
Fusible con base	1	2,50	2,50
Caja metálica	1	70,00	70,00
Fuente de poder de 12V	1	12,00	12,00
Cables de conexión (en metros)	40	0,45	18,00
Tornillos autoperforantes	50	0,03	1,50
Borneras	3	4,50	13,50
Canaletas ranuradas (en metros)	4	5,25	21,00
Terminales de cables	50	0,03	1,50
<b>TOTAL</b>			<b>289,76</b>

Adicional a los costos directos, en la Tabla 5.22, se presentan los valores de los costos de ingeniería al realizar la automatización de la piscina de salmuera.

Tabla 5.22. Costos de ingeniería

<b>Costos de ingeniería</b>			
Parámetro	Horas utilizadas	Costo (\$)	Costo Total (\$)
Mano de obra directa	90	9,5	855,00
Diseño 2D del sistema eléctrico	5	13,00	65,00
Programación del sistema automatizado	6	20,00	120,00
<b>TOTAL</b>			<b>1040,00</b>

Finalizando el análisis de los costos directos, se continua con el análisis de los costos indirectos que intervienen en la automatización de la piscina de salmuera.

## II. Costos Indirectos

En este análisis de costos se detallan los valores indirectos que intervinieron en el desarrollo de la automatización de la piscina de salmuera, mismos que se detallan a continuación en la Tabla 5.23.

Tabla 5.23. Costos indirectos

<b>Materia prima indirecta</b>	
Descripción	Valor (\$)
Internet	20,00
Alimentación	28,25
Impresiones	10,00
Transporte	50,00
<b>TOTAL</b>	<b>108,00</b>

## III. Presupuesto total

A continuación, se describen los estimados de inversión para culminar la automatización de la piscina de salmuera, esto se obtiene al sumar los costos directos e indirectos con los cuales se calculará el costo total de inversión, el cual se presenta a continuación, en la Tabla 5.24.

Tabla 5.24. Presupuesto total

Costos directos	Subtotal (\$)
Tabla 5.21	289,76
Tabla 5.22	1040,00
Costos indirectos	Subtotal (\$)
Tabla 5.23	108,00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1437,76</b>

#### IV. Costos de mantenimiento

Estos costos pueden variar en función de diferentes factores, ya sea el tipo de mantenimiento que requiera o su complejidad. En la Tabla 5.25, se presenta la estimación de los costos de mantenimiento de la piscina de salmuera automatizada.

Tabla 5.25. Costos de mantenimiento

Descripción	Valor (\$)
Reemplazo de elementos desgastados	20,00
Programación del sistema	30,00
Limpieza de elementos	15,00
Mantenimiento preventivo	30,00
Mantenimiento correctivo	40,00
<b>TOTAL</b>	<b>135,00</b>

#### 5.3.2.4. Análisis del retorno de la inversión (ROI) – Return On Investment

La aplicación de un sistema de control automático en la empresa Polar Bear helados de Salcedo tiene como objetivo el mejorar el proceso de producción de los helados.

Según lo expuesto, se realiza un análisis sobre el retorno de la inversión, el cual permitirá conocer si la aplicación de este proyecto de automatización es viable.

Para determinar el impacto económico del proyecto, se tiene en consideración que la empresa ha destinado una gran cantidad de dinero de horas de trabajo debido a las 4 horas utilizadas para poner en funcionamiento la piscina de salmuera, lo que conllevaba a que la producción se ralentice.

Para el cálculo del ROI se lo realiza mediante la Ecuación (5.2), la cual se muestra a continuación:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Ganancia} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} * 100 \quad (5.2)$$

En este caso, la empresa estimó que la automatización puede generar una ganancia mínima de \$2.560 mensuales. La inversión es el costo de implementación del sistema automatizado de la piscina de Salmuera. En base a lo mencionado se reemplaza en la Ecuación (5.2) y se realiza el cálculo.

$$\text{ROI} = \frac{2.560 - 1.437,76}{1.437,76} * 100$$

$$\text{ROI} = 0,7805 * 100$$

$$\text{ROI} = 78,05\%$$

Basándose en el cálculo del ROI se puede decir que el 78,05% del retorno de la inversión es positivo y se recupera la inversión, lo que da a entender que la automatización de la piscina de salmuera es rentable y se puede recuperar la inversión en dos meses y 16 días se recupera, tomando en cuenta que cada mes laboral tiene 20 días, como se observa en la Ecuación (5.3).

$$\frac{\text{Inversión de automatización}}{\text{Días laborados por mes}} = \text{Inversión diaria de automatización} \quad (5.3)$$

$$\frac{1.437,76}{20} = 71,888$$

A esta cantidad se le multiplica por el ROI

$$\text{Inversión diaria de automatización} \times \text{ROI} = \text{Recuperación de inversión en días}$$

$$71,888 \times 0,7805 = 56,1 \text{ días}$$

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- Partiendo de los datos de incremento de producción, se denota que la hipótesis estipulada se la realizó con éxito ya que se cumplió con los parámetros esperados incrementando la producción en un 50%, lo que genera un ingreso significativo para la empresa.
- La caracterización nos permitió identificar las dificultades en el inicio del enfriamiento, evidenciando que la intervención humana era responsable en los tiempos de operación.
- La automatización del sistema nos permitió activar y desactivar el proceso con modos manual y automático previamente en la simulación que se tuvo en el LOGO Soft Comfort, evitando errores en la implementación, funcionando correctamente y eliminando retrasos de enfriamiento de la piscina salmuera.
- Se logró un aumento significativo en la producción gracias a la automatización pasando de 4 paradas al día a 6 paradas al día, donde se demuestra eficiencia en pruebas de funcionamiento y resultados positivos del ROI.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Capacitar al personal sobre el correcto funcionamiento de la automatización y el proceso caracterizado, para realizar mejoras continuas.
- Incluir un nuevo condensador que permita obtener más bajas en la salmuera y así poder realizar un control de temperatura, mediante sensores a futuro, aunque por el momento no se disponga del mismo.
- Evaluar el sistema periódicamente mediante indicadores de desempeño KPIs, para obtener resultados que nos permitan realizar una trazabilidad del impacto de la automatización en la producción.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ö. A. Atici y D. B. Özkan, «Experimental and Theoretical Investigation of Thermal Parameters Influencing the Freezing Process of Ice Cream», *Appl. Sci.*, vol. 14, n.º 14, Art. n.º 14, ene. 2024, doi: 10.3390/app14146194.
- [2] M. de P. Gonçalves y V. Silveira Junior, «Energy consumption reduction strategy for freezing of packaged food products», *Food Sci. Technol.*, vol. 38, pp. 341-347, oct. 2017, doi: <https://doi.org/10.1590/1678-457X.06517>.
- [3] M. de P. Gonçalves y V. Silveira Junior, «Energy consumption reduction strategy for freezing of packaged food products», *Food Sci. Technol.*, vol. 38, pp. 341-347, oct. 2017, doi: <https://doi.org/10.1590/1678-457X.06517>.
- [4] T. Huang, P. Bacher, J. K. Møller, F. D’Ettorre, y W. B. Markussen, «A step towards digital operations -- A novel grey-box approach for modelling the heat dynamics of Ultra-low temperature freezing chambers», 13 de junio de 2023, *arXiv*: arXiv:2306.07772. doi: 10.48550/arXiv.2306.07772.
- [5] A. Harfoush, Z. Fan, L. Goddik, y K. R. Haapala, «A review of ice cream manufacturing process and system improvement strategies», *Manuf. Lett.*, vol. 41, pp. 170-181, oct. 2024, doi: 10.1016/j.mfglet.2024.09.021.
- [6] I. Brambilla, A. César, G. Falcone, y L. Gasparini, «Automation Trends and Labor Markets in Latin America», Inter-American Development Bank, Washington, D. C., sep. 2023. doi: 10.18235/0005173.
- [7] «Automatización Industrial: Qué es y cómo funciona | Aula21». Accedido: 7 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cursosaula21.com/que-es-la-automatizacion-industrial/>
- [8] E. Filippi, M. Bannò, y S. Trento, «Automation technologies and their impact on employment: A review, synthesis and future research agenda», *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 191, p. 122448, jun. 2023, doi: 10.1016/j.techfore.2023.122448.
- [9] K. L. S. Sharma, «11 - Types of Automation Systems», en *Overview of Industrial Process Automation (Second Edition)*, K. L. S. Sharma, Ed., Elsevier, 2017, pp. 171-183. doi: 10.1016/B978-0-12-805354-6.00011-6.
- [10] E. L. Tafur Morey, «Automatización de procesos en la industria alimentaria», 2022, Accedido: 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8608>
- [11] L. M. Paucar-Menacho, C. Moreno-Rojo, S. R. Chuqui-Diestra, L. M. Paucar-Menacho, C. Moreno-Rojo, y S. R. Chuqui-Diestra, «Tecnologías emergentes no térmicas en la industria alimentaria: Avances y potenciales aplicaciones en el procesamiento de alimentos», *Sci. Agropecu.*, vol. 15, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2024, doi: 10.17268/sci.agropecu.2024.006.
- [12] A. S. Zambrano Pullutaxi y K. L. Zambrano Castillo, «Implementación de un prototipo electrónico para el monitoreo y control del nivel de glicol en una salmuera de helados mediante tecnología OPC para la microempresa “Helados Mi Chiquito”.», sep. 2021, Accedido: 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/20497>
- [13] Y. P. Pacheco Cueva y J. P. Pazmiño Vásconez, «Artículo Científico - Diseño e implementación de un sistema de dosificación de líquidos de diferentes densidades, controlado mediante tecnología de dispositivos móviles para la microempresa FULL CREAM.», dic. 2014, Accedido: 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9235>
- [14] C. Roselló Francés, «Automatización y control de un proceso de enfriamiento en la industria alimentaria», Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, Universitat Politècnica de

- València, 2021. Accedido: 9 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/173941>
- [15] D. R. Guachi Moposita y J. X. Rojas Correa, «Automatización y monitoreo del sistema de refrigeración de los cuartos fríos de Fabrilacteos Cía. Ltda. – Helados Jotaerre», jun. 2016, Accedido: 9 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17198>
- [16] A. R. Elescano, «Optimización en el sistema de control de producción en una fábrica de hielo industrial en bloques utilizando las herramientas ciclo Deming y Smed», dic. 2024, Accedido: 9 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/51501291/Optimizaci%C3%B3n\\_en\\_el\\_sistema\\_de\\_control\\_de\\_producci%C3%B3n\\_en\\_una\\_f%C3%A1brica\\_de\\_hielo\\_industrial\\_en\\_bloques\\_utilizando\\_las\\_herramientas\\_ciclo\\_Deming\\_y\\_Smed](https://www.academia.edu/51501291/Optimizaci%C3%B3n_en_el_sistema_de_control_de_producci%C3%B3n_en_una_f%C3%A1brica_de_hielo_industrial_en_bloques_utilizando_las_herramientas_ciclo_Deming_y_Smed)
- [17] «Equipos Utilizados en La Elaboracion de Helados | PDF | Helado | Viscosidad», Scribd. Accedido: 9 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/445539523/EQUIPOS-UTILIZADOS-EN-LA-ELABORACION-DE-HELADOS-docx>
- [18] Y. Sario Toledo, S. Pérez Ybáñez, E. García Noa, y O. L. Rodríguez González, «Evaluación energética de una planta de helados», *Ing. Energética*, vol. 38, n.º 1, Art. n.º 1, 2017.
- [19] R. Castellnou, «Identificar y elaborar el mapa por procesos de la empresa». Accedido: 8 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.captio.net/blog/identificar-y-elaborar-el-mapa-de-procesos-de-la-empresa>
- [20] «Cadpro». Accedido: 10 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://cadpro.io/nz/products/autodesk-autocad/features/>
- [21] «LOGO Siemens qué es y para qué sirve y cómo programarlo» tecnopl». Accedido: 10 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.tecnopl.com/logo-siemens-que-es-y-para-que-sirve-y-como-programarlo/>
- [22] «Diagrama de flujo - Qué es, tipos, simbología y ejemplos». Accedido: 9 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>
- [23] A. P. Toapanta Tutillo, «Sistema de gestión por procesos en el área de producción de helados en la empresa Aventurate», sep. 2023, Accedido: 29 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39372>
- [24] S. R. Pérez, «GUÍA DE USO DE LA HERRAMIENTA DE DISEÑO GRÁFICO CANVA».
- [25] «Metodología Waterfall: la gestión de proyectos en cascada - IEP». Accedido: 31 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://iep.edu.es/metodologia-waterfall/>
- [26] P. Ponsa y A. Granollers, «DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL».

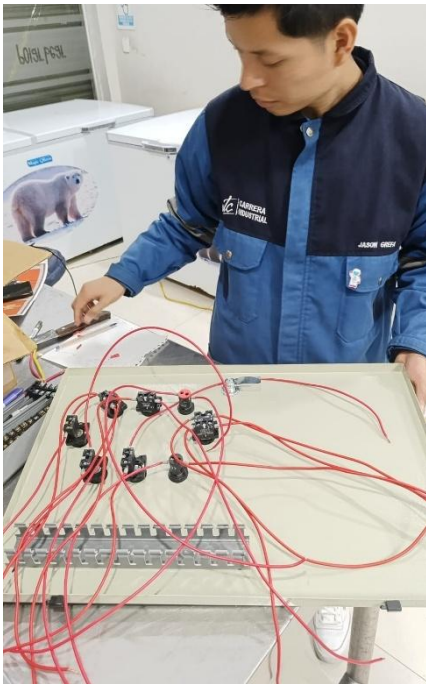
# ANEXO 1

## Instalación de componentes físicos en el tablero



## ANEXO 2

### Intalación en el tablero de control



## ANEXO 3

### Declaración de veracidad de la información proporcionada

Salcedo, 01 de agosto del 2025

**DECLARACIÓN DE VERACIDAD DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**


Por medio del presente, hago constar que la información y los datos proporcionados en el documento adjunto titulado **DECLARACIÓN DE VERACIDAD DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA**, han sido recopilados, verificados y revisados cuidadosamente, y que los mismos son **verídicos, reales y comprobables** a la fecha de su emisión.


Dicha información ha sido obtenida y validada conforme a los procedimientos establecidos por esta institución. Por lo tanto, **asumimos plena responsabilidad sobre su contenido** y garantizamos su autenticidad para los fines que se estimen convenientes.

Este oficio se emite a solicitud de parte interesada y para los efectos legales que correspondan.

Sin otro particular, me despido cordialmente,

Atentamente,

  
0503991960

  
POLAR  
bear  
HELADOS DE SALCEDO

Ing. Juan Gabriel Pumasunta Chicaiza  
Gerente Propietario

0988243480 / ventaspolarbear@gmail.com

Salcedo, Vicente León y Vicente Maldonado  
Telf: 09882-43480