



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA
ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

KERLY XIOMAR FIGUEROA SUAREZ

JOSEPH ADRIÁN RODRÍGUEZ PRADO

TUTOR:

ING. ALEJANDRO CRISÓSTOMO VÉLIZ AGUAYO, PhD.

La Libertad, Ecuador

2025

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL

TEMA:

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL
PARA LA ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA EN SALINAS,
ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

**KERLY XIOMAR FIGUEROA SUAREZ
JOSEPH ADRIÁN RODRÍGUEZ PRADO**

TUTOR:

ING. ALEJANDRO CRISÓSTOMO VÉLIZ AGUAYO, PhD.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2025

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Figuroa Suárez Kerly Xiomar y Rodríguez Prado Joseph Adrián**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f.  _____

Ing. Véliz Aguayo Alejandro Crisóstomo, PhD.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f.  _____

Ing. Balón Ramos Isabel del Rocío, M.Sc.

La Libertad, a los 17 del mes de diciembre del año 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR”, elaborado por FIGUEROA SUAREZ KERLY XIOMAR Y RODRÍGUEZ PRADO JOSEPH ADRIÁN, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Industriales, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 
Ing. Véliz Aguayo Alejandro Crisóstomo, PhD.

La Libertad, a los 17 del mes de diciembre del año 2025

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Figuroa Suarez Kerly Xiomar y Rodríguez Prado Joseph Adrián**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR.**” previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me/nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 17 del mes de diciembre del año 2025

LOS AUTORES:

f. 

Figuroa Suarez Kerly Xiomar

f. 

Rodríguez Prado Joseph Adrián

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Figuroa Suarez Kerly Xiomar y Rodríguez Prado Joseph Adrián**

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**Propuesta de diseño de planta de refinamiento de sal para la Asociación Montaña Blanca en Salinas, Ecuador**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 17 del mes de diciembre del año 2025

LOS AUTORES:

f. 
Figuroa Suarez Kerly Xiomar

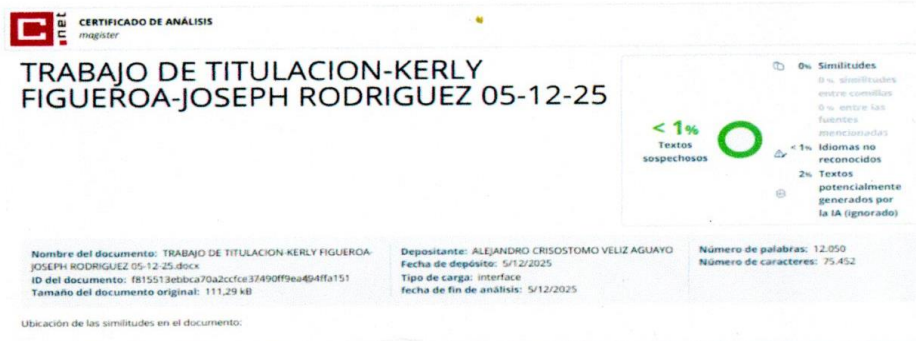
f. 
Rodríguez Prado Joseph Adrián

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACION MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR”, elaborado por FIGUEROA SUAREZ KERLY XIOMAR Y RODRIGUEZ PRADO JOSEPH ADRIAN, egresados de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio Compilatio, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 1% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,



FIRMA DEL TUTOR

f. 

Ing. Veliz Aguayo Alejandro Crisóstomo, Phd

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGIA

VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

CERTIFICO

Que, he realizado la revisión y corrección del Trabajo de Integración Curricular para la obtención del título de Ingeniero Industrial con el tema: **“PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR”**. Ha sido desarrollado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial: **KERLY XIOMAR FIGUEROA SUAREZ** y **JOSEPH ADRIÁN RODRÍGUEZ PRADO** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Que, el trabajo presenta un dominio formal del lenguaje, con expresión clara, coherencia discursiva y solidez interpretativa. Asimismo, garantizando su adecuación a los estándares académicos y formales requeridos.

Por lo expuesto, se expide el presente certificado para que los interesados lo utilicen ante las instancias que correspondan.

Atentamente,



Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.
Magíster en Educación Básica
Correo: misabelp1017@gmail.com
C.C: 0605353143
Celular: 0969917044

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los docentes que, a lo largo de mi formación universitaria, contribuyeron de manera significativa a mi desarrollo académico y profesional. Gracias a sus conocimientos, orientación y compromiso, fue posible adquirir las bases necesarias para la realización de este trabajo de titulación.

De manera especial, agradezco a mi familia, especialmente a mis padres Ygnacio Figueroa y Elsa Suarez, por su apoyo incondicional, confianza y motivación permanente, los cuales han sido fundamentales para alcanzar este objetivo académico y personal.

Asimismo, a mis amigos y compañeros, quienes durante la carrera compartieron conocimientos, experiencias y momentos de aprendizaje, brindando apoyo y ánimo en cada etapa del camino.

Finalmente, agradezco a la universidad por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, así como por los recursos y el espacio académico que hicieron posible la culminación de esta importante etapa de mi vida.

Figueroa Suarez Kerly

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mi Alma Máter, la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). En sus aulas donde cimenté mis bases profesionales y adquirí el conocimiento especializado. Es gracias a su excelencia académica y a la solidez de sus programas que hoy puedo culminar este ciclo y convertirme en el profesional que soy.

Una gratitud especial y eterna a mi abuelo, José Prado Chicaiza. Más que un abuelo, ha sido mi padre y mi guía incondicional. Sin su incalculable apoyo, su sacrificio constante y su fe en mí, la realización de esta meta no hubiera sido posible. Su ejemplo de vida y su amor inagotable son la base de mi perseverancia.

Extiendo mi reconocimiento a todos los docentes y catedráticos que formaron parte de mi camino universitario. Gracias por transmitir con pasión sus valiosos conocimientos, por compartir su experiencia profesional y, sobre todo, por inculcarme los valores éticos y el rigor académico que me distinguirán en mi futuro laboral.

Finalmente, agradezco al personal administrativo y técnico de la universidad. Su eficiente labor en las áreas de biblioteca, laboratorios y oficinas, proveyendo los recursos y el ambiente necesarios, fue un soporte silencioso pero crucial para el desarrollo exitoso de esta investigación.

Rodríguez Prado Joseph

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo es dedicado en primer lugar a Dios por acompañarme y bendecirme en cada etapa de este proceso, por concederme la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar este importante logro. Gracias por ser mi apoyo, mi guía y mi presencia constante a lo largo de este camino personal y académico.

A mis padres, **Ygnacio Figueroa y Elsa Suarez**, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante. Gracias por creer en mí, por motivarme a no rendirme, por sus palabras de aliento y por ser el pilar fundamental que hizo posible la culminación de este sueño. Todo lo que soy y lo que he logrado se los debo a ustedes.

Figueroa Suárez Kerly

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por ser mi guía y fortaleza inagotable. Gracias por iluminar mi camino, por cada aliento que me permitió llegar hasta aquí, y por la infinita bondad con la que bendices mi vida. Este logro es la manifestación de tu gracia y un motivo de profunda emoción.

A mi amada madre, María Pamela Prado Neira: A ti, dedico el más profundo de mis agradecimientos y todo el esfuerzo de este trabajo. Gracias por tu fe inquebrantable, por tu confianza ciega en mi potencial, y por ser el faro que ilumina mis pasos. Mi mayor orgullo es ser tu hijo, y este título es tuyo tanto como mío.

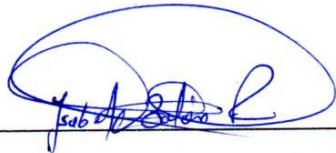
A mis queridos abuelos: Ustedes son, junto a mi madre, la más grande inspiración y el motor de mi perseverancia. Me lo han dado absolutamente todo, con amor y sacrificio inigualables. Les debo la persona que soy. Este trabajo es también un testimonio de su legado y un pequeño homenaje a todo lo que me han enseñado.

A mi ejemplar tío: Por ser una constante inspiración, por tus valiosos consejos que siempre me orientaron, y por tu apoyo incondicional en cada etapa.

A mi Valiosa y querida Madrina Inés Arellano Díaz quien ha sido un apoyo incondicional para mí durante todo este proceso, esta meta es lograda gracias a su constante aprecio, consejos y motivación dados, nunca se me olvidaron y los llevé conmigo siempre.

Rodríguez Prado Joseph

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, M.Sc
DIRECTORA DE CARRERA

f. 

Ing. Edison Noé Buenaño Buenaño, Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Véliz Aguayo Alejandro Crisóstomo, PhD.
DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica, PhD

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	V
AUTORIZACIÓN.....	VI
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	VII
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGIA	VIII
AGRADECIMIENTOS	IX
AGRADECIMIENTOS	X
DEDICATORIA	XI
DEDICATORIA	XII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	XIII
ÍNDICE GENERAL.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS.....	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	4

CAPÍTULO I	9
MARCO TEÓRICO	9
1.1. Antecedentes de la investigación	9
1.2. Revisión literaria	10
1.3. Estado conceptual.....	14
1.4. Descripción del sistema productivo actual.....	22
CAPÍTULO II	25
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	25
2.1. Métodos de investigación.....	25
2.2. Tipo de investigación	25
2.3. Etapas de la investigación	25
2.4. Población y muestra	26
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos.....	28
2.6. Diagnóstico de la situación problemática.....	30
CAPÍTULO III	36
DISEÑO TÉCNICO DE LA PLANTA DE REFINAMIENTO	36
3.1. Alternativas de soluciones.....	36
3.2. Implementación de la propuesta.....	40
Para estimar el mercado nacional usamos la ecuación (6)	41
3.4. Justificación económica	65
3.5. Justificación ambiental.....	68
3.6. Justificación social	69

3.7.	Análisis comparativo.....	72
3.8.	Planning de control.....	74
3.9.	Marco de discusión.....	77
	CONCLUSIONES.....	81
	RECOMENDACIONES.....	82
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
	ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de enfoques aplicados.....	13
Tabla 2. Resumen de técnicas ejecutadas.....	14
Tabla 3. Población estratificada de socios.....	27
Tabla 4. Muestreo por criterios de conveniencia.	27
Tabla 5. Resultados de validación por expertos.	29
Tabla 6. Estadística de fiabilidad.	32
Tabla 7. Datos de Pareto, causa – raíz.....	33
Tabla 8. Análisis FODA.....	34
Tabla 9. Selección de sectores por coordenadas geográficas.....	37
Tabla 10. Selección de factores y calificaciones.	37
Tabla 11. Ponderación total de factores de localización.	37
Tabla 12. Dimensiones de elementos fijos y móviles.	39
Tabla 13. Cálculo del método de Guerchet.	39
Tabla 14. Segmentación del mercado en Ecuador.	42
Tabla 15. Potencia nominal de equipos.....	48
Tabla 16. Dimensiones específicas de construcción.	58
Tabla 17. Fases de construcción.....	59
Tabla 18. Programa de manejo ambiental.	59
Tabla 19. Plan de monitoreo ambiental.....	62
Tabla 20. Cronograma de implementación.	62
Tabla 21. Presupuesto de la inversión.....	66
Tabla 22. Flujo neto de caja.	67
Tabla 23. Datos de indicadores financieros.....	67
Tabla 24. Plan de mantenimiento de infraestructura y equipos.	68
Tabla 25. Precio de venta de sal.....	70
Tabla 26. Cargo que ocupar por socio según el terreno que posee.	71
Tabla 27. Costo de acometida y banco de transformadores.....	71
Tabla 28. Análisis comparativo – causas.	72
Tabla 29. Planning de control de planta de refinación de sal.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis de coocurrencia.....	11
Figura 2. Red bibliométrica de coautoría de revistas.....	11
Figura 3. Identificación de registros.....	12
Figura 4. Ubicación satelital de Asociación Montaña Blanca.....	22
Figura 5. Excavación de zanjas.....	23
Figura 6. Proceso de evaporación.....	23
Figura 7. Cristalización de la sal.....	24
Figura 8. Proceso de cosecha de sal.....	24
Figura 9. Procedimiento metodológico.....	26
Figura 10. Plan de recolección de datos.....	28
Figura 11. Diagrama de Pareto.....	33
Figura 12. Localización de sectores en la asociación.....	36
Figura 13. Localización de planta de refinación.....	38
Figura 14. DOP propuesto.....	44
Figura 15. Molienda de sal MIXOL.....	45
Figura 16. Cribas vibratorias.....	46
Figura 17. Clasificadora de la sal por color.....	46
Figura 18. Envasadoras de sal.....	47
Figura 19. Mesa de trabajo.....	47
Figura 20. Simulación de proceso de refinación de sal propuesto.....	51
Figura 21. Dashboard de simulación.....	53
Figura 22. Diagrama de áreas.....	64
Figura 23. Análisis comparativo de propuesta.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Método marco SALSA.	90
Anexo 2. Fuentes de recopilación de información.	90
Anexo 3. Matriz referencial de artículos seleccionados.	91
Anexo 4. Matrices de operacionalizaciones de variables.	93
Anexo 5. Resultados de validación de expertos.	94
Anexo 6. Tabulación de resultados de encuesta.	99
Anexo 7. Resultado matriz MEFI.	103
Anexo 8. Resultados de entrevista.	104
Anexo 9. Tabulación de resultados en SPSS.	105
Anexo 10. Elaboración de estrategias.	106
Anexo 11. Desarrollo en Excel de método Guerchet.	106
Anexo 12. Desarrollo de costos de construcción de infraestructura.	107
Anexo 13. Desarrollo de simulación en programa FlexSim.	108
Anexo 14. Cálculo de indicadores financieros.	108
Anexo 15. Ficha técnica de equipos.	109

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

Abreviatura	Significado
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
B/C	Relación beneficio–costo.
TIR	Tasa interna de retorno.
VAN	Valor actual neto.
BSC	Balanced Scorecard.
M&E	Monitoreo y evaluación.
kW	Kilovatio.
V	Voltio.
kg	Kilogramo.
m ³	Metro cúbico.
t/h	Toneladas por hora.
p/h	Paquetes por hora.
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible.
PM	Preventive Maintenance (mantenimiento preventivo).

Símbolo	Descripción	Unidad
P	Potencia eléctrica.	kW
V	Voltaje.	V
I	Corriente eléctrica.	A
η	Eficiencia del sistema.	%
Q	Capacidad de producción.	t/h o m ³ /h
C	Costo total.	USD
R	Ingreso o recaudación.	USD
T	Tiempo de operación.	h
FC	Flujo de caja.	USD/año
d	Tasa de descuento.	%
Δ	Variación o cambio.	-
t	Periodo de análisis.	años
S	Salinidad del producto.	g/L
ρ	Densidad de la salmuera.	kg/m ³

PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR.

Autores: Figueroa Suarez Kerly Xiomar

Rodríguez Prado Joseph Adrián

Tutor: Ing. Alejandro Crisóstomo Véliz Aguayo, PhD.

RESUMEN

El estudio se desarrolló para el diseño de una planta de refinamiento de sal para la asociación Montaña Blanca, ubicada en Salinas, Ecuador, ante la necesidad de modernizar su sistema artesanal de producción y mejorar la calidad del producto su objetivo fue diseñar una propuesta de una pequeña planta de refinamiento de sal a través de técnicas pertinentes para la optimización de los procesos productivos en la asociación. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y transeccional, aplicada a una muestra poblacional de los cuales participaron 66, donde se utilizó una encuesta de 20 preguntas que permitió diagnosticar la situación actual de la asociación. Además, se revela que las causas del problema fueron la infraestructura inadecuada (21.1 %), la limitada pureza y homogeneidad del producto (17.8 %) y la baja tecnificación (15.1%). La propuesta consistió en el diseño de una planta de refinamiento, donde el sector 3 obtuvo la puntuación de 4 puntos. El cálculo de espacios mediante el método de Guerchet determinó un área óptima de 127.16 m² y la simulación del proceso estimó una capacidad instalada de 9,180 toneladas por año. La evaluación económica arrojó una inversión total de \$184,342.22 con un VAN positivo de \$72,043,00 una TIR de 27.71 %. Se concluyó que la planta permite incrementar los ingresos de los socios, mejorar la competitividad del producto y fortalecer la sostenibilidad económica y social de la comunidad.

Palabras clave: refinamiento, sal marina, planta piloto, rentabilidad, tecnificación, Asociación Montaña Blanca.

DESIGN OF A PROPOSAL FOR A SMALL SALT REFINING PLANT FOR THE MONTAÑA BLANCA ASSOCIATION, SALINAS, ECUADOR.

Authors: Figueroa Suarez Kerly Xiomar

Rodríguez Prado Joseph Adrián

Tutor: Ing. Alejandro Crisóstomo Véliz Aguayo, PhD.

ABSTRACT

The study was developed for the design of a salt refining plant for the Montaña Blanca Association, located in Salinas, Ecuador, in response to the need to modernize its artisanal production system and improve product quality. Its objective was to design a proposal for a small salt refining plant using relevant techniques to optimize the Association's production processes. The methodology used was quantitative, with a non-experimental and cross-sectional design, applied to a sample population of 40 participants, using a 20-question survey to diagnose the association's current situation. In addition, it was revealed that the causes of the problem were inadequate infrastructure (21.1 %), limited product purity and homogeneity (17.8 %), and low technification (15.1 %). The proposal consisted of the design of a refining plant, where Sector 3 obtained a score of 4 points. The calculation of spaces using the Guerchet method determined an optimal area of 127.16 m², and the process simulation estimated an installed capacity of 9,180 tons per year. The economic evaluation yielded a total investment of \$184,342.22 with a positive NPV of \$72,043.00 and an IRR of 27.71 %. It was concluded that the plant would increase the partners' income, improve the competitiveness of the product, and strengthen the economic and social sustainability of the community.

Keywords: refinement, sea salt, pilot plant, profitability, technification, Montaña Blanca Association.

INTRODUCCIÓN

A nivel sectorial, muchas plantas de refinamiento de sal en América Latina operan con tecnologías obsoletas, lo que limita la eficiencia operativa, incrementa el desperdicio de recursos y reduce la calidad del producto final (Campos-Nonato et al., 2022) . Un diseño óptimo de planta busca reorganizar el uso del espacio, los flujos de trabajo y los procesos industriales, lo cual permite reducir tiempos de ciclo, minimizar el movimiento innecesario y mejorar el control de calidad. En este contexto, proponer un rediseño de planta representa una estrategia fundamental para pequeñas y medianas empresas que desean posicionarse en un mercado competitivo, cumpliendo con estándares internacionales de eficiencia y sostenibilidad.

En el ámbito nacional, la industria de procesamiento de sal representa un componente estratégico dentro del sector agroindustrial y químico, dado su papel en la producción de alimentos, productos farmacéuticos y químicos. Según la CEPAL et al. (2024), el desarrollo de infraestructuras industriales modernas es clave para la competitividad de los países latinoamericanos en mercados globales, especialmente en industrias extractivas y de transformación como la de la sal. Además, la optimización de plantas industriales contribuye directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente en lo relacionado con innovación, industria e infraestructura (Unidas, 2022).

En el estudio de Ali et al. (2024), determinaron que, la creciente demanda de sal industrial y farmacéutica supera la capacidad de producción, lo que plantea desafíos para la industria salinera. Este estudio utiliza un método de hidro extracción rentable con lavadoras mezcladoras e hidrociclones para mejorar la pureza del NaCl y eliminar los iones Ca_{24} y Mg_{24} de la sal gruesa (CS), estos indican que la sal de la lavadora mezcladora (CS-MW) cumple con los estándares industriales con 99,72 % de NaCl, 0,036 % de Ca_{24} y 0,067 % de Mg_{24} , mientras que la sal de los hidrociclones (CS-HC) cumple con los estándares farmacéuticos con 99,87 % de NaCl, 0,054 % de Ca_{24} y 0,052 % de Mg_{24} .

En el plano operativo, las deficiencias en el diseño de planta afectan directamente indicadores clave como la productividad, la utilización de recursos humanos, el consumo energético y los niveles de desperdicio. Estudios como de Espinales Meza et al. (2025) destacan que un rediseño basado en principios de manufactura esbelta puede mejorar la eficiencia operativa

hasta en un 30 %, al eliminar cuellos de botella y reorganizar la disposición de equipos. Implementar herramientas como el diagrama de recorrido, análisis de relaciones entre actividades (CRAFT), y simulaciones de flujo puede ser determinante para lograr mejoras sostenibles en la producción de sal refinada.

Para Valencia (2024), menciona que el Lean Manufacturing es concebido como un enfoque sistémico de gestión, cumple un rol clave en la mejora continua de la productividad dentro de entornos industriales y organizacionales. Al implementar sus principios y prácticas, las empresas logran detectar y eliminar de manera proactiva aquellas actividades que no generan valor, optimizar sus procesos operativos y promover una cultura de mejora permanente en todos los niveles de la estructura organizativa.

Otro aspecto relevante en la conceptualización de esta microempresa es la economía asociativa, en la que se basan muchas microempresas rurales en Ecuador. En el caso de la Asociación Montaña Blanca, el capital humano está conformado principalmente por pequeños productores, hombres y mujeres que tradicionalmente han trabajado en la cosecha y venta de sal en bruto. Así mismo, que este tipo de organizaciones se puedan adaptar a un mercado más competitivo para mantener o mejorar su nivel de productividad con relación a la demanda.

Este estudio propone un esquema participativo de organización empresarial, donde los socios puedan asumir diferentes roles en función de sus habilidades y experiencias, desde la producción hasta la comercialización, pasando por la gestión administrativa y de calidad. A través del diseño de una limitada planta de refinamiento de sal que se acople a una capacidad productiva mayor al actual. Para el cumplimiento de los objetivos del estudio que busca en la reducción de los problemas existentes en la Asociación Montaña Blanca.

Antecedentes del problema

En el ámbito global, Sun et al. (2025) señalan en la revista “Ciencia de la Membrana”, sobre el refinamiento eficiente de la sal de mar, debido a la presencia de múltiples inconvenientes en el uso de directo de este material crudo. Esto provoca daños a los equipos industriales, además, reduce la calidad del producto final y de un riesgo para la salud humana en cuestiones de alimentación y farmacéutica. Para evitar problemas, se utilizan métodos para separar iones específicos, pero no se exploran aspectos de costos operativos o de su rendimiento a gran escala.

En la región latinoamericana, en estudio como el de Sola et al. (2024) que evalúan sobre las descargas de salmuera en proyectos de desalinización, sobre todo en países de América del Sur como Chile con plantas que producen 103.400 m³/día. No obstante, las columnas de sal inducen a perturbaciones bióticas y abióticas en el ecosistema que se encuentra. Así mismo, tiene un efecto negativo en las zonas de impacto. Por lo tanto, es necesario de que se adopten medidas correctivas y preventivas, pero existe una falta de conocimiento para un desarrollo continuo.

En Ecuador, estudios como el de Vera Mendoza et al. (2021), aluden que, las asociaciones de producción de sal son abandonadas esto es debido a que las salinas tradicionales ya no son factibles en presencia de las grandes productoras existentes en el mercado. Esta problemática ha provocado que dichas organizaciones desaparezcan por su falta de criterio técnico, económico y ambientales que ya no son sostenibles. En síntesis, es necesario que se establezcan métodos para su reestructuración a una producción de carácter industrial. Dentro del país existen 4 plantas dedicadas al refinamiento de sal, ubicadas en las provincias de: Guayas, Manabí, Santa Elena y Bolívar, sin embargo, su capacidad y distribución geográfica resultan insuficientes para cubrir la demanda nacional, lo que justifica la creación de una nueva planta.

Por parte de Quinapallo García & Ochoa Armijos (2019) manifiestan que, la producción de sal se concentra con una mayor intensidad en la península de Santa Elena, específicamente en la localidad de Mar Bravo en Salinas, donde las empresas productoras deben cumplir normativas ambientales, pero no todas las industrias cumplen con los procesos productivos desde la recepción hasta el almacenamiento del producto final. Por lo tanto, se procura que el refinamiento cumpla con los estándares de calidad y se apliquen las regulaciones de forma eficiente.

Aunque existe una alta actividad del refinamiento de sal en la península, hay la ausencia de estudios para industrializar los procesos artesanales, por lo que limita la sostenibilidad de este sector. Para superar esta limitación, el diseño de una planta de refinación de sal se presenta como una necesidad importante. Esto permite aumentar la eficiencia y la calidad del producto, aprovechar el potencial de la sal local, cumplir con normas sanitarias y lograr una posición competitiva en el mercado.

Como problemas identificados en la Asociación Montaña Blanca, la producción de sal refinada para su comercialización está centrada en la falta de optimización por mantener un sistema productivo tradicional que no permite competir con las principales industrias locales, además esto conlleva a una falta de estandarización, además, el problema con la baja calidad en comparación al

producto con mayor influencia provoca a una baja satisfacción de los clientes. Bajo estos contextos se evidencia la necesidad de crear una planta para mejorar la calidad de refinamiento de sal, por ende, se formula las siguientes preguntas de investigación.

Preguntas de investigación

¿En qué medida el diseño de una planta de refinamiento de sal puede mejorar la productividad y eficiencia operativa de la Asociación Montaña Blanca en Salinas, Ecuador?, ¿Qué factores técnicos, operativos y comerciales influyen en el proceso de sal refinada destinada a su comercialización?, ¿Qué métodos y herramientas de recolección de datos permiten diagnosticar de manera precisa la situación actual de la asociación ante la ausencia de una planta de refinamiento de sal?, ¿Qué resultados y mejoras se esperan obtener con la propuesta de diseño de planta de refinamiento de sal en términos de producción, calidad de producto?

Objetivo general:

Diseñar una planta de refinamiento de sal para la optimización de los procesos productivos en la Asociación Montaña Blanca, Salinas, Ecuador.

Objetivos específicos:

- Analizar la información bibliográfica existente mediante el método marco SALSAS para el sustento de las variables, de manera práctica y teórica.
- Identificar las metodologías existentes para la recopilación de datos para darle solución al problema ante la ausencia de una planta de refinamiento de sal.
- Estructurar el diseño en base a procesos productivos, requerimientos tecnológicos, gestión organizativa y proyección de mercado para la creación de una planta para refinamiento de sal.

Justificación

Para García et al. (2019), el diseño de una planta industrial permite una mejora de los procesos productivos para una mayor comercialización del producto procesado como una iniciativa al emprendimiento, la detección a un mercado potencial y sobre las necesidades de los clientes como objetivo de definir factores que solventes los requerimientos. La presente investigación se justifica en un estudio técnico operacional que opte a la eficiencia y la sostenibilidad, ya que son retos que involucra al tipo de producto, los procesos y de las acciones que intervienen en el diseño para el cumplimiento de los objetivos (Muñoz-López et al., 2021). Bajo este contexto, la originalidad de este proyecto radica en el enfoque integral para potenciar la producción de sal refinada junto a un impacto positivo en lo económico, social y ambiental a la comunidad de Montaña Blanca, esto evita que la sal producida sea purificada de una forma óptima y se reduce los desperdicios generados en este proceso.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

El objetivo de estudio de García-Vidal et al. (2023), es ofrecer una aproximación al diseño organizativo de las pequeñas empresas, identificando los factores internos y externos que influyen en su estructuración. Como metodología utilizada es de tipo conceptual, basada en el análisis de enfoques organizacionales aplicables a las pymes, considerando tanto elementos internos como factores externos del entorno económico, industrial y del mercado. Los resultados revelan que una adecuada estructuración organizativa, combinada con liderazgo efectivo, flexibilidad y capacidad de adaptación, es esencial para las microempresas.

Así mismo, en el estudio de Vera-Mendoza et al. (2020), demuestran que la producción artesanal de sal en Manta, Ecuador, enfrenta una crisis debido a la competencia desigual con industrias salinas masivas. Ante esta problemática, una asociación local desarrolló una propuesta de refinamiento técnico-industrial con enfoque estructurado. Se aplicó una metodología basada en caracterización del producto, flujograma de producción y análisis de capacidad operativa. Los resultados revelan una sal con 98.5 % de NaCl, humedad de 0.5 % y una reducción de impurezas (insolubles: 0.3 %), estableciendo bases para un modelo comercial sostenible

En el estudio de Alarcón-Castro & Ferruzca-Navarro (2020), buscaron fortalecer la competitividad de las microempresas manufactureras de Chile mediante la incorporación del diseño industrial en la mejora de procesos productivos, condiciones laborales y diversificación de productos. La metodología aplicada se basa en un enfoque colaborativo que incluye las etapas de ideación, desarrollo e implementación de prototipos de alta fidelidad. Como resultado, se lograron soluciones concretas para 15 microempresas a través de prototipos funcionales, valorados positivamente por las empresas, quienes fortalecieron sus capacidades prácticas y estratégicas.

Para abordar la adaptación de estos temas, se adoptó como punto de partida una revisión de literatura guiada por el marco metodológico SALSA, el cual facilitó la selección y reducción de la información recolectada en las bases de datos.

1.2. Revisión literaria

La revisión exhaustiva de la literatura se fundamenta bajo la metodología del marco SALSA que demuestra la complejidad de los diseños de plantas refinadoras de sal, se desarrolló una búsqueda de artículos publicados entre los últimos cinco años (2020 hasta 2025), por ende la información resultante para la presente investigación fueron revistas científicas donde se ejecutó la búsqueda en las fuentes de Scopus, Scielo y Dialnet, por medio de estos motores de información se obtuvo la validez y confiabilidad de las revistas científicas, promulgando al investigador adaptar la información resultante como fuente idónea de las variables de estudio.

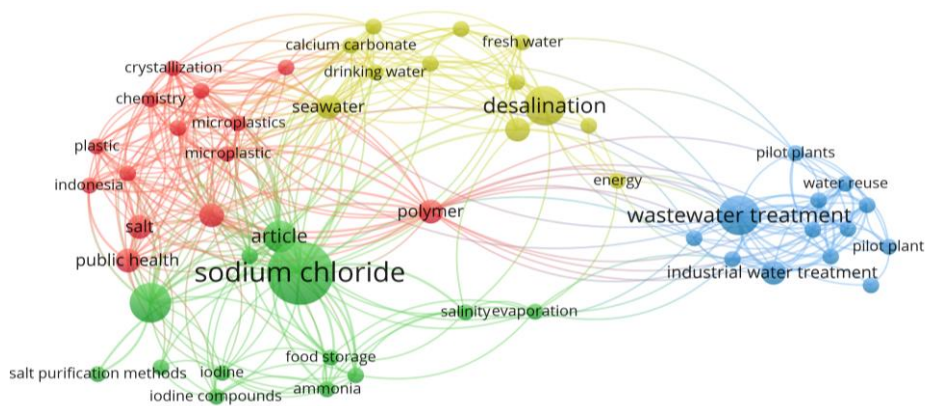
Por otro lado, se empleó una búsqueda estructurada aplicando filtros para reducir la cantidad de información encontrada: en primer lugar, se eligió documentos en base de artículos científicos, basándose en el segundo filtro en la cual se evaluó la información de apartados en lapsos de tiempos de 2020 – 2025, conjuntamente se seleccionaron documentos referentes a diseño de plantas y refinamiento de sal, en el cual se emplearon operadores boléanos como son AT, OR y AND lo que redujo la información basada en las áreas en el campo de ingeniería industrial.

De tal manera, la herramienta aplicada del marco SALSA en el presente estudio se efectuó adaptando filtros como criterios de sujeción y exclusión con la finalidad de obtener los artículos base para el tema de indagación, además, se emplearon las siguientes etapas: búsqueda que se centró en la recolección de información relevante para analizar datos acerca de los diseños de plantas y refinamiento de sal, utilizando motores de investigación como principal herramienta. Seguido del proceso de evaluación donde se aplica un análisis deliberado de la información obtenida, para ello fue crucial establecer criterios de inserción y sustracción seleccionando solo la información que fortalezca los requisitos, ya que se debe evaluar la fiabilidad y calidad de las fuentes de información, la metodología y en última instancia la objetividad de los documentos. También se analizó la síntesis de los documentos y revistas científicas que consistió en la interpretación y organización de la información evaluada con los artículos seleccionados, empleando un resumen detallado de los hallazgos más relevantes sobre el diseño de plantas industriales para refinar sal dentro de sectores delimitados. En conclusión, la última etapa de análisis de datos se investigó a profundidad los artículos, clasificándolos por el diseño, método, técnica e instrumentos de recolección de datos donde dieron como resulta un total de 221

documentos que fueron los que pasaron el filtro en las fuentes de Scopus, Scielo y Dialnet (Anexo 1).

Mediante el software VOSviewer se elaboran las redes bibliométricas pertinentes como es el análisis de coocurrencia, donde se refleja cuatro clústeres por parte de los artículos seleccionados. En la Figura 1, se identifica palabras claves como desalinización, cloruro de sodio, salud pública, tratamiento de aguas residuales, evaporación, salinización, entre otras. Esto evidencia la relación los registros en base al tema de investigación de interés.

Figura 1. *Análisis de coocurrencia.*



Nota. Elaborado por los autores.

Otro tipo de análisis bibliométrico es por coautoría de revistas que indica la colaboración entre instituciones en el desarrollo de publicaciones conjuntas, esto señala los vínculos presentes. Como resultado está la revista “desalinización” que se interrelaciona con las fuentes “energía”, “boletín de contaminación marina” y “revista ciencia del medio ambiente” como se resalta en la Figura 2.

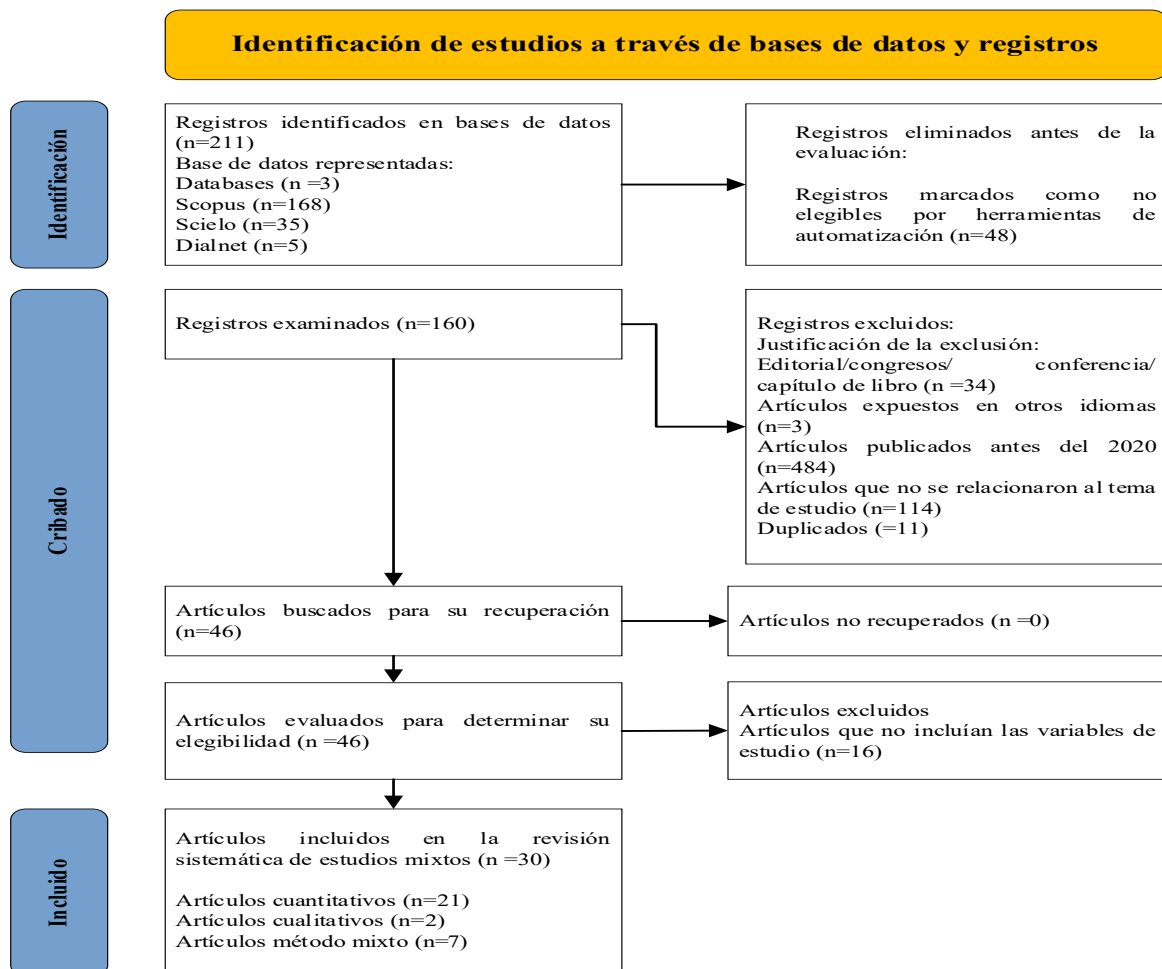
Figura 2. *Red bibliométrica de coautoría de revistas.*



Nota. Elaborado por los autores.

El diagrama de PRISMA evidencia el proceso de depuración e identificación de estudios mediante bases de datos especializadas; por esta razón, se registraron 211 artículos iniciales provenientes de las plataformas Scopus, SciELO y Dialnet. Posteriormente, luego de aplicar herramientas de criterios de exclusión y automatización, se examinaron 160 registros, de los cuales diversos fueron descartados por falta de pertinencia, duplicidad y antigüedad de información. Luego, se recuperaron 46 artículos y, tras evaluar su elegibilidad, se excluyeron aquellos que no contaban con las variables de relevantes. Finalmente, se incluyeron 30 artículos en la revisión sistemática, conformados por averiguaciones cualitativas, cuantitativas y de método mixto como se observa en la Figura 3 (Anexo 2 y 3).

Figura 3. Identificación de registros.



Nota. Adaptado bajo las directrices PRISMA.

Durante la recopilación de los 30 artículos presentados en la revisión exhaustiva, se encontraron los enfoques que aplicaron cada uno de los investigadores en los estudios. Mediante la Tabla 1 se muestra a cabalidad los enfoques de estudio realizados por los autores que fueron: cuantitativo, cualitativo y mixto.

Tabla 1. *Resumen de enfoques aplicados.*

No.	Enfoque	Cantidad de artículos	Porcentaje
1	Cuantitativo	21	70%
2	Mixto	7	23%
3	Cualitativo	2	7%

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados obtenidos muestran que el enfoque ganador de la revisión de la literatura con un 70 % equivalente a 21 artículos es el que predomina en la investigación, conjuntamente el enfoque mixto con el 23 % de ocho documentos. Finalmente, 2 investigaciones fueron incluidas bajo un método cualitativo, lo que alega un 13 % el total de los 30 artículos examinados.

Así mismo se encontraron los diseños efectuados por los autores donde describen que se pueden utilizar dos tipos de diseño; diseño experimental y diseño no experimental. De tal manera, para la investigación se adopta el diseño no experimental bajo una investigación descriptiva y correlacional que siguen un patrón fundamental para la recopilación de los datos.

Los métodos encontrados bajo la búsqueda de los artículos en las diversas bases de datos, donde estos se dividen en: inductivo y deductivo. En el método inductivo implica las observaciones directas para deducir conclusiones generales permitiendo seguir patrones en base a la experiencia empírica.

Por ende, el método deductivo alega premisas bajo principios y teorías para derivar las conclusiones particulares midiendo los razonamientos lógicos. Bajo estos fundamentos se aplica dentro del campo investigativo, el método inductivo dado que repercute la experiencia mediante la forma empírica de los operarios que se encuentran en la Asociación Montaña Blanca, que permite ir de lo concreto hacia lo general.

Por otro lado, bajo la revisión de los artículos incluidos dentro de la matriz cruzada donde se compilaron treinta documentos, por lo tanto, la mayoría de los investigadores utilizaron las técnicas encuesta y entrevista para ejercer la recopilación de información pertinente para hacer analizada dentro de su campo investigativo tal como se visualiza en la Tabla 2.

Tabla 2. *Resumen de técnicas ejecutadas.*

Técnicas	Cantidad de documentos	% de aportación
Encuesta	18	60%
Entrevista	10	33%
Observación directa	2	7%

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados de las técnicas más utilizadas por los diversos autores alegan que la encuesta y entrevista predominan para ejecutar el proceso de obtención de información actual que tiene la Asociación Montaña Blanca sumando un total de 60 % y 33 % respectivamente, dejando como la menos empleada a la observación directa con un porcentaje de aportación a la investigación de 7 %.

Bajo estos contextos, el instrumento utilizado para recabar los datos basados en la adaptación de las técnicas predominante son el cuestionario y guía de entrevista que fueron válidas por un grupo de expertos y estuvieron conformadas por ítems referentes a las variables de estudio para entender el estado actual que tiene la asociación en base a sus procesos productivos basados en la producción de sal refinada.

1.3. Estado conceptual

Cloruro de sodio (NaCl)

Para Rismana et al. (2024) definen como un tipo de sal con un nivel de pureza del 99.50 % y de la inclusión de otras impurezas que es utilizada como un reactivo y a una solución estándar. Es utilizado de forma cruda o en la mezcla de diversos productos para químicos como cloros gaseosos (Cl₂), ácido clorhídrico (HCl), entre otros. En otros ámbitos, se utiliza para el curtido de

cueros, preservado de peces o en la extracción de petróleo, en la farmacéutica, en la industria alimenticia, entre otros (Meinhardt et al., 2022).

Por consiguiente, se muestra los siguientes parámetros establecidos:

- Humedad: 99.50 %.
- Metales pesados (magnesio y alcalinos): < 0.01 %.
- Sulfatos: < 0.001 %.
- Calcio: < 0.002 %.
- Magnesio: < 0.001 %.
- Potasio: <0.005 %.
- Humedad: 0.5 %.

Sal de consumo humano

Para los requisitos para el consumo humano son más estrictos donde el producto final debe incluir yodo o yodada fluorada para tener un uso como ingrediente en alimentos o de su comercialización tanto al consumidor como a la industria alimenticia (INEN, 2015). Además, que su obtención debe ser proveniente de fuentes naturales que pueden ser utilizadas en diversas opciones como se muestran a continuación:

- Consumo humano directo: utilizado para preparar alimentos, además, se adiciona yodo de potasio o fluorada.
- Consumo humano indirecto: utilizado en la industria alimentaria como saborizante o agente conservador.
- Sal gruesa o fina: es utilizado para consumo humano, pero debe mantener requisitos de partículas.
- Sustancia deshidratante: aplicado para la disminución de su carácter higroscópico.

Métodos de obtención de sal

Método de evaporación: implica la utilización del calor del sol o de otras fuentes térmicas para su evaporación, esto permite que los cristales de sal queden expuestos. A diferencia de su

contraparte que es por congelación depende de climas de baja temperatura y se pureza es menor, esta tiene un mayor nivel de eficiencia y es aplicada en una mayor escala, manteniéndose con una pureza del 84 % al 92 % (B. T. I. Ali et al., 2024).

Cristalización: este tipo de método es utilizado de forma controlada para la obtención de un producto de mayor pureza y donde este se forma cristales en base a las condiciones específicas a su temperatura y concentración. Sin embargo, este requiere de equipos especializados y de energía, esto provoca un mayor costo de producción, por lo tanto, su destino a la industria farmacéutica y de la alimentación es de alta exigencia en su calidad (B. T. I. Ali et al., 2024).

Electrólisis: este tipo de procedimiento busca la separación de los componentes de la salmuera a través corriente eléctrica, lo cual genera un producto de la mayor pureza posible. Aunque es un método preciso y controlado, mantiene un alto consumo energético lo que involucra a un mayor nivel de costos iniciales. Bajo este contexto, su utilización es dirigida a industrias que requieren procesos químicos.

Minería de rocas: este es caracterizado por la extracción de sal mediante la minería de la roca, esto consiste en el bombeo de fluidos para la disolución de la sal y sea regresada a la superficie. Su formación es debido a la precipitación química de un tipo de fluido saturado y que evaporada al sol dando sedimentos de sal (Vandeginste et al., 2023).

Etapas del proceso de sal cosechada y refinada

Evaporación: en la extracción de la sal marina se da como un proceso natural, que es aplicado en piscinas de gran tamaño y de poca profundidad que están interconectadas por compuertas que concentran la salmuera de forma constante. Se inicia con la consideración de factores fundamentales como son la presencia de los rayos del sol que provoca el calentamiento del agua y que es evaporada mientras que el viento retira el vapor (Reyes Villamar, 2023).

Lavado: en este proceso se desarrolla en cilindros rotatorios donde se introduce una solución de salmuera del mismo contenido conseguido de la previa decantación que se usa para la eliminación de impurezas, esto permite el retiro de residuos de algas o del polvo de la contaminación microbiológica incluido. La dilución de la sal debe ser salmuera ya que el agua corriente no es efectiva (Vera Mendoza et al., 2021).

Secado y molido: el producto es secado para que la humedad presente sea eliminada y obtener el 0.5 %, para luego ser molido y dar un grosor deseado a la sal conseguida a través de una procesadora o molino de cilindros que estén diseñados de materiales anticorrosivos como es el acero inoxidable (Bhadrachari et al., 2023).

Pesado y sellado: con la sal refinada, esta es transportada al área en sellado y ensacado que inicia con su pesaje en sacos o en fundas dependiendo de las indicaciones del cliente, esto se realiza mediante personal especializado y es guardado en almacenes.

Subproductos obtenidos de la sal cosechada

Por parte de Anarbayev et al. (2025) se obtiene un análisis químico para la sal común natural, en donde su composición contiene minerales principales consideradas como impurezas como materiales arcillosos, carbonatos y de sulfatos encontrada en la concentración del agua del mar y en minas.

- **NaCl** (Cloruro de sodio): 93.41 %.
- **KCl** (Cloruro de potasio): 0.01 %.
- **MgSO₄** (Sulfato de magnesio): 0.23 %.
- **MgCl₂** (Cloruro de magnesio) 0.14 %.
- **CaCl₂** (Cloruro de calcio): 0.37 %.
- **CaSO₄** (Sulfato de calcio): 2.29 %.

Propiedades de la sal cosechada

La sal cosechada o cloruro de sodio (NaCl) que al estar en un estado sólido es notorio su característico color blanco cristalino, además de ser soluble en agua en base a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 57 que explica las propiedades físicas y químicas del producto final.

Propiedades físicas

- Apariencia: apariencia blanca si son cristales finos.
- Densidad: 2200 kg/cm³.
- Punto de fusión: 801 °C.
- Punto de ebullición: 1465 °C.

Propiedades químicas

- Solubilidad en agua: 35.9 gramos por 100 ml de agua.
- KPS: 37.79 mol².

Límites de contaminantes en la sal de consumo

Para el cumplimiento de la NTE INEN 57 se debe ejecutar los límites que son permisibles en la sal refinada de los contaminantes que estén presentes y los métodos utilizados para su control de calidad es mediante los ensayos AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales).

- Arsénico (As): 0.5 mg/kg.
- Cobre (As): 2 mg/kg.
- Plomo (Pb): 2 mg/kg.
- Cadmio (Cd): 0.5 mg/kg.
- Mercurio (Hg): 0.1 mg/kg.

Diseño de planta piloto

Para el desarrollo de una planta industrial a una escala piloto este se debe considerar de una planificación y de la construcción de una instalación de dimensiones limitada que reproduzca los procesos industriales necesarios para una viabilidad técnica, económica y de forma operativa. Lo cual permite una experimentación de condiciones realistas, de la optimización de los sistemas, en este caso, en la separación o reacción para obtener datos confiables para una posible magnitud comercial que incluya los equipos necesarios, de la eficiencia energética y la reducción de riesgo de aplicación (Cabello González et al., 2024).

Por otra parte, Fajar Sidik et al. (2023) sustentan que, el diseño de una producción industrial es necesario estructurar los procesos, equipos y que las condiciones operativas permitan una correcta transformación de la materia prima a un producto de alta calidad de una forma eficiente y que sea sostenible al mismo tiempo. Para la producción de sal se deben considerar variables como temperatura, la densidad, los tiempos de reacciones, de la composición química, de la separación de los componentes y del rendimiento de los sistemas para que se garantice una viabilidad económica, del cumplimiento de estándares y en la adaptación de las condiciones ambientales.

Diseño y operación de planta piloto

Para desarrollar el diseño de una planta, es fundamental simular condiciones operativas realistas. Dicho diseño debe incorporar la selección de equipos y materiales, facilitando la comprensión de los procesos complejos y reforzar los estándares de seguridad. Además de la estructuración de los procesos fundamentales de la materia prima con el uso de herramientas como son los diagramas de procesos, de flujo y la configuración de equipos (Kim, 2025).

- Diseño basado en la práctica.
- Integración de operaciones unitarias.
- Diseño de necesidades específicas.
- Uso de tecnologías de diseño.

Diseño de simulación de producción de la industria

Para el diseño en simulaciones se desarrolló la modelación de forma digital para que las operaciones sean eficientes y se identifiquen los posibles cuellos de botellas, optimizando las asignaciones de recursos, evaluando los escenarios sin la interrupción de la producción y de la toma de decisiones estratégicas. Además, se revelan los tiempos de inactividad y en la distribución de operadores para reducir el tiempo de producción total (Kristiana et al., 2023).

MATLAB: el uso de este programa permite la modelación y el comportamiento del proceso a una escala industrial, lo que facilita la verificación de la estabilidad operativo durante condiciones realistas, en especial, para procesos termoquímicos. Además, complementa la validación estructural del diseño para el cumplimiento de los requerimientos de seguridad, en la identificación de parámetros y en la obtención de tiempos de respuesta con mayor eficiencia (Yap et al., 2025).

Diseño asistido por computadora (CAD): es utilizado para el desarrollo de sistemas complejos, entre el uso se encuentra la integración de múltiples tecnologías que conlleva a la visualización interactiva entre los elementos, así mismo, en la simulación de escenarios críticos que simula eventos graves y de prever con una respuesta ante fallos. En la precisión de automatización industrial mediante programa como SIMATIC, WinCC o Step 7 que busca una coordinación eficiente durante una transición de operaciones crítica. Finalmente, en la optimización energética y sostenibilidad del lugar aplicado (Aboshosha, 2024).

Tipos de distribución de planta

Se tiene en cuenta que las maquinas actualizadas y requeridas se deben de distribuir de forma de mantener el flujo de la producción de sal, es necesario aplicar un diseño lineal o en cadena, esto facilita que se brinde una correcta manipulación del producto, insumos, mano de obra, equipos y máquinas (Vera Mendoza et al., 2021). Una distribución depende de distintos requisitos que es diseñado en programas de dibujo que indique dimensiones y medidas

Así mismo, la planificación de sistemas o SLP se considera un instrumento que busca una utilización eficiente de los recursos, de la distribución del lugar de trabajo disponible, de los equipos industriales. Por lo tanto, conlleva a estudios tanto cuantitativos para indicar el tamaño de la planta y cualitativos para la relación entre áreas o de los requisitos específicos en los procesos y almacenamiento (Plúa et al., 2022). Por lo tanto, se debe considerar de una serie de lineamientos para un correcto desarrollo.

Recolección de la información:

- **Paso 1:** determinación parcial de distribuciones.
- **Paso 2:** determinación parcial de distribuciones.
- **Paso 3:** desarrollo de distribución general.
- **Paso 4:** planeación y arreglos definitivo.

Estos factores se relacionan con la ubicación de la planta propuesta para la empresa de estudio dedicada a la producción de sal cosechada, lo cual utiliza herramientas para la determinación de áreas que sean requeridas como es el método de Guerchet donde necesita el tamaño y del número total de equipos que sean fundamentales para la refinación de sal, además, del personal a disposición a partir de la siguiente fórmula:

$$\sqrt{S_T} = S_S + S_a + S_e \quad (1)$$

Las características de revisión de planta se distribuyen en factor material, que depende de la producción junto a sus características y de su operación. Factor maquinaria sobre el número y tipo de equipos y herramientas, además de su dimensiones y peso que involucra. En el factor

humano tiene como referencia a la seguridad del empleado y de la cualificación del ambiente de trabajo.

Planeación del diseño de instalaciones

Para la planificación del diseño se caracteriza con la agrupación de criterios como es la formulación del problema, el enfoque, las fases de planificación, características y su configuración para la generación y evaluación de las alternativas propuestas de instalaciones para el proceso de estudio

- **Problema:** diseño, rediseño.
- **Enfoque:** estático, dinámico.
- **Planificación:** diseño de bloques, diseño detallado.
- **Características:** número de instalaciones, número de pisos, departamentos, dimensiones
- **Configuración:** cantidad de filas, bucle, campo abierto

Se establece que el tipo de problema hace referencia del motivo de diseño de distribución de las instalaciones actuales y de los reajustes necesarios. Por otro lado, el enfoque señala a la variabilidad del flujo de los materiales este puede permanecer constante o que se sea dividido en períodos discretos. Para la fase de planificación indica al diseño de bloques que organiza a los departamentos en base al cumplimiento de los objetivos y de su composición unitarias. Además, de las edificaciones necesarios, el número de piso y de las áreas de cada uno. La línea de producción diseñada se debe presentar el número de fila necesarios y que sean necesarios a su disposición y de la forma que debe tener (Pérez-Gosende et al., 2021).

Planeación de capacidades

En lo general, la planeación de capacidad se realiza en tres periodos que es a largo, mediando y a corto plazo donde cada uno requiere de medidas para llevar a cabo sus actividades. Además, se requiere que se aborde las demandas del producto principal y esto es mediante técnicas de pronóstico, el cálculo de equipos y proyecciones.

- **Largo plazo:** diseño de una producción en periodos anuales. Por lo tanto, se adquieren recursos con un tiempo de mayor prolongación.
- **Mediano plazo:** se consideran periodos trimestrales o mensuales, lo cual su capacidad depende de las alternativas de contratación y de una adquisición de equipos menores.

- **Corto plazo:** está entrelazada con la programación diaria o semanal, esto involucra a una planeación de producción fija y que existan alteraciones.

1.4. Descripción del sistema productivo actual

Localización de asociación

La Asociación de Pequeños Productores de Sal Montaña Blanca está ubicada en el mismo sector por más de 60 años donde ha realizado esta actividad ancestral por generaciones en la costa sur del cantón Salinas con una superficie de 49.58 hectáreas como se aprecia en la Figura 4. Está conformado por 70 a 80 socios de forma activa que arrendan los lotes de una hectárea de extensión y tener una producción de 50000 a 70000 sacos en un periodo anual, es decir, su producción por socio es de 700 a 900 sacos al año.

Figura 4. *Ubicación satelital de Asociación Montaña Blanca.*



Nota. Obtenido de Google Maps.

Fases del proceso

Obtención de agua por emanación freática: es mediante la socavación a un nivel de 2 a 3 metros bajo el nivel del mar con el uso de mano de obra para el desarrollo de piletas de producción o pozos que tiene como objetivo el paso del agua que inicia el proceso natural de cristalización obtenida de la evaporación (Figura 5). La salinidad es de 12 a 20 ppm y cada socio es responsable de área arrendada.

Figura 5. *Excavación de zanjas.*



Nivel freático de 3 metros, esto depende de la zona...▼
Capa de lodo impermeable sobre el nivel freático.....▼

Nota. Obtenido de Asociación Montaña Blanca.

Proceso de evaporador (calentamiento): con el agua socavada se traslada a otra zona excavado con una profundidad menor de 1 metro donde inicia la evaporación del agua por la acción solar. Con el uso de bombas estacionarias a gasolina a una potencia de 5 HP o por la misma gravedad en ocasiones como muestra en la Figura 6.

Figura 6. *Proceso de evaporación.*



Nota. Obtenido de Asociación Montaña Blanca.

Proceso de cristalización: se excavan pozos o piletas con una profundidad de 0.50 a 1 metro para el paso del agua del calentador con el uso de bombas estacionarias a combustible o del

mismo uso de la gravedad. Esto tiene un tiempo de ejecución de 3 días y se repite el ciclo durante 1 a 3 meses esto depende de la necesidad y de la demanda comercial actual.

Figura 7. *Cristalización de la sal.*



Nota. Obtenido de Asociación Montaña Blanca.

Proceso de cosecha y de lavado del producto: En el pozo de cristalización se recolecta el producto de sal granulado con herramientas manuales como la pala, estos son apilados en montículos y lavados con agua de la misma zanja freática para la eliminación de las impurezas. Con el apilamiento de la sal, se espera que la energía solar siga accionando en su secado para su traslado al cliente.

Figura 8. *Proceso de cosecha de sal.*



Nota. Obtenido de Asociación Montaña Blanca.

El producto obtenido es de dos tipos que depende el tipo de constitución que tiene el suelo utilizado, de las condiciones climáticas y del tiempo de producción. Una es la sal de grano fino que se obtiene a partir de un mes de proceso que su demanda es la elaboración de quesos y de salar pescado. Así mismo, es la sal de grano grueso que se consigue a partir del segundo y tercer mes de este mismo proceso y tiene un uso artesanal o semi industrial.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

2.1. Métodos de investigación

Los enfoques de investigación se establecen como sistemáticos y ordenados en su aplicación para la obtención de conocimientos y de la claridad de los fenómenos (Tarrillo Saldaña et al., 2024). Su aplicación se divide como cuantitativo que busca la claridad en la hipótesis o preguntas de investigación para la recolección y análisis de datos, mientras que el método cualitativo permite las descripciones detalladas de situaciones y de conductas observadas (Hernández-Sampieri et al., 2018). Bajo estos contextos, el tema de investigación resalta la necesidad de estimar y medir magnitudes presentes en la problemática.

La aplicación del enfoque cuantitativo busca que se generalice resultados de la recolección de datos numéricos y de métodos estadísticos aplicativos (Isea Argüelles, 2024). Esto conlleva la selección de técnicas y recolección de datos que permitan la comprensión de los procesos y de la captación de información por una muestra poblacional (Mollo, 2023). Para que se obtenga el diagnóstico actual de la asociación Montaña Blanca en base a la producción de sal.

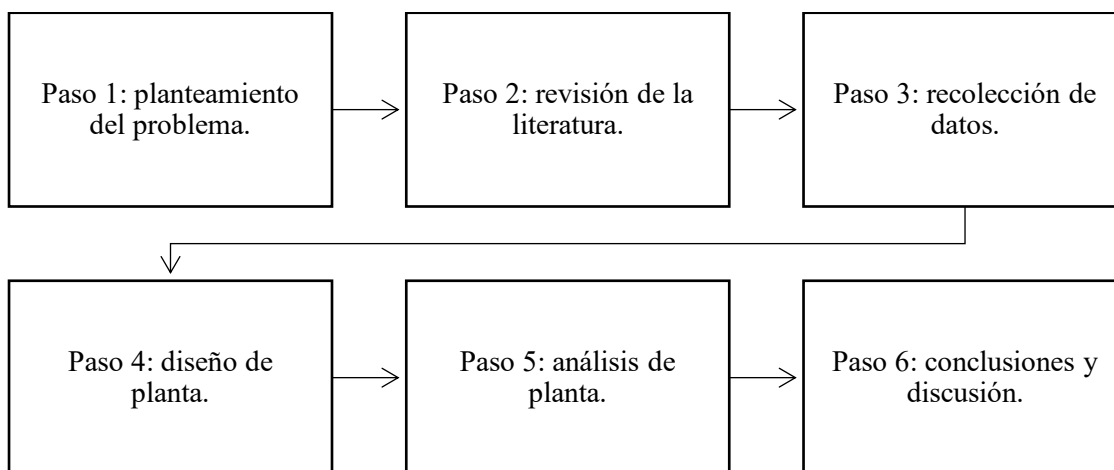
2.2. Tipo de investigación

Como diseño de la investigación se define como un estudio no experimental que implica en la no manipulación de las variables de forma deliberada (Hernández-Sampieri et al., 2018). Su aplicación resaltó en la observación de los fenómenos que están presentes dentro de la asociación para su respectivo análisis y que se expongan los efectos o la aplicación de la propuesta. Para que así se verifique la hipótesis planteada “el diseño de una planta piloto influye significativamente en la refinación de sal en la Asociación Montaña Blanca” con las interferencias que se relaciona entre las variables.

2.3. Etapas de la investigación

El estudio conlleva a una serie de etapas para obtener una correcta estructuración del contenido en el desarrollo de la propuesta que es una planta de refinación de sal para la asociación Montaña Blanca, por lo tanto, se relaciona a procedimientos utilizados en artículos como el de Ali & Bounahmidi (2025) y Cabello González et al. (2024). Esto permite un diagrama de seis etapas representados en la Figura 9.

Figura 9. *Procedimiento metodológico.*



Nota. Elaborado por los autores en base a Ali & Bounahmidi (2025) y Cabello González et al. (2024).

El diagrama presentado inicia con el planteamiento del problema que hace énfasis al diagnóstico del estudio y de las principales causas que conllevan a una situación actual que busca la optimización de los procesos. Como siguiente, la revisión literaria establece la información bibliográfica que sustente los métodos, técnicas e instrumentos utilizados en la elaboración de la propuesta a través de la recolección de datos. El diseño de planta busca el estudio técnico de la propuesta desde la ubicación de las instalaciones hasta los recursos necesarios para su aplicación a través de la simulación de escenarios con el apoyo de programa especializados y que los resultados sean reportados en el estudio en específico.

2.4. Población y muestra

Población

Para la seleccionar la población se tomó a consideración a los accionistas que conforman a la asociación Montaña Blanca, ubicada en el cantón Salinas de la provincia de Santa Elena, que está conformado por un total de 80 socios que se dedican a la producción de sal de forma artesanal, estos se distribuyen por hectáreas dentro de la superficie del lugar. Se ejecutó como finalidad que el grupo sea la base que otorgue un análisis mediante la participación directa en el proceso de

producción y se comprendió su interés en la mejora de las actividades. La Tabla 3 muestra a cabalidad la distribución de los socios estratificada por sectores.

Tabla 3. *Población estratificada de socios.*

No.	Total	%
Sector 1	15	18,75 %
Sector 2	20	25 %
Sector 3	45	56,25 %
Total	80	100 %

Nota. Elaborado por los autores.

La población objeto de estudio, se descompone en 3 sectores donde el primero tiene un total de 15 socios que dan un aporte de 18,75 % seguido del sector numero dos con 20 socios, que representa un total de 25 % y finalmente el sector 3 que agrupa el mayor número de integrantes con 45 socios, lo que constituye un total de 56,25 %.

Muestreo por conveniencia

Por otro lado, como muestra de objeto de estudio se obtiene una pequeña segmentación a través de distintos métodos de muestreo por conveniencia (Hossan et al., 2023). De tal manera, se aplicó este tipo de muestreo bajo ciertos criterios de exclusión, dado que no todos los socios estaban aptos o no se encontraban en su respectivo sector, lo cual limitó al grupo seleccionado en la muestra con un total de 66 socios como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. *Muestreo por criterios de conveniencia.*

N.º	Total, de socios	Criterio de exclusión e inclusión	Diferencial	Total, de muestra
Sector 1	15	Falta de participación.	5	10
Sector 2	20		2	18

Sector 3	45	Ausencia en su lugar de trabajo.	7	38
Total	80			66

Nota. Elaborado por los autores.

A través de este resultado, se obtuvo que la muestra inicia con un total de 66 personas que están involucrados directamente con el lugar de estudio que realizan actividades para el refinamiento de sal. Se aplicó las técnicas de recolección que permita la obtención de datos cuantitativos y conocer el problema actual de la asociación.

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos

• Método de recolección de datos

Con la muestra establecido que serán un total de 66 participantes para la recopilación de información que sustente a la hipótesis de investigación, se definió de una metodología que engloba a técnicas y herramientas necesarias para la obtención de una base sólida en la recolección de datos en distintas formas. Se aplicó un método deductivo debido a su necesidad de datos cuantitativos para buscar la comprobación de la realidad dentro de las instalaciones y del diseño de una planta de refinación de sal a partir de la hipótesis planteada. Así mismo, este estudio conlleva aspectos puntuales que se estructuran en las preguntas de la Figura 10.

Figura 10. *Plan de recolección de datos.*

¿A qué va dirigido?	¿Que técnicas se utilizó?	¿Qué instrumentos se acopló?	¿En donde será la recolección?
•Socios del lugar de estudio.	•Encuesta. •Entrevista.	•Cuestionarios.	•Asociación Montaña Blanca.

Nota. Elaborado por los autores en base a *Hernández-Sampieri, (2018).*

- **Técnicas de recolección de datos**

Para una correcta recolección de datos, se usó una serie de técnicas que son parte importante en la investigación, esto facilita la información precisa. A través del empleo de la encuesta que necesita de un procedimiento estandarizado para su ejecución y de la entrevista para la exploración de la realidad por parte de una persona seleccionada que responda en base a su conocimiento.

Encuesta: se aplica a los socios de la asociación donde se consideró de una estructura de fácil comprensión que recabó información sobre indicadores que midan su experiencia o características a estudiar y de una serie de interrogantes que busquen una respuesta cuantificable y de resultados con relación a la refinación de sal.

Entrevista: se dirige al presidente de la asociación, al Sr. Ignacio Figueroa, que por su gran trayectoria y de conocimientos técnicos sobre la situación actual de las instalaciones de forma cualitativa y pueda aclarar acontecimientos que no son analizados de forma cuantificable por la encuesta.

- **Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos son elaborados por los autores para la obtención de datos organizados y verídicos con respecto a las variables de estudio. Como parte de la encuesta se utilizó un cuestionario con un total de 20 preguntas de respuesta de selección a una escala de Likert. Sin embargo, para su ejecución, es validado a través de criterios de juicio de cinco expertos para una correcta adecuación del contenido y se disminuyan problemas (Anexo 5). Como resultado de este procedimiento, cada colaborador es comunicado y da su respuesta en la aceptación del instrumento como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de validación por expertos.

Expertos	Ronda 1	Ronda 2	Observación
Nº1	Aceptable.	Aceptable.	Correcciones menores.
Nº2	Aceptable.	Aceptable.	Correcciones menores.
Nº3	Reajuste.	Aceptable.	Es necesario modificar preguntas.
Nº4	Aceptable.	Aceptable.	Correcciones menores.
Nº5	Reajuste.	Aceptable.	Es necesario modificar preguntas.

Nota. Elaborado por los autores.

Se obtiene que el cuestionario es aceptado en una segunda ronda, al tener en consideración las observaciones correspondientes, como es la modificación de preguntas, el reajuste de su estructura para un mejor entendimiento y evitar confusiones en las respuestas obtenidas en la ejecución de la técnica de recolección de datos.

Para la entrevista se elabora una guía que sitúa de 10 preguntas de ambas variables de respuesta abierta. Los datos obtenidos del cuestionario que se tabularon con el apoyo de herramientas estadísticas como el programa IBM SPSS para el desarrollo de gráficas y del cálculo de correlaciones para la verificación de la hipótesis, además, de la consistencia interna de los resultados de cada participante mediante el uso del coeficiente de alfa de Cronbach (ec.2) y medir su valoración con un punto de aceptación superior al 0.7.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i}{S_t} \right) \quad (2)$$

Las variables se definen de la siguiente manera:

- K = número de ítems.
- S_i = varianza de cada ítem.
- S_t = varianza de la suma de los ítems.

2.6. Diagnóstico de la situación problemática

Para la obtención del problema actual dentro de la Asociación Montaña Blanca, se aplica la encuesta dirigida a los socios, donde un total de 66 respuestas que representa el 82,5 % de la muestra poblacional, mientras que el 17,5 % no fue participe de esta actividad. No obstante, esto señala una alta colaboración, lo que otorga el diagnóstico correcto que sustenta la causa raíz de los obstáculos que afectan a una mejora en la optimización de la producción y refinación de sal.

Análisis interpretativo de los resultados de la encuesta

Para la variable “diseño de planta” el 63 % de los socios afirmó que la ausencia de una infraestructura adecuada resulta insuficiente para el desarrollo de proyectos que involucren de forma integral los procesos de refinación de sal, no obstante, se demuestra que hay un alto nivel de 80 % de aceptación en que se apliquen dichas propuestas como son planta con espacios organizados y con una correcta planificación y así optimizar el uso del terreno, lo que da apertura a la

modernización. En las preguntas de la dimensión tecnológica, se indica un 45 % que resaltan la necesidad de incorporar equipos modernos, pero existe un 40 % de incertidumbre por los altos costos y de una falta de información técnica. Por otro lado, en la dimensión de calidad y competitividad, se reconoce por el 70 % de las respuestas afirmativas, que una planta piloto permite el cumplimiento de estándares de inocuidad y de una mejor en el valor comercial, pero que sea adaptable a la escala actual.

Para las preguntas de la variable dependiente “refinación de sal”, se obtienen resultados contundentes, como el reconocimiento del 85 % de los socios que han reconocido que hay limitaciones para la obtención de una mayor pureza y calidad frente a la sal refinada, y que el 93 % afirma que un procedimiento de refinación puede conseguir una homogeneidad garantizada. Para la dimensión de comercialización y mercado, existe una duda de que permita mayores oportunidades de venta, pero se puede abrir mercados con mayor exigencia. Para la percepción de los encuestados, el 88 % indica que hay una barrera en la competitividad pero que, al producir una mayor cantidad de sal refinada, esto puede permitir una sostenibilidad económica a largo plazo. En contraste a los datos reflejados, se identifica que el problema principal es una alta dependencia de la producción artesanal sin una refinación técnica a una escala total.

Análisis interpretativo de los resultados de la entrevista

Las respuestas del presidente de la asociación (Anexo 8) se demuestra que la producción de sal actual está condicionada por factores externos como el clima, además, de limitaciones técnicas debido al sistema artesanal. No obstante, el uso de geomembranas ha permitido un avance para la calidad del producto, pero el bajo grado de salinidad y altos costos de aplicación provocan un desequilibrio que llega afectar a la capacidad de garantizar la inocuidad y el volumen de producción de forma competitiva. Esto resulta en una tensión con respecto a la tradición productiva y de la adopción de mecanismos técnicos de mayor eficiencia.

Bajo el ámbito comercial, se observa que la ausencia de infraestructura de refinamiento impide a la asociación acceder a mercados más exigentes, lo que mantiene una fuerte dependencia de ventas locales e intermediarios. Sin embargo, existe conciencia sobre las oportunidades que ofrecería el valor agregado de la refinación, tanto en diferenciación frente a la competencia como en posicionamiento de marca, disposición de los socios hacia la modernización, así como el interés

en establecer contratos directos con empresas, evidencia un entorno favorable para la propuesta de una planta piloto, aunque aún limitado por la falta de recursos financieros y técnicos.

Finalmente, el diagnóstico expuesto por el presidente señala que las principales barreras para ejecutar un proyecto de refinamiento están en los costos de infraestructura, el acceso a energía eléctrica adecuada y la gestión de financiamiento. No obstante, plantea acciones prioritarias claras: impulsar la creación de la planta, fortalecer la dotación de insumos básicos y diseñar estrategias de sostenibilidad basadas en la capacidad productiva de los socios. En conjunto, las respuestas confirman que la causa raíz del problema se centra en la carencia de infraestructura tecnológica que permita transformar la producción artesanal en un sistema competitivo y sostenible, situación que justifica plenamente el diseño de la propuesta planteada.

Confiabilidad del instrumento

Se aplica el estadístico de alfa de Cronbach para la evaluación de la consistencia interna dentro del instrumento de medición cuantitativo. Con la utilización del programa estadístico IBM Statistic SPSS donde se recopiló los datos y verifica el valor de alfa sea mayor a 0.70 en investigaciones descriptivas (Hernández-Sampieri et al., 2018). Como resultado, se obtiene un total de 0,819 que está dentro del intervalo presente de aceptación como indica la Tabla 6 (Anexo 9).

Tabla 6. *Estadística de fiabilidad.*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,819	20

Nota. Obtenido del programa SPSS Statistics.

Identificación de la causa raíz

Con los resultados obtenidos de los datos recopilados, se representa la frecuencia de cada causa identificada, los más notorios es la ausencia de un diseño para el refinamiento de sal, la limitada pureza del producto final, la baja tecnificación y del débil posicionamiento en el mercado actual por los competidores presentes como se refleja en la Tabla 7.

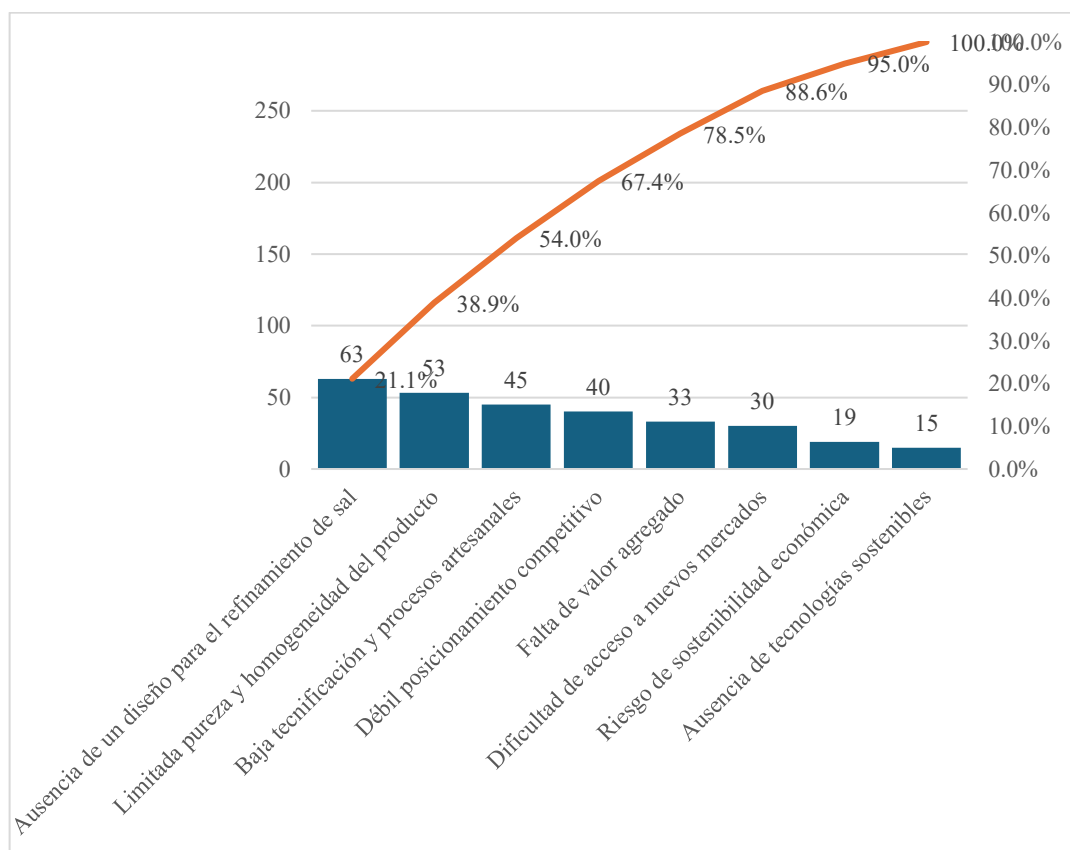
Tabla 7. Datos de Pareto, causa – raíz.

Causa	Frecuencia	%	% Acum.
Ausencia de una planta de refinamiento de sal.	63	21.1%	21.1%
Limitada pureza y homogeneidad del producto.	53	17.8%	38.9%
Baja tecnificación y procesos artesanales.	45	15.1%	54.0%
Débil posicionamiento competitivo.	40	13.4%	67.4%
Falta de valor agregado.	33	11.1%	78.5%
Dificultad de acceso a nuevos mercados.	30	10.1%	88.6%
Riesgo de sostenibilidad económica.	19	6.4%	95.0%
Ausencia de tecnologías sostenibles.	15	5.0%	100.0%
Total, de causas	298	100.0%	

Nota. Elaborado por los autores.

Se plantea el diagrama de Pareto (Figura 11), donde se visualiza la inclusión de 5 causas principales que representa el 78.5 % de los defectos dentro de la Asociación Montaña Blanca, esto facilita la aplicación de propuesta que permitan la reducción de las frecuencias importantes.

Figura 11. Diagrama de Pareto.



Nota. Elaborado por los autores.

Para la elaboración de la planta de refinación de sal, debe buscar una mejora en la organización actual, reducir el impacto de una limitada pureza junto al débil posicionamiento en el mercado y de la falta de valor agregado. Para ello es necesario que se aumente la tecnificación debido a la dependencia de procesos artesanales. Esto sustenta que el desarrollo del diseño de una planta de refinación de sal, por lo cual busca atacar dichas deficiencias y así generar una mejor eficiencia, calidad y acceso al mercado.

Análisis FODA

Con la vinculación directa de los datos conseguidos en la encuesta, se plantea un FODA que refleja los problemas actuales indicada como ausencia de diseño de planta, procesos artesanales o de la pureza de la sal, además, de oportunidades de mejora como el valor agregado, nuevos mercados y de la inclusión de certificaciones. Por lo tanto, se presenta el siguiente análisis que se alinea a la situación actual de la Asociación Montaña Blanca como indica la Tabla 8.

Tabla 8. Análisis FODA.

Fortaleza	Debilidad
Socios altamente comprometidos para el diseño de una planta.	La ausencia de un diseño para el refinamiento de sal.
Reconocimiento interno de la necesidad de tecnificación.	Limitada tecnificación y dependencia de métodos artesanales.
Cohesión social en torno a fortalecer la asociación.	Baja homogeneidad y pureza de la sal producida.
Producción constante de sal en grano como base.	Escasa diversificación de presentaciones comerciales.
Interés en cumplir con estándares de inocuidad y calidad.	Dificultad en el posicionamiento competitivo.
Oportunidades	Amenazas
Acceso a nuevos mercados nacionales e internacionales.	Competencia creciente de productores con sal refinada.
Posibilidad de implementar tecnologías sostenibles.	Pérdida de oportunidades de mercado por falta de valor agregado.
Mayor competitividad frente a productores de sal con la implementación del diseño de la planta	Riesgo de disminución de ingresos a largo plazo.
Incremento del valor comercial de la sal.	Exigencias cada vez más estrictas en estándares de calidad.
Cumplimiento de certificaciones de calidad y buenas prácticas.	Posible desmotivación de socios si no se concreta el proyecto de diseño de una planta.

Nota. Elaborado por los autores.

Con la identificación de los factores internos y externos, se busca la elaboración de estrategias o lineamientos a través de una matriz de correlación DAFO y MEFI (Anexo 7 y 10), para enfrentar la situación problemática en la asociación, estas se agrupan en estrategias de aprovechamiento, reorientación, defensa y avance.

CAPÍTULO III

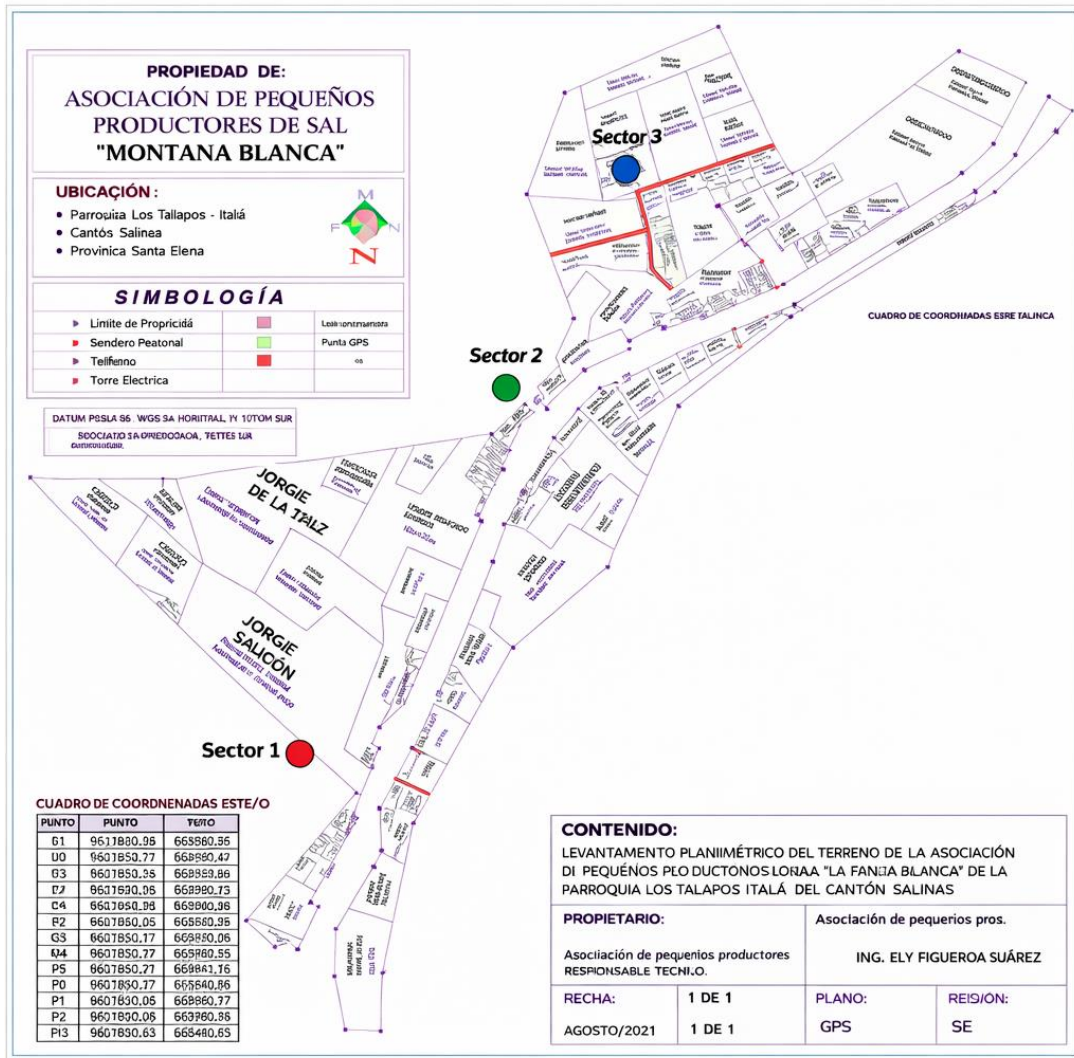
DISEÑO TÉCNICO DE LA PLANTA DE REFINAMIENTO

3.1. Alternativas de soluciones

Planta de refinación de sal

Un diseño de planta necesita de una superficie que disponga de una serie de requerimiento para su correcto funcionamiento. Por lo tanto, es fundamental el estudio del terreno y de los factores existentes en cada una de ellas, por lo cual, se establece tres sectores donde se puede desarrollar las instalaciones como se observa en la Figura 12.

Figura 12. Localización de sectores en la asociación.



Nota. Obtenido de Asociación Montaña Blanca.

Cada uno de estos sectores se representan como puntos de preferencia para el desarrollo de la planta refinadora de sal, se especifican a partir de sus coordenadas geográficas obtenidas de Google Earth como se observa en la Tabla 9, esto permite una correcta localización y distinguir los factores presentes para su ponderación.

Tabla 9. Selección de sectores por coordenadas geográficas.

Alternativas (coordenadas)					
Sector 1		Sector 2		Sector 3	
Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
2°16'13,7"S	-80°54'54,7"W	2°15'55,4"S	-80°54'40,0"W	2°15'47,1"S	-80°54'35,8"W

Nota. Obtenido de Google Earth.

Se establecen siete factores para la selección de la ubicación de la planta de refinación de sal con respecto a los tres sectores indicados, se inicia con una calificación del 1 al 10 donde un puntaje mayor indica una mayor presencia del elemento, las ponderaciones resaltan el nivel de importancia dentro de este estudio, donde se observa en la Tabla 10 que la fácil movilización de recursos, obtención de permisos y cercanía con los socios tiene una mayor proporción.

Tabla 10. Selección de factores y calificaciones.

N.º	Factor	Ponderación	Alternativas (coordenadas)		
			Sector 1	Sector 2	Sector 3
1	Extensión del área.	10 %	8	7	6
2	Disposición de servicios básicas.	5 %	2	2	3
3	Fácil acceso de las instalaciones.	15 %	6	4	5
4	Obtención de permisos.	20 %	2	2	8
5	Fácil movilización de recursos.	30 %	1	3	4
6	Disponibilidad de ampliación.	5 %	7	5	5
7	Cercanía con la mayoría de los socios.	15 %	3	7	6

Nota. Elaborado por los autores.

Como resultados de este tipo de método de localización, que el sector 3 consigue una ponderación de 4, superando a las demás alternativas que mantienen un nivel de 3.3, en lo cual señala una mejor opción de la instalación de la planta de refinación de sal. Sin embargo, existe un factor que tiene baja puntuación que es la disposición de los servicios básicos, lo cual influye de forma directa en el funcionamiento de las instalaciones provocando que se necesite la adquisición de equipos adicionales que mitiguen esta ausencia de recursos que se encuentran en la Tabla 11.

Tabla 11. Ponderación total de factores de localización.

N.º	Factor	Ponderación	Alternativas (coordenadas)		
			Sector 1	Sector 2	Sector 3
1	Extensión del área.	10 %	0.80	0.70	0.60
2	Disposición de servicios básicas.	5 %	0.10	0.10	0.15
3	Fácil acceso de las instalaciones.	15 %	0.90	0.60	0.75
4	Obtención de permisos.	20 %	0.40	0.40	1.60
5	Fácil movilización de recursos.	30 %	0.30	0.90	1.20
6	Disponibilidad de ampliación.	5 %	0.35	0.25	0.25
7	Cercanía con la mayoría de los socios.	15 %	0.45	1.05	0.90
Total de ponderación		100 %	3.3	3.3	4

Nota. Elaborado por los autores.

Indicado la ubicación, se inicia con la ubicación del lugar disponible para la instalación de la planta de refinación indicado por el presidente de la asociación que tiene una dimensión de (15 x 15) metros como se observa en la Figura 13. La propuesta en la elaboración de la planta de refinamiento de sal es mantener el procesamiento tradicional actual y añadir las etapas para una mejor presentación de sal fina para satisfacer las demandas del mercado, entre estos procesos que se agregan en la molienda del producto, secado por equipos rotatorios, detección de sal, clasificación por color y empaquetado del producto final por envasadoras semi – automáticas.

Figura 13. Localización de planta de refinación.



Nota. Obtenido de Google Earth.

Se obtiene un total de 225 metros cuadrados por área disponible para la distribución de la equipos y herramientas, sin embargo, es necesario conocer si el área señalada dispone de la

superficie requerida para las instalaciones para la refinación de sal, por lo tanto, se calcula el espacio necesario en base al método Guerchet al considerar tres tipos de áreas que son la estática, gravitacionales y de evolución y así indicar dimensiones para el desplazamiento de materiales, personal y equipos. Por lo tanto, se resalta las medidas de los elementos como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12. Dimensiones de elementos fijos y móviles.

	Elemento	Cantidad (n)	N.º de lados N	Largo L(m)	Ancho A(m)	Altura H(m)
FIJOS	Molienda de sal.	2	1	1.99	1.79	1.25
	Cribas vibratorias.	2	1	1.82	2.00	1.50
	Clasificadora de sal.	1	1	1.66	3.03	1.80
	Envasadora de sal.	3	1	1.13	2.04	1.90
	Mesas de trabajo.	2	2	1.50	3.00	0.95
	Mesa de inspección.	1	3	1.20	1.50	1.00
MÓVILES	Coche.	2		0.90	0.75	0.80
	Carretilla.	1		1.20	0.80	0.80
	Operarios.	6				1.7

Nota. Elaborado por los autores.

Se realizan los cálculos de cada elemento de la planta propuesta, donde se obtiene las dimensiones de cada elemento a partir de cada ficha técnica incluida del equipo tomado como referencia, esto permite señalar el área límite que debe disponer cada uno. Bajo este contexto, se especifica la necesidad de disponer 52.34 m² para los equipos fijos y de 6.95 m² de las herramientas móviles y del desplazamiento de los operarios. Es decir, es factible para un correcto funcionamiento en el proceso de refinación de sal con 127.16 metros cuadrados a través de este método como indica la Tabla 13.

Tabla 13. Cálculo del método de Guerchet.

	Elemento	SS = Área	Área Total = Área x n	Sg = Ss * N	Área Total * Altura	Ss+Sg	Se=k(Ss+Sg)	St por estación	ST
FIJOS	Molienda de sal.	3.55	7.1063	3.55	8.88	7.11	3.30	10.40	20.81
	Cribas vibratorias.	3.64	7.28	3.64	10.92	7.28	3.38	10.66	21.32
	Clasificadora de sal.	5.02	5.02374	5.02	9.04	10.05	4.66	14.71	14.71
	Envasadora de sal.	2.31	6.9156	2.31	13.14	4.61	2.14	6.75	20.25
	Mesas de trabajo.	4.50	9	9.00	8.55	13.50	6.27	19.77	39.53
	Mesa de inspección.	1.80	1.8	5.40	1.80	7.20	3.34	10.54	10.54
	TOTALES		37.13		52.34				
MÓVILES	Coche.	0.68	1.35		1.08				
	Carretilla.	0.96	0.96		0.77				
	Operarios.	0.50	3.00		5.10				

TOTALES	5.31	6.95	127.16
----------------	-------------	-------------	---------------

Nota. Elaborado por los autores.

3.2. Implementación de la propuesta

Capacidad de producción

El consumo per cápita de sal en Ecuador oscila entre 5 y 6.8 g/día donde la población estimada en los resultados de la normativa INEC en el año 2024. Consecuentemente, la demanda nacional proviene principalmente de industrias alimenticias (panaderías, cárnicos, snacks y conservas, luego se encuentran las industrias químicas (cloro – sosa, tratamiento de agua) y en última instancia el sector camaronero y pesquero.

Cálculo del consumo per cápita diario

$$C_d = \frac{C_g}{1000} \quad (3)$$

donde:

- C_d = consumo per cápita diario [$kg/persona \cdot día$]
- C_g = consumo per cápita diario [$g/persona \cdot día$]

$$C_d = \frac{6.8}{1000} = \frac{0.0068 \text{ kg}}{\text{persona}} \cdot \text{día}$$

Cálculo del consumo anual per cápita

$$C_a = C_d \times 365 \quad (4)$$

donde:

- C_a = consumo anual per cápita [$kg/persona \cdot año$]

$$C_a = 0.0068 \times 365 = 2.482 \text{ kg/persona} \cdot \text{año}$$

Cálculo del consumo doméstico nacional de sal

De acuerdo con las proyecciones poblacionales del INEC para el año 2024, la población del Ecuador se estima en **17,9 millones de habitantes**.

$$C_{dom} = P \times C_a \quad (5)$$

donde:

- C_{dom} = consumo doméstico nacional [$kg/año$]

- P = población nacional [*personas*]

$$C_{dom} = 17.9 \times 10^6 \times 2.482$$

$$C_{dom} = 44.282 \times 10^6 \text{ kg/año}$$

Conversión a toneladas

$$C_{dom} = 44\,282 \text{ t/año}$$

Estimación del mercado nacional total de sal

Diversos estudios de mercados comparables indican que el **consumo doméstico representa aproximadamente entre el 25 % y 40 % del consumo total de sal**, mientras que el **consumo industrial alcanza valores entre el 60 % y 75 % del total nacional**.

Para efectos de este estudio se adopta un **escenario conservador**, asumiendo que el consumo doméstico representa el **25 % del mercado total**.

Para estimar el mercado nacional usamos la ecuación (6)

$$C_{total} = \frac{C_{dom}}{f_{dom}} \quad (6)$$

donde:

- C_{total} = consumo total nacional de sal [*t/año*]
- C_{dom} = consumo doméstico [*t/año*]
- f_{dom} = fracción de consumo doméstico (adimensional)

$$C_{total} = \frac{44\,282}{0.25}$$

$$C_{total} = 177\,128 \text{ t/año} \approx 177\,600 \text{ t/año}$$

Segmentación del mercado

La Tabla 14 muestra la agregación del consumo de sal en hogares, industria alimenticia, pesca, cárnico, conservas, agropecuario, industria química, mayorista que se expresan en porcentaje que tienen frente al mercado.

Tabla 14. Segmentación del mercado en Ecuador.

Segmento	% Mercado	Demanda (t/año)	Tipo de sal
Hogares (sal de mesa yodada).	25 %	45,000	Refinada.
Industria alimentaria.	35 %	63,000	Industrial / refinada.
Pesca, cárnicos, conservas.	12 %	21,600	Gruesa / industrial.
Agropecuario (sal mineralizada).	10 %	18,000	Mineralizada.
Industria química/textil.	8 %	14,400	Industrial.
Mayoristas / distribución.	10 %	18,000	Mixta.
TOTAL	100 %	180,000	—

Nota. Elaborado por los autores basado en (INEC, 2024).

Para resumir esta segmentación de mercado objetivo para la nueva planta normalmente comienza en los siguientes puntos:

- Hogares.
- Industria.
- Mayorista.

Demanda estimada de estos apartados dan como resultado:

$$45.000 + 63.000 + 18.00 = 126000 \text{ t/año}$$

Cálculo de la capacidad requerida de la planta

$$C_{inst} = \frac{D_c}{\eta_o \cdot \eta_u} \quad (7)$$

donde:

- C_{inst} = capacidad instalada requerida [t/año]
- D_c = demanda a cubrir [t/año]
- η_o = rendimiento del proceso
- η_u = utilización efectiva de la planta

Parámetros operativos:

- Rendimiento del proceso: $\eta_o = 90 \%$.
- Utilización efectiva: $\eta_u = 85 \%$.
- Días operativos al año: 300.
- Horas/días laborables: 13 (2 turnos).

$$C_{inst} = \frac{D_c}{\eta_o \cdot \eta_u} = \frac{D_c}{0.90 \times 0.85}$$

Cálculo de la demanda que cubrir

En el presente estudio se plantea cubrir el **10 % del mercado nacional estimado**, el cual asciende a **126 000 t/año**.

$$D_c = C_{mercado} \times f_c \quad (8)$$

donde:

- $C_{mercado}$ = mercado nacional total [t/año]
- f_c = fracción del mercado a cubrir (adimensional)

$$D_c = 126\,000 \times 0.10$$

$$D_c = 12\,600 \text{ t/año}$$

Cálculo de la capacidad instalada

Sustituyendo la demanda a cubrir calculada con la formula (8) y los factores operativos en la ecuación (7) de capacidad instalada:

$$C_{inst} = \frac{12\,600}{0.90 \times 0.85}$$

$$C_{inst} = \frac{12\,600}{0.765}$$

$$C_{inst} = 16\,471 \text{ t/año}$$

Producción diaria requerida

$$Q_d = \frac{C_{inst}}{D_{op}} \quad (9)$$

donde:

- Q_d = producción diaria requerida [t/día]
- C_{inst} = capacidad instalada requerida [t/año]
- D_{op} = días operativos al año [días/año]

$$Q_d = \frac{16\,471}{300} = 54.90 \text{ t/día}$$

Cálculo de la producción horaria requerida

$$Q_h = \frac{Q_d}{H_{ef}} \quad (10)$$

donde:

- Q_h = producción horaria requerida [t/h]
- Q_d = producción diaria requerida [t/día]
- H_{ef} = horas efectivas de operación por día [h/día]

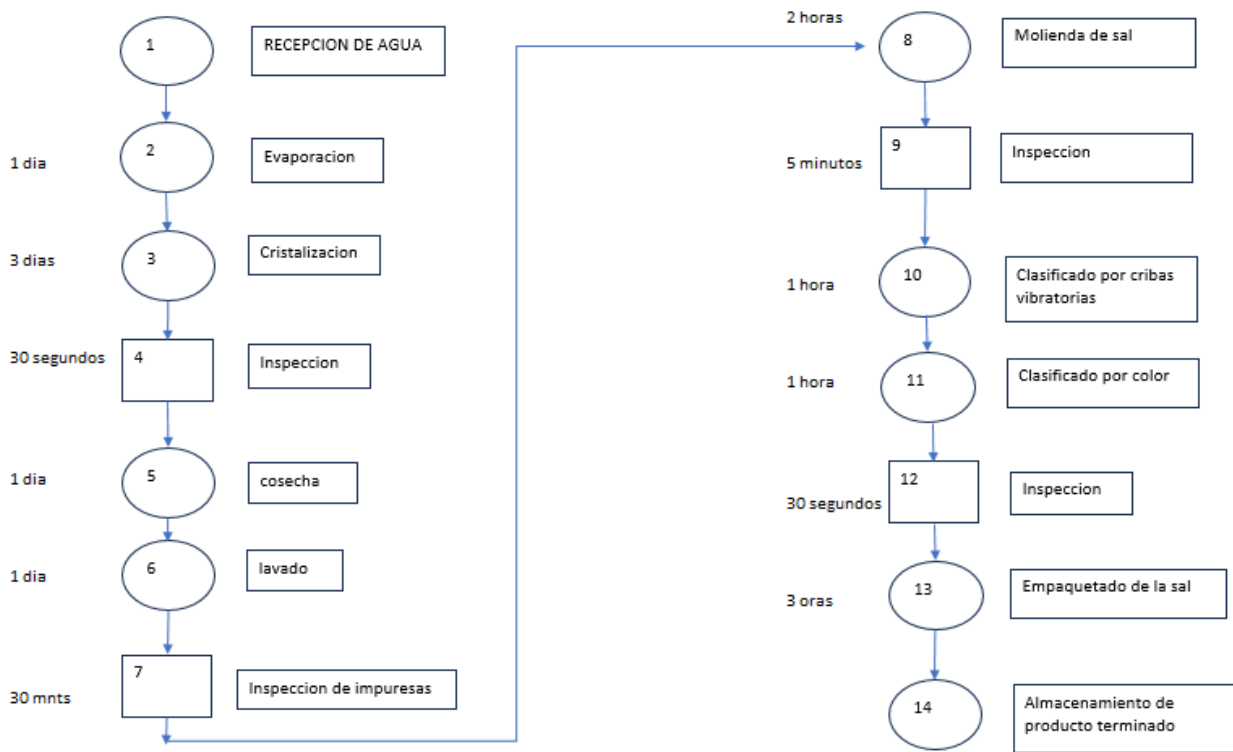
$$Q_h = \frac{54.90}{13} = 4.22 \text{ t/h}$$

y una breve frase: “Horas netas efectivas, descontando paradas programadas”

Diagrama de operaciones del proceso propuesto

El diagrama de operaciones que se propone con las instalación de un proceso de refinación de sal para su comercialización a distintos clientes, inicia con el sistema artesanal de la obtención del producto a través de la asociación lo que conlleva a días de trabajo, con la cantidad de sal obtenida, si el socio busca que su producto sea distribuida para el uso doméstico tendrá que utilizar los equipos correspondientes para su refinación y de una presentación que pueda ser distribuida al consumidor de forma práctica como se observa en la Figura 14.

Figura 14. DOP *propuesto.*



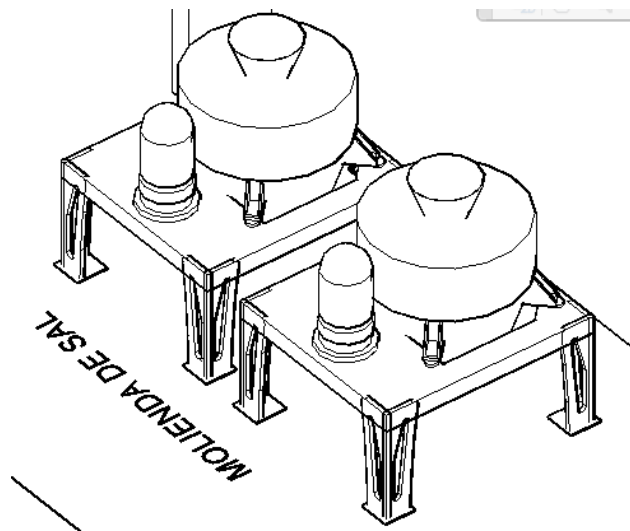
Nota. Elaborado por los autores.

Descripción de máquinas para el proceso productivo

Para el sistema productivo se propone la instalación de los equipos como: moliendas, de cribas vibratorias para la clasificación por grano y de color, como también el uso de envasadoras de sal. Estos elementos se distribuyen de una forma que impida problemas en el traslado del producto en cada una de las fases del proceso. Consecuentemente, el proceso en particular comienza bajo la utilización de equipos específicos que conforman las actividades para la obtención del producto terminado en base a la experticia de la producción de sal refinada.

Esto tiende a reducir la granulometría al moler la sal para un consumo doméstico o industrial. Por lo tanto, es de interés del molino centrífugo MIXOL como se refleja en la Figura 15.

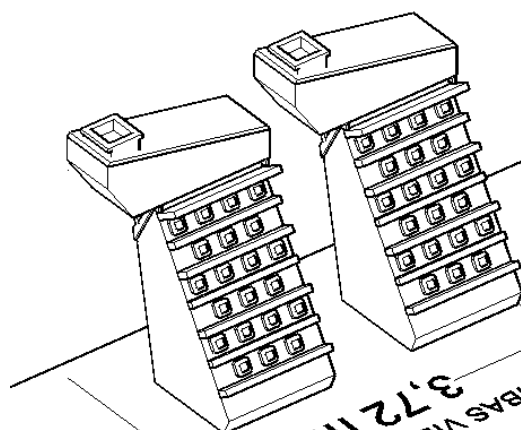
Figura 15. Molienda de sal MIXOL.



Nota. Elaborado por los autores.

Como siguiente fase, es la clasificación del producto a través de cribas vibratorias hasta 100 micras que consiste en la instalación de cabezales electromagnéticos que están alineados a un soporte que divide la sal por rangos granulométricos a partir de un motor que convierte la energía eléctrica suministrada a mecánica y así separar las partículas dependiendo de su tamaño, esto permite obtener la sal seca gruesa, fina y el polvo residual y se representa tal como se observa en la Figura 16.

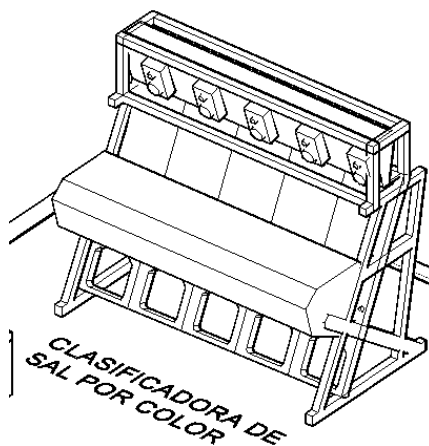
Figura 16. *Cribas vibratorias.*



Nota. Elaborado por los autores.

Otro proceso que se aplica en la planta propuesta es la clasificación de sal por el color, esto permite separar las impurezas presentes en la sal marina debido a rocas o al fondo marino, esto provoca que la calidad del producto disminuya el valor dentro del mercado. Por lo tanto, la implementación de este equipo controlado por microprocesadores es necesario y se representa como se observa en la Figura 17.

Figura 17. *Clasificadora de la sal por color.*

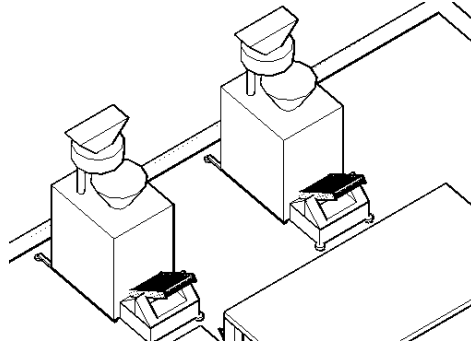


Nota. Elaborado por los autores.

Finalmente, está el envasado de la sal a través de máquinas verticales que empaquetan el producto en fundas pequeñas dependiente de la presentación destinada al cliente de interés,

mientras este proceso es automático y tiene una capacidad de producción de 80 bolsas por minuto. Esto se representa como se visualiza en la Figura 18.

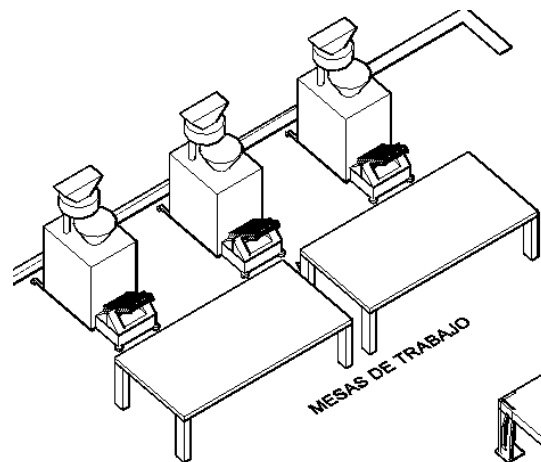
Figura 18. *Envasadoras de sal.*



Nota. Elaborado por los autores.

Adicional a esto son las mesas de trabajo (Figura 19) que tienen la función del empaquetado manual o para el embalaje del producto en cajas para su almacenamiento o embarque y este sea distribuida al cliente. Además de mesas de inspección para verificar si el producto mantiene los niveles de calidad permisibles para su comercialización al mercado de interés.

Figura 19. *Mesa de trabajo.*



Nota. Elaborado por los autores.

Potencia total requerida

A través de esto se crea las fichas técnicas mostrada en el Anexo 15 de los equipos referenciales, se obtiene un estimado de la potencia requerida que es de 97,5 kW para el sistema

productivo, tal como se observa en la Tabla 15, la molienda de sal necesita de una mayor potencia con un total de 22 kW lo que involucre de un sistema eléctrico apropiado.

En consecuencia, la potencia requerida no solo evidencia el nivel operativo del proyecto, sino que también respalda la instalación de una acometida trifásica y un sistema de protección adecuado, garantizando condiciones de funcionamiento seguras, estables y continuas.

Tabla 15. *Potencia nominal de equipos.*

Equipo	Cantidad	Potencia requerida (kW)	Potencia total
Molienda de sal.	2	22	44
Cribas vibratorias.	2	15	30
Clasificadora de sal por color.	1	2.5	2.5
Envasadora de sal.	3	7	21
		Total	97.5

Nota. Elaborado por los autores en base a fichas técnicas.

Esto permite un dimensionamiento eléctrico que considere el factor de potencia de un estimado de 0.85 y la eficiencia del servicio de 0.98, lo cual permite conseguir la potencia aparente requerida:

Potencia aparente requerida

El dimensionamiento eléctrico considera un **factor de potencia** y una **eficiencia del servicio**, con el objetivo de determinar la potencia aparente necesaria para el sistema eléctrico de la planta.

$$S = \frac{P}{fp \cdot \eta_s} \quad (11)$$

donde:

- S = potencia aparente requerida [kVA]
- P = potencia activa demandada [kW]
- fp = factor de potencia del sistema (adimensional)
- η_s = eficiencia del servicio eléctrico (adimensional)

Datos considerados

- $P = 97.5 \text{ kW}$
- $fp = 0.85$
- $\eta_s = 0.98$

$$S = \frac{97.5}{0.85 \times 0.98}$$

$$S = 117.04 \text{ kVA}$$

Sistema monofásico (1Φ)

$$I_{1\phi} = \frac{S \cdot 1000}{V} \quad (12)$$

donde:

- $I_{1\phi}$ = corriente monofásica [A]
- V = tensión de línea [V]- (120 V), ecuación (12)

$$I_{1\phi} = \frac{117.04 \times 1000}{120}$$

$$I_{1\phi} = 975.33 \text{ A}$$

Sistema bifásico (2Φ), ecuación (13)

$$I_{2\phi} = \frac{S \cdot 1000}{2 \cdot V} \quad (13)$$

$$I_{2\phi} = \frac{117.04 \times 1000}{2 \times 110}$$

$$I_{2\phi} = 532 \text{ A}$$

Sistema trifásico (3Φ) para lo cual usamos la ecuación (14)

$$I_{3\phi} = \frac{S \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot V_L} \quad (14)$$

donde:

- $I_{3\phi}$ = corriente trifásica [A]
- V_L = tensión de línea [V] - (380 V)

$$I_{3\phi} = \frac{117.04 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380}$$

$$I_{3\phi} = 177.82 \text{ A}$$

Con los cálculos realizados, se indica el amperaje desde el kVA para el sistema monofásico, bifásico y trifásico, donde se obtiene que la utilización de una acometida de 110V es inviable provocando que no soporte la acometida residencial, además, que se necesita de cables, protecciones y capacitadores extremos lo que es equivalente a equipos costosos e inseguros. Por lo tanto, la solicitud de un sistema trifásico a la empresa distribuidora (CNEL), de un transformador trifásico de calidad y de tableros de protección. De forma complementaria, el uso de convertidores reduce la corriente de arranque de los motores de la planta refinadora para que ayuden a gestionar de picos y proteger la red.

El presidente de la asociación indica en la entrevista que el desarrollo de la planta refinadora de sal se ve limitado por la falta de un sistema eléctrico en el terreno. Para solucionarlo, es imprescindible solicitar una acometida trifásica a la empresa eléctrica, dado que esta configuración es más segura, escalable y eficiente a mediano plazo. Complementariamente, se recomienda incorporar contactores magnetotérmicos, relés de sobrecarga e interruptores de transferencia.

Capacidad actual de los socios

La capacidad de producción corresponde al volumen máximo que la planta piloto puede procesar de manera continua y eficiente, considerando el rendimiento de los equipos, la secuencia operativa y los tiempos efectivos del proceso. En el presente proyecto, este análisis es fundamental porque permite establecer si la configuración propuesta y los recursos disponibles pueden satisfacer las necesidades productivas de la Asociación Montaña Blanca.

Como una representación visual de la planta de refinación de sal, se desarrolla una simulación de escenario donde se integra los equipos y espacios necesarios para el sistema productivo en la cual se programa dependiendo de su capacidad instalada y así justificar los cálculos correspondientes. Se inicia con las conexiones entre cada máquina y de cómo es su funcionamiento durante su activación y así observar los cuellos botellas como se visualiza en la Figura 20.

Que si es comparada con la capacidad de producción de sal por parte de los socios de la Asociación Montaña Blanca que produce entre 50000 y 70000 sacos al año de 50 kg se consigue la siguiente capacidad.

Cálculo de la producción anual. La producción anual la calcularemos con la ecuación (14).

$$P_{anual} = N_s \cdot m_s \cdot \frac{1}{1000} \quad (15)$$

donde:

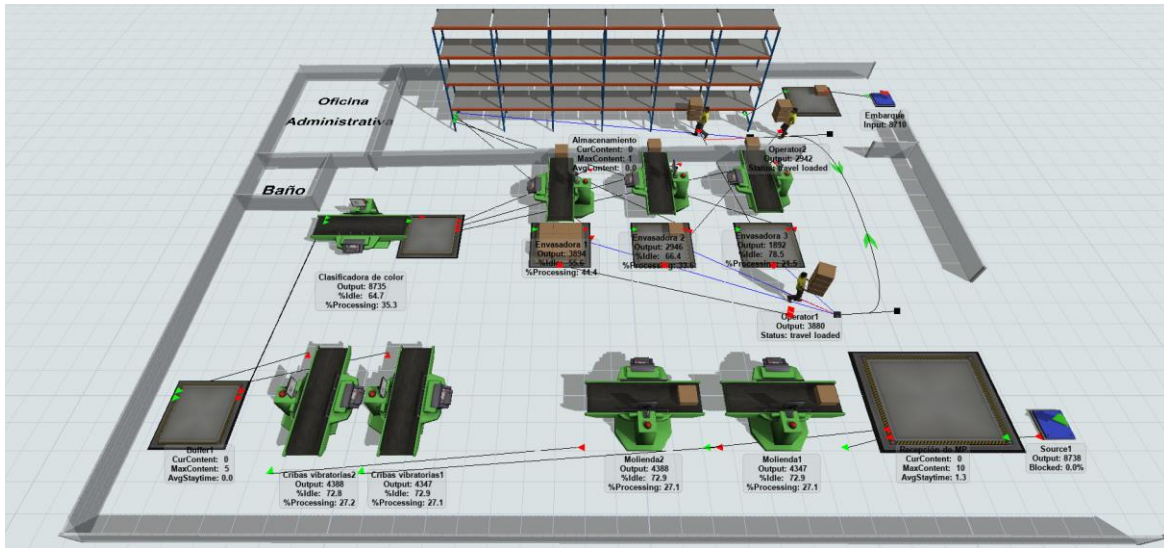
- P_{anual} = producción anual [t/año]
- N_s = número de sacos producidos por año [sacos/año]
- m_s = masa por saco [kg/saco]

$$P_{anual} = 70\,000 \cdot 50 \cdot \frac{1}{1000}$$

$$P_{anual} = 3\,500 \text{ t/año}$$

Capacidad propuesta de planta de refinamiento

Figura 20. Simulación de proceso de refinación de sal propuesto.



Nota. Elaborado por los autores a través del software FlexSim.

Se observa que la planta de refinación está limitada por el envasado que tiene una capacidad efectiva de 3.54 toneladas la hora y que tiene una sobredimensión con respecto al molino y cribas vibratorias. Así mismo, se verifica la capacidad diaria y anual estimada, si se toma una jornada de 13 horas y de un factor de utilización operativo del 85 % debido a paros, cambios de lotes y en el mantenimiento correspondiente.

La capacidad horaria efectiva del sistema está determinada por el cuello de botella identificado en la etapa de envasado:

$$Q_h = 3.54 \text{ t/h}$$

Cálculo de la capacidad diaria efectiva

$$Q_d = Q_h \cdot H_{ef} \cdot \eta_u \quad (16)$$

donde:

- Q_d = capacidad diaria efectiva [t/día]
- Q_h = capacidad horaria nominal [t/h]
- H_{ef} = horas efectivas de operación por día [h/día]
- η_u = factor de utilización operativa (adimensional)

Entonces:

$$Q_d = 3.54 \cdot 13 \cdot 0.85$$

$$Q_d = 39.12 \text{ t/día}$$

Cálculo de la capacidad anual efectiva

$$Q_a = Q_d \cdot D_{op} \quad (17)$$

donde:

- Q_a = capacidad anual efectiva [t/año]
- D_{op} = días operativos al año [días/año]

Entonces:

$$Q_a = 39.12 \cdot 300$$

$$Q_a = 11\,736 \text{ t/año}$$

Cálculo de la capacidad diaria efectiva

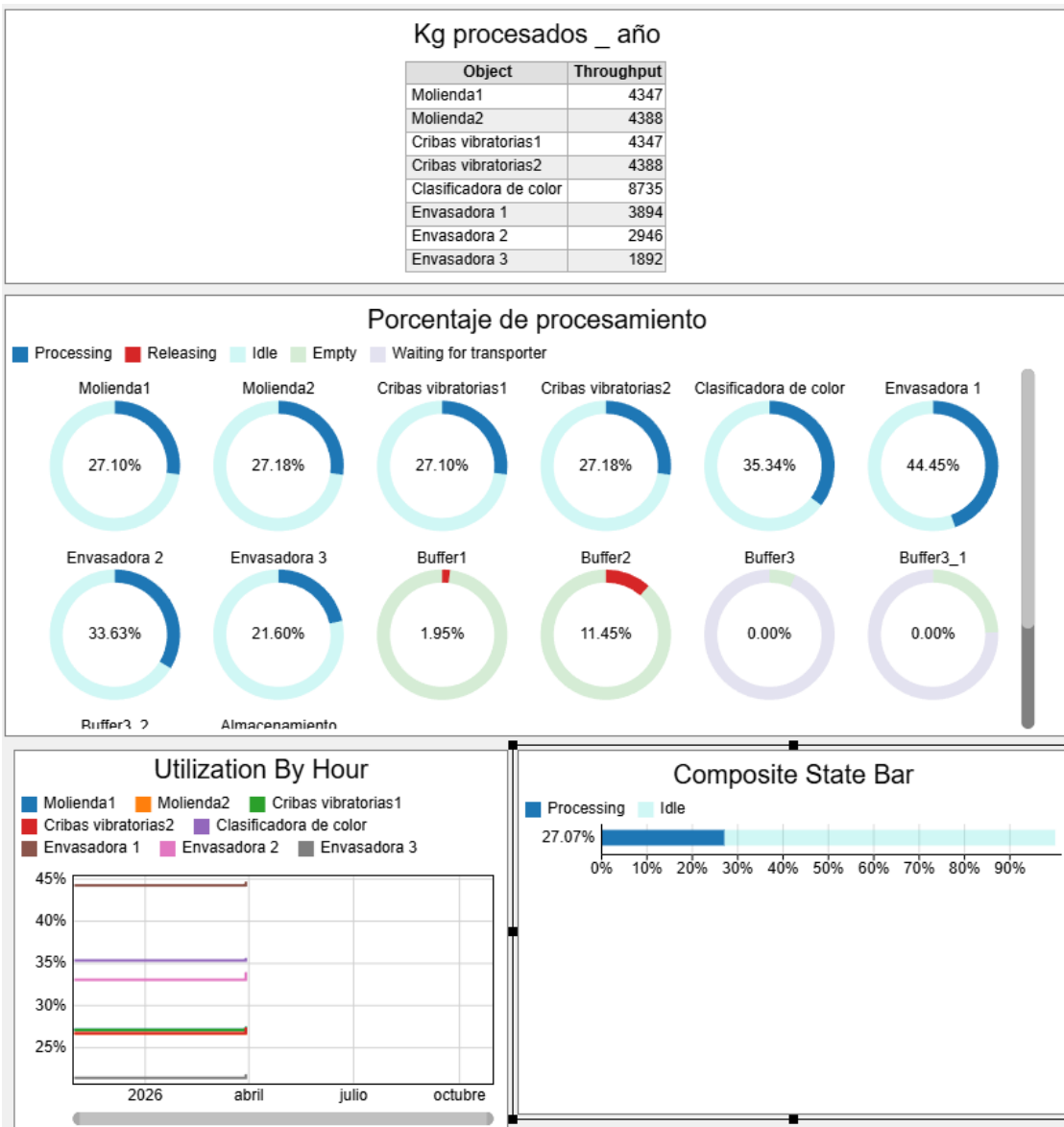
$$Q_d = Q_h \cdot H_{ef} \cdot \eta_u \quad (18)$$

$$Q_d = 3.54 \cdot 13 \cdot 0.85$$

$$Q_d = 39.12 \text{ t/día}$$

Además, se presenta las áreas como almacenamiento de producto terminado, la oficina administrativa y los baños. Se inicia su ejecución con un tiempo de duración de 1 año donde se visualiza las salidas (throughput) donde hay un total de 39.117 toneladas anual procesadas, que se asemeja a la capacidad calculada de 11.735 toneladas, además se obtiene que las moliendas trabajan solo en un 27 % lo que implica que el producto receptado es bajo y quedan paradas hasta la llegada de un nuevo lote. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que el producto es dividido por cada socio, esto involucra que el producto no se puede mezclar ya que cada productor se hace responsable de la sal cosechada. La envasadora 1 es el equipo con mayor utilización del 44.45 % y la clasificadora de sal por color a pesar de tener una capacidad menor a todo el sistema productivo, se mantiene en un 35.34 % de funcionamiento como se observa en la Figura 21.

Figura 21. Dashboard de simulación.



Nota. Elaborado por los autores a través de FlexSim.

Por lo tanto, aunque la capacidad estimada sea mayor a la producción de la asociación, este puede ser positivo a posible incremento productivo debido a que el socio tiene presente instalaciones que permitan un mejor refinamiento de su materia prima y esta pueda ser comercializada a un precio mayor lo que influye a una mayor productividad de sus piscinas o pozos de sal.

Cálculo de la productividad multifactorial (PMF)

La productividad multifactorial permite evaluar la **eficiencia global del sistema productivo**, relacionando la producción obtenida con el costo total de los factores productivos involucrados.

Datos considerados

- Producción real anual:

$$Q = 11\,735 \text{ t/año}$$

- Costos anuales de los factores productivos:
 - Mano de obra (MO): USD 120 000
 - Insumos y materiales (IM): USD 300 000
 - Energía (E): USD 25 000
 - Capital y mantenimiento (C): USD 55 000

Costo total de los factores

$$C_T = MO + IM + E + C$$

$$C_T = 120\,000 + 300\,000 + 25\,000 + 55\,000$$

$$C_T = 500\,000 \text{ USD/año}$$

Productividad multifactorial

$$PMF = \frac{Q}{C_T} \quad (19)$$

donde:

- PMF = productividad multifactorial [t/USD]
- Q = producción total [$t/año$]
- C_T = costo total de los factores productivos [$USD/año$]

Entonces:

$$PMF = \frac{11\,735}{500\,000}$$

$$PMF = 0.023 \text{ t/USD}$$

energía y capital, asociado directamente al aumento de la capacidad real, manteniéndose constantes los costos. En consecuencia, el desempeño operativo se acerca a condiciones óptimas, reduciendo pérdidas relativas y mejorando la competitividad del proceso.

3.3. Datos generales del proyecto

Análisis para la construcción de la planta de refinamiento de sal

Previo a la construcción de la planta de refinamiento de sal se describieron las siguientes fases que se va a emplear para el desarrollo de la empresa.

Diseño de planta de refinamiento de sal

Ubicación: Avenida Velasco Ibarra, José Luis Tamayo, Salinas.

Actividad principal: planta industrial de refinamiento de sal.

Normativas aplicables

Ejecutar la normativa vigente y las ordenanzas locales. De manera orientativa, considerar las siguientes normativas referenciales:

- Normativa ecuatoriana para la construcción (NEC) y ordenanzas municipales para licencia, uso de suelo y permisos de edificación.
- Aspectos ambientales conforme normativa nacional y local (manejo de efluentes, residuos y emisiones).
- Normativa sanitaria/ARCSA buenas prácticas de manufactura.
- Normativas INEN 57 (sal para consumo humano).
- Normativa INEN 1334/ NTE – INEN 1334 (etiquetado de alimentos).

Reglamento de seguridad y salud ocupacional

Requisitos de seguridad eléctrica.

Libro VI (TULSMA) normativa de calidad ambiental y descargas de efluentes.

Requerimientos técnicos de infraestructura

Estructura

Hormigón armado y cargas metálicas con cubiertas que aseguran la trazabilidad y la ventilación.

Pisos

Resistentes antideslizantes y lavables en áreas de proceso con recubrimiento epóxico grado alimentario y pendientes hacia drenajes (1-2 %).

Muros y cielos

Superficies lisas, lavables, con esquinas sanitarias; evitar falsos techos que acumulen polvo en áreas de proceso.

Drenajes y sumideros

Rejillas inoxidable y trampas de solidos; sifonales para controlar olores y retorno de insectos.

Iluminación y ventilación

Cumplir niveles adecuados de luz y renovación de aire; protección de luminarias en proceso.

Control de plagas

Barreras físicas, mallas, burletes programa documentado.

Zonificación de áreas

Separar bodega/almacenamiento, proceso, mesas de inspección, empaque, oficinas, SSHH. Flujo limpio.

Minimizar cruces entre materia prima, producto en proceso y terminado, rutas diferenciadas para personal y materiales.

Accesos y circulación.

Pasillos señalizados, radios de giro para montacarga, rampas donde se requiera.

Servicios e instalaciones

Agua.

Fuente apta para consumo y/o tratada, red diferenciada para agua de proceso y de servicios y puntos de toma para la limpieza.

Energía eléctrica

Tablero general, subtableros sectorizados, puesta a tierra y protecciones diferenciales, canalizaciones identificadas.

Instalaciones sanitarias

Lavamanos con accionamiento no manual, dispensadores, secadoras/toallas.

Almacenamiento de residuos.

Área ventilada y señalizada, segregación por tipo, rutas de retiro.

A continuación, mediante la Tabla 16 se presentan las dimensiones específicas, elementos y observaciones para llevar a cabo la ejecución del estudio del proyecto.

Tabla 16. Dimensiones específicas de construcción.

Elemento	Dimensión/cantidad	Observaciones
Área total de construcción.	15 x 10 m	150 m ² .
Puertas de acceso individual.	2 unidades	Cada una aprox. 0.90 m x 2.10 m.
Puertas de garaje/portón.	2 unidades	Claro libre aprox. 3.50 x 3.50 m.
Ventanales.	3.0 m x 1.7 m (5.1 m ²)	Cantidad según iluminación y fachadas.
Losa superior o estructura metálica.	10 x 10 m	Cubierta con aleros y canaletas.
Pisos industriales.	Espesor: 10 x 12 cm	Concreto reforzado, antideslizante con pendiente del 1 - 2 % hacia los drenajes .
Área administrativa.	3 m x 4 m (12 m ²)	Oficina, servicios sanitarios.
Área de producción.	10.5 m x 10 m (105 m ²)	Línea de proceso: molienda, clasificado, etiquetado y almacenamiento.

Nota. Elaborado por los autores.

Mediante la Tabla 16 se expresa el área total de la construcción expresada en metros cuadrados, seguido de las puertas que van a brindar el acceso individual a los socios y operarios de la planta que se justifica mediante la seguridad y el plan mínimo de manejo ambiental.

Seguridad contra incendios y emergencias

- Clasificación de riesgo, calculo y dotación de extintores; gabinetes/hidratantes según el proyecto.
- Rutas y salidas de emergencia señalizadas; iluminación de emergencia; punto de encuentro.
- Sistema de detención/alarma; mantenimiento preventivo documentado.
- Plan de emergencias, capacitación y simulacros; botiquines.

3.1.1. Plan mínimo de manejo ambiental

- **Alcance:** aplica todas las actividades del proyecto durante la fase de construcción (obra civil, montaje de equipos, pruebas).
- **Objetivo general:** prevenir, minimizar y controlar los impactos ambientales significativos del proyecto, garantizando el cumplimiento legal y la protección de la salud y seguridad de trabajadores y comunidad.

- **Objetivos específicos:** identificar aspectos e impactos, definir medidas y responsables, establecer indicadores y metas, implementar monitoreo, asegurar capacitación, gestionar comunicación y quejas y planificar la respuesta a emergencias.

Identificación de aspectos e impactos ambientales

La Tabla 17 ilustra las etapas inmersas de la construcción que alegan el funcionamiento correcto de la empresa.

Tabla 17. *Fases de construcción.*

Fase de construcción
Movimientos de suelo, generación de polvo (PM10) y ruido por maquinaria.
Residuos de construcción y demolición (RCD), embalajes y chatarra.
Riesgo de derrames de combustible/ aceites y afectación de suelo.
Interferencia temporal con tránsito y comunidad.

Nota. Elaborado por los autores.

Programas de manejo ambiental

Como se evidencia en la Tabla 18 el programa que alega el manejo ambiental, mediante las medidas o acciones claves a tomar delegando responsables, indicadores, frecuencias y como última instancia las evidencias.

Tabla 18. *Programa de manejo ambiental.*

Programa	Medidas/ Acciones clave	Responsable	Indicador/meta	Frecuencia	Evidencia
Gestión de RCD (construcción).	Plan de segregación en	Jefe de obra.	≥ 90% RCD dispuestos con	Semanal .	Guías de transporte, actas

	obra; acopio temporal en contenedores; retiro por gestor autorizado; control de polvo (riesgos).		gestor; o quejas por polvo.		registro de riesgos.
Control de polvo y ruido (construcción).	Riesgo de vías; pantallas; horario diurno; mantenimiento o de maquinaria.	Jefe de obra.	PM10 cualitativo bajo; ruido \leq límites locales.	Diario.	Bitácoras, registros de mantenimiento.
Sustancias peligrosas (operación).	Inventario; gabinetes ventilados; lavados; señalización; permisos de trabajo.	Jefe de planta/ SSO.	NA.	Mensual.	Lista de chequeo, reportes de incidentes.
Residuos sólidos(operación).	Segregación en fuente; compactación; reciclaje; gestor autorizado.	Bodega / SGC.	≥ 80 % reciclajes materiales valorizables.	Mensual.	Actas de retiro, pesajes.
Emisiones y ruido.	Encapsular compresores; mantenimiento; medir dB (A); control de ozono si aplica.	Mantenimiento.	Ruido \leq norma local; 0 fugas de ozono.	Trimestral.	Registros de medición y mantenimiento.
Seguridad y salud ocupacional.	EPis; señalización;	SSO.	0 accidentes incapacitantes;	Mensual.	Reportes SSO, inspecciones.

	permisos de trabajo; bloqueo etiquetado; ergonomía; botiquines.		≥ 95% uso de EPI.		
Capacitación y sensibilización.	Inducción ambiental/SSO; manejo de químicos; emergencias; 5S.	RR. HH./ SSO.	100% personal capacitado anual.	Semestral/anual.	Lista de asistencia, evaluaciones.
Relación comunitaria y quejas.	Canal de comunicación visible; registro y respuesta ≤ 5 días hábiles.	Administración.	100% quejas atendidas en plazo.	Continuo.	Libro de quejas, comunicaciones.
Emergencias y contingencias.	Plan de respuesta (incendio, derrames, sismos); simulacros; kit de contención.	SSO/brigadas.	≥2 simulacros/año; tiempos de respuesta dentro de meta.	Semestral.	Informes de simulacro, listas de verificación.
Orden, limpieza y 5S.	Rutas de evacuación; housekeeping; control de plagas.	Todas las áreas	≥ 90% cumplimiento 5S en auditorías internas.	Mensual.	Listas 5S, hallazgos y cierres.

Nota. Elaborado por los autores.

Plan de monitoreo ambiental

La Tabla 19 evidencia el plan de monitoreo ambiental bajo los parámetros, métodos, frecuencia, meta y como última instancia delegando a los responsables.

Tabla 19. Plan de monitoreo ambiental.

Parámetro/ indicador	Método/fuente	Frecuencia	Meta/umbral	Responsable
Calidad del producto.	Requisitos INEN/BPM.	Mensual/según plan HACCP.	Cumplimiento 100 %.	Jefe de calidad.
Efluentes (pH, TSS, DQO).	Muestreo y análisis; autorización municipal.	Trimestral.	Dentro de los límites.	Jefe de planta.

Nota. Elaborado por los autores.

Cronograma de implementación

La representación de la Tabla 20 facilita la interpretación del cronograma de implementación basado en meses para la construcción de la planta.

Tabla 20. Cronograma de implementación.

Programa	M1	M2	M3	M4	M5	M6-12
Manejo de RCD y control de polvo/ruido (obra).	X	X	X			
Sustancias peligrosas y almacenamiento.			X		X	X
Agua, efluentes y autorización de descarga.				X	X	X
Residuos sólidos y reciclaje.				X	X	X
Emisiones y ruido de equipos.				X	X	X

SSO (seguridad y salud ocupacional) y capacitación.	X	X	X	X	X
Relación comunitaria y gestión de quejas.			X	X	X
Plan de emergencias y simulacros.			X	X	X
Orden, limpieza y housekeeping.			X	X	X

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 20 muestra el cronograma de manejo del RCD y control de polvos que se realiza en tres meses, sustancias peligrosas y almacenamiento se realiza en el tercer mes con un mes de descanso y se continua en el mes 5 y 6, conjuntamente agua, efluentes y autorización de descarga, residuos sólidos y reciclaje y emisiones y ruidos de equipo que se ejecutan a partir de cuarto mes, simultáneamente SSO y capacitación se efectúa en el primer y segundo mes y continua a partir del cuarto mes en adelante, a la vez esta relación comunitaria y gestión de quejas que se ejecuta desde el cuarto mes en adelante, el plan de emergencias y simulacros se ejecuta a partir del cuarto mes en adelante y finalmente orden, limpieza y housekeeping que se realiza a partir del cuarto mes.

Roles y responsabilidades

- Gerente general: proveer recursos y aprobar el PMMA.
- Responsable de gestión (SGC/MA): coordinar implementación, control documental y reportes.
- Jefe de planta: ejecutar programas ambientales en operación.
- Jefe de obra: ejecutar medidas en construcción.
- SSO/brigadas: emergencias, capacitaciones, inspecciones y auditorías internas.

- Mantenimiento: control de ruido, emisiones y mantenimiento preventivo.
- Bodega/ logística: segregación y despacho de residuos; control de insumos.
- RR.HH./administración: inducciones, relación comunitaria y gestión de quejas.

Registro y evidencias mínimas

- Listas de verificación ambiental y SSO (obra y operación).
- Actas de retiro y pasajes de residuos (RCD, reciclables, peligrosos).
- Bitácoras de riego de vías, control de polvo, mantenimiento y calibraciones.
- Hojas de datos de seguridad (HDS) inventarios y permisos de trabajo.
- Registros de capacitación, simulacros y atención de quejas.
- Planos de áreas, rutas de evacuación y señalización.

Plan de cierre de obra.

- Retiro total de RCD y residuos; limpieza fina del precio.
- Restitución de suelos impactados y revegetación básica si aplica.
- Entrega de actas de disposición y registro fotográfico.
- Verificación de integridad de drenajes y superficies.

3.3.2. Distribución de áreas de planta

La planta de refinación de sal se distribuye de una forma que los equipos tengan un funcionamiento eficiente y puedan ser controlados por los operarios y obtener un producto de calidad como indica la Figura 22.

Figura 22. *Diagrama de áreas.*



Nota. Elaborado por los autores.

3.4. Justificación económica

3.4.1. Análisis financiero

Para una futura aplicación de una planta de refinación de sal en la Asociación Montaña Blanca, se debe considerar una serie de rubros como es la infraestructura que debe ser construida en el lugar seleccionado, los equipos y herramientas necesarias para la línea productiva, otros activos como son los muebles de oficina (escritorio y sillas), suministros, servicios técnicos y otras actividades como se visualiza en la Tabla 21.

Tabla 21. Presupuesto de la inversión.

1. Infraestructura			
Construcción de nave (<i>Anexo 9</i>)	1	\$105,599.74	\$105,599.74
2. Equipos y Herramientas			
Molienda de sal	2	\$ 2,500.00	\$ 5,000.00
Cribas vibratorias	2	\$ 2,990.00	\$ 5,980.00
Clasificadora de sal por color	1	\$ 9,500.00	\$ 9,500.00
Envasadora de sal	3	\$ 1,300.00	\$ 3,900.00
Carretilla	1	\$ 80.00	\$ 80.00
Coche de movilización de insumos	2	\$64.00	\$128.00
3. Suministros			
Energía eléctrica	194400	\$0.10	\$19,867.68
Combustible	150	\$2.80	\$420.00
Agua potable	3840	\$0.29	\$1,113.60
Lubricantes	25	\$15.00	\$375.00
Material de empaque (fundas)	500000	\$0.01	\$5,000.00
Cartón master	35000	\$0.02	\$700.00
4. servicios tecnicos			
Contratación de electricista	1	\$5,000.00	\$5,000.00
Contratación de Capacitador	1	\$2,800.00	\$2,800.00
5. Otras Actividades			
Solicitud de acometida	1	\$500.00	\$500.00
Mantenimientos	12	\$800.00	\$9,600.00
		Subtotal	\$175,564.02
		Imprevistos (5%)	\$8,778.20
		Total, de inversión	\$184,342.22

Nota. Elaborado por los autores.

Se tiene una inversión total de \$184,342.22 para el desarrollo de la propuesta que junto a un flujo neto de caja del lugar de estudio que se muestra en la Tabla 22, dado que se busca calcular los indicadores financieros principales que son el valor actual neto (VAN), la tasa de retorno (TIR), el periodo de recuperación y la relación beneficio/costo. Esto tiene como objetivo el obtener la factibilidad del desarrollo de proyecto o que sea rentable con respecto al periodo establecido.

Tabla 22. Flujo neto de caja.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión del proyecto	-\$ 184,342					
Flujo neto de caja	-\$ 184,342	\$60,076.23	\$67,477.74	\$75,635.59	\$84,618.49	\$94,501.09
Flujo acumulado		-\$124,266	-\$56,788	\$18,847	\$103,466	\$197,967

Nota. Elaborado por los autores.

Con el apoyo de una hoja de cálculo (Anexo 11) y base a los datos del flujo de caja se realiza un análisis interpretativo sobre el proyecto que se desarrolla bajo la Tabla 23 se muestran los resultados obtenidos bajo un VAN positivo de \$72,043, es decir, su financiamiento es viable ya que genera una rentabilidad mayor a la tasa mínima de 13.77 %, lo que significa que al descontar de flujos futuros este aporta un valor adicional.

Tabla 23. Datos de indicadores financieros.

DATOS	VALORES
Números de periodos	5
Tipo de periodos	Anual
Tasa de mínima aceptable de rendimiento	13.77 %
Valor actual neto (VAN)	\$72,043
Tasa de retorno interno (TIR)	27.71 %
Periodo de recuperación	2,75 años
Beneficio – Costo (B/C)	1.08

Nota. Elaborado por los autores.

Un TIR del 27.71 % que supere a la tasa de interés del 13.77 %, demuestra que hay una rentabilidad interna sólida donde se interpreta que es atractivo frente a otras alternativas de inversión y así reforzar la decisión de aplicar la planta de refinación. Por otro lado, el tiempo de recuperación (Payback), se encuentra dentro del segundo año, lo cual señala como rápida y que se empieza a generar las utilidades netas de forma positiva antes del tercer año, esto implica un bajo riesgo económico. Finalmente, una relación beneficio-costos (B/C) de 1.08 confirma que el proyecto es viable, ya que los beneficios superan a los costos. No obstante, este margen, aunque positivo, es moderado; su rentabilidad podría incrementarse mediante una reducción de los costos operativos o una mejora en la eficiencia energética.

3.5. Justificación ambiental

Con respecto al diseño y la aplicación de una planta de refinación de sal en la Asociación Montaña Blanca, este se sustenta en el compromiso a la sostenibilidad ambiental y para la gestión de forma responsable en base a los recursos naturales. De tal manera, se busca que el proyecto fortalezca la cadena productiva de la sal sin que se genere un impacto negativo, por ende, es preocupante en el entorno, ya que promueve una actividad económica compatible con la conservación ambiental.

Bajo estos fundamentos, la ubicación propuesta de esta planta se encuentra localizada en una zona salinera que está alejada de áreas con vegetación densa y de ecosistemas que sean sensibles, esto reduce la alteración de los hábitats naturales. Consecuentemente, la materia prima que es la sal no requiere de procesos químicos que sean contaminantes, esto aporta que se reduzcan el riesgo de vertidos y de la generación de residuos que sean nocivos. No obstante, los desechos que se genera se encuentran limitado a material particulado fino y de recursos de empaque que estén dañados o defectuosos, pero este puede ser controlado a partir de procedimientos de limpieza y en el reciclaje.

Desde una perspectiva energética, el proyecto promueve la eficiencia mediante la instalación de equipos eléctricos de bajo consumo y el uso racional de la energía. No obstante, debido a que la infraestructura se encuentra cerca de piscinas salinas, existe un riesgo potencial de corrosión en equipos y estructuras metálicas, así como de aumento en el consumo eléctrico por deterioro de componentes. Por esta razón, se incorpora un plan de mantenimiento preventivo orientado tanto a la preservación de los activos físicos como a la reducción de residuos derivados de reparaciones frecuentes.

Tabla 24. *Plan de mantenimiento de infraestructura y equipos.*

Título. Plan de mantenimiento preventivo y ambiental.
Objetivo. Preservar la vida útil de los equipos instalados y de la infraestructura para el procesamiento de sal refinada a través de la ejecución de un plan de mantenimiento para la prevención de daños ambientales derivados del entorno salino.

Frecuencia. Revisión mensual y mantenimiento trimestral.				
Área / Equipo	Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Responsable	Objetivo ambiental asociado
Molienda de sal.	Limpieza interna y externa, revisión de rodamientos y sellos, lubricación con grasa anticorrosiva.	Mensual.	Presidente y socios.	Evitar fugas de polvo y reducir residuos por desgaste.
Cribas vibratorias.	Ajuste de vibradores, revisión de tamices, limpieza con aire comprimido.	Mensual.		Prevenir obstrucciones y disminuir consumo eléctrico por sobrecarga.
Clasificadora por color.	Limpieza de sensores ópticos y calibración electrónica.	Trimestral.		Mantener precisión y reducir fallos eléctricos.
Envasadoras.	Lubricación, limpieza de boquillas, revisión de selladores térmicos.	Mensual.		Evitar desperdicio de material de empaque.
Infraestructura metálica y estructuras.	Aplicación de pintura epóxica anticorrosiva y revisión de anclajes.	Semestral.		Mitigar daños por corrosión en ambiente salino.
Instalaciones eléctricas.	Revisión de conexiones, transformadores y tableros, control de voltaje.	Mensual.		Prevenir sobrecalentamientos y reducir pérdidas energéticas.
Gestión de residuos.	Separación de empaques defectuosos y recolección de polvo de molienda para su reutilización.	Semanal.		Minimizar desechos sólidos y contaminación local.

Nota. Elaborado por los autores.

En conjunto, la propuesta se justifica a través de un equilibrio entre el desarrollo productivo y la responsabilidad ambiental, esto se consolida en un modelo de refinación sostenible, que sea eficiente y con un bajo impacto en lo ecológico.

3.6. Justificación social

La implementación de una planta de refinamiento de sal en la Asociación Montaña Blanca responde a una necesidad social y económica prioritaria para los socios productores, quienes actualmente enfrentan limitaciones en la comercialización y valorización de su producto debido a los bajos niveles de pureza obtenidos mediante procesos artesanales. En la situación actual, el precio de venta de la sal depende directamente de su calidad, mientras una sal granulada con menos del 5 % de impurezas alcanza un precio aproximado de \$4,50 por saco de 50 kg, aquella con un 50

% de impurezas solo llega a \$2,50 como se observa en la Tabla 25. Esta variación refleja la desigualdad existente entre el esfuerzo de producción y la rentabilidad obtenida, afectando el bienestar económico de los socios y reduciendo la competitividad del producto local frente a las industrias refinadoras.

Tabla 25. Precio de venta de sal.

Calidad del producto	Color	Precio por saco (50 kg)
Sal granulada blanca (<5 % de impurezas).	Tono blanco.	\$4.50
Sal granulada (\leq 25 % de impurezas).	Característico.	\$3.50
Sal granulada (\leq 50 % de impurezas).	Tono blanco oscuro.	\$2.50
Sal refinada (<1 % de impurezas).	Sal fina blanca.	\$7.00

Nota. Elaborado por los autores.

Con la puesta en marcha del proceso de refinación, la asociación podría ofrecer una sal fina blanca con menos del 1 % de impurezas, alcanzando precios de hasta \$7,00 por saco, lo que representa un incremento de aproximadamente 55 % en el valor de venta respecto al producto artesanal de mayor pureza. Este cambio no solo generaría un aumento directo en los ingresos individuales de los socios, sino que también fortalece la estabilidad económica de la asociación en su conjunto, permitiendo la reinversión en mantenimiento, capacitación y nuevas tecnologías. Además, la producción de sal refinada abriría la posibilidad de acceder a mercados nacionales e industriales que exigen estándares de calidad más rigurosos, mejorando la imagen institucional y la confianza del consumidor.

De tal manera, se desarrolló un análisis de los socios que más terrenos poseen ya que serán elegidos por su alta demanda y aportación al estudio con un total de 25 personas inmersa para luego ser delegados por afinidad. Por lo tanto, se les ofrecerá un valor de pago relacionado a su desempeño que este tenga en el estudio, por consiguiente, se generan los cargos que se aprecian en la Tabla 26. Además, se incluye las diversas funciones o puestos de trabajo que debe realizar cada socio, así como el sueldo propenso a recibir por el aporte a la investigación, ya que efectúa una función polifuncional:

Tabla 26. Cargo que ocupar por socio según el terreno que posee.

Socios dividido por cantidad de terreno	Cargo que ocupar	Pago por cargo
Socio 1.	Gerente general.	\$1.000.00
Socio 2.	Jefe de planta.	\$785.00
Socio 3.	Supervisor de planta.	\$850.00
Socio 4.	Jefe administrativo.	\$915.00
Socio 5.	Contador.	\$480.00
Socio 6.	Jefe de producción.	\$635.00
Socio 7.	Jefe de mantenimiento.	\$500.00
Socio 8.	Jefe de calidad.	\$480.00
Socio 9.	Jefe de logística y compras.	\$475.00
Socio 10.	Encargado de comercialización y ventas.	\$475.00
Socio 11.	Jefe de recursos humanos.	\$475.00
Socio 12.	Encargado de TICS.	\$475.00
Socio 13.	Coordinador de seguridad alimentaria.	\$475.00
Socio 14.	Jefe de etiquetado.	\$4900.00
Socio 15.	Encargo comercial y marketing.	\$475.00

Nota. Elaborado por los autores.

De la misma manera, se llegó a un acuerdo con la empresa pública de CNEL para realizar una acometida a la subestación la cual no cuenta con alumbrado, por tal motivo, se requiere también de una adquisición de un banco de transformadores que serán los que por medio de conexiones variadas se encargan de reducir el voltaje a distribuir por cada área o departamento según sea necesario una línea trifásica de 240 v y otra a 120 v como se muestra en la siguiente Tabla 27. También, se provee un beneficio a las personas aledañas al sector que tendrán un alumbrado eficiente y radical para cada socio.

Tabla 27. Costo de acometida y banco de transformadores.

Concepto	Estimación
Acometida eléctrica.	US\$ 3.000
Banco de transformadores (~300 kVA a 500 kVA).	US\$ 20.000

Nota. Elaborado por los autores.

Desde una perspectiva comunitaria, la iniciativa también representa un beneficio social para la ciudadanía de Salinas y sus alrededores, al ampliar la oferta de sal de calidad para uso doméstico e industrial, reduciendo la dependencia de productos externos y promoviendo la producción local

sostenible. Asimismo, la generación de empleo directo e indirecto, la revalorización del trabajo de los socios y la incorporación de prácticas tecnificadas contribuyen al desarrollo social y productivo de la zona costera, consolidando a la Asociación Montaña Blanca como un agente de cambio y progreso comunitario. En este sentido, el proyecto no solo busca optimizar un proceso técnico, sino mejorar la calidad de vida de sus miembros y de la comunidad, fortaleciendo el tejido social a través del trabajo asociativo y la innovación productiva.

3.7. Análisis comparativo

Entre las principales mejoras que se considera con una ejecución de la planta de refinación de sal estaban la reducción de la limitación de la pureza y homogeneidad del producto que se relaciona con la infraestructura inadecuada para su obtención, además, que la tecnificación en la asociación era muy baja por los procesos artesanales y que el precio de venta se vea afectado siendo de \$4.50 e inferior como se observa en la Tabla 28.

Tabla 28. Análisis comparativo – causas.

Causa	Situación actual	Situación propuesta	Observación
Ausencia de un diseño para el refinamiento de sal.	63	10	Se reduce en un 85 %
Limitada pureza y homogeneidad del producto.	53	5	Se reduce en un 91 %
Baja tecnificación y procesos artesanales.	45	5	Se reduce en un 89 %
Precio de venta de sal blanca.	\$4.50	\$7.00	Se incrementa en un 56 %

Nota. Elaborado por los autores.

El análisis comparativo entre la situación actual y la propuesta de implementación de una planta de refinación de sal en la Asociación Montaña Blanca demuestra una mejora sustancial en los principales factores críticos del proceso productivo y comercial. En primer lugar, los problemas relacionados con la ausencia de diseño disminuyen en un 84.12 %, pasando de un nivel de afectación del 63 % al 10 %.

Cálculo de la reducción del nivel de afectación

$$R = \frac{A_i - A_f}{A_i} \times 100 \quad (20)$$

donde:

- R = reducción porcentual del nivel de afectación [%]
- A_i = nivel de afectación inicial [%]
- A_f = nivel de afectación final [%]

Para la variable *ausencia de diseño para el refinamiento de sal*:

- $A_i = 63\%$
- $A_f = 10\%$

$$R = \frac{63 - 10}{63} \times 100$$

$$R = 84.12\%$$

Esta mejora se atribuye a la inclusión de una infraestructura técnica diseñada específicamente para el refinamiento, con espacios organizados y funcionales que optimizan el flujo de trabajo. Sin embargo, se mantiene un residual del 10 %, asociado principalmente a las limitaciones en las rutas de movilización interna, que aún presentan condiciones de tierra y requieren mantenimiento periódico para garantizar el transporte eficiente de la materia prima y del producto final.

Respecto a la pureza y homogeneidad del producto, el impacto de la planta es aún más significativo. Se observa una reducción del 91 % en las deficiencias de calidad, pasando de un 53 % de afectación a tan solo un 5 %.

Aplicación al caso de pureza y homogeneidad

Consideramos que:

- Nivel inicial: $A_i = 53\%$
- Nivel final: $A_f = 5\%$

$$R = \frac{53 - 5}{53} \times 100 R = 90.56\%$$

$$\text{Limitada pureza y homogeneidad del producto} = \frac{53 - 5}{53} * 100 = 90.56\%$$

Este cambio se explica por la incorporación de equipos de molienda, cribado y clasificación por color, los cuales permiten obtener una sal refinada con menos del 1 % de impurezas. No obstante, se considera un pequeño residuo del 5 %, que puede originarse por mala calibración en las máquinas o por la variabilidad en la calidad de la sal bruta, especialmente durante las temporadas de lluvias, donde el contenido de impurezas tiende a aumentar.

En cuanto a la tecnificación de procesos, la afectación disminuye del 45 % al 5 %, lo que representa una reducción del 89 % en la dependencia de métodos artesanales.

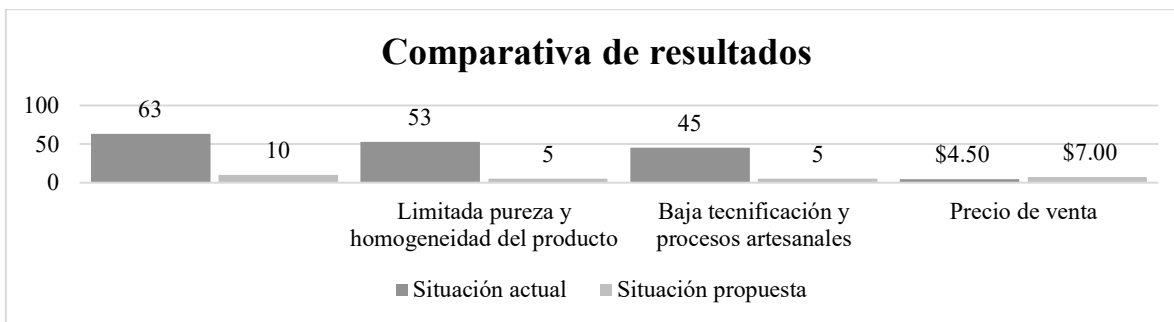
$$\text{Baja tecnificación y procesos artesanales} = \frac{45 - 5}{45} * 100 = 88.88\%$$

Esta mejora se sustenta en la modernización de las etapas de refinamiento, envasado y control de calidad, aunque se conserva parte de la cosecha inicial como un proceso manual, lo que justifica el 5 % residual de artesanía productiva. Finalmente, en el aspecto económico, el precio de venta de la sal refinada se incrementa de \$4.50 a \$7.00 por saco de 50 kg, lo que representa un aumento del 55.56 % en el valor comercial.

$$\text{Precio de venta de sal blanca} = \frac{\$4.5}{\$7.0} * 100 = 155\% - 100\% = 55.56\%$$

Este resultado confirma el potencial de la propuesta para elevar los ingresos de los socios y mejorar la competitividad en mercados más exigentes. En conjunto, los datos evidencian que la implementación de la planta de refinamiento reduce significativamente las causas raíz del problema, fortaleciendo la sostenibilidad técnica, productiva y económica de la Asociación Montaña Blanca como se observa en la Figura 23.

Figura 23. Análisis comparativo de propuesta.



Nota. Elaborado por los autores.

Tal como se visualiza en la gráfica, se presenta una reducción de defectos presentes en la Asociación Montaña Blanca, no obstante, para que se desarrolle de forma correcta se debe manejar de forma participativa con todos los socios existentes, para que tomen en cuenta acciones sobre el funcionamiento de las nuevas instalaciones y conozcan los beneficios del procesamiento de su producto para su comercialización tenga un precio mayor.

3.8. Planning de control

Consiste en una serie de acciones que buscan garantizar la calidad del producto procesado y del cumplimiento de requisitos indicados por el cliente. Además, busca que se minimice las

características de calidad mediante el monitoreo, la cantidad de la muestra, frecuencia de inspección, el responsable de acción y de quien llena el registro y tiene en cuenta el plan de reacción antes desviaciones. Por lo tanto, se realiza a las etapas de recepción y secado de materia prima, a la molienda y cribado, clasificación y refinamiento, envasado y almacenamiento, control administrativo y mantenimiento como se observa en la Tabla 29.

Tabla 29. *Planning de control de planta de refinación de sal.*

1. Etapa de construcción de la nave industrial					
Aspecto	Descripción	Frecuencia	Responsable	Indicadores de control	Acciones correctivas
Preparación del terreno	Limpieza, replanteo y nivelación del área destinada a la nave industrial	Única / inicio de obra	Ingeniero civil	Cumplimiento de cotas (%), desviación topográfica	Corrección de niveles, reajuste del replanteo
Movimiento de tierras	Excavación, relleno y compactación según diseño	Diario	Supervisor de obra	Avance físico (%), grado de compactación	Recompactación, ajuste de volúmenes
Cimentación	Construcción de zapatas, losas y elementos de fundación	Semanal	Ingeniero estructural	Resistencia del hormigón (MPa), tiempos de curado	Ensayos adicionales, reconstrucción parcial
Estructura de la nave	Montaje de columnas, vigas y pórticos	Semanal	Jefe de montaje	% de estructura instalada, alineación estructural	Ajustes de montaje, refuerzos
Cerramientos y cubierta	Instalación de paredes, techos y aislamiento	Semanal	Residente de obra	Avance (%), cumplimiento de especificaciones técnicas	Sustitución de materiales defectuosos
2. Etapa de Recepción y Secado de Materia Prima					
Aspecto	Descripción	Frecuencia	Responsable	Indicadores de control	Acciones correctivas
Inspección de sal en grano.	Verificar nivel de impurezas, humedad y presencia de	Cada lote.	Socios responsable y presidente.	% de humedad \leq 8 %.	Rechazar o resecado del lote.

Registro de origen de la sal.	materiales extraños. Controlar procedencia del lote y condiciones de transporte.	Diario.		Lotes trazables al 100 %.	Registrar desviaciones y corregir rutas de transporte.
Secado solar o térmico.	Monitorear temperatura y tiempo de exposición.	Diario.		Temp. promedio 40–60 °C.	Aumentar tiempo o aireación si humedad supera el 8%.

3. Etapa de Molienda y Cribado

Aspecto	Descripción	Frecuencia	Responsable	Indicadores	Acciones correctivas
Ajuste de granulometría.	Verificar tamaño de partícula post molienda.	Cada 2 horas.	Socios responsable y presidente.	90 % pasa por malla 1 mm.	Reajustar cuchillas o velocidad.
Vibración y limpieza de cribas.	Controlar flujo de producto y evitar obstrucciones.	Cada turno.		Flujo constante sin interrupciones > 95 %.	Limpiar mallas y revisar motor vibrador.
Consumo energético.	Monitorear amperaje de los motores.	Diario.		Variación ≤10% del nominal.	Parar equipo y revisar sobrecarga o desbalance.

4. Etapa de Clasificación y Refinamiento

Aspecto	Descripción	Frecuencia	Responsable	Indicadores	Acciones correctivas
Homogeneidad de color.	Controlar la uniformidad visual de la sal refinada.	Diario.	Socios responsable y presidente.	Uniformidad ≥ 95 %.	Ajustar calibración óptica o retirar material no conforme.
Pureza química (NaCl).	Toma de muestra para análisis de laboratorio.	Semanal.		NaCl ≥ 97 %.	Reprocesar o ajustar lavado químico.
Control de humedad final.	Medir humedad posterior al refinado.	Diario.		≤ 5 %.	Incrementar tiempo o temperatura de secado.

5. Etapa de Envasado y Almacenamiento

Aspecto	Descripción	Frecuencia	Responsable	Indicadores	Acciones correctivas
Control de peso por funda.	Verificar peso nominal (1 kg ± 5 g).	Cada 30 min.	Socios responsable y presidente.	100 % conforme.	Recalibrar dosificador.

Sellado y etiquetado.	Revisar cierre hermético y legibilidad de lote y fecha.	Diario.		Tasa de fallos < 2 %.	Ajustar selladora térmica.
Condiciones de almacenamiento.	Controlar humedad ambiental y ventilación.	Diario.		HR <65 %, T° 25–30 °C.	Mejorar ventilación o aislamiento.
6. Etapa de Control Administrativo y Mantenimiento					
Aspecto	Descripción	Frecuencia	Responsable	Indicadores	Acciones correctivas
Registro de producción.	Controlar lotes refinados, empaques y mermas.	Diario.	Socios responsable y presidente.	Eficiencia ≥ 90 %.	Investigar pérdidas.
Plan de mantenimiento preventivo.	Lubricación, limpieza y revisión eléctrica de equipos.	Mensual.		100 % equipos mantenidos según plan.	Paradas programadas.
Capacitación técnica.	Entrenamiento en BPM y control de calidad.	Trimestral.		≥ 80 % socios capacitados.	Reprogramar sesiones y reforzar temas críticos.

Nota. Elaborado por los autores.

Se plantea tres aspectos principales con cada etapa, la cual describe una serie de actividades que se deben realizar y de controles que se verifican para tener un correcto funcionamiento de la línea de producción actual, su frecuencia depende de cada actividad y el responsable son los mismos socios y presidente de la asociación, los indicadores buscan conocer el nivel de aceptación, en caso de alguna desviación, se debe reportar y realizar la respectiva acción correctiva.

3.9. Marco de discusión

Con respecto al Capítulo I, se aborda a la fundamentación teórica y conceptual en donde se llevó una sustentación del diseño de la planta de refinación de sal para la Asociación Montaña Blanca. En esta sección se evidencia que hay una convergencia entre la literatura científica y de las condiciones de producción local, en la cual destaca el diseño industrial, una organización productiva y de una eficiencia energética que son los principales pilares para que pequeñas empresas inicien acciones de modernización. Además, se confirma la aplicación de metodologías como es el diseño asistido por computadora, a la simulación de procesos y en la garantía bajo

normativa como la NTE INEN 57. Por otro lado, se demuestra que una posible transición de una producción artesanal a una óptima para el refinamiento no solo implica la adopción de tecnologías, también se adiciona al rediseño integro de los flujos de trabajo, en la distribución de áreas de la planta y una correcta gestión de los recursos. En síntesis, un marco teórico está consolidado de fundamentos técnicos que sustenten la viabilidad del diseño propuesto y que sea aplicable al contexto salinero en el Ecuador.

Por consiguiente, el Capítulo II está centrada en el análisis técnico que se sustente en el diagnóstico de la situación problemática de la asociación. Con un enfoque cuantitativo, permite una visión del contexto actual mediante la combinación de la medición de datos numéricos de una encuesta. Por lo cual, se revela que la problemática principal radica en la ausencia de infraestructura, en la baja tecnificación de los procesos productivos y en la limitada pureza del producto final. Por otro lado, un método deductivo y el diseño no experimental permitió que se identifique la causa raíz sin la alteración de las condiciones del entorno.

A través de la recopilación de datos se obtiene una muestra representativa de 66 socios que permite establecer patrones para la explicación de limitaciones estructurales y operativas sobre el sistema artesanal actual. Con el uso del diagrama de Pareto y el análisis FODA se refuerza la objetividad del diagnóstico donde se representa el 78.5 % de las deficiencias que estén vinculadas y así evidenciar las brechas tecnológicas que impiden una evolución en el proceso de refinamiento. Por tanto, este apartado se valida a la pertinencia y justificación de la propuesta como una respuesta fundamentada al problema que se ha identificado.

Para el Capítulo III, se presenta al desarrollo de una propuesta técnica para la instalación de una planta de refinación de sal en la Asociación Montaña Blanca, donde se aborda la selección del terreno que se determinó que el sector 3 es la mejor alternativa para su ubicación debido a su accesibilidad y fácil obtención de permisos, pero se mantiene una limitación en servicios básicos. El método Guerchet establece que se necesita de un área óptima de 127.16 metros cuadrados para una correcta distribución y que garantice la eficiencia operativa. Así mismo, la simulación a través de FlexSim permite la comprobación de una producción anual de 8,735 toneladas de sal refinada, lo que confirma una viabilidad operativa para el procesamiento de la producción actual de la asociación, aunque mantiene una sobredimensión esto puede mitigarse a una mayor productividad de los proveedores.

En el análisis financiero, la inversión total asciende a \$186,468.47, con resultados financieros que contemplan una rentabilidad con un VAN de \$70,259.97, un TIR del 27.24 %, un periodo de recuperación de 2.78 años y la relación beneficio costo de 1.07, esto confirma la factibilidad del proyecto. Al mismo modo, la propuesta se sustenta en la eficiencia energética y el mantenimiento preventivo en entornos salinos para mitigar impactos negativos y de forma social esto representa una oportunidad de mejora en los ingresos de los socios hasta en un 55 %, que fortalezca la competitividad del producto y se dinamice la economía local. En conjunto, esta propuesta conlleva a un modelo técnico, rentable y sostenible, y que sea capaz de transformar la producción artesanal de sal en un proceso técnico de valor agregado.

Limitaciones del estudio

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se identificaron ciertas limitaciones del estudio, que afectaron tanto a la profundidad del análisis realizado como a la predicción de la fase posterior de implementación.

Una de las principales limitaciones identificadas fue la falta de información pública detallada o de datos sobre las refinerías de sal ya existentes, especialmente en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Esta limitación de referencias locales y estudios de casos creó un desafío a la hora de comparar modelos operativos y evaluar con precisión parámetros técnicos adaptados al contexto regional. Además, el estudio predijo obstáculos en la fase de implementación del proyecto, especialmente en términos de viabilidad económica y técnica. Desde el punto de vista económico, la construcción de la infraestructura de la planta piloto requiere una gran inversión inicial. Finalmente, desde el enfoque técnico, la ubicación de la Asociación Montaña Blanca presenta la dificultad de que el suministro eléctrico trifásico, es imprescindible para las instalaciones de los equipos o maquinarias, ya que se encuentra a una distancia considerable, lo que requiere inversiones adicionales e importantes para la instalación de líneas y transformadores que aseguren el correcto suministro y funcionamiento del proyecto.

Futuras líneas de investigación

Las futuras líneas de investigación del estudio realizado se cimientan en la necesidad concluyente de transformar la propuesta de diseño en una realidad operativa, así como en la búsqueda de la excelencia y la sostenibilidad a largo plazo, abordando de manera directa las

limitaciones identificadas. El primer enfoque investigativo es la ejecución e implementación del proyecto de la planta, para lo cual es imperativo desarrollar una búsqueda estratégica de financiamiento. Esta línea debe centrarse en la estructuración de modelos de inversión que permitan la adquisición de equipos esenciales (geomembranas, bombas y mangueras), proponiendo mecanismos de repago basados en el incremento de la producción de sal y la capacidad productiva de los socios. Adicionalmente, para solventar la principal limitación técnica de infraestructura, es crucial un estudio de viabilidad y logística energética que diseñe la solución más eficiente y económica para llevar el suministro de electricidad trifásica hasta la planta, incluyendo el cableado y la instalación de transformadores.

Una vez superada la fase de construcción y con la planta en funcionamiento, el enfoque de la investigación se orientará hacia la optimización continua y la expansión estratégica del negocio. Es fundamental la aplicación de estudios de métodos y la teoría de restricciones (TOC) para analizar la operación, identificar y eliminar sistemáticamente los cuellos de botella en los procesos de refinamiento y empaquetado, maximizando la eficiencia operativa.

Se debe realizar un análisis profundo de la cadena de valor para encontrar oportunidades de mejora del producto, diferenciación en el mercado y explorar la incursión en categorías de sal con mayor valor agregado. Finalmente, un componente indispensable es el desarrollo de estudios ambientales exhaustivos. Estableciendo protocolos de gestión de residuos y asegurando la compatibilidad de la producción con la preservación del ecosistema local, consolidando la sostenibilidad global de la Asociación Montaña Blanca.

CONCLUSIONES

Por parte de la revisión sistemática se obtiene un total de 30 artículos de investigación con relación al tema de investigación de interés, esto contiene información que respalde el contenido sobre los métodos de obtención, tratamiento, comercialización de la sal y del diseño de planta junto a la distribución, planeación de capacidades. Así mismo conlleva a describir al sistema productivo actual de la Asociación Montaña Blanca donde se conforma por 70 a 80 socios activos que han producido un total de 50000 a 70000 sacos en un periodo anual.

Se diagnosticó del problema, bajo un enfoque de investigación cuantitativo de tipo no experimental transeccional alegando una muestra poblacional de 80 socios donde participaron un total de 66 personas por la adaptación de un muestreo por conveniencia para ello se realizó una encuesta formulada por 20 preguntas relacionados a las variables de estudio donde se obtuvieron resultados que permitieron comprender la situación actual del problema donde el 21 % se debe a la ausencia de un diseño para el refinamiento de sal, el 17.8 % a una limitada pureza del producto y por un 15.1 % de las causas por la baja tecnificación.

La alternativa de propuesta es la elaboración de la planta de refinación de sal que se sustenta con métodos de localización a partir de la ponderación de factores donde el tercer sector alcanza una puntuación de 4 que es mayor a los otros lugares, pero se tiene en cuenta que existe una baja disposición de los servicios básicos que puede afectar al funcionamiento de los equipos y así mismo se realiza el método de Guerchet para conocer si el área disponible permite la instalación de los elementos donde se obtiene 127.16 metros cuadrados. Con el desarrollo de la distribución de áreas y la simulación de la planta mediante FlexSim se consigue que tenga una capacidad de producción anual de 8.735 toneladas/año y que la inversión es rentable con un VAN positivo de \$72,043 con un TIR de 27.71 % que es mayor a la tasa de interés de 13,77 %.

RECOMENDACIONES

Se recomienda en el desarrollo de una revisión sistemática se priorice una mayor cantidad de fuentes bibliográficas que involucre a métodos actuales en la refinación de sal junto a propuestas de diseño de planta. Así mismo, la preparación de un análisis bibliométrico permite una verificación del campo científico y se evidencie las interrelaciones entre las fuentes y como este tema mantenga un interés por la comunidad científica. Bajo este contexto, se debe presentar de forma más específica sobre el desarrollo del sistema productivo actual y se sustente con definiciones de fuentes confiables para una mejor claridad del proceso de la sal y que métodos pueden considerarse ante una alternativa de mejora.

Es recomendable adoptar un enfoque metodológico mixto, que amplíe la perspectiva de los datos. Este debe incluir, por un lado, la obtención de información cualitativa mediante técnicas como entrevistas dirigidas a autoridades o personal con alto conocimiento y experiencia en el ámbito de estudio. Por otro lado, debe incorporar herramientas de diagnóstico que permitan identificar y sustentar las causas raíz del problema.

Se recomienda que, en la etapa de diseño, el layout de la planta incluya la distribución de las redes eléctricas y sanitarias para obtener una visualización completa y evitar rediseños. Paralelamente, es fundamental realizar estudios para definir una estructura organizacional viable y un modelo de sostenibilidad financiera. Finalmente, para la operación, se sugiere la elaboración de un plan de producción y de manuales de buenas prácticas de manufactura (BPM) que estandaricen los procesos y garanticen la calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboshosha, A. (2024). Automation network computer aided design of hybrid electrical energy backup system for nuclear microgrids. *International Journal of Hydrogen Energy*, 90, 992–1002. <https://doi.org/10.1016/J.IJHYDENE.2024.09.458>
- Alarcón-Castro, J., & Ferruzca-Navarro, M. V. (2020). Diseño industrial para el fortalecimiento competitivo de las PYMES manufactureras de Chile. *Interciencia*, 45(5), 235–240. <https://www.redalyc.org/journal/339/33963402009/html/>
- Ali, A. S., & Bounahmidi, T. (2025). Design of PVT driven forward osmosis and membrane distillation pilot plant for co-production of water and electricity. *RSC Advances*, 15(8), 5751–5765. <https://doi.org/10.1039/D4RA07525K>
- Ali, B. T. I., Hamzah, Ismail, M., Wahyudi, I., Nurdin, A., Fausiah, Budiyo, & Saputra, H. (2024). Refining NaCl: Elevating Salt's quality from coarse to industrial and Pharmacy grade through innovative hydroextraction techniques. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100752. <https://doi.org/10.1016/J.CSCEE.2024.100752>
- Anarbayev, A. A., Kabyzbekova, B. N., Smailov, B. M., & Ormanova, G. M. (2026). Methods for purifying table salt from the Suzak deposit. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources*, 338(3), 5–12. <https://doi.org/10.31643/2026/6445.23>
- Appiah, P. K., Yanbom, C. T., Ayanore, M. A., & Bapula, A. (2020). Iodine Content of Salt Use after Years of Universal Iodization Policy and Knowledge on Iodized Salt among Households in the Sissala East Municipality in Upper West Region of Ghana. *Journal of Food Quality*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/9437365>
- Bhadrachari, G., Ahmad, M., Alambi, R. K., & Thomas, J. P. (2023). Extraction of commercially valuable mineral salt from reverse osmosis brine using a spray dry process. *Environmental Engineering Research*, 28(4). <https://doi.org/10.4491/EER.2022.299>
- Boyarko, G. Y., & Khatkov, V. Yu. (2021). Current state of the Russian salt industry. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering*, 332(5), 179–190.

- Cabello González, G. M., Romero-Piñeiro, L., Villanueva Perales, Á. L., & Vidal-Barrero, F. (2024). Engineering-Oriented Design of the Separation Plant of the Catalytic Conversion Process of Bioethanol into Biobutanol. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 63(49), 21539–21552.
https://doi.org/10.1021/acs.iecr.4c02871/asset/images/large/ie4c02871_0013.jpeg
- Campos-Nonato. (2022). *Consumo de sal/sodio en México y experiencias en Latinoamérica*.
- CEPAL et al. (2024). *Panorama de las Políticas de Desarrollo Productivo en América Latina y el Caribe, 2024*. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Espinales Meza, J. D., Salvatierra Rogel, B. P., Vera Rodríguez, Á. J., Tigrero González, K. A., & Sosa Bueno, G. C. (2025). Manufactura esbelta para la mejora del proceso operacional: un caso de estudio en la industria de plástico. *Arandu UTIC*, 11(2).
<https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.497>
- Fajar Sidik, R., Kuswandi, K., & Roesyadi, A. (2023). Industrial Salt Production through Temperature-Controlled Solution of Components. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 42(12), 4219–4224.
<https://doi.org/10.30492/IJCCE.2023.551078.5253>
- Farahbod, F. (2025). *A novel approach to desalination: producing potable water from seawater*. 15, 179. <https://doi.org/10.1007/s13201-025-02540-z>
- García, G., Elías, R., & Loor, R. (2019). *escuela superior politécnica del litoral*.
- García-Vidal, G., Pérez-Campdesuñer, R., Martínez-Vivar, R., & Guzmán-Vilar, L. (2023). Aproximación a la Estructuración de Pequeñas y Medianas Empresas: Un Recorrido Teórico. *Economía y Negocios*, 14(2), 114–131. <https://doi.org/10.29019/EYN.V14I2.1147>
- Gryta, M., & Tomczak, W. (2025). Changes in Tubular PVDF Membrane Performance During Initial Period of Pilot Plant Operation. *Membranes 2025, Vol. 15, Page 119*, 15(4), 119.
<https://doi.org/10.3390/MEMBRANES15040119>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2018). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edición). mcgraw-hill / interamericana.

- Hossan, D., Mansor, Z. D., & Jaharuddin, N. S. (2023). Research Population and Sampling in Quantitative Study. *International Journal of Business and Technopreneurship (IJBT)*, 13(3), 209–222. <https://doi.org/10.58915/IJBT.V13I3.263>
- INEN. (2015). *Norma Técnica Ecuatoriana - Sal para consumo humano*.
- Isea Argüelles, J. J. (2024). Enfoque cualitativo y cuantitativo para abordar la realidad. *metanoia: revista de ciencia, tecnología e innovación*, 10(2), 1–2. <https://doi.org/10.61154/metanoia.v10i2.3629>
- Kadirbayeva, A., Urazkeldiyeva, D., Minakouski, A., Seitmagzimova, G., Koshkarbayeva, S., & Tukhtaev, H. (2025). The Development of A Technology for the Purification of Sodium Chloride by Removing Impurities Using the Phosphate Method. *The Open Chemical Engineering Journal*, 19(1). <https://doi.org/10.2174/0118741231373719250430111944>,
- Khalil, M., Elharairey, M., Atta, E., & Aboelkhair, H. (2021). Evaluation of salts in salt pans, Siwa Oasis, Egypt. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(9), 1–10. <https://doi.org/10.1007/S12517-021-07060-Z/METRICS>
- Kim, B. (2025). Design and operation of pilot-scale educational chemical plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 98, 105737. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2025.105737>
- Kristiana, S. P. D., Asih, A. M. S., & Sudiarso, A. (2023). Designing Simulation to Improve Production Efficiency of Batik Industry. *Simulation and Gaming*, 54(6), 730–759. <https://doi.org/10.1177/10468781231205667;requestedjournal:journal:sagb;wgroup:string:publication>
- Liang, Q., Hu, X., Zhong, B., Huang, X., Wang, H., Yu, C., Tu, Z., & Li, J. (2024). Regulating effects of low salt dry-curing pre-treatment on microbiota, biochemical changes and flavour precursors of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillets during storage at 4 °C. *Food Chemistry: X*, 21, 101188. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2024.101188>
- Lu, Y., Qian, Y., He, S., Zhu, Q., Yang, W., Zhu, Y., & Huang, J. (2024). Numerical simulation of water and salt discharge of combined drainage system in arid region based on multi-scale

- kinetic model. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 41(6), 1508–1520.
<https://doi.org/10.13254/J.JARE.2024.0626>
- Meinhardt, A. K., Müller, A., Lohmayer, R., Dederer, I., Manthey-Karl, M., Münch, S., Brüggemann, D., Fritsche, J., & Greiner, R. (2022). Influence of processing and storage on the iodine content of meat and fish products using iodized salt. *Food Chemistry*, 389, 133092. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.133092>
- Mishra, B., Jayakrishnan, U., Mukherjee, A., Chalichimaala, S., Roy, S., Roy, A., & Moulik, S. (2025). Design, development and practical implementation of a pilot scale plug-and-play tertiary treatment unit for persistent micropollutant degradation from real life pharmaceutical effluents. *Separation Science and Technology (Philadelphia)*, 60(9–10), 1207–1220. <https://doi.org/10.1080/01496395.2025.2489480>;CTYPE:STRING:JOURNAL
- Mollo, S. E. C. (2023). Diseños de investigación cualitativa y cuantitativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1865–1879. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I4.7016
- Muñoz-López & Santolaya-Sáenz et al. (2021). *Propuesta metodológica para diseñar productos más sostenibles en la etapa de producción.*
- Park, J. H., Kim, J., & Kwon, J. G. (2025). 50 kWe R1336mzz(Z) ORC power generation system for industrial waste heat recovery: System design and commissioning test results. *Energy*, 323, 135698. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2025.135698>
- Pedchenko, M., Zezekalo, I., Pedchenko, L., Yelatontsev, D., Mukhachev, A., Shevchenko, V., & Luts, I. (2025). Designing the conceptual scheme of a pilot-industrial plant for desalination of coal, oil and gas-fields produced water by gas hydrate method. *Energy Conversion and Management: X*, 27, 101148. <https://doi.org/10.1016/J.ECMX.2025.101148>
- Pérez-Gosende, P., Mula, J., & Díaz-Madroño, M. (2021). Facility layout planning. An extended literature review. *International Journal of Production Research*, 59(12), 3777–3816. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1897176>
- Plua, S., Carrión, N., Madruño, J., & Verdezoto, P. C. (2022). Estimación de la superficie requerida y distribución de planta de una industria metalmecánica. *innovation &*

development in engineering and applied sciences, 4(2), 10–10.

<https://doi.org/10.53358/IDEAS.V4I2.876>

- Puhar, J., Sturm, M. T., Myers, E., Schober, D., Korzin, A., Vujanović, A., & Schuhen, K. (2025). When Technology Meets Sustainability: Microplastic Removal from Industrial Wastewater, Including Impact Analysis and Life Cycle Assessment. *Water (Switzerland)*, 17(5), 671. <https://doi.org/10.3390/W17050671/S1>
- Quinapallo García, C., & Ochoa Armijos, K. E. (2019). La diversificación de producción de sal en el Ecuador. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, junio.
- Reyes Villamar, V. J. (2023). *Diseño de una línea de proceso para la obtención Sulfato de Calcio (Anhidrita) a partir de la fabricación de sal en una empresa salinera* [Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/0bc6c57b-9fa3-45a7-8b03-667a2c674236/9.%20T-114682%20POSTG054%20%20%20%20VICENTE%20REYES%20VILLAMAR.pdf>
- Rismana, E., Arbianto, A. D., & Kusumaningrum, S. (2024). Development of Efficient and Scalable Production Process of Analytical Grade Sodium Chloride at Laboratory Scale. *International Journal of Technology*, 15(3), 743–752. <https://doi.org/10.14716/IJTECH.V15I3.5606>
- Seepma, S. Y. M. H., Koskamp, J. A., Colin, M. G., Chiou, E., Sobhan, R., Bögels, T. F. J., Bastiaan, T., Zamanian, H., Baars, E. T., de Moel, P. J., Wolthers, M., & Kramer, O. J. I. (2025). Operational control strategy on optimal calcium removal in drinking water treatment processes: Insights from reactor experiments, modelling and particle characterization. *Water Research*, 282, 123647. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2025.123647>
- Sola, I., Carratalá, A., Pereira-Rojas, J., Díaz, M. J., Rodríguez-Rojas, F., Sánchez-Lizaso, J. L., & Sáez, C. A. (2024). Assessment of brine discharges dispersion for sustainable management of SWRO plants on the South American Pacific coast. *Marine Pollution Bulletin*, 207, 116905. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2024.116905>

- Sun, X., Wang, B., Liu, Q., Gao, C., & Xu, J. (2025). Chloride-salt separation type nanofiltration membranes for efficient crude salt refinement. *Journal of Membrane Science*, 715, 123441. <https://doi.org/10.1016/J.MEMSCI.2024.123441>
- Suteja, Y., Dirgayusa, I. G. N. P., Purnama, S. G., & Purwiyanto, A. I. S. (2025). From sea to table: Assessing microplastic contamination in local and non-local salt in Bali, Indonesia. *Chemosphere*, 374, 144192. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2025.144192>
- Syamsu, D. A., Deswati, D., Syafrizayanti, S., Putra, A., & Suteja, Y. (2024). Presence of microplastics contamination in table salt and estimated exposure in humans. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 10(1), 205–224. <https://doi.org/10.22034/GJESM.2024.01.14>
- Talebian, M., Rahimi, A., & Hatamipour, M. S. (2026). Mathematical modeling of desalination and brine concentration processes in batch recirculating electro dialysis system. *Renewable Energy*, 256, 124044. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2025.124044>
- Tarragona, J., Nadal-Bach, J., Meca, S., Clarens, F., & Rovira, M. (2025). Design and experimental evaluation of an advanced solar evaporator pilot plant during the summer season. *Solar Energy*, 287, 113214. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2024.113214>
- Tarrillo Saldaña, O., Mejía Huamán, J., Dávila Mego, J. S., Chilón Camacho, W. M., Pintado Castillo, C. A., Tapia Idrogo, C. E., & Velez Escobar, S. B. (2024). Metodología de la investigación una mirada Global Ejemplos prácticos. *Metodología de La Investigación Una Mirada Global Ejemplos Prácticos*. https://doi.org/10.37811/CLI_W1078
- Tomczak, W., Woźniak, P., & Gryta, M. (2025). Ultrafiltration of Car Wash Wastewater: Pilot-Scale Studies. *Water 2025, Vol. 17, Page 213, 17(2)*, 213. <https://doi.org/10.3390/W17020213>
- Unidas, N. (2022). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2022: dinámica y desafíos de la inversión para impulsar una recuperación sostenible e inclusiva*. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Valencia, J. (2024). *Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad*.

Vandeginste, V., Ji, Y., Buyschaert, F., & Anoyatis, G. (2023). Mineralogy, microstructures and geomechanics of rock salt for underground gas storage. *Deep Underground Science and Engineering*, 2(2), 129–147. <https://doi.org/10.1002/DUG2.12039>

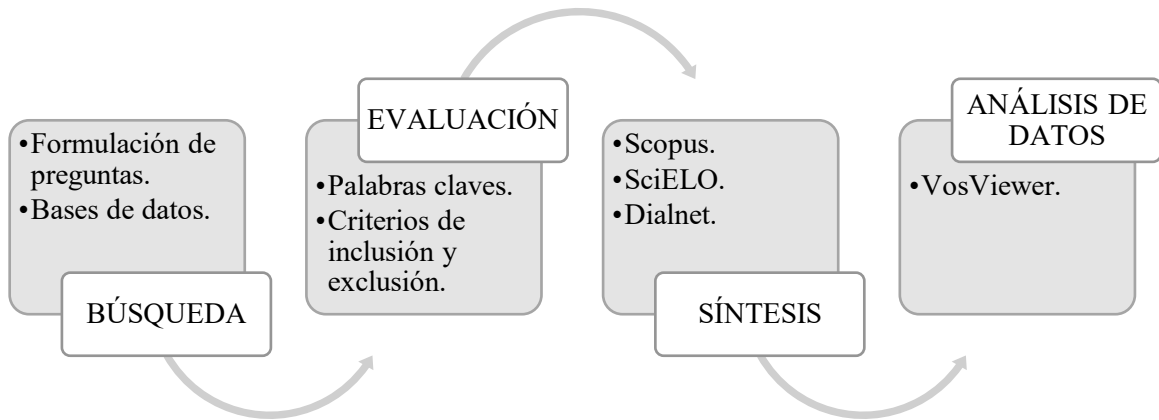
Vera Mendoza, M. B., Indacochea Vásquez, A. M., Reyes Solórzano, S. J., & Veloz Párraga, F. J. (2021). Estudio técnico y operacional en una asociación de productores de sal del Ecuador, Manta 2020. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2601>

Vera-Mendoza et al. (2020). *2007-7890-dilemas-8-spe2-00018*.

Yap, L. W., Ong, W. Y., Kolmetz, K., Nandong, J., Mohd, N., & Siwayanan, P. (2025). Design, Scale-Up, and Dynamic Simulation of a Patented Bayonet Reactor for Commercial Hydrogen Production via Sulfur-Iodine Water Splitting. *International Journal of Chemical Kinetics*, 57(4), 284–294. <https://doi.org/10.1002/KIN.21778;WGROU:STRING:PUBLICATION>

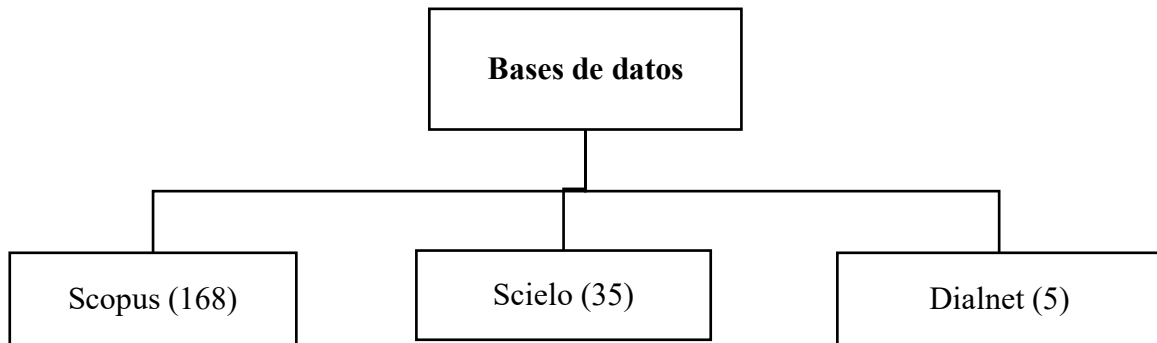
ANEXOS

Anexo 1. Método marco SALSA.



Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 2. Fuentes de recopilación de información.



Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 3. Matriz referencial de artículos seleccionados.

N°	Autor	Citado	Propuesta	Sinergia con el tema
A1	(Aboshosha, 2024)	2	Utiliza protocolos industriales para monitoreo y control en tiempo real.	Aplicar herramientas para modelar la planta de refinamiento de sal.
A2	(Ali & Bounahmidi, 2025)	4	Diseñado para producir simultáneamente agua potable y electricidad.	Métodos para tratar salmuera residual o mejorar la calidad.
A3	(Anarbayev et al., 2025)	0	Mejorar la pureza de la sal de mesa mediante métodos fisicoquímicos aplicables.	Incorporar técnicas similares para mejorar la calidad de la sal local.
A4	(Appiah et al., 2020)	7	Evaluar el contenido de yodo en la sal utilizada por los hogares.	Incorporar un sistema de verificación del contenido de yodo en la planta.
A5	(Bhadrachari et al., 2023)	5	Proceso integrado de secado por aspersión, enfriamiento y centrifugación para extraer sales.	Diseñar un proceso modular que refine diferentes tipos de sal.
A6	(Boyarko & Khatkov, 2021)	1	Evaluar la situación actual de la industria salina rusa.	Explorar fuentes alternativas de sal en procesos locales.
A7	(Cabello González et al., 2024)	1	Construcción y operación de una planta piloto con cinco columnas de destilación.	Aplicar metodología para modelar la separación de impurezas en la salmuera.
A8	(Fajar Sidik et al., 2023)	0	Metodología para mejorar la producción de sal industrial a partir de agua de mar.	Adaptar este enfoque para diseñar un sistema térmico eficiente.
A9	(Farahbod, 2025)	0	Agua desalinizada con una porción del agua de alimentación para mejorar la calidad del agua.	Mejora la calidad del NaCl obtenido, facilitando su refinamiento.
A10	(Gryta & Tomczak, 2025)	1	Se analiza cómo el flujo de permeado y la capacidad de separación.	Definir tiempos de arranque y condiciones operativas para estabilizar el sistema.
A11	(Kadirbayeva et al., 2025)	0	Eliminar impurezas como calcio, magnesio y residuos insolubles del NaCl natural.	Alternativa viable y segura para eliminar impurezas.
A12	(Khalil et al., 2021)	4	Métodos específicos para purificar sal de mesa extraída.	Técnicas de purificación descritas pueden adaptarse a una planta pequeña.
A13	(Kim, 2025)	0	Diseño y operación de una planta química piloto con fines educativos.	Capacitación técnica, uso de materiales y reducción de residuos.
A14	(Kristiana et al., 2023)	3	Estudio de caso con observación directa, entrevistas cualitativas y análisis de tiempos.	Modelar el flujo de refinamiento para identificar cuellos de botella.
A15	(Liang et al., 2024)	12	Curado en seco con 2 % y 3 % de sal como pretratamiento para filetes de carpa herbívora.	LSD como técnica de pretratamiento para productos derivados.
N°	Autor	Citado	Propuesta	Sinergia con el tema

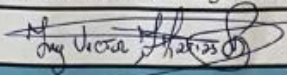
A16	(Lu et al., 2024)	0	Metodología de simulación numérica para optimizar sistemas de drenaje combinados.	Aplicar modelos similares para evaluar cómo el refinamiento de sal.
A17	(Meinhardt et al., 2022)	8	Determinar la estabilidad del yodo (KIO ₃) en productos cárnicos y pesqueros.	Los datos del artículo te permiten justificar que la sal refinada yodada.
A18	(Mishra et al., 2025)	1	Un reactor cónico plug-and-play (CPPR) diseñado para integrarse en sistemas de tratamiento.	Mejorar la eficiencia en procesos de lavado o purificación de sal.
A19	(Park et al., 2025)	4	Diseño y prueba de una planta piloto de generación eléctrica de 50 kWe.	Ambos proyectos buscan eficiencia energética y reducción de dependencia de combustibles.
A20	(Pedchenko et al., 2025)	0	Diseño conceptual de una planta piloto-industrial para la desalinización.	Diseñar una planta pequeña y escalable, minimización de consumo de energía.
A21	(Puhar et al., 2025)	2	Presenta una planta piloto para la remoción de micro plásticos.	Planta piloto modo semicontinuo y está diseñada para ser móvil.
A22	(Seepma et al., 2025)	0	Propone una estrategia de control operacional para mejorar la remoción de calcio.	La modelación cinética de CaCO ₃ puede adaptarse para optimizar cristales de sal
A23	(Suteja et al., 2025)	2	Determinar la abundancia y características de microplásticos en sal	Necesidad de incorporar controles de calidad en el diseño de tu planta.
A24	(Syamsu et al., 2024)	20	Presencia de microplásticos en sal de mesa comercializada y estima la exposición humana.	Procesos de refinamiento que eliminen contaminantes físicos.
A25	(Talebian et al., 2026)	0	Propone un modelo matemático dinámico para simular el transporte de sal.	Puedes incorporar ED como tecnología de refinamiento para eliminar impurezas.
A26	(Tarragona et al., 2025)	0	Propone una tecnología de evaporación solar avanzada (ASE) como alternativa eficiente.	Mejora la eficiencia del secado de sal en climas costeros.
A27	(Tomczak et al., 2025)	1	Planta piloto para tratar aguas residuales generadas.	Diseñar una planta a escala comunitaria, validando rendimiento.
A28	(Yap et al., 2025)	0	Propone el diseño, escalamiento y simulación dinámica de un reactor.	Modelar procesos térmicos y de flujo en tu planta, optimizando tiempos.
A29	(Vera-Mendoza et al., 2021)	25	Análisis del proceso artesanal de producción de sal, con el objetivo de mejorar su eficiencia.	Permite establecer parámetros de calidad iniciales.
A30	(Reyes-Villamar, 2023)	3	Aprovechar un subproducto generado durante el proceso de refinamiento de sal.	Metodología probada para organizar espacios, equipos y flujos.

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 4. Matrices de operacionalizaciones de variables.

Variable dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Item	Técnica	
Refinación de sal	Para los requisitos para el consumo humano son más estrictos donde el producto final debe incluir yodo o yodada fluorada para tener un uso como ingrediente en alimentos o de su comercialización INEN, (2015).	La producción de sal refinada para su comercialización está centrada en la falta de optimización por mantener un sistema productivo tradicional que no permite competir con las principales industrias locales.	D4. Calidad del producto	17. Pureza de la sal	E.11	¿Considera que la sal en grano producida actualmente presenta limitaciones en pureza y calidad frente a la refinada?	Encuesta-instrumento cuestionario estructurado.
				18. Homogeneidad de producción	E.12	¿Cree que un proceso de refinación garantizaría una sal más homogénea y estandarizada?	
					E.13	¿Opina que la refinación mejoraría la presentación del producto para consumo humano e industrial?	
			D5. Comercialización y mercado	19. Valor agregado	E.14	¿Considera que la refinación de sal aumentaría las oportunidades de venta en mercados nacionales e internacionales?	
				110. Acceso a nuevos mercados	E.15	¿Piensa que la falta de refinación limita la diversificación de presentaciones del producto?	
			D6. Sostenibilidad y competitividad		111. Diferenciación competitiva	E.16	
				E.17		¿Opina que la ausencia de sal refinada reduce la competitividad de la asociación frente a otros productores?	
				E.18	¿Cree que una mayor producción de sal refinada permitiría competir con marcas reconocidas dentro del mercado?		
				112. Sostenibilidad económica	E.19	¿Considera que el refinamiento contribuiría a cumplir con certificaciones de calidad y buenas prácticas?	
					E.20	¿Piensa que la refinación de sal es necesaria para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo de la asociación?	

Anexo 5. Resultados de validación de expertos.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS OPINIÓN: Yo, <u>Vicior Matias</u> , con CC <u>0912164048</u> , requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, FIGUEROA SUAREZ KERLY XIOMAR y RODRIGUEZ PRADO JOSEPH ADRIAN , para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a los socios de la Asociación Montaña Blanca, Salinas - Ecuador, señalo lo siguiente:		
FIRMA 		
TEMA	METODOLOGÍA	
“PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACION MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR.”	<i>Verificar que los ítems correspondieran adecuadamente con sus variables, dimensiones e indicadores, así como con las respuestas obtenidas</i>	
Indicaciones: Realice el proceso de validación de encuesta por expertos mediante la respuesta declarada por escala ordinal que usted considere pertinente: Escala: (SI, NO ESTOY SEGURO, NO).		
Nº	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA
1	¿Considera que la actual infraestructura de la asociación es suficiente para desarrollar procesos de refinamiento de sal?	5
2	¿Cree que la creación de una planta con espacios organizados mejoraría la eficiencia en las operaciones productivas?	5
3	¿Piensa que la construcción de una planta piloto permitiría optimizar el uso del terreno disponible en la asociación?	5
4	¿Considera que la incorporación de equipos modernos en la creación de planta ayudaría a reducir pérdidas en la producción de sal?	4
5	¿Cree que la aplicación de tecnologías sostenibles (ej. ahorro de energía y agua) debería integrarse en los procesos actuales?	5
6	¿Opina que es necesario una planta con procesos técnicos mejoraría la productividad frente al sistema artesanal?	4
7	¿Piensa que una planta propuesta contribuiría a cumplir con estándares de inocuidad y calidad exigidos en el mercado?	5
8	¿Considera que una planta piloto permitiría incrementar el valor comercial de la sal producida por la asociación?	5
9	¿Cree que es necesario diseñar una planta acorde a todas las necesidades que se tiene dentro la asociación?	5
10	¿Opina que una propuesta de diseño de planta es viable y adaptable a la escala de producción actual de la asociación?	5
11	¿Considera que la sal en grano producida actualmente presenta limitaciones en pureza y calidad frente a la refinada?	5
12	¿Cree que un proceso de refinación garantizaría una sal más homogénea y estandarizada?	5
13	¿Opina que la refinación mejoraría la presentación del producto para consumo humano e industrial?	5
14	¿Considera que la refinación de sal aumentaría las oportunidades de venta en mercados nacionales e internacionales?	5
15	¿Piensa que la falta de refinación limita la diversificación de presentaciones del producto?	4
16	¿Cree que una sal refinada facilitaría el acceso a nuevos mercados más exigentes?	5
17	¿Opina que la ausencia de sal refinada reduce la competitividad de la asociación frente a otros productores?	5
18	¿Cree que una mayor producción de sal refinada permitiría competir con marcas reconocidas dentro del mercado?	5
19	¿Considera que el refinamiento contribuiría a cumplir con certificaciones de calidad y buenas prácticas?	5
20	¿Piensa que la refinación de sal es necesaria para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo de la asociación?	5
ESCALA ORDINAL DE COLORES 5 Muy importante 4 Importante 3 Duda 2 Poco importante 1 Sin importancia Sin Respuesta		DATOS DE EXPERTO IDENTIFICACIÓN: 0912164048 PROFESIÓN: ING. INDUSTRIAL AÑO DE EXPERIENCIA: 25 años TELÉFONO: 0999820204 CORREO: rmatias@upse.edu.ec FECHA DE VALIDACIÓN: 23/04/2025



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS

OPINIÓN: Yo, Miguel Salvatierra, con CC 09107013718, requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, FIGUEROA SUAREZ KERLY XIOMAR y RODRIGUEZ PRADO JOSEPH ADRIAN, para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a los socios de la Asociación Montaña Blanca, Salinas - Ecuador, señalo lo siguiente:

FIRMA

TEMA	METODOLOGÍA
"PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACION MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR."	Verificar que los ítems correspondieran adecuadamente con sus variables, dimensiones e indicadores, así como con las respuestas obtenidas

Indicaciones: Realice el proceso de validación de encuesta por expertos mediante la respuesta declarada por escala ordinal que usted considere pertinente: **Escala: (SI, NO ESTOY SEGURO, NO).**

N°	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA
1	¿Considera que la actual infraestructura de la asociación es suficiente para desarrollar procesos de refinamiento de sal?	5
2	¿Cree que la creación de una planta con espacios organizados mejoraría la eficiencia en las operaciones productivas?	5
3	¿Piensa que la construcción de una planta piloto permitiría optimizar el uso del terreno disponible en la asociación?	4
4	¿Considera que la incorporación de equipos modernos en la creación de planta ayudaría a reducir pérdidas en la producción de sal?	5
5	¿Cree que la aplicación de tecnologías sostenibles (ej. ahorro de energía y agua) debería integrarse en los procesos actuales?	5
6	¿Opina que es necesario una planta con procesos técnicos mejoraría la productividad frente al sistema artesanal?	5
7	¿Piensa que una planta propuesta contribuiría a cumplir con estándares de inocuidad y calidad exigidos en el mercado?	4
8	¿Considera que una planta piloto permitiría incrementar el valor comercial de la sal producida por la asociación?	5
9	¿Cree que es necesario diseñar una planta acorde a todas las necesidades que se tiene dentro la asociación?	5
10	¿Opina que una propuesta de diseño de planta es viable y adaptable a la escala de producción actual de la asociación?	5
11	¿Considera que la sal en grano producida actualmente presenta limitaciones en pureza y calidad frente a la refinada?	5
12	¿Cree que un proceso de refinación garantizaría una sal más homogénea y estandarizada?	5
13	¿Opina que la refinación mejoraría la presentación del producto para consumo humano e industrial?	5
14	¿Considera que la refinación de sal aumentaría las oportunidades de venta en mercados nacionales e internacionales?	5
15	¿Piensa que la falta de refinación limita la diversificación de presentaciones del producto?	4
16	¿Cree que una sal refinada facilitaría el acceso a nuevos mercados más exigentes?	5
17	¿Opina que la ausencia de sal refinada reduce la competitividad de la asociación frente a otros productores?	5
18	¿Cree que una mayor producción de sal refinada permitiría competir con marcas reconocidas dentro del mercado?	5
19	¿Considera que el refinamiento contribuiría a cumplir con certificaciones de calidad y buenas prácticas?	5
20	¿Piensa que la refinación de sal es necesaria para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo de la asociación?	5

ESCALA ORDINAL DE COLORES	
5	Muy Importante
4	Importante
3	Duda
2	Poco importante
1	Sin importancia
	Sin Respuesta

DATOS DE EXPERTO	
IDENTIFICACIÓN:	0907013718
PROFESIÓN	ING. MECANICO
AÑO DE EXPERIENCIA	30 AÑOS
TELÉFONO	0967331828
CORREO	Msalvatierra@upse.edu.ec
FECHA DE VALIDACIÓN	23/09/2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS

OPINIÓN: Yo, Darwin Gustavo Jajue, con CC 1803738580, requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, **FIGUEROA SUAREZ KERLY XIOMAR** y **RODRIGUEZ PRADO JOSEPH ADRIAN**, para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a los socios de la Asociación Montaña Blanca, Salinas - Ecuador, señalo lo siguiente:

FIRMA

TEMA	METODOLOGÍA
“PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACION MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR.”	<i>Verificar que los ítems correspondieran adecuadamente con sus variables, dimensiones e indicadores, así como con las respuestas obtenidas</i>
Indicaciones: Realice el proceso de validación de encuesta por expertos mediante la respuesta declarada por escala ordinal que usted considere pertinente: Escala: (SI, NO ESTOY SEGURO, NO).	

Nº	PREGUNTAS	RESUESTA DECLARADA
1	¿Considera que la actual infraestructura de la asociación es suficiente para desarrollar procesos de refinamiento de sal?	5
2	¿Cree que la creación de una planta con espacios organizados mejoraría la eficiencia en las operaciones productivas?	5
3	¿Piensa que la construcción de una planta piloto permitiría optimizar el uso del terreno disponible en la asociación?	4
4	¿Considera que la incorporación de equipos modernos en la creación de planta ayudaría a reducir pérdidas en la producción de sal?	5
5	¿Cree que la aplicación de tecnologías sostenibles (ej. ahorro de energía y agua) debería integrarse en los procesos actuales?	5
6	¿Opina que es necesario una planta con procesos técnicos mejoraría la productividad frente al sistema artesanal?	5
7	¿Piensa que una planta propuesta contribuiría a cumplir con estándares de inocuidad y calidad exigidos en el mercado?	5
8	¿Considera que una planta piloto permitiría incrementar el valor comercial de la sal producida por la asociación?	4
9	¿Cree que es necesario diseñar una planta acorde a todas las necesidades que se tiene dentro la asociación?	5
10	¿Opina que una propuesta de diseño de planta es viable y adaptable a la escala de producción actual de la asociación?	5
11	¿Considera que la sal en grano producida actualmente presenta limitaciones en pureza y calidad frente a la refinada?	5
12	¿Cree que un proceso de refinación garantizaría una sal más homogénea y estandarizada?	5
13	¿Opina que la refinación mejoraría la presentación del producto para consumo humano e industrial?	5
14	¿Considera que la refinación de sal aumentaría las oportunidades de venta en mercados nacionales e internacionales?	5
15	¿Piensa que la falta de refinación limita la diversificación de presentaciones del producto?	3
16	¿Cree que una sal refinada facilitaría el acceso a nuevos mercados más exigentes?	5
17	¿Opina que la ausencia de sal refinada reduce la competitividad de la asociación frente a otros productores?	5
18	¿Cree que una mayor producción de sal refinada permitiría competir con marcas reconocidas dentro del mercado?	5
19	¿Considera que el refinamiento contribuiría a cumplir con certificaciones de calidad y buenas prácticas?	5
20	¿Piensa que la refinación de sal es necesaria para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo de la asociación?	5

ESCALA ORDINAL DE COLORES	
5	Muy Importante
4	Importante
3	Duda
2	Poco Importante
1	Sin Importancia
	Sin Respuesta

DATOS DE EXPERTO	
IDENTIFICACIÓN:	1803738580
PROFESIÓN	Ing. Industrial
AÑO DE EXPERIENCIA	15 años
TELÉFONO	0995551366
CORREO	djajue@upse.edu.ec
FECHA DE VALIDACIÓN	23/09/2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS

OPINIÓN: Yo, Geovardo Herrera, con CC 0909254260, requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, **FIGUEROA SUAREZ KERLY XIOMAR** y **RODRIGUEZ PRADO JOSEPH ADRIAN**, para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a los socios de la Asociación Montaña Blanca, Salinas - Ecuador, señalo lo siguiente:

FIRMA

TEMA

“PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACION MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR.”

METODOLOGÍA

Verificar que los ítems correspondieran adecuadamente con sus variables, dimensiones e indicadores, así como con las respuestas obtenidas

Indicaciones: Realice el proceso de validación de encuesta por expertos mediante la respuesta declarada por escala ordinal que usted considere pertinente: Escala: (SI, NO ESTO Y SEGURO, NO).

RESPUESTA DECLARADA

Nº	PREGUNTAS
1	¿Considera que la actual infraestructura de la asociación es suficiente para desarrollar procesos de refinamiento de sal?
2	¿Cree que la creación de una planta con espacios organizados mejoraría la eficiencia en las operaciones productivas?
3	¿Piensa que la construcción de una planta piloto permitiría optimizar el uso del terreno disponible en la asociación?
4	¿Considera que la incorporación de equipos modernos en la creación de planta ayudaría a reducir pérdidas en la producción de sal?
5	¿Cree que la aplicación de tecnologías sostenibles (ej. ahorro de energía y agua) debería integrarse en los procesos actuales?
6	¿Opina que es necesario una planta con procesos técnicos mejoraría la productividad frente al sistema artesanal?
7	¿Piensa que una planta propuesta contribuiría a cumplir con estándares de inocuidad y calidad exigidos en el mercado?
8	¿Considera que una planta piloto permitiría incrementar el valor comercial de la sal producida por la asociación?
9	¿Cree que es necesario diseñar una planta acorde a todas las necesidades que se tiene dentro la asociación?
10	¿Opina que una propuesta de diseño de planta es viable y adaptable a la escala de producción actual de la asociación?
11	¿Considera que la sal en grano producida actualmente presenta limitaciones en pureza y calidad frente a la refinada?
12	¿Cree que un proceso de refinación garantizaría una sal más homogénea y estandarizada?
13	¿Opina que la refinación mejoraría la presentación del producto para consumo humano e industrial?
14	¿Considera que la refinación de sal aumentaría las oportunidades de venta en mercados nacionales e internacionales?
15	¿Piensa que la falta de refinación limita la diversificación de presentaciones del producto?
16	¿Cree que una sal refinada facilitaría el acceso a nuevos mercados más exigentes?
17	¿Opina que la ausencia de sal refinada reduce la competitividad de la asociación frente a otros productores?
18	¿Cree que una mayor producción de sal refinada permitiría competir con marcas reconocidas dentro del mercado?
19	¿Considera que el refinamiento contribuiría a cumplir con certificaciones de calidad y buenas prácticas?
20	¿Piensa que la refinación de sal es necesaria para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo de la asociación?

5

5

5

5

4

5

5

5

5

5

5

5

4

5

5

5

5

5

5

ESCALA ORDINAL DE COLORES	
5	Muy importante
4	Importante
3	Duda
2	Poco importante
1	Sin importancia
	Sin Respuesta

DATOS DE EXPERTO

IDENTIFICACIÓN: 0909254260
 PROFESIÓN INGENIERO INDUSTRIAL
 AÑO DE EXPERIENCIA 35 AÑOS.
 TELÉFONO 0983178375
 CORREO gherrera@upre.edu.ec
 FECHA DE VALIDACIÓN 23 SEPTIEMBRE 2025.



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS

OPINIÓN: Yo, Maico Bermeo García, con CC 1707326813, requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, **FIGUEROA SUAREZ KERLY XIOMAR** y **RODRIGUEZ PRADO JOSEPH ADRIAN**, para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a los socios de la Asociación Montaña Blanca, Salinas - Ecuador, señalo lo siguiente:

FIRMA

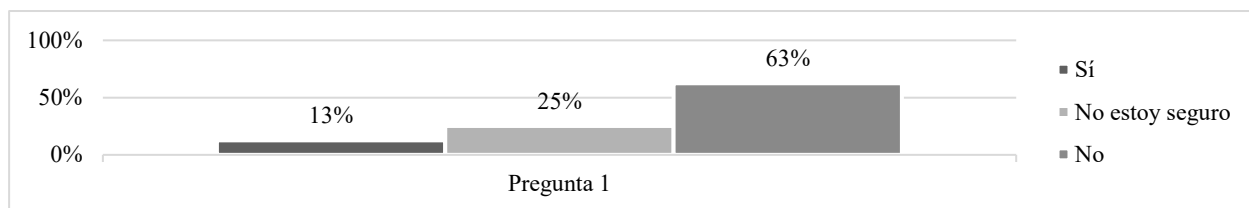
TEMA	METODOLOGÍA
“PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL PARA LA ASOCIACION MONTAÑA BLANCA EN SALINAS, ECUADOR.”	<i>Verificar que los ítems correspondieran adecuadamente con sus variables, dimensiones e indicadores, así como con las respuestas obtenidas</i>
<p>Indicaciones: Realice el proceso de validación de encuesta por expertos mediante la respuesta declarada por escala ordinal que usted considere pertinente: Escala: (SI, NO ESTO Y SEGURO, NO).</p>	

N°	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA
1	¿Considera que la actual infraestructura de la asociación es suficiente para desarrollar procesos de refinamiento de sal?	5
2	¿Cree que la creación de una planta con espacios organizados mejoraría la eficiencia en las operaciones productivas?	5
3	¿Piensa que la construcción de una planta piloto permitiría optimizar el uso del terreno disponible en la asociación?	5
4	¿Considera que la incorporación de equipos modernos en la creación de planta ayudaría a reducir pérdidas en la producción de sal?	5
5	¿Cree que la aplicación de tecnologías sostenibles (ej. ahorro de energía y agua) debería integrarse en los procesos actuales?	4
6	¿Opina que es necesario una planta con procesos técnicos mejoraría la productividad frente al sistema artesanal?	5
7	¿Piensa que una planta propuesta contribuiría a cumplir con estándares de inocuidad y calidad exigidos en el mercado?	4
8	¿Considera que una planta piloto permitiría incrementar el valor comercial de la sal producida por la asociación?	5
9	¿Cree que es necesario diseñar una planta acorde a todas las necesidades que se tiene dentro la asociación?	5
10	¿Opina que una propuesta de diseño de planta es viable y adaptable a la escala de producción actual de la asociación?	5
11	¿Considera que la sal en grano producida actualmente presenta limitaciones en pureza y calidad frente a la refinada?	4
12	¿Cree que un proceso de refinación garantizaría una sal más homogénea y estandarizada?	5
13	¿Opina que la refinación mejoraría la presentación del producto para consumo humano e industrial?	5
14	¿Considera que la refinación de sal aumentaría las oportunidades de venta en mercados nacionales e internacionales?	5
15	¿Piensa que la falta de refinación limita la diversificación de presentaciones del producto?	4
16	¿Cree que una sal refinada facilitaría el acceso a nuevos mercados más exigentes?	5
17	¿Opina que la ausencia de sal refinada reduce la competitividad de la asociación frente a otros productores?	5
18	¿Cree que una mayor producción de sal refinada permitiría competir con marcas reconocidas dentro del mercado?	4
19	¿Considera que el refinamiento contribuiría a cumplir con certificaciones de calidad y buenas prácticas?	5
20	¿Piensa que la refinación de sal es necesaria para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo de la asociación?	5

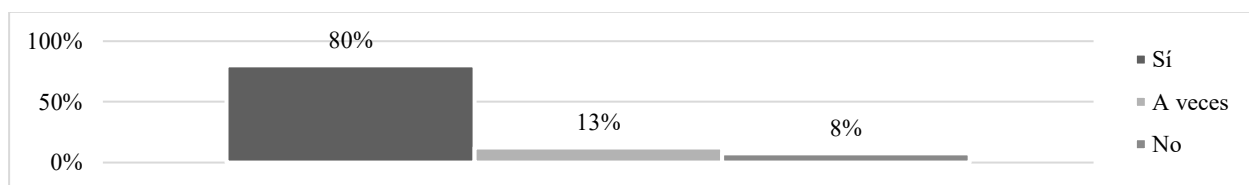
ESCALA ORDINAL DE COLORES	DATOS DE EXPERTO
5 Muy Importante	IDENTIFICACIÓN: <u>1707326813</u>
4 Importante	PROFESIÓN: <u>ING. INDUSTRIAL</u>
3 Duda	AÑO DE EXPERIENCIA: <u>20</u>
2 Poco Importante	TELÉFONO: <u>0985033821</u>
1 Sin Importancia	CORREO: <u>mbermeo@upse.edu.ec</u>
Sin Respuesta	FECHA DE VALIDACIÓN: <u>18 SEPT. 2025</u>

Anexo 6. Tabulación de resultados de encuesta.

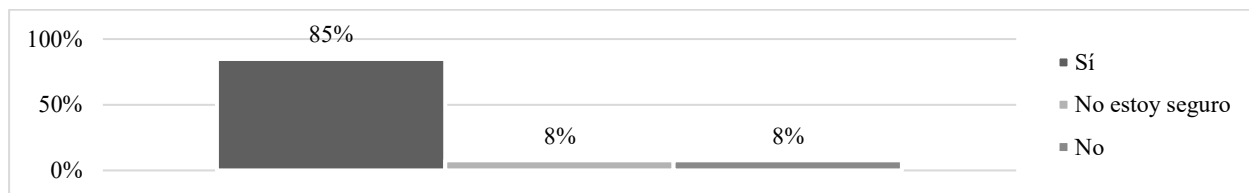
Pregunta 1: ¿Considera que la actual infraestructura de la asociación es suficiente para desarrollar procesos de refinamiento de sal?



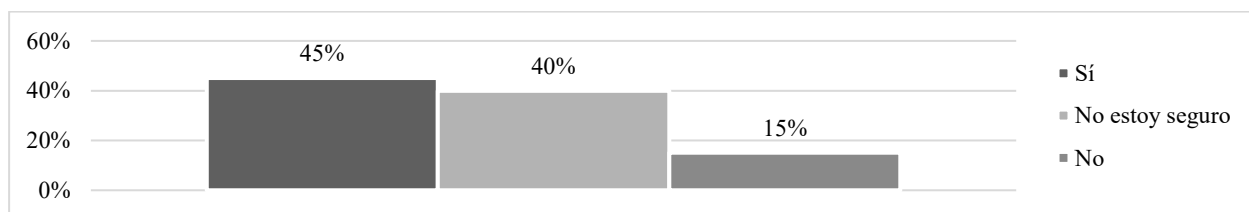
Pregunta 2: ¿Cree que la creación de una planta con espacios organizados mejoraría la eficiencia en las operaciones productivas?



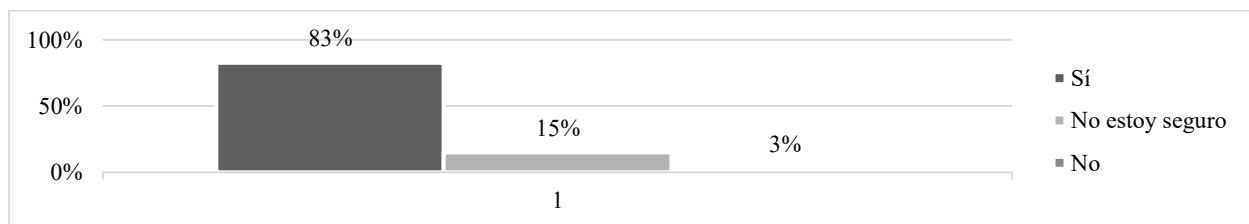
Pregunta 3: ¿Piensa que la construcción de una planta piloto permitiría optimizar el uso del terreno disponible en la asociación?



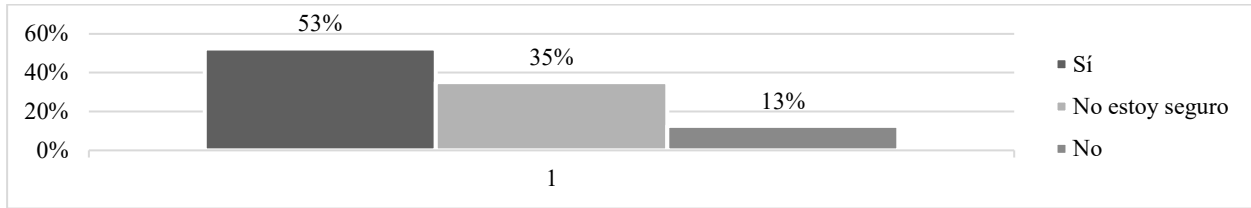
Pregunta 4: ¿Considera que la incorporación de equipos modernos en la creación de planta ayudaría a reducir pérdidas en la producción de sal?



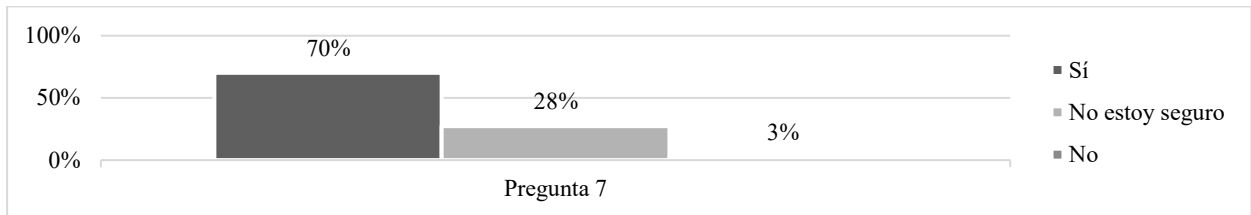
Pregunta 5: ¿Cree que la aplicación de tecnologías sostenibles (ej. ahorro de energía y agua) debería integrarse en los procesos actuales?



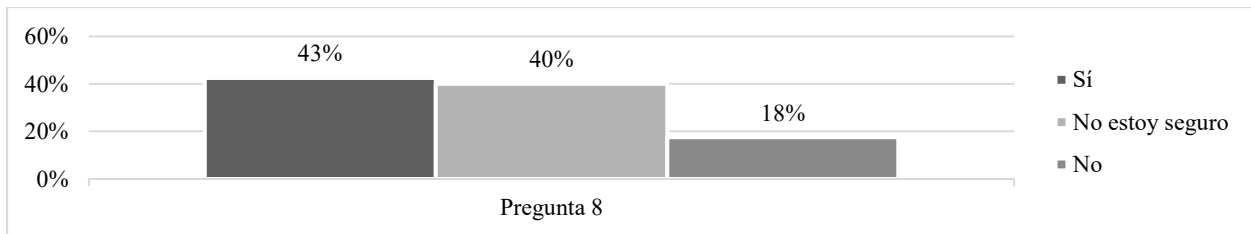
Pregunta 6: ¿Opina que es necesario una planta con procesos técnicos mejoraría la productividad frente al sistema artesanal?



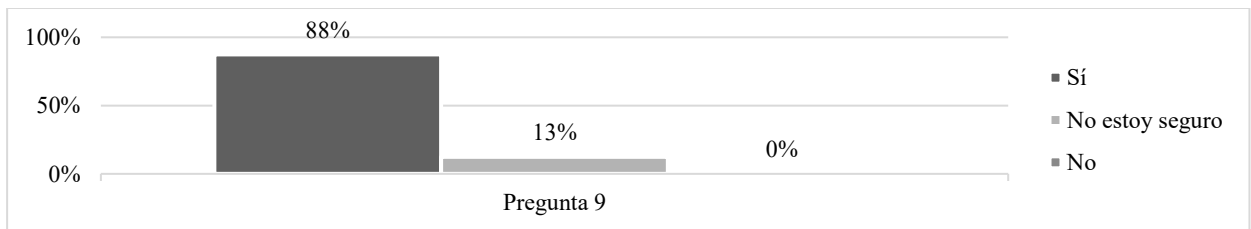
Pregunta 7: ¿Piensa que una planta propuesta contribuiría a cumplir con estándares de inocuidad y calidad exigidos en el mercado?



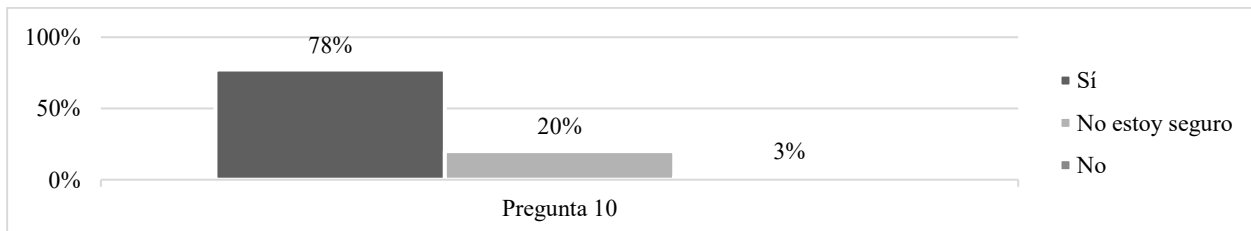
Pregunta 8: ¿Considera que una planta piloto permitiría incrementar el valor comercial de la sal producida por la asociación?



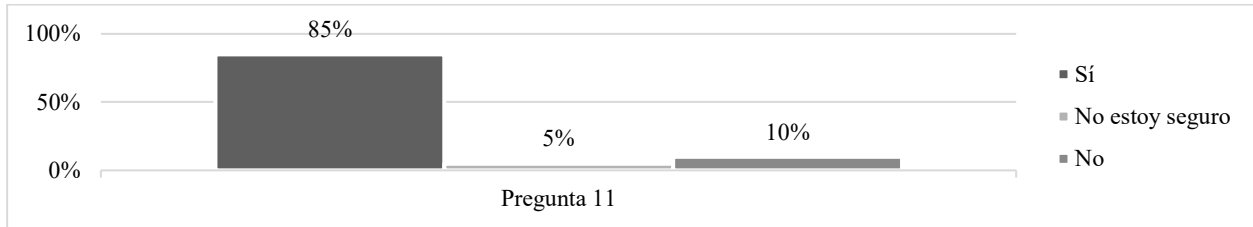
Pregunta 9: ¿Cree que es necesario diseñar una planta acorde a todas las necesidades que se tiene dentro la asociación?



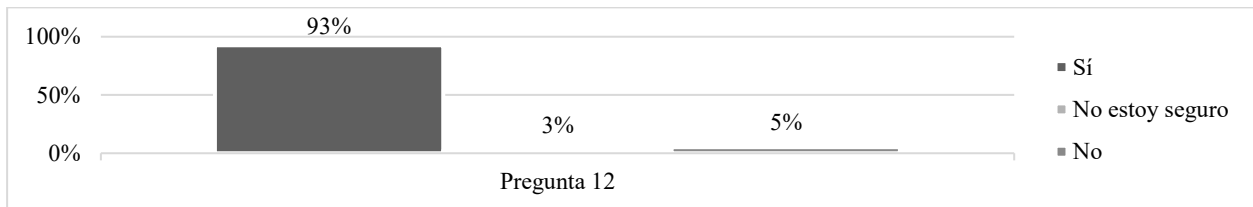
Pregunta 10: ¿Opina que una propuesta de diseño de planta es viable y adaptable a la escala de producción actual de la asociación?



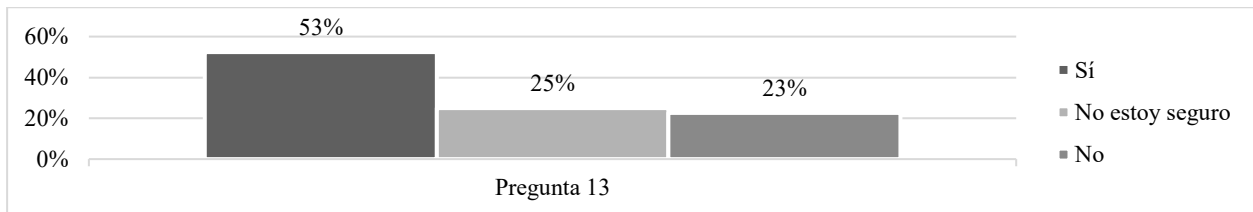
Pregunta 11: ¿Considera que la sal en grano producida actualmente presenta limitaciones en pureza y calidad frente a la refinada?



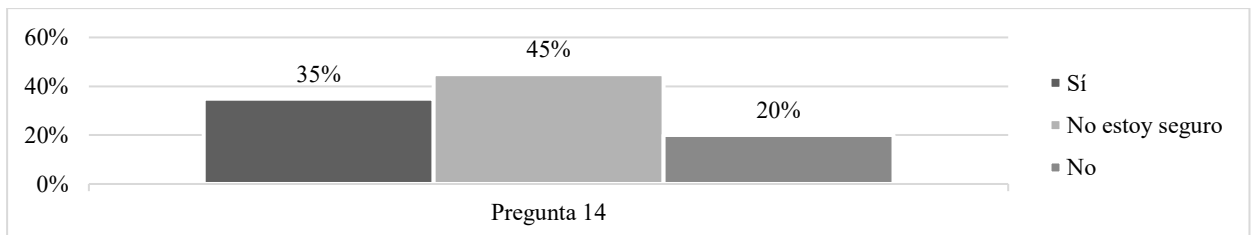
Pregunta 12: ¿Cree que un proceso de refinación garantizaría una sal más homogénea y estandarizada?



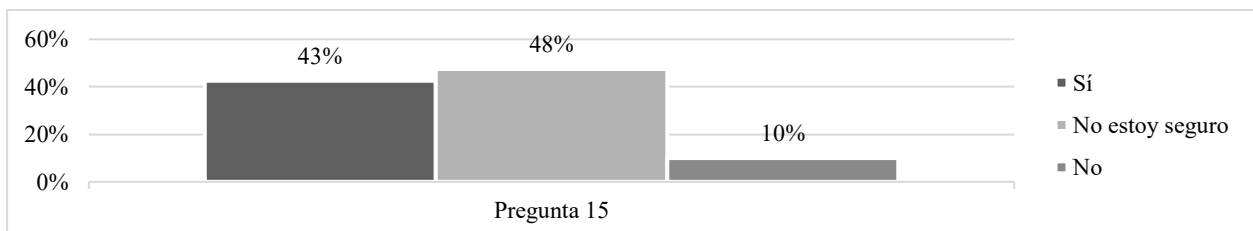
Pregunta 13: ¿Opina que la refinación mejoraría la presentación del producto para consumo humano e industrial?



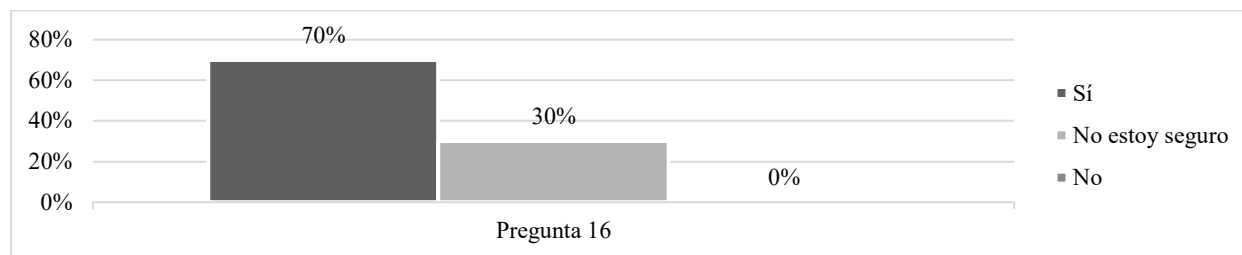
Pregunta 14: ¿Considera que la refinación de sal aumentaría las oportunidades de venta en mercados nacionales e internacionales?



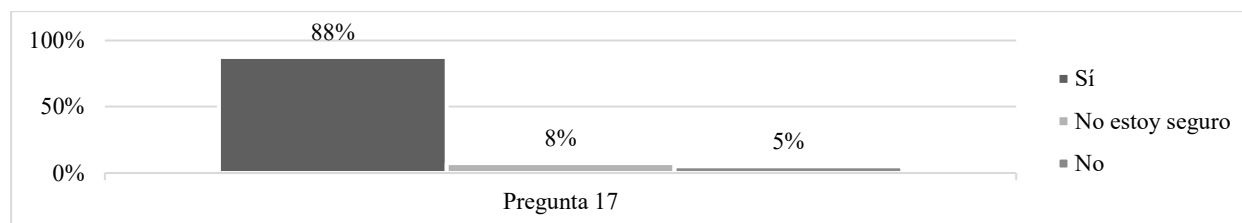
Pregunta 15: ¿Piensa que la falta de refinación limita la diversificación de presentaciones del producto?



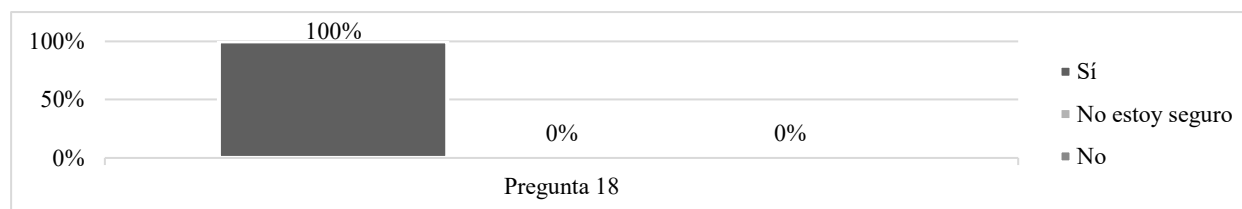
Pregunta 16: ¿Cree que una sal refinada facilitaría el acceso a nuevos mercados más exigentes?



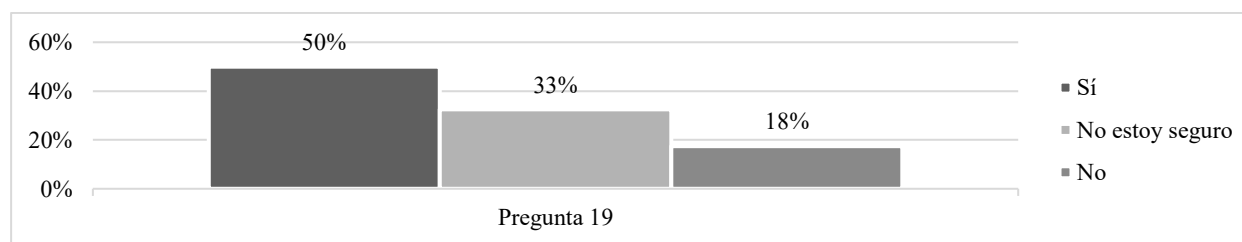
Pregunta 17: ¿Opina que la ausencia de sal refinada reduce la competitividad de la asociación frente a otros productores?



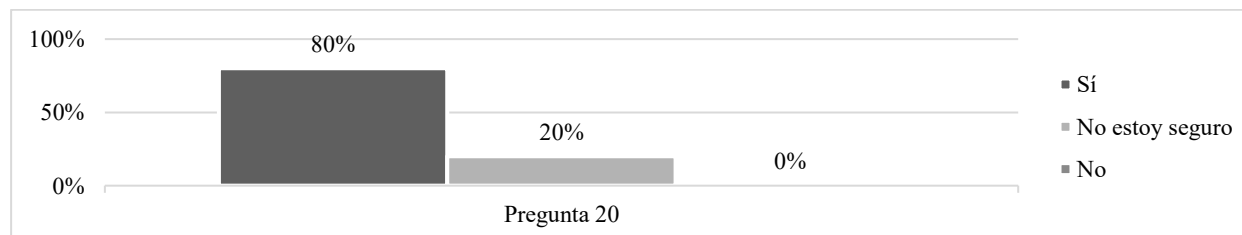
Pregunta 18: ¿Cree que una mayor producción de sal refinada permitiría competir con marcas reconocidas dentro del mercado?



Pregunta 19: ¿Considera que el refinamiento contribuiría a cumplir con certificaciones de calidad y buenas prácticas?



Pregunta 20: ¿Piensa que la refinación de sal es necesaria para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo de la asociación?



Anexo 7. Resultado matriz MEFI.

MATRIZ EFI				
Factor crítico de éxito	Valor	Calificación	Calificación Ponderada	
FORTALEZAS				
1	Socios altamente comprometidos para el diseño de una planta.	0.17	4	0.68
2	Reconocimiento interno de la necesidad de tecnificación	0.1	4	0.4
3	Cohesión social en torno a fortalecer la asociación	0.05	4	0.2
4	Producción constante de sal en grano como base	0.12	3	0.36
5	Interés en cumplir con estándares de inocuidad y calidad	0.09	3	0.27
Subtotal (fortalezas)		0.53		1.91
DEBILIDADES				
1	La ausencia de un diseño para el refinamiento de sal	0.12	2	0.24
2	Limitada tecnificación y dependencia de métodos artesanales	0.13	2	0.26
3	Baja homogeneidad y pureza de la sal producida	0.1	1	0.1
4	Escasa diversificación de presentaciones comerciales	0.08	1	0.08
5	Dificultad en el posicionamiento competitivo	0.04	1	0.04
Subtotal (debilidades)		0.47		0.72
TOTAL				2.63

MATRIZ EFE				
Factor crítico de éxito	Valor	Calificación	Calificación Ponderada	
OPORTUNIDADES				
1	Acceso a nuevos mercados nacionales e internacionales	0.15	4	0.6
2	Posibilidad de implementar tecnologías sostenibles	0.12	4	0.48
3	Mayor competitividad frente a productores de sal con la implementación del diseño de la planta	0.1	4	0.4
4	Incremento del valor comercial de la sal	0.08	4	0.32
5	Cumplimiento de certificaciones de calidad y buenas prácticas	0.08	3	0.24
Subtotal (fortalezas)		0.53		2.04
AMENAZAS				
1	Competencia creciente de productores con sal refinada	0.1	2	0.2
2	Pérdida de oportunidades de mercado por falta de valor agregado	0.09	2	0.18
3	Riesgo de disminución de ingresos a largo plazo	0.09	1	0.09
4	Exigencias cada vez más estrictas en estándares de calidad	0.1	1	0.1
5	Posible desmotivación de socios si no se concreta el proyecto de diseño de una planta	0.09	1	0.09
Subtotal (debilidades)		0.47		0.66
TOTAL				2.7

Anexo 8. Resultados de entrevista.

Guía de entrevista		
Título de la investigación: propuesta de diseño de planta de refinamiento de sal para la Asociación Montaña Blanca, Salinas, Ecuador.		
Dirigido a: presidente de la Asociación Montaña Blanca		Ygnacio Daniel Figueroa De La Rosa.
Objetivo de la entrevista: obtener información que permita comprender la situación actual de la Asociación Montaña Blanca en relación con su producción artesanal de sal, en la identificación de limitaciones productivas, comerciales y tecnológicas, así como explorar la percepción y disposición hacia la implementación de una planta piloto de refinamiento.		
Ejes temáticos y preguntas		
Nº	Preguntas	Respuestas
1	¿Cómo describiría la situación actual de la producción de sal en la Asociación Montaña Blanca?	Producción limitada en aumento debido a las condiciones climáticas.
2	¿Cuáles considera que son las principales fortalezas y limitaciones del proceso artesanal que actualmente utilizan los socios?	Las fortalezas serían el uso de geomembranas y las condiciones climáticas, y las limitaciones serían los bajos grados de salinidad debido a la acumulación de aguas lluvias en los reservorios.
3	¿Qué dificultades ha enfrentado la asociación para mejorar la calidad y el valor agregado de la sal producida?	Producir sal en piscinas de tierra presenta desventajas para garantizar la inocuidad del producto, el costo alto de las geomembranas implementadas es una desventaja, pero garantiza excelente producto apetecido por grandes empresas.
4	¿En qué medida la ausencia de infraestructura y tecnología ha afectado el desarrollo productivo y comercial de la asociación?	La falta de una planta que permita dar valor agregado al producto generado hace que la asociación dependa exclusivamente de las ventas locales.
5	¿Qué opinión tiene sobre la competitividad de la sal artesanal de Montaña Blanca frente a la sal refinada producida por la industria local?	La materia prima de algunos socios sale de montaña blanca, siempre y cuando cumpla con los estándares exigidos por la empresa, por tema de maduración de la sal.
6	¿Qué estrategias han implementado hasta el momento para acceder a mercados más exigentes o diversificar la venta del producto?	Las estrategias de mercadeos, y el deseo de conseguir buenos precios, obliga a buscar empresas, para evitar intermediarios y poder vender directamente a las empresas, y poder vender todas las clases de sal que produce la asociación.
7	¿Cuál ha sido la respuesta de los socios frente a la idea de modernizar los procesos de producción mediante una planta piloto de refinamiento?	La asociación cuenta con clientes que piden sal para refinar, y la idea de hacer el proceso con la marca de la asociación, es una propuesta que tiene mucho tiempo, vista con mucha expectativa, pero que no se ha podido ejecutar por falta de oportunidades.
8	¿Qué impacto económico y social cree que tendría la implementación de un proceso de refinamiento en la asociación?	Armar un plan y una estrategia de entrega de la sal producida por los socios, a la planta de refinación, impulsaría la economía de la asociación, ya que no se dependería de los intermediarios para su venta, sino que todo el producto se quedaría con la asociación y distribuiría directamente al mercado.
9	¿Qué limitaciones financieras, técnicas o de gestión considera que podrían dificultar el desarrollo de una planta piloto?	Armar una infraestructura demanda muchos gastos, la electricidad trifásica, está muy lejos, y se tendría que armar un cableado y poner transformadores para suministrar de energía a los equipos de la planta.
10	Desde su perspectiva como presidente, ¿qué acciones prioritarias deberían emprenderse para garantizar la sostenibilidad y el crecimiento de la asociación en los próximos años?	Impulsar proyectos como la de la planta, buscar financiamiento para la adquisición y dotación de geomembranas, bombas y mangueras, con la finalidad de incrementar la producción de sal, y que a su vez se cancele con la producción en base a inversión hecha y la capacidad de producción de cada socio.

Anexo 9. Tabulación de resultados en SPSS.

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
10	P10	N Numérico	8	0	¿Opina que un...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
11	P11	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
12	P12	N Numérico	8	0	¿Cree que un p...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
13	P13	N Numérico	8	0	¿Opina que la r...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
14	P14	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
15	P15	N Numérico	8	0	¿Piensa que la ...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
16	P16	N Numérico	8	0	¿Cree que una ...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
17	P17	N Numérico	8	0	¿Opina que la ...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
18	P18	N Numérico	8	0	¿Cree que una ...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
19	P19	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
20	P20	N Numérico	8	0	¿Piensa que la ...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada

- ultado
- Registro
- Fiabilidad
- Titulo
- Notas
- Conjunto de datos activo
- Escala: ALL VARIABLES
- Titulo
- Resumen de procesamie
- Estadísticas de fiabilidad
- Estadísticas de elemento
- Estadísticas de total de el
- Estadísticas de escala

Fiabilidad

[ConjuntoDatos0]

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

	N	%
Casos Válido	40	100,0
Excluido ^a	0	,0
Total	40	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,819	20

Estadísticas de elemento

	Media	Desv. Desviación	N
¿Considera que la actual infraestructura de la asociación es suficiente para desarrollar procesos de refinamiento de sal?	2,50	,716	40
¿Cree que la creación de una planta con espacios organizados mejoraría la eficiencia en las operaciones productivas?	1,28	,599	40
¿Piensa que la construcción de una planta piloto permitiría optimizar el uso del terreno disponible en la asociación?	1,23	,577	40

Anexo 10. Elaboración de estrategias.

MATRIZ DE CORRELACIÓN DAFO		FORTALEZAS (F)			DEBILIDADES (D)		
		F.01	Alta disposición de los socios a mejorar la infraestructura	D.01	Infraestructura actual insuficiente para procesos de refinamiento		
		F.02	Reconocimiento interno de la necesidad de tecnificación	D.02	Limitada tecnificación y dependencia de métodos artesanales		
		F.03	Cohesión social en torno a fortalecer la asociación	D.03	Baja homogeneidad y pureza de la sal producida		
		F.04	Producción constante de sal en grano como base	D.04	Escasa diversificación de presentaciones comerciales		
		F.05	Interés en cumplir con estándares de inocuidad y calidad	D.05	Dificultad en el posicionamiento competitivo		
OPORTUNIDADES		ESTRATEGIAS DE SUPERVIVENCIA (FO)			ESTRATEGIAS DE REORIENTACIÓN (DO)		
O.01	Acceso a nuevos mercados nacionales e internacionales	F1.O4	Proponer el diseño de una planta piloto con procesos organizados y tecnificados, usando como base la disposición de los socios y la producción actual.	D1.O3	Reemplazar gradualmente el sistema artesanal por equipos modernos que garanticen homogeneidad y pureza en la sal refinada.	O.02	Posibilidad de implementar tecnologías sostenibles
O.02	Mayor competitividad frente a productores de sal con mejor infraestructura						
O.03	Incremento del valor comercial de la sal						
O.04	Cumplimiento de certificaciones de calidad y buenas prácticas						
O.05	Incremento del valor comercial de la sal						
O.05	Cumplimiento de certificaciones de calidad y buenas prácticas	F3.O2	Potenciar el cumplimiento de estándares de inocuidad mediante certificaciones que abran mercados nacionales e internacionales.	D4.O3	Implementar procesos de capacitación para los socios sobre buenas prácticas de manufactura y control de calidad.		
AMENAZAS		ESTRATEGIAS DE DEFENSA (FA)			ESTRATEGIAS DE AVANCE (DA)		
A.01	Competencia creciente de productores con sal refinada	F4.A1	Invertir en infraestructura que permita diversificar las presentaciones de sal	D5.A5	Usar la producción constante como base para establecer contratos estables con clientes exigentes	A.02	Pérdida de oportunidades de mercado por falta de valor
A.02	Pérdida de oportunidades de mercado por falta de valor						
A.03	Riesgo de disminución de ingresos a largo plazo						
A.04	Exigencias cada vez más estrictas en estándares de calidad						
A.05	Posible desmotivación de socios si no se concretan						
A.05	Posible desmotivación de socios si no se concretan	F5.A4	Mitigar la baja pureza y homogeneidad de la sal actual para cumplir con estándares legales y evitar sanciones.	D3.A3	Modernizar el sistema de refinamiento para evitar la pérdida de competitividad frente a productores con mayor tecnología.		

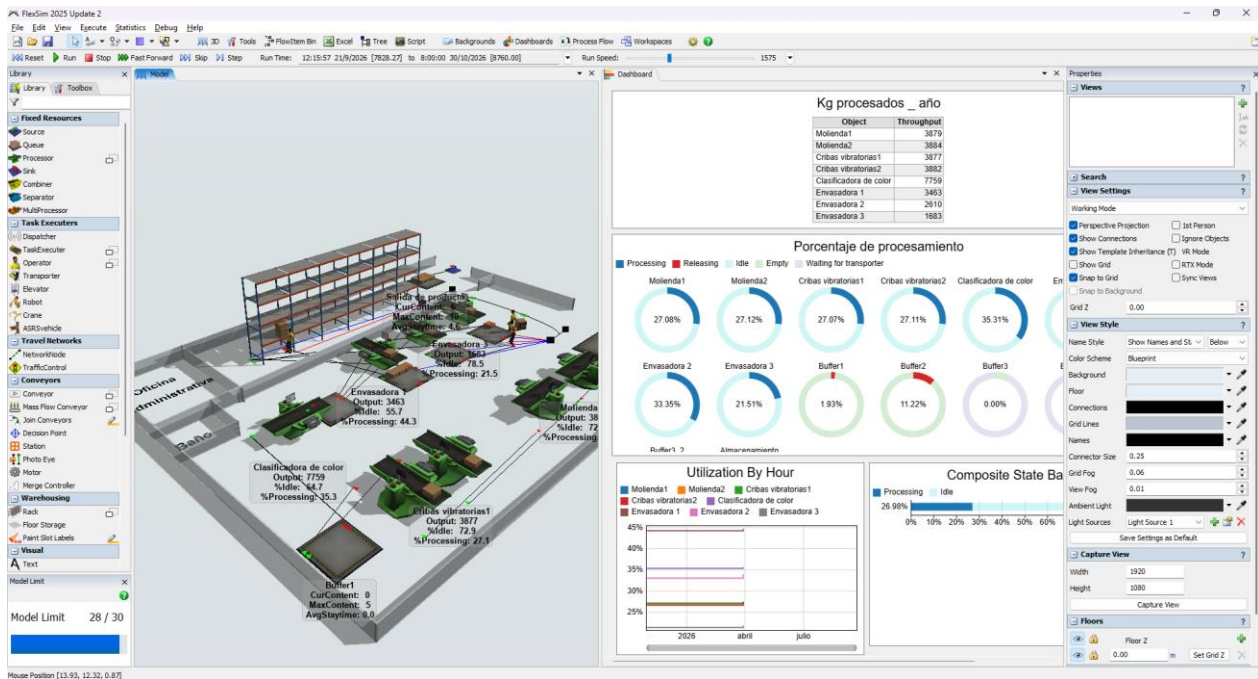
Anexo 11. Desarrollo en Excel de método Guerchet.

	Elemento	Cantidad (n)	Nº de lados N	Largo L(m)	Ancho A(m)	Altura H(m)	SS = Área	Área Total = Área x n	Sg = Ss * N	Área Total * Altura	Ss+Sg	Se=k(Ss+Sg)	St por estación	ST
FIJOS	Molienda de sal	2	1	1.99	1.79	1.25	3.55	7.1063	3.55	8.88	7.11	3.30	10.40	20.81
	Cribas vibratorias	2	1	1.82	2.00	1.50	3.64	7.28	3.64	10.92	7.28	3.38	10.66	21.32
	Clasificadora de sal	1	1	1.66	3.03	1.80	5.02	5.02374	5.02	9.04	10.05	4.66	14.71	14.71
	Envasadora de sal	3	1	1.13	2.04	1.90	2.31	6.9156	2.31	13.14	4.61	2.14	6.75	20.25
	Mesas de trabajo	2	2	1.50	3.00	0.95	4.50	9	9.00	8.55	13.50	6.27	19.77	39.53
	Mesa de inspección	1	3	1.20	1.50	1.00	1.80	1.8	5.40	1.80	7.20	3.34	10.54	10.54
	TOTALES								37.13		52.34			
MÓVILES	Coche	2		0.90	0.75	0.80	0.68	1.35		1.08				
	Carretilla	1		1.20	0.80	0.80	0.96	0.96		0.77				
	Operarios	6				1.7	0.50	3.00		5.10				
	TOTALES							5.31		6.95				127.16
				Hem	6.95	1.308								150
					5.31									
				Hef	52.34	1.410								
					37.13									
						1.308								
				k	0.5	1.410	0.46							

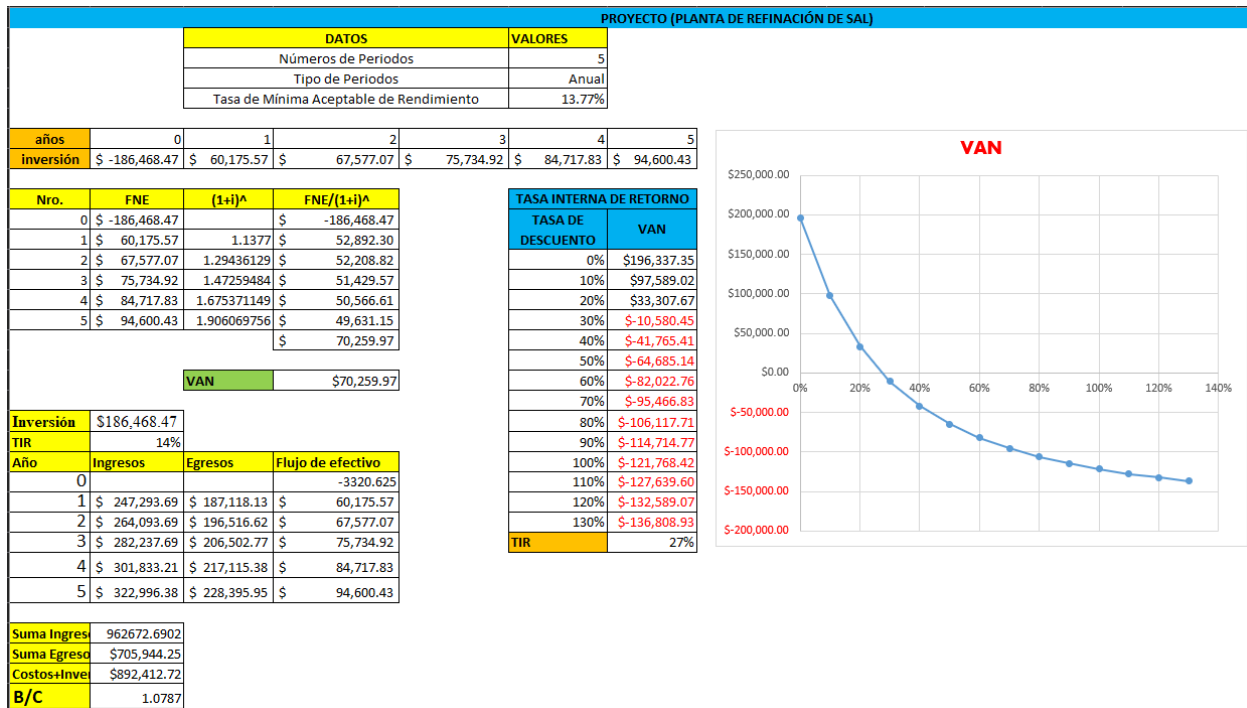
Anexo 12. Desarrollo de costos de construcción de infraestructura.

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN NUEVA					
item	TRABAJOS A REALIZARSE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO SUBTOTAL
1	EXCAVACIÓN Y DESALOJO	1,250	M ³	\$ 7.97	\$ 9,962.50
2	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	1,000	M ³	\$ 6.48	\$ 6,480.00
3	PLINTOS	12	M ³	\$ 326.83	\$ 3,921.96
4	ZAPATAS	12	M ³	\$ 427.74	\$ 5,132.88
5	RIOSTRAS	12	M ³	\$ 376.48	\$ 4,517.76
6	PILARES PLANTA BAJA	12	M ³	\$ 564.16	\$ 6,769.92
7	VIGAS DE CUBIERTA PLANTA BAJA	12	M ³	\$ 565.47	\$ 6,785.64
8	PAREDES BLOQUE ECONOMICO	7,500	M ²	\$ 0.73	\$ 5,475.00
9	LOSA DE PISO	30	M ³	\$ 444.84	\$ 13,345.20
10	ENLUCIDO PISO	25	M ³	\$ 5.32	\$ 133.00
11	ENLUCIDO INTERIOR	200	M ²	\$ 4.92	\$ 984.00
12	ENLUCIDO EXTERIOR VILLAS	70	M ²	\$ 7.17	\$ 501.90
13	ESTRUCTURA LOSA CUBIERTA P.B	200	M ²	\$ 27.54	\$ 5,508.00
14	TEJAS PLANTA BAJA	450	M ²	\$ 16.45	\$ 7,402.50
15	PUNTO DE LUZ	40	U	\$ 40.63	\$ 1,625.20
16	TOMACORRIENTE 110 V.	10	PTO	\$ 40.22	\$ 402.20
17	TABLERO MEDIDOR	1	PTO	\$ 405.65	\$ 405.65
18	PUNTOS DE TELEFONOS	1	PTO	\$ 34.67	\$ 34.67
19	TABLERO GENERAL DISTRIBUCION	1	PTO	\$ 107.48	\$ 107.48
20	TUBERIA AGUA SERVIDA PVC 2"	45	ML	\$ 7.48	\$ 336.60
21	PUNTO AGUA SERVIDA	3	PTO	\$ 39.77	\$ 119.31
22	PUNTO AGUA POTABLE FRÍA	5	PTO	\$ 32.43	\$ 162.15
28	CERAMICA EN BAÑOS	25	M2	\$ 32.96	\$ 824.00
	SUBTOTAL				\$ 81,480.66
	IVA (15%)				\$ 12,222.10
	TOTAL CONSTRUCCIONES				\$ 93,702.76
30	PISO DE CERAMICA	168	M2	\$ 21.25	\$ 3,570.00
31	PAVIMENTO INT. ESPESOR 0.08 M	100	M2	\$ 12.79	\$ 1,279.00
32	PUERTA DE BAÑOS	2	U	\$ 122.67	\$ 245.34
33	PUERTA DE HIERRO INGRESO	1	U	\$ 329.40	\$ 329.40
34	VENTANAS ALUMINIO Y VIDRIO (VIDRIO 6mm)	6	M2	\$ 126.64	\$ 759.84
35	PUERTAS DE ALUMINIO Y VIDRIO (VIDRIO 6mm)	4	M2	\$ 231.28	\$ 925.12
36	PINTURA INTERIOR	350	M2	\$ 4.58	\$ 1,603.00
37	PINTURA EXTERIOR	350	M2	\$ 3.46	\$ 1,211.00
38	TUMBADO YESO GYPSUM	25	M2	\$ 16.90	\$ 422.50
	SUBTOTAL				\$ 10,345.20
	IVA (15%)				\$ 1,551.78
	TOTAL CONSTRUCCIONES				\$ 11,896.98
	SUMA TOTAL				\$ 105,599.74
<p>BASADO EN LOS PLANOS ARQUITECTONICO, ESTRUCTURALES, SANITARIOS, ELECTRICOS, DE VIAS Y OTRAS OBRAS, CIVILES O MECANICAS, SE ELABORA ESTE PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIONES. CON ELLO Y CON LOS COSTO UNITARIOS DE CONSTRUCCION REFERENCIAL, SE CALCULA LA CANTIDAD DE TRABAJO Y EN CADA ACTIVIDAD Y SE TOTALIZA. SE CALCULA EL IVA. LUEGO SE SUMA Y SE TOTALIZA LA CONSTRUCCION.</p> <p>LOS COSTOS UNITARIOS ESTAN EN LAS CAMARAS DE CONTRCCION Y SON PRODUCTO DEL ANALISIS DE PRECIOS.</p>					

Anexo 13. Desarrollo de simulación en programa FlexSim.



Anexo 14. Cálculo de indicadores financieros.



Anexo 15. Ficha técnica de equipos.

- Molienda de sal.

PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA			
FICHA TÉCNICA			
FICHA N°	1	FICHA DE:	MOLINO CENTRÍFUGO DE MIXOL
ÁREA	PRODUCCIÓN	CÓDIGO	MAQ-MCM001
DESCRIPCIÓN	Moler sal	PRCEDENCIA	N/D
MODELO	N/D	N° DE SERIE	N/D
MARCA	N/D	ESTADO	REGULAR
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		POTENCIA kW	22
		CAPACIDAD EN TN	5 HASTA 15
		DIMENSIONES Al x An x Pr (mm)	1985 x1790x1190
		RPM	400 HASTA 1600

- Cribas vibratorias.

PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA			
FICHA TÉCNICA			
FICHA N°	4	FICHA DE:	CRIBA VIBRATORIA
ÁREA	PRODUCCIÓN	CÓDIGO	MAQ-CR001
DESCRIPCIÓN	CLASIFICADO, TAMIZADO Y SEPARACIÓN DE MATERIALES	PROCEDENCIA	CHINA
MODELO	SKU: JB-300K	N° DE SERIE	N/D
MARCA	N/D	ESTADO	REGULAR
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		POTENCIA Kw	15
		NÚMERO DE PISO	1 A 4 DECKS
		FRECUENCIA DE VIBRACIÓN	750 - 1200 RPM
		CAPACIDAD	5 - 300 T/H
		DIMENSIONES L x W x H (mm)	10*20*60
		FUENTE DE ALIMENTACIÓN	220 V 50/60 Hz

- Clasificadora de color de sal.

PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA			
FICHA TÉCNICA			
FICHA N°	2	FICHA DE:	CLASIFICADORA DE SAL
ÁREA	PRODUCCIÓN	CÓDIGO	MAQ-CDS001
DESCRIPCIÓN	CLASIFICADOR POR COLOR DE SAL	PROCEDENCIA	CHINA
MODELO	ZF700	N° DE SERIE	N/D
MARCA	GROTECH	ESTADO	REGULAR
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		POTENCIA kW	2,5
		CAPACIDAD EN TN	5 HASTA 15
		DIMENSIONES L x W x H (mm)	3030 x1658 x1850
		FUENTE DE ALIMENTACIÓN	220 V
			50/60 Hz

- Envasadora de sal.

PLANTA DE REFINAMIENTO DE SAL ASOCIACIÓN MONTAÑA BLANCA			
FICHA TÉCNICA			
FICHA N°	3	FICHA DE:	ENVASADORA
ÁREA	PRODUCCIÓN	CÓDIGO	MAQ-EV001
DESCRIPCIÓN	PARA EMPACAR PRODUCTOS	PROCEDENCIA	CHINA
MODELO	SKU: JB-300K	N° DE SERIE	N/D
MARCA	N/D	ESTADO	REGULAR
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		POTENCIA Kw	7
		VELOCIDAD DE EM	20 - 60 BOLSAS/ min
		CAPACIDAD EN TN	50g -1kg
		DIMENSIONES L x W x H (mm)	800x1100x1900
		FUENTE DE ALIMENTACIÓN	220 V
50/60 Hz			