Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Ambiente y Desarrollo

Ingeniería en Ambiente y Desarrollo

Proyecto Especial de Graduación

Propuesta de Producción Más Limpia para la empresa Industria, Comercio y Servicio (Incoser) S.C.C. en Manta, Ecuador

Estudiante

Andrea Maribel Vélez Matute

Asesores

Victoria Alejandra Cortés, D.C.A.

Erika Tenorio Moncada, M.Sc.

Ana Melissa Urquía, M.Sc.

Honduras, noviembre 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER

Vicepresidenta y Decana Académica

ERIKA TENORIO MONCADA

Directora Departamento de Ambiente y Desarrollo

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Resumen 8

Abstract 9

Introducción 10

Metodología 14

Descripción de la empresa 14

Recolección y análisis de datos 15

Análisis y documentación de la situación de la empresa 15

Mapeo del proceso de producción. 15

Construcción de diagrama de flujo de proceso. 16

Cuantificación de corrientes 17

Caracterización del agua. 18

Clasificación de fuentes de generación de residuos 19

Priorización de corrientes. 19

Análisis causa-efecto de las problemáticas identificadas. 19

Definición de oportunidades de Producción Más Limpia 20

Resultados y Discusión 21

Análisis y documentación de la situación de la empresa 21

Mapeo del proceso de producción y Construcción de diagrama de flujo de proceso 28

Cuantificación de corrientes 31

Caracterización del agua residual. 34

Clasificación de fuentes de generación de residuos 36

Priorización de corrientes. 36

Análisis causa-efecto de las problemáticas identificadas. 37

Definición de oportunidades de Producción Más Limpia 40

Conclusiones 46

Recomendaciones 47

Referencias 48

Anexos 52

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Resumen de Métodos y Frecuencia de Cuantificación de Corrientes.....18

Cuadro 2 Métodos Usados Para el Análisis de Muestras……19

Cuadro 3 Resumen de Estado de Licencia Ambiental y Auditorías……..25

Cuadro 4 Actividades Evaluadas en la Lista de Verificación Para la Categoría de Ahorro y Uso Eficiente del Agua……..26

Cuadro 5 Actividades Evaluadas en la Lista de verificación Para la Categoría Consumo y Uso de Energía……26

Cuadro 6 Actividades Evaluadas en la Lista de Verificación Para la Categoría Manejo de Vertimientos. 27

Cuadro 7 Actividades Evaluadas en la Lista de Verificación Para la Categoría Manejo Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos ……..27

Cuadro 8 Actividades Evaluadas en la Lista de Verificación Para la Categoría Control de Emisiones y Ruidos……..28

Cuadro 9 Balance de Materiales en la Producción del 4 de Diciembre de 2021……..32

Cuadro 10 Análisis del Consumo Energético en Planta el 4 y 5 de Diciembre de 2021……33

Cuadro 11 Resultado de Análisis Fisicoquímicos Para Caracterización del Agua Residual de la Empresa……..35

Cuadro 12 Evaluación Económica y Normativa de las Corrientes Para el mes de Noviembre de 2020..37

Cuadro 13 Programa de Incremento de Eficiencia Energética en el Proceso……..41

Cuadro 14 Programa Para la Disminución de Carga Orgánica del Agua Residual……..42

Cuadro 15 Programa de Buenas Prácticas Operativas Para el Uso del Agua……43

Cuadro 16 Propuestas de Medidas Viables……45

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación de la Empresa Incoser S.C.C. ……14

Figura 2 Flujo de Producción y Diagrama de Planta……16

Figura 3 Diseño del Vertedero Utilizado……17

Figura 4 Producción de Marquetas de Hielo en la Empresa en los Años 2019-2021……22

Figura 5 Consumo de Electricidad Histórico de la Empresa en los Años 2019-2021……23

Figura 6 Consumo de Agua Promedio de los Años 2019-2020……23

Figura 7 Diagrama de Flujo de Producción de Marquetas de Hielo, con Entradas y Salidas……30

Figura 8 Diagrama de Ishikawa Para las Aguas Residuales de la Empresa Incoser S.C.C……38

Figura 9 Diagrama de Ishikawa Para el Consumo Energético de la Empresa Incoser S.C.C……39

Figura 10 Diagrama de Ishikawa Para el Consumo de Agua de la Empresa Incoser S.C.C……40

Índice de Anexos

Anexo A Resultado de análisis fisicoquímicos y microbiológicos para caracterización del agua que ingresa la empresa.....52

Anexo B Revisión ambiental inicial para la categoría de uso eficiente y ahorro de agua 53

Anexo C Revisión ambiental inicial para la categoría de uso eficiente y ahorro de agua 54

Anexo D Revisión ambiental inicial para la categoría de consumo y uso de energía.....55

Anexo E Revisión ambiental inicial para la categoría de manejo de vertimientos.....56

Anexo F Revisión ambiental inicial para la categoría de manejo integral de residuos sólidos no peligrosos.....57

Anexo G Revisión ambiental inicial para la categoría de control y emisiones de ruido 58

Resumen

La Producción Más Limpia (PML) es la aplicación constante de estrategias ambientales que permiten aumentar la eficiencia en procesos productivos mediante la prevención de contaminación. La PML es una estrategia poco explorada en la fabricación de marquetas de hielo como es en el caso de la empresa Incoser S.C.C. seleccionada para esta investigación, sin embargo, puede integrarse para la reducción de residuos y la optimización de materias primas. Para el desarrollo de este estudio se realizó un diagnóstico de situación actual de la empresa mostrando las tendencias de producción y consumo de recursos, seguido de un análisis de pérdidas, mediante balances de materia, y la estimación del potencial de calentamiento global asociado al consumo energético. Asimismo, se hizo una caracterización del agua residual de la planta. Se jeraquizó las principales corrientes de recursos y residuos tomando en cuenta criterios económicos y normativos. Como resultado del análisis de causas que derivan en las problemáticas identificadas, se plantearon alternativas de mejora. Los resultados apuntan que el consumo de energía eléctrica, la demanda de agua potable y la generación de agua residual con alta carga orgánica son los aspectos que requieren mejoras en las operaciones de la empresa. Entre las alternativas de PML seleccionadas, la implementación de un baño maría en el área de desmoldado, utilización de equipos a presión para la limpieza y el aislamiento térmico de las cámaras de almacenamiento, permitirán la reducción de 3,497.55 m^3 agua/año y 897,062.5 kWh/año,estimando así un ahorro aproximado de USD 82,260 anualmente en la empresa.

Palabras clave: Ahorro, consumo energético, eficiencia, jerarquización.

Abstract

Cleaner Production (CP) is the constant application of environmental strategies that increase efficiency in production processes through pollution prevention. CP is a strategy with little exploration in the manufacturing of ice cubes, as in the case of Incoser S.C.C., the company selected for this research; however, it can be integrated for waste reduction and efficient use of raw materials. A preliminary assessment of the company was made for this study, to get resource consumption trends during production processes , followed by losses analysis applying material balances. On the other hand, the green house gases emissions associated with energy consumption were estimated . Potable water and wastewater from different operations were characterized. The impact of resource demand and waste generation were analyzed and ordered according to their importance considering economic and regulatory criteria. A root cause analysis was carried out for each identified problem, leading to propose alternatives for its improvement. The results indicate that electricity consumption, potable water demand, and the generation of wastewater with a high organic load are the aspects that require improvement within the company's operations. Among the selected CP alternatives, the implementation of a water bath in the demolding area, the use of pressure equipment for cleaning and thermal insulation of the storage chambers, will allow the reduction of 3497.55 m^3 water/year, and 897,062.5 kWh/year, thus estimating savings of approximately USD 82,260 annually for the company.

Keywords: Efficiency, energy consumption, prioritization, savings.

Introducción

La Producción Más Limpia (PML) es definida como la aplicación constante de estrategias ambientales en procesos productivos y servicios para mejorar la eficiencia económica y reducir los riesgos a los humanos y al medio ambiente (Paredes, 2014). A partir de su implementación se busca mejorar los beneficios económicos sociales y ambientales mediante una reducción en la generación de desechos, utilización de agua, consumo de energía y la optimización de las materias primas (Rolim, 2019). Según Irene Rojas (2013), la PML es una metodología de principio de tubo, o principio de proceso, en la que existe una jerarquía de prevención, minimización, reciclaje, tratamiento y disposición de residuos, siendo la prevención el paso más importante.

Según el Centro de Gestión Tecnológica e Informática industrial de Costa Rica (CEGESTI), un plan de PML cuenta con siete etapas principales. La primera fase corresponde al inicio de ciclo, donde se definen los objetivos del programa y los encargados de este. Después, se debe realizar un análisis de situación actual que permita esquematizar procesos con sus respectivas entradas y salidas para así definir de manera preliminar las áreas de mayor interés. Posteriormente, se construyen balances de materiales y análisis de procesos, seguido del planteamiento de opciones de mejora, donde se hacen diagramas de causa-efecto y se asigna prioridad a las alternativas que representen un impacto positivo sobre el proceso. Finalmente, las últimas dos etapas consisten en la definición de los planes de implementación y el seguimiento, culminación y evaluación del ciclo (Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial [CEGESTI], 2010).

La PML es un componente importante para alcanzar varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que busca la concientización de empresas y usuarios para que adopten medidas que les permita la optimización de recursos como agua y electricidad, eliminación de materias primas tóxicas y mejora procesos, lo que conlleva a la reducción de residuos. En caso de los residuos sean inevitables, como es el caso agua para limpieza, se les debe dar un tratamiento adecuado. Estos aspectos pueden ser enmarcados en los ODS 6 dirigido al Agua Limpia y Saneamiento y el ODS 12 enfocado en la

Producción y Consumo Sotenible. Por otro lado, la PML también propone el uso de tecnologías más limpias y eficientes, además del rediseño de procesos, impulsando así el ODS 9, que promueve la innovación en el sector industrial (Naciones Unidas, 2018).

A pesar que la PML ha ganado popularidad a lo largo de los años y se ha aplicado en numerosas industrias, aún se enfrenta con numerosos desafíos, debido a que existen incertidumbres y contradicciones en los métodos de su implementación, especialmente para empresas pequeñas (Marques et al., 2018). Asimismo, hay escasa disfusión del tema en el sector productivo y la disponibilidad de fondos para implementación.

La implementación de PML también se encuentra ligada al tamaño de la empresa, es decir, las empresas pequeñas (menos de 50 empleados) se ven motivadas a implmentar medidas de PML, unicamente por la reducción de costos, sin embargo, se abstienen por el trabajo que conlleva su ejecución. Por otro lado, las empresas medianas (menos de 250 empleados) son presionadas a realizar planes de PML para desarrollar un sistema de gestión ambiental y participar en un mercado competitivo. Finalmente, las grandes empresas (más de 250 empleados) son las que tienen niveles más altos de implementación de PML debido a la necesidad de invertir continuamente en la mejora de su imagen para aumentar su participación en el mercado (Cardoso de Oliveira et al., 2020).

Los gobiernos latinoamericanos continúan motivando al sector privado a tomar medidas de prevención a la contaminación, enfocadas a la PML. En 2017 la Asociación Nacional de Alimentos y Bebidas firmó un convenio de PML con el Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos, donde este último estuvo encargado de brindar asistencia técnica a 15 empresas de alimentos, entre ellas Nestlé, Alpina, La Favorita, El Ranchito, KFC, La Toscana, Pausterizadora Quito, entre otras. Con este convenio se planteó la reducción de un 10% de consumo de agua y energía en el sector productor, asimismo se buscó marcar una guía para que empresas de otros rubros se unan a esta iniciativa (El Telegráfo, 2017). Cabe recalcar que hasta el momento solo grandes empresas en Ecuador aplican PML en sus sistemas de gestión ambiental.

Manta es el primer puerto pesquero de Ecuador, por lo que, sus principales actividades económicas están vinculadas al procesamiento, venta de mariscos y actividades derivadas, que se desarrollan bajo técnologías artesanales e industrializadas (Marín et al., 2015). La mayoría de estas industrias no cuentan con un sistema de tratamiento de residuos o un plan de manejo ambiental, lo cual deriva en impactos adversos como la contaminación masiva de los ríos Manta, Burro y Bravo (Moreira, 2020). De hecho, el 57% de la contaminación de los ríos de Manta proviene de las fábricas de procesamiento de pescado, empacadoras, fábricas de harina de pescado y fábricas de hielo, ya que estas no cumplen con las normativas ambientales establecidas (Vinces, 2018).

La empresa Industria, Comercio y Servicio, Sociedad Civil de Comercio (Incoser S.C.C.), se encuentra ubicada en la ciudad de Manta en Ecuador y se dedica a la fabricación de marquetas o bloques de hielo de uso industrial requerido en el almacenamiento de productos como peces y mariscos, en embarcaciones de medianos y pequeños pescadores, ya que en la industria a gran escala la mayoría de embarcaciones cuentan con su propio sistema de refrigeración incorporado. Esta empresa actualmente cuenta con una licencia ambiental como parte de los requisitos de operación. Para el mantenimiento de esta licencia, el Ministerio de Agricultura, Ganadería Acultura y Pesca de Ecuador realiza auditorías ambientales cada dos años, en adición a monitoreos trimestrales de calidad para el agua que se utiliza para la elaboración del hielo.

Para dar cumplimiento a los requisitos de la norma técnica de descarga de aguas residuales, la empresa construyó una fosa de decantación para el tratamiento de los efluentes generados durante el despacho del producto, sin embargo nunca se han realizado muestreos o análisis de esta corriente depués de la construccion de la fosa. Las auditorías monitorean el desempeño de las empresas buscando reducir los impactos ambientales de estas, sin embargo, se limitan a exigir el cumplimiento de ciertos parámetros enfocados en salud y seguridad ocupacional y no en la prevención y control de la contaminación (Rodríguez, 2017).

Actualmente, la empresa gasta alredor de USD 20,000 mensuales en agua y energía electrica. La implementación de técnicas de PML representa una oportunidad para la reducción de costos por la optimización de recursos como energía y agua, así como la reincorporación de materiales al proceso y la mejora de protocolos para aumentar la productividad de la empresa (Bernal Figueroa et al., 2016). Otro posible beneficio es la reducción de volumen de agua residual producida, lo cual tiene impactos positivos en el medio ambiente, y a la vez, reduce la probabililidad de multas por descarga de efluentes a las alcantarillas por incumplimiento de la normativa (Paredes, 2014).

La implementación de medidas de prevención no solo mejorará la imagen de la empresa, sino que representará una ventaja competitiva frente a otras industrias de la misma índole. De acuerdo con lo anterior, el objetivo de la presente investigación es el desarrollo de una propuesta de Producción Más Limpia para la empresa Incoser S.C.C., que permita impulsar la sostenibilidad y responsabilidad con el medio ambiente, a través del planteamiento de los siguientes objetivos específicos:

Desarrollar un diagnóstico inicial sobe la situación actual de la empresa que sirva como línea base para establecer opciones de mejora.

Cuantificar las entradas y salidas del proceso de elaboración de marquetas de hielo aplicando balance de materia y análisis de consumo energético.

Clasificar las principales fuentes de consumo de recursos y generación de residuos aplicando criterios económicos y normativos.

Proponer oportunidades de Producción Más Limpia enfocadas en la reducción del consumo de recursos y generación de residuos en las diferentes operaciones de la empresa.

Metodología

Descripción de la Empresa

Este estudio se realizó en la empresa Incoser S.C.C. dedicada a la elaboración de marquetas de hielo. Se ubica en la cuidad de Manta en la provincia de Manabí en Ecuador. Su producción está destinada principalmente para pequeños y medianos pescadores, sin embargo, atienden también a vendedores de mariscos, personas que hacen granizados e incluso pequeños locales de eventos que usan el hielo para refrigerar sus bebidas. Incoser S.C.C. tiene capacidad para producir 5,000 marquetas de hielo al día, sin embargo, la producción promedio oscila entre 2,500 a 3,000 marquetas diarias, dependiendo de la demanda. Cada marqueta pesa alrededor de 68.18 kilogramos (kg), con las siguientes dimensiones: 1 metro de ancho, 40 centímetros de ancho y 20 centímetros de profundidad se necesitan aproximadamente 0.08 metros cúbicos (m^3) /marqueta.

Figura 1

Ubicación de la Empresa Incoser S.C.C. en Manta Ecuador

Recolección y Análisis de Datos

Este estudio se llevó a cabo entre los meses de octubre a enero, aplicando tres etapas de análisis para dar respuesta a los objetivos planteados. Se dio inicio con la documentación de la situación actual de la empresa, continuando con el mapeo de procesos, lo que permitió clasificar las principales fuentes de generación de residuos. Finalmente, se realizó planteamiento de propuestas de PML.

Análisis y Documentación de la Situación de la Empresa

El análisis de situación actual de la empresa se desarrolló a partir de visitas guiadas donde se identificaron las diferentes etapas del proceso y sus productos, adicionalmente se realizaron entrevistas a los responsables de los procesos de producción en la empresa, con el fin de conocer el funcionamiento de esta. Además, se revisaron datos históricos de producción y consumo (agua y energía eléctrica), para determinar tendencias asociadas a la operación de la empresa.

Por otro lado, se revisaron los registros de obtención de licencias y certificados ambientales, trámites que comenzaron en 2014 y continúan hasta la actualidad. Se verificó el cumplimiento de los parámetros evaluados y los principales hallazgos de cada visita. Esta información se organizó en una tabla resumen para su análisis y documentación de respaldo. Adicionalmente, se utilizó una lista de chequeo obtenida de un estudio de PML de Villegas y García en 2020, para el desarrollo de un prediagnóstico de la empresa evaluando los criterios de uso eficiente y ahorro de agua, consumo de energía, manejo de vertimientos, manejo integral de residuos no peligrosos y control de emisiones y ruidos. Cabe destacar que esta lista de chequeo se completó en una visita a la empresa, en compañía del jefe de producción.

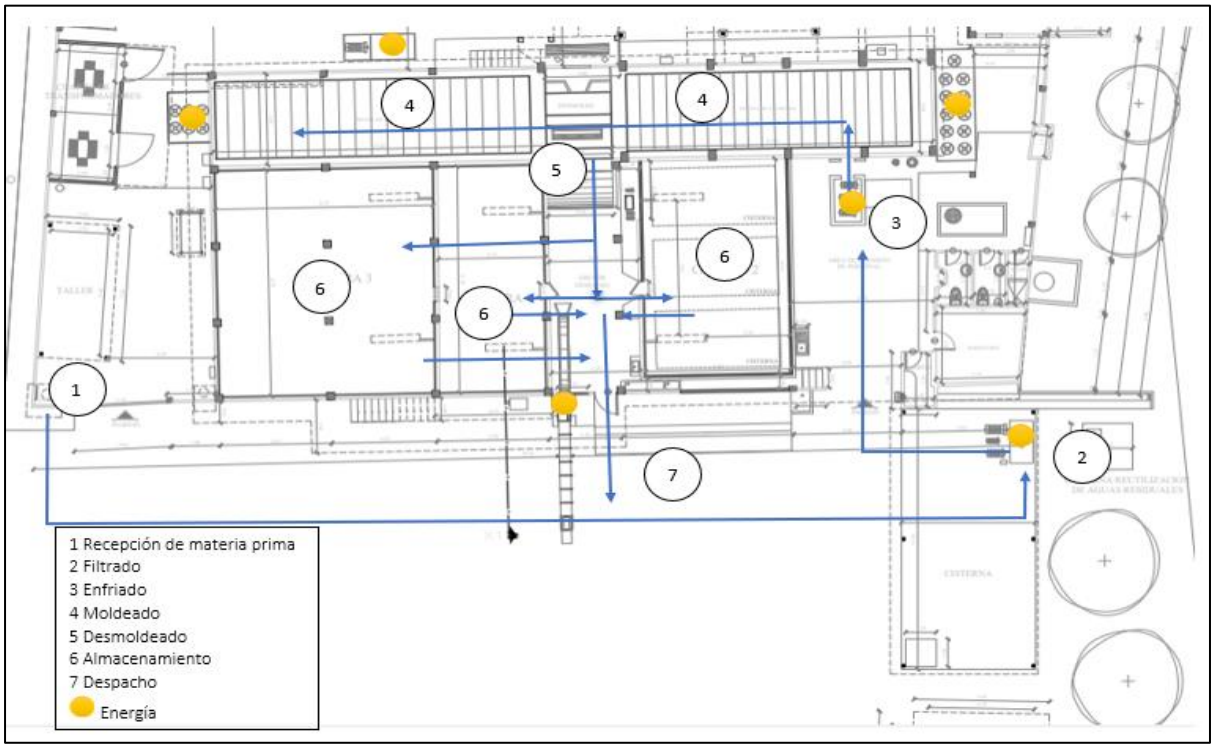
Mapeo del Proceso de Producción

Por medio de visitas guidas se construyó el flujo de producción de la empresa, que muestra la ruta del proceso e incluye las principales entradas y salidas para cada operación unitaria identificada durante la elaboración de marquetas de hielo. Esto se realizó utilizando el plano de la fábrica (Figura

2), aplicando una nomenclatura de color para diferenciar entre el flujo de agua (azul) y puntos de energía (amarillo). Asimismo, la secuencia del proceso se organiza mediante el uso de flechas y numeración de las actividades de la empresa, con su respectiva leyenda, de manera ascendente y cronológica.

Figura 2

Flujo de Producción y Diagrama de Planta



Nota. Adaptado de Incoser S.C.C. (2020)

Construcción de Diagrama de Flujo de Proceso

Después de las visitas guiadas a la empresa, se construyó un esquema que presenta el diagrama de flujo de proceso, donde se identificaron las entradas y salidas de cada etapa de manera cualitativa. Paralelamente, se construyó una tabla que permitió cuantificarlas para su posterior análisis. Esta información se obtuvo de datos históricos proporcionados por la administración de la empresa, sin embargo, se tuvieron que realizar mediciones *in situ* para completar todos los valores requeridos en las siguientes fases del estudio.

Cuantificación de Corrientes

Por tratarse de una fábrica de hielo, el principal recurso o materia prima del proceso es el agua. Para su cuantificación se realizaron aforos en puntos de entradas y salidas de agua en la empresa durante un mes. Se identificaron dos corrientes principales: el agua que ingresa a las instalaciones para la elaboración del hielo, y el agua residual producida en el área de despacho. La primera corriente es de volumen constante ya que el agua llega a la empresa por medio de camiones cisterna y se usaron los datos de volumen proporcionados por la empresa. En el caso del agua residual, se realizaron aforos horarios durante un mes utilizando un vertedero rectangular con contracciones (Figura 3). Para su construcción se interpone un tabique frente a la corriente, de manera que se dé una caída de agua que pase a través de una sección predeterminada. Se utilizó la siguiente Ecuación 1 (Alvarado, 2017):

$$Q = 1.84(L \times 0.2H) \times H^{3/4} \quad [1]$$

Donde:

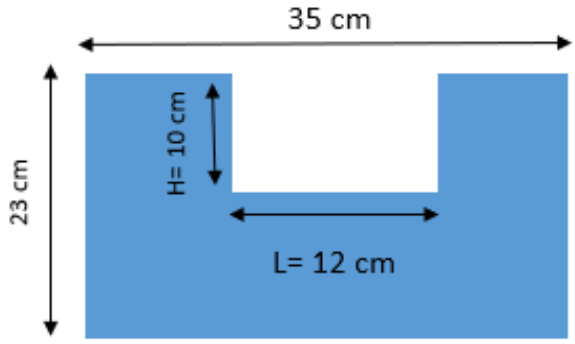
Q = Caudal que fluye por el vertedero, en m^3/s

L = Ancho de la cresta, en metros

H = Carga del vertedero, en metros

Figura 3

Diseño del Vertedero Utilizado.



Por otro lado, también se consideraron otras corrientes como el agua de reciclaje usada para la limpieza del área de despacho de la empresa. La empresa recolecta el agua de las áreas de

moldeado, desmoldeado y almacenamiento, y posteriormente se conducen a un tanque de almacenamiento. Se cuenta con un hidrómetro o medidor de agua potable incorporado al tanque, el cual es registrado diariamente por los colaboradores de la empresa. También, se contabilizó la producción mensual de marquetas de hielo para compararla con el consumo de agua y energía. Finalmente, se realizaron lecturas mensuales del contador de energía que registra el consumo de electricidad de la empresa (Cuadro 1). Todos estos valores fueron plasmados en balances de materia y consumo energético.

Cuadro 1

Resumen de Métodos y Frecuencia de Cuantificación de Corrientes.

Corriente	Método de cuantificación	Frecuencia
Agua que ingresa a la empresa (A1)	Registro de compra de Tanqueros	Diario
Agua residual producida en el área de despacho (A2)	Vertedero con contracciones	A cada hora
Agua de reciclaje (A3)	Medidor de agua potable (hidrómetro)	Mensual
Producción (H)	Conteo por parte del personal de la empresa	Diario
Consumo de energía (V)	Vatihorímetro	Mensual

Caracterización del Agua

La empresa da seguimiento a la calidad de agua que ingresa y al producto final a través de monitoreos trimestrales, sin embargo, no cuenta con registros de calidad para el agua residual que se deposita en el sistema de alcantarillado. Los resultados del análisis de calidad del agua que ingresa a la empresa y el producto final se encuentran en los anexos A y B. Para fines de esta investigación solamente se contabiliza el volumen del recurso utilizado, ya que no existen entradas adicionales asociadas a la adición de químicos para su posterior tratamiento.

Se muestreó el agua de la fosa de decantación (500 mL) ubicada en el área de despacho, ya que esta corriente aparentemente presenta problemáticas, además el agua se deposita directamente en el sistema de alcantarillado púbico. Debido a limitaciones ligadas al presupuesto de la investigación,

solo se realizó un análisis, los métodos de este se encuentran detallados en el Cuadro 2. El muestreo se llevó a cabo por el laboratorio Bureau Veritas, ubicado en la ciudad de Guayaquil, este fue puntual o simple. Todos los valores obtenidos se compararon con la normativa vigente en el país. Con base en estos resultados y una revisión de literatura, se buscaron y proporcionaron oportunidades de mejora.

Cuadro 2

Métodos Usados Para el Análisis de Muestras

Análisis	Método
Demanda Biológica de Oxígeno 5 (DBO_5)	"BVE-CTD-LAB-SOP-037/Standard Methods 22th 5210D (Oxitop Manual- WTW) Respirometric Method"
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	"BVE-CTD-LAB-SOP-038/ Spectro quant" Soluciones A-BDQO nova 60 144538, 114539, 114679, 1168 análogo al "Standard Methods Ed. 23, 2017 5220D"
Sólidos Totales	"BVE-CTD-LAB-SOP-041/Standard Methods Ed. 23,2017 2540 C"

Nota: Laboratorio Bureau Veritas (2020)

Clasificación de Fuentes de Generación de Residuos

Priorización de Corrientes

La priorización de corrientes se hace con base en criterios económicos o normativos. En el caso de la empresa se consideró que ambos aspectos son de igual importancia en la toma de decisiones. El cumplimiento normativo se pondera conforme a las corrientes que cumplen con relación a las que no. Donde se le da prioridad de identificación e implementación de oportunidades de mejora a las corrientes que no cumplen**.** Adicionalmente, se calcularon los indicadores de desempeño asociando los recursos demandados para producción de una marqueta de hielo.

Análisis Causa-Efecto de los Problemas Identificados

En este paso se tomaron las problemáticas identificadas en la empresa y se analizaron más detalladamente mediante un diagrama de Ishikawa. Este diagrama consiste identificar, a partir de una lluvia de ideas, las causas y las subcausas que derivan en una problemática (Carmona Silva et al., 2019). En este caso se utilizaron las categorías: Maquinaria, métodos/protocolos, personal, materiales e insumos.

Definición de Oportunidades de Producción Más Limpia

Considerando los resultados del análisis de causas, se realizó una revisión bibliográfica para plantear opciones de mejora enfocadas en solucionar y minimizar los impactos identificados. Las oportunidades de mejora se derivan de las causas descritas en las etapas anteriores y pueden estar orientadas a: cambios de materia prima, cambios en tecnología, buenas prácticas de manufactura, cambios en productos, programas de reutilización, entre otros, según sea la necesidad (CEGESTI, 2010). Adicionalmente, se elaboró una matriz donde se identificaron los costos de implementación de algunas opciones de mejora y la proyección de reducción en volumen y proyección de ahorro económico para cada una.

Resultados y Discusión

Análisis y Documentación de la Situación de la Empresa

La pesca es una actividad que históricamente se ha regido por patrones y comportamientos climáticos, que separaban claramente las épocas para la obtención de cada especie. Sin embargo, durante los últimos 5 años se ha registrado el aumento de incidencia de eventos climáticos extremos asociado a la sobrepesca, cambiando así las tendencias históricas y proyecciones anuales (Ministerio de Comercio Exterior, 2017). Estos cambios fueron descritos de igual manera por la gerencia de la empresa, debido a que las ventas de hielo son proporcionales a las temporadas de pesca. Hace 10 años los meses más productivos eran enero, octubre y diciembre, comportamiento contrario al que se ha observado en los últimos 3 años.

En las Figuras 4, 5 y 6, se muestra la producción de la empresa, el consumo de electricidad y de agua de camiones cisterna respectivamente, desde el 2019 hasta la actualidad. En 2019 los meses de mayor producción de hielo fueron: abril, junio y agosto, con valores de hasta 28,000 marquetas, lo que coincidió con los consumos más altos de agua y electricidad. Este comportamiento de consumo continuó en 2020, sin embargo, los meses de mayor producción fueron, enero, febrero y marzo, con promedio de 32,000 marquetas, sin embargo, en mayo se tuvo una importante reducción en la producción reportando solo 7,382 marquetas. Esto fue principalmente por la pandemia SARS-CoV-2 (COVID-19), ya que a pesar de que esta comenzó a finales de marzo, toda la producción se almacenaba y no se vendía, creando una buena reserva de hielo para el mes de mayo.

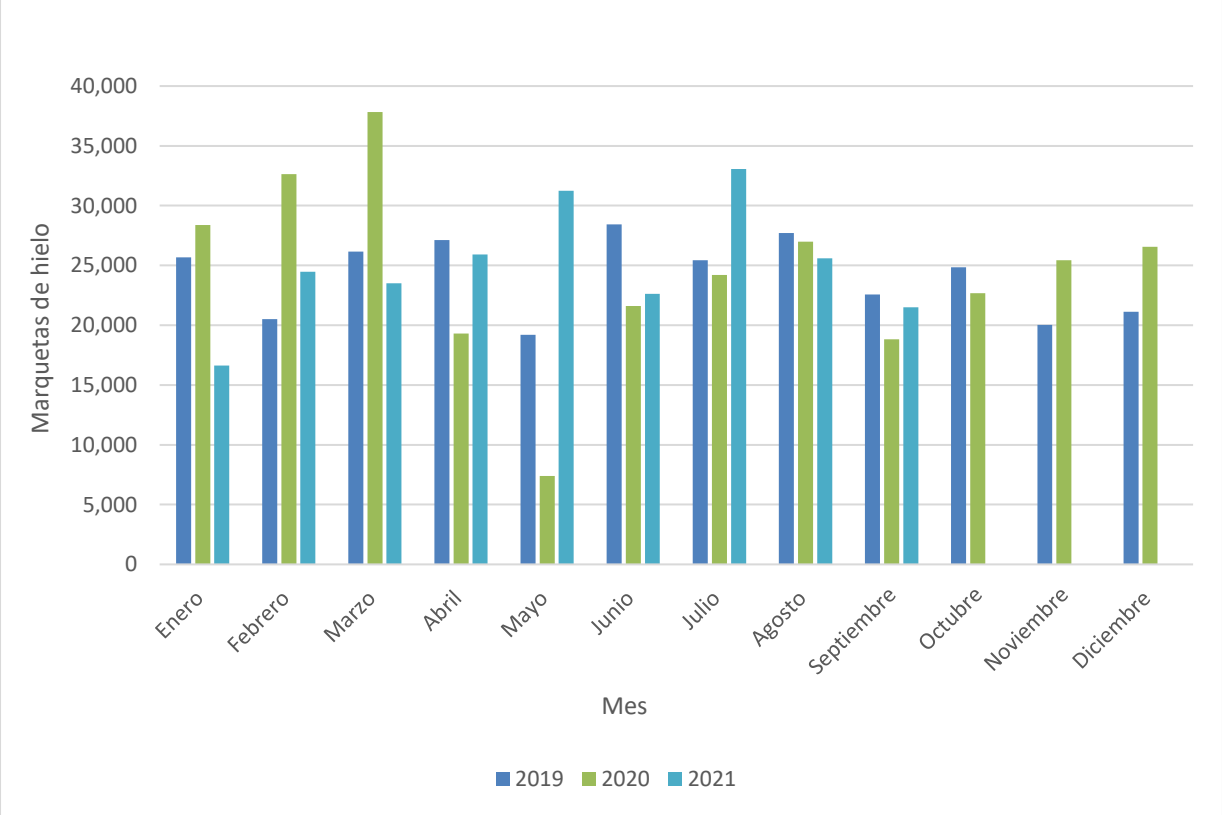
El 2020, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) fue un año de producción fluctuante debido a las restricciones internacionales impuestas por la pandemia, las normas de bioseguridad para que un producto se pudiera exportar eran muy estrictas, y por ende costosas, lo que llevó a que muchas empresas optaran por no pescar (Centro de Desarrollo de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos [OCDE], 2020). En 2021 las restricciones por COVID-19 cedieron, lo cual causó un aumento en las ventas de hielo. En el periodo de enero-

agosto de 2020 se vendieron 198,318 marquetas, lo cual aumentó en 2021, donde en el mismo periodo se vendieron 207,892 marquetas de hielo.

En 2021 los meses que presentaron mayor producción correspondieron a marzo, abril y junio, con un promedio de 30,100 marquetas. El mes con menor producción fue enero, lo que se ve reflejado en el gasto de agua, sin embargo, no se corroboró el dato de consumo eléctrico debido fallas en el medidor de la empresa. Cabe destacar que este dato no se pudo obtener mediante la facturación mensual de este rubro, ya que la empresa solo facturó lo que registró el medidor.

Figura 4

Producción de Marquetas de Hielo en la Empresa en los Años 2019-2021.



Nota. El peso promedio de cada marqueta de hielo es de 68.18 kg

Figura 5

Consumo de Electricidad Histórico de la Empresa en los Años 2019-2021.

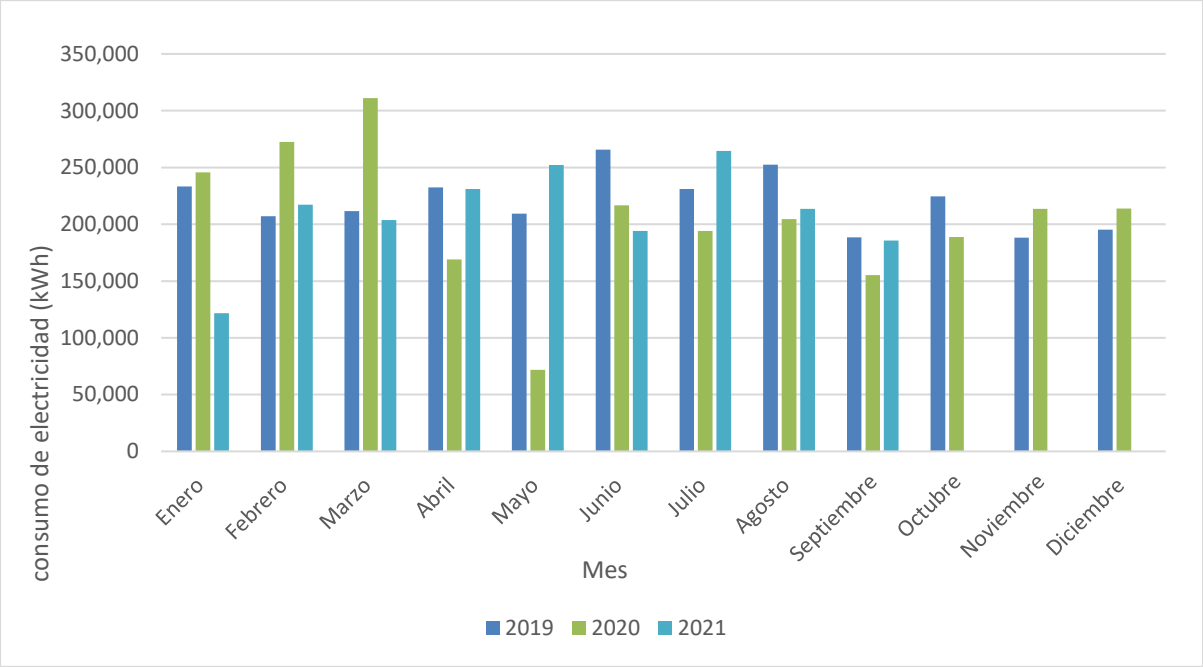
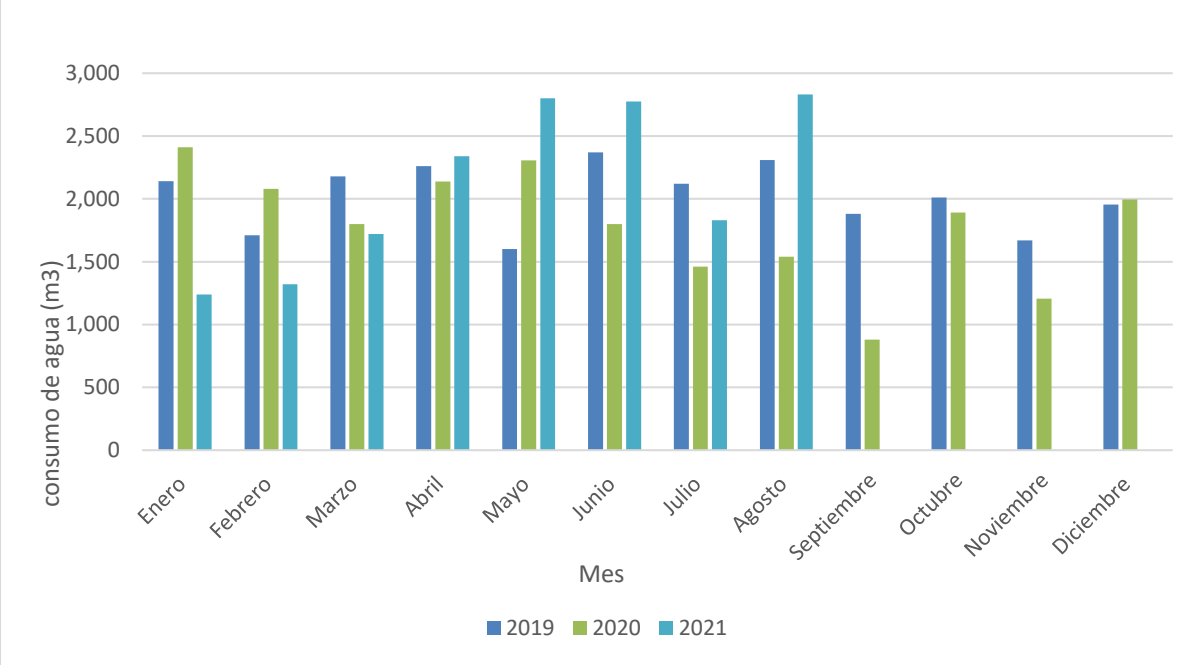


Figura 6

Consumo de Agua Promedio de los Años 2019-2020.



Los rangos de producción en la empresa van desde 7,382 hasta 37,822 marquetas mensuales, con consumos de agua desde 880 m^3 hasta 2,830 m^3. En cuanto al consumo de electricidad, se mantiene un rango entre 71,920 kWh hasta 311,096 kWh. Es importante recalcar que el consumo de agua y electricidad es proporcional a la producción, que a su vez se encuentra ligada a la demanda por parte de los pescadores y demás clientes, provenientes principalmente de actividades pesqueras. En 2019 y 2021 los indicadores de desempeño se mantuvieron en 0.083 m^3/marqueta y 8.59 kWh/marqueta, sin embargo, en 2020, se elevaron a 0.089 m^3/marqueta y 9.19 kWh/maqueta, esto se debió a que las producciones de este año estuvieron fueron muy bajas por la pandemia COVID-19, las ventas se desplomaron y los equipos funcionaban por debajo de su capacidad.

En cuanto a los monitoreos ambientales (Cuadro 3), en 2013 Incoser S.C.C. comenzó con los planes de obtención de una Licencia Ambiental de Categoría II: Proyecto o actividad con bajos riesgos ambientales (Acuerdo Ministerial 97, 2015). En 2014 se le otorgó esta licencia donde se comenzó un plan de manejo ambiental para la empresa. Posteriormente, en 2016 realizó su primer Informe Anual de Cumplimiento del plan de manejo ambiental, donde se cumplió con todos los parámetros establecidos y se renovó la licencia ambiental. Estos parámetros incluyen salud y seguridad ocupacional, buena iluminación, centros de acopio, señalizaciones pertinentes, uso de extintores, entre otros (Ministerio del Ambiente Ecuador [MAE], 2015).

En 2019 el Ministerio de Ambiente le otorgó un certificado de No intercepción con el sistema nacional de áreas protegidas, patrimonio forestal del estado, bosques y vegetación protectora. En 2020 se entregó a la Dirección de Gestión Ambiental, Reforestación y Riesgos de Manabí el informe más reciente sobre el cumplimiento del plan de manejo ambiental, donde se estableció que la empresa cumple con los requisitos de ley mínimo indispensable en la normativa ambiental vigente, sin embargo, no se cuenta con ninguna medida voluntaria de mitigación ambiental.

Cuadro 3

Resumen de Estado de Licencia Ambiental y Auditorías.

Año	Organización a cargo	Objetivo de la visita	Principales hallazgos
2014	Ministerio del Ambiente Ecuador	Otorgar una Licencia Ambiental que permita el funcionamiento de la empresa.	La empresa cumple con los parámetros ambientales requeridos, pero necesita más áreas verdes. Inicio de Plan de Manejo Ambiental
2016	Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Manabí	Informe Anual de Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental	Renovación de registro y licencia ambiental para el funcionamiento.
2019	Ministerio del Ambiente de Ecuador	Obtención de un certificado de Intercepción con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Patrimonio Forestal del Estado, Bosques y Vegetación Protectora.	La empresa no intercepta con ningún Área Protegida
2020	Dirección de Gestión Ambiental, Reforestación y Riesgos de Manabí	Entregar el Informe Ambiental de Cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental	La empresa cumple con los requisitos de ley mínimo indispensable en la normativa ambiental vigente.

Luego de aplicar las listas de verificación de la PML se encontró que dentro de la categoría de ahorro y uso eficiente del agua la empresa cumple con ocho de las trece actividades evaluadas (Anexo A). Los aspectos más importantes por recalcar son, que a pesar de que la empresa le habla al personal sobre el uso eficiente del agua, no posee un programa formal de incentivos y penalizaciones económicas que fomente esta práctica. Por otro lado, hay un constante trabajo en la inspección de fugas por lo que las tuberías y llaves se encuentran en buen estado, además se cuenta con sanitarios ahorradores de agua y pistolas de agua de bajo volumen y alta presión para actividades de limpieza. El detalle de estas actividades que se cumplen y no se encuentran el Cuadro 4.

Cuadro 4

Actividades Evaluadas en la Lista de Verificación Para la Categoría de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.

Actividades que se realizan	Actividades que no se realizan
Agua para consumo humano. Inspecciones de fugas. Tuberías y llaves en buen estado. Unidades sanitarias ahorradoras. Capacitaciones al personal sobre el uso eficiente y ahorro de agua. Campañas sobre el uso eficiente y ahorro de agua. Instrumento de medición de la cantidad de agua que consume. Pistolas de bajo volumen y alta presión en las mangueras para limpiar equipos y pisos.	Uso de hidro lavadoras. Programa para uso eficiente del agua. Se hace limpieza en seco del equipo y zonas de producción antes del lavado. Medidores de agua en áreas claves de la planta. Cálculo de los indicadores de la planta de uso de agua de la planta y departamentos claves.

En la categoría de consumo y uso de energía (Anexo B), se cumple con todas las actividades a excepción de la identificación de equipos y maquinaria con mayor consumo energético. Cabe recalcar que el sistema de energía alterno con el que cuenta la empresa es un generador de electricidad con capacidad de 450 kilovatio amperio (kVA) a 220 voltios (V). La empresa tiene un sistema de iluminación zonificada, compuesta por equipos ahorradores tipo diodo emisor de luz o LED por sus siglas en inglés. El detalle de las actividades cumplidas se encuentra en el Cuadro 5.

Cuadro 5

Actividades Evaluadas en la Lista de verificación Para la Categoría Consumo y Uso de Energía.

Actividades que se realizan	Actividades que no se realizan
Mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos y maquinaria. Mantenimiento a los equipos de refrigeración. Bombillos ahorradores en las áreas de trabajo. Iluminación zonificada. Aprovechamiento de la luz natural en algunas áreas de la empresa. Todas las redes e instalaciones eléctricas se encuentran en buen estado. Sistema de energía alternativa.	Identificación de equipos y maquinaria que consumen más energía.

Dentro de la categoría de manejo de vertimientos, se revisaron cinco actividades (Anexo C), donde únicamente se cumple parcialmente con el parámetro de tratamiento de aguas residuales, ya

que la decantación es considerada un pretratamiento. Además, el sedimento se deposita directamente en el relleno sanitario municipal, adicionalmente el sobrenadante va al sistema de alcantarillado público. Esta categoría debe ser de alta importancia para definir las opciones de mejora. El detalle de las actividades se encuentra en el Cuadro 6.

Cuadro 6

Actividades Evaluadas en la Lista de Verificación Para la Categoría Manejo de Vertimientos.

Actividades que se realizan	Actividades que no se realizan
Tratamiento de las aguas residuales (parcial).	Permiso de vertimientos domésticos y cumplimiento de la norma. Instrumentos de mediación de cantidad de agua vertida. Tratamientos para las aguas industriales Permiso de vertimientos industriales y cumplimiento de la normativa.

En la categoría de manejo integral de residuos sólidos no peligrosos se revisaron 11 actividades (Anexo D). Donde se cumple con una trampa de grasa, centros de acopio para residuos sólidos y puntos ecológicos, sin embargo, se dejan importantes actividades de lado, como lo son caracterización y manejo de residuos sólidos peligrosos, adecuada separación de residuos desde la fuente, entre otros. El detalle de las actividades se encuentra en el Cuadro 7.

Cuadro 7

Actividades Evaluadas en la Lista de Verificación Para la Categoría Manejo Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos

Actividades que se realizan	Actividades que no se realizan
Trampa de grasa Centro de acopio de residuos sólidos Puntos ecológicos	Depósitos destinados para residuos peligrosos Caracterización de residuos peligrosos Identificación y rotulación de residuos peligrosos Elaboración de abono orgánico Adecuada separación de residuos desde la fuente Caracterización de residuos de acuerdo con la normativa vigente Gestores autorizados para realizar la disposición final de los residuos sólidos Aprovechamiento de todos los residuos sólidos con potencial de ser materia prima secundaria

Por último, en la categoría de control de emisiones y ruidos, evaluaron cuatro actividades (Anexo E). Se cumple únicamente con el uso de protección personal para minimizar el impacto auditivo (Cuadro 8). Sin embargo, convencionalmente el personal no usa equipo de protección respiratoria, actualmente todos usan mascarilla, pero esto se encuentra ligado a las condiciones de la pandemia COVID-19.

Cuadro 8

Actividades Evaluadas en la Lista de Verificación Para la Categoría Control de Emisiones y Ruidos

Actividades que se realizan	Actividades que no se realizan
Implementos de protección personal para minimizar el impacto auditivo	Uso de protección personal respiratoria Tecnología adecuada que cumpla con la normatividad de calidad atmosférica

El diagnóstico de la empresa reveló que tiene fortalezas en el uso y ahorro de agua y energía, sin embargo, se requiere la implementación de equipos más eficientes y programas de concientización para obtener mejores resultados. Por otro lado, la empresa mostró debilidades en el manejo de efluentes de agua residual, tratamiento de residuos sólidos no peligrosos y control de emisiones y ruidos, ya que prácticamente no tienen actividades que mitiguen estos impactos.

Mapeo del Proceso de Producción y Construcción de Diagrama de Flujo de Proceso

La fabricación de marquetas de hielo se lleva a cabo en 8 etapas, en la Figura 7 se observa el diagrama de flujo asociado a este proceso con sus respectivas entradas y salidas. Las etapas con mayor interés, debido a su alto consumo o producción de residuos, se encuentran señaladas en rojo. El proceso comienza con la recepción del agua distribuida mediante carros cisterna o tanqueros contratados por la empresa. El agua es posteriormente trasladada por gravedad hacia una cisterna con capacidad de 50 m^3, donde es bombeada hacia los filtros. El proceso de tratamiento se realiza mediante filtros TURBIDEX compuestos por aluminio-silicato, con una capacidad de filtración de hasta 5 micrómetros. Esto tiene una duración aproximada de 45 minutos por cada 10 m^3. El agua filtrada es almacenada en dos cisternas de 50 y 70 m^3 respectivamente.

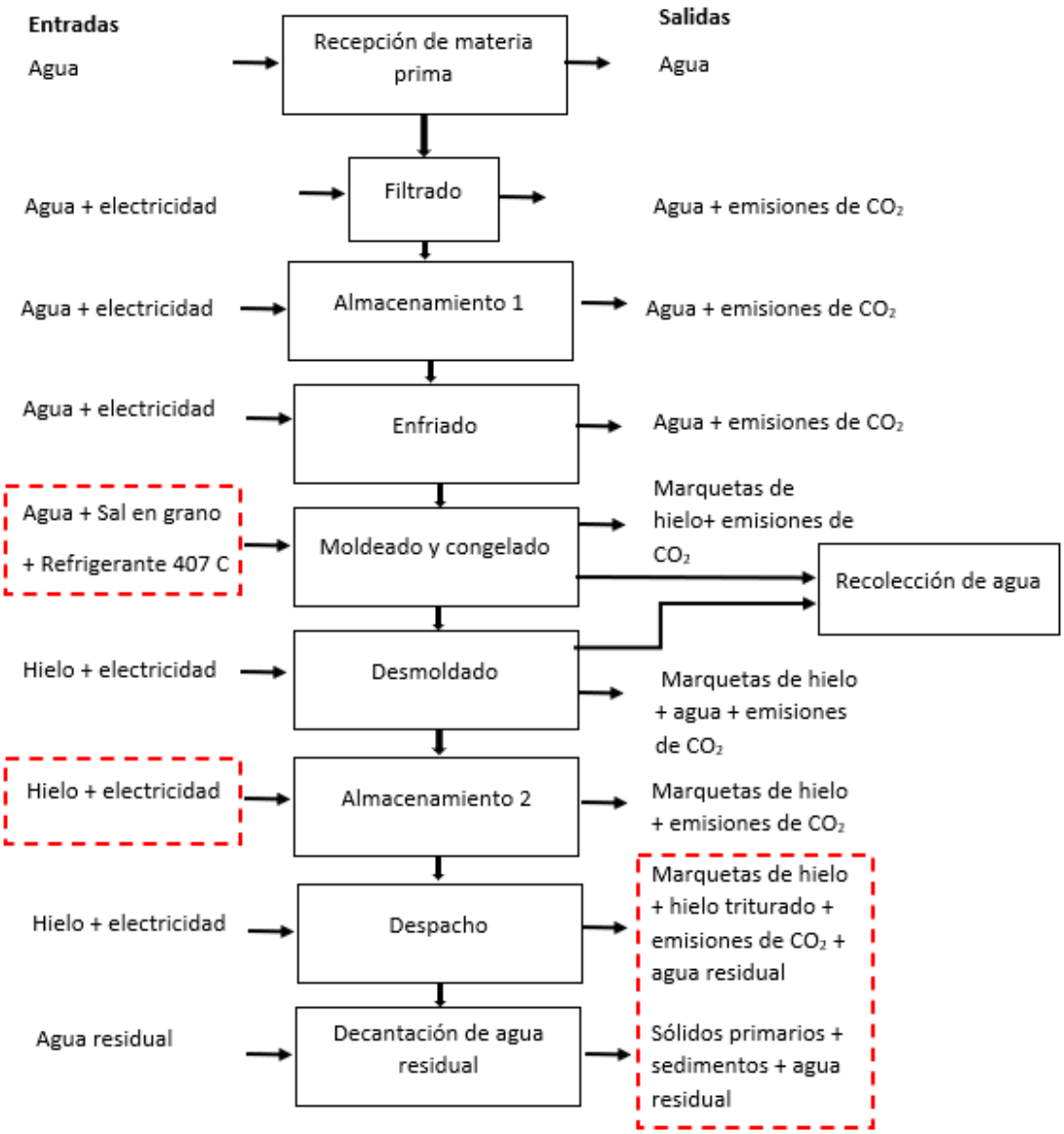
Posteriormente, se procede al enfriamiento del agua realizando su traslado mediante bombeo a tanques de enfriamiento de 40 m^3 diseñados para el alcance de una temperatura de 2 °C, a través de un sistema de 4 compresores de 3 caballos de fuerza (HP) cada uno. Este proceso tiene una duración de 3 horas. El agua fría es bombeada al área de moldeado que cuenta una capacidad para 10 marquetas (0.08 m^3 por marqueta), que son llenadas en un tiempo promedio de 3 minutos.

Estos moldes se colocan dentro de 4 piscinas de congelación, con ayuda de una grúa de 3 HP, donde se almacenan durante 18 horas a -10 °C, las piscinas mantienen la temperatura por el uso del refrigerante 407 C, en importante recalcar que cada piscina posee 4 compresores de 30 HP cada uno. Posteriormente, con esta misma grúa, se llevan a un pozo de desmoldado de 3 m^3 con agua a 60 °C, calentada mediante las tuberías de baja de los compresores de enfriamiento, donde se sumergen los moldes para que se pueda desprender la marqueta. Una vez sumergidos, los moldes son colocados con una grúa eléctrica en un volteador mecánico.

El volteador coloca las marquetas de hielo en una rampa, donde son conducidas a las cámaras de almacenamiento de manera manual, donde permanecen por al menos 24 horas, sin embargo, esto puede variar según la demanda. La fábrica posee tres cámaras de almacenamiento frío, una con capacidad de 1,800 marquetas, que opera con un compresor de 7.5 HP. Las otras dos tienen capacidad de 1,200 y 1,500 marquetas respectivamente, cada una funciona con un compresor de 5 HP; las marquetas de hielo se mantienen a -10 °C. La última etapa del proceso es el despacho, el cual, dependiendo la solicitud de los clientes se puede realizar de dos formas: hielo entero o hielo triturado. En el caso del hielo entero, no se realiza ninguna operación adicional, realizando la entrega de forma directa al comprador. En el caso del hielo triturado, las marquetas pasan por un molino de 7.5 HP compuesto por un triturador y un transportador con un motorreductor, este molino posee una rampa que permite colocar el hielo directamente en el vehículo del cliente.

Figura 7

Diagrama de Flujo de Producción de Marquetas de Hielo, con Entradas y Salidas



Nota. Las entradas y salidas con mayor importancia por consumo de recursos y generación de residuos se encuentran encerradas en rojo.

Para efectos de este estudio, se tomó en cuenta el proceso de tratamiento de aguas residuales generadas en dos corrientes, una de agua limpia generada en el proceso de producción y otra de agua mezclada con sangre, generada específicamente en el área de despacho. El agua limpia es recolectada por medio de rejillas ubicadas en puntos estratégicos a lo largo de la planta, en el área de moldeado, desmoldeado, y en las cámaras de almacenamiento, la cual es conducida a una cisterna de 12 m^3. Esta agua se utiliza para actividades de limpieza en la pista de despacho. El agua con sangre es exclusiva

del área de despacho y se produce por el derretimiento del hielo en los vehículos de los clientes y la mezcla con la sangre de los pescados que trasladan. Esta agua llevada a una fosa de decantación, por medio de canales de drenaje en el área de despacho.

La fosa está compuesta de dos partes principalmente, el área de filtrado y el área de decantación propiamente. En la primera fase se separan los sólidos más grandes, que en su mayoría son restos de pescado (espinas y piel). Estos restos son colocados en un pequeño congelador localizado a un lado de la fosa, los cuales se mantiene fríos con pequeños pedazos de hielo que se descartan en el área de despacho, para su posterior venta a comerciantes dedicados a fabricar harina de pescado. En la segunda fase se da la decantación, donde se separan los sólidos de los líquidos. La empresa utiliza una fosa con capacidad de 15 $m^{3,}$ pero no se cuenta con un cálculo de tiempo de retención del proceso de decantación. Los sedimentos se retiran de forma manual cada vez que esta se llena. Estos restos son acumulados y entregados a los camiones recolectores de basura, usualmente dos veces por semana, pero varía de acuerdo con las necesidades de la empresa. El agua remanente se descarga directamente en el sistema de alcantarillado público.

Cuantificación de Corrientes

Para la elaboración del balance de materia (Cuadro 9) se tomaron los datos de producción del lote fabricado el 4 de diciembre de 2020, donde se obtuvo una producción final de 1,316 marquetas de hielo a partir de 110 m^3 de agua. En las etapas de recepción de materia prima y filtrado, no se consideró ninguna pérdida ya que en la ficha técnica de los filtros Turbidex se detalla que no hay pérdidas en su proceso. Asimismo, en las etapas de almacenamiento 1 y enfriado, el agua pasa por un sistema de tuberías cerrado y sin fugas, por lo que no se consideran pérdidas.

Para el área de moldeado y congelado se estipuló que se necesitan 0.089 m^3 de agua para cada marqueta, donde la empresa proporcionó una taza de pérdida de 0.08 m^3 cada 10 marquetas, ligada a la manipulación del equipo por parte del personal técnico. Los principales desperdicios en esta área se deben a derrame de agua en el llegado de moldes y a llaves abiertas innecesariamente. En el área

de desmoldado se perdieron 12.08 m^3de agua, volumen medido en la cisterna de agua para reciclaje que cuenta con un medidor ubicado en el tanque. Esta pérdida ocurre cuando se agrega agua para que el hielo se desprenda del molde. Por otra parte, en el área de despacho también se registran pérdidas de este recurso, debido al derretimiento del hielo cuando se colocan en los vehículos de los clientes, además se genera agua residual por la constante limpieza en la pista de despacho. Con el vertedero construido se cuantificaron 4.51 m^3 de agua residual, es decir 0.003 m^3/marqueta en el lote las cuales se depositan directamente al sistema de alcantarillado público.

Cuadro 9

Balance de Materiales en la Producción del 4 de diciembre de 2021.

Etapa de proceso	Entrada	Salida	Observaciones
Recepción de materia prima	Agua cruda (118 m^3)	Agua cruda (118 m^3)	No se consideran pérdidas.
Filtración	Agua cruda (118 m^3)	Agua filtrada (118 m^3)	Según la ficha técnica del filtro, tiene alta eficiencia y no hay pérdidas en el proceso.
Almacenamiento	Agua filtrada (118 m^3)	Agua filtrada (118 m^3)	Al pasar por medio de un sistema cerrado de tuberías sin fugas, no se consideran pérdidas.
Enfriado	Agua a temperatura ambiente (118 m^3)	Agua fría (118 m^3)	Al pasar por medio de un sistema cerrado de tuberías sin fugas, no se consideran pérdidas.
Moldeado y congelado	Agua fría (118 m^3)	Marquetas de hielo (1,320 unidades)	La empresa dio una taza de pérdida de 0.08 m^3 de agua cada 10 marquetas (producción esperada)
Desmoldado	Agua caliente (3 m^3) + moldes de marquetas (1,320 unidades)	Marquetas de hielo (1,316 unidades)	Se quebraron 4 marquetas y se pusieron a descongelar para usarlas en reciclaje de agua
Recolección de agua para reciclaje	Agua para reciclaje 12.08 m^3	Agua para limpieza 12.08 m^3	Esta agua se usa para las actividades de limpieza en la pista de despacho
Almacenamiento	Marquetas de hielo (1,316 unidades)	Marquetas de hielo Nueva producción (1316 unidades) + Marquetas de hielo Producción previa (972 unidades)	
Despacho	Marquetas de hielo (2,288 unidades)	Marquetas trituradas (2,200 unidades) + Marquetas enteras y partidas por mitad (88 unidades) + Agua residual (4.51 m^3)	El agua residual fue cuantificada por medio del vertedero contraído en el área de despacho

Para el análisis de consumo energético (Cuadro 10) se cuantificó el consumo eléctrico mensual para cada equipo. Este se obtuvo mediante el promedio de horas de uso diario multiplicado por la potencia en kilowatt reportado en la ficha técnica o etiqueta de cada equipo. En el caso de las salidas del sistema al no contar con un método de cuantificación para la transferencia de energía, se reporta el impacto del calentamiento global de 4.5×10^{-4} toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO_2 eq)/kWh, obtenido por el Sistema Nacional Interconectado de Ecuador (CTFE) para el 2019, para los diferentes recursos energéticos consumidos en el proceso de producción (Comisión Técnica de determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero [CTFE], 2020). El consumo energético calculado para el lote de producción comenzado el 4 de diciembre de 2020 fue de 3,494.28 kWh (9.8 kWh/ marqueta) con un costo estimado de USD 279.54 donde se obtuvo una emisión de 1.58 t CO_2eq, es decir 0.53 kg CO_2 eq/marqueta producida.

Cuadro 10

Análisis del Consumo Energético en Planta en el lote del 4 y 5 de Diciembre de 2021

Etapa de proceso	Consumo (kWh)	Impacto por calentamiento global ton de CO_2 eq/equipo	Costo (USD)
Recepción de materia prima	-	-	-
Filtración	Consumo energético (84.48)	Emisiones (0.04)	6.76
Enfriado	Consumo energético (1,001.94)	Emisiones (0.45)	80.16
Moldeado y congelado	Consumo energético (1,682.3) refrigerante 407 C	Emisiones (1.79)	134.58
Desmoldado	Consumo energético (67.11 kWh)	Emisiones (0.03)	5.37
Recolección de agua para reciclaje	-	-	-
Almacenamiento	Consumo energético (533.17 kWh)	Emisiones (0.24)	42.65
Despacho	Consumo energético (125.28 kWh)	Emisiones (0.06)	10.02

Caracterización del Agua Residual.

La toma de muestra se realizó del agua residual generada por la empresa en el área de despacho, donde se juntan dos corrientes: agua proveniente de la pista y el agua de despacho de que se produce en los vehículos de los clientes cuando el hielo se comienza a derretir. Es importante recalcar que en la segunda corriente hay abundante sangre de pescados, ya que la mayoría de los clientes llega con este producto a la empresa. Los valores obtenidos por los análisis fueron comparados con la normativa vigente del país en cuanto a descargas en el sistema de alcantarillado (Cuadro 11).

En este caso para Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5) se obtuvo un valor de 400 miligramos por litro (mg/L) y para Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 1,102 mg/L, ambos parámetros muy elevados con respecto a la normativa de 250 mg/L y 500 mg/L respectivamente, es decir, el agua tiene un alto grado de contaminación. Se calculó una relación DBO_5/DQO de 0.36, lo que indica que este efluente es poco biodegradable, esta medida es de vital importancia al momento de decidir un método de tratamiento para el efluente. Este índice puede deberse a la presencia de productos de limpieza como cloro y detergentes (Alireza y Khodadoost, 2019). Resultados similares fueron encontrados por Cabrera y colaboradores en 2019, en un estudio sobre el diseño de un sistema de tratamiento de una empresa pesquera en Santa Clara, Cuba, reportando valores de DBO_5 y DQO de 486 mg/L y 1,000 mg/L respectivamente, para el efluente residual de la planta. Cabe recalcar que estos estudios son comparables debido a la naturaleza de los efluentes, ya que ambos contienen restos de pescado, productos de limpieza y agua.

Los sólidos totales están constituidos por los sólidos disueltos y suspendidos, e indican materiales o partículas que se encuentran en el agua (Solís et al., 2018). Para esta corriente se obtuvo un valor de >2,500 mg/L de sólidos totales, lo cual se encuentra fuera de la normativa que es 1,600 mg/L, estos valores se deben a la presencia de restos de pescados y mariscos en el área de despacho de la empresa. Esto concuerda con un estudio realizado en la universidad de Indonesia en 2018, sobre

los contaminantes encontrados en las industrias de procesamiento de pescado, donde se encontraron valores sólidos totales de hasta dos veces más de lo establecido en la normativa. Asimismo, en este estudio se determinó que los principales contribuyentes a esto eran los procesos de limpieza, y restos de carne, hueso, y sangre (Kurniasih et al., 2018), componentes que también son encontrados en el área de despacho de las marquetas de hielo.

El agua residual generada en el área de despacho se midió durante el mes de noviembre mediante un vertedero con contracciones dobles descrito anteriormente, donde se obtuvo un volumen de 82.95 m^3 de agua residual, con un costo aproximado de USD 248.85, derivado de un valor de compra de 3 USD/m^3. Para el lote estudiado, se generaron 4.13 m^3 de agua residual, con una razón de 0.00326 m^3/marqueta. Los resultados de los análisis de esta corriente revelaron que la empresa no cumple con los parámetros establecidos por la normativa vigente del país, por lo que es imperativo buscar alternativas que permitan corregir este problema. Si esta corriente fuera evaluada en las auditorías ambientales, las multas podrían llegar hasta el equivalente 3,000 salarios mínimos legales vigentes (Graffeo y Karger, 2019).

Cuadro 11

Resultado de Análisis Fisicoquímicos Para Caracterización del Agua Residual de la Empresa.

Parámetro	Unidad	Valor	Normativa
DBO_5	mg/L	400	250
DQO	mg/L	1,102	500
Sólidos totales	mg/L	>2,500	1,600

Nota. Adaptado de Laboratorio Bureau Veritas, 2020, Guayaquil, Ecuador

Los resultados de estos análisis indican que la empresa no cuenta con un tratamiento adecuado para esta corriente. La empresa posee una fosa de decantación, sin embargo, esta es un tratamiento primario, ya que remueve parte de los sólidos y materia orgánica suspendida de la corriente, es decir la primera etapa de un tratamiento. Para disponer de una corriente con las características como las encontradas probablemente se deba implementar una laguna anaerobia facultativa, como la usada en un estudio realizado en una empresa pesquera de Santa Clara cuya agua

residual tiene valores de DBO_5 y DQO (486 y 1,000 mg/L) similares a los encontrados en el presente estudio, donde se logró una remoción del 90% de la DBO_5. (Cabrera Estrada et al., 2019).

Clasificación de Fuentes de Generación de Residuos

Priorización de Corrientes

Se evaluaron las corrientes de consumo energético, agua residual, consumo de agua en planta y agua de reciclaje en el mes de noviembre de 2020 (Cuadro 12). Se asignó prioridad 1 al consumo energético debido a que es la corriente que representa mayores gastos en la empresa, con una tarifa promedio de USD 0.08 kWh, sin embargo, no se posee ningún criterio normativo que regule los impactos asociados al consumo de este recurso. Por otro lado, se deber recalcar que los equipos utilizados en el proceso son antiguos, lo que puede aumentar la demanda de energía y la generación de emisiones en comparación con tecnologías más modernas.

Se le dio prioridad 2 al agua residual, ya que todos los parámetros evaluados en las etapas anteriores superan los límites permisibles establecidos en la normativa del país. Por otro lado, el volumen de agua residual representó una pérdida USD 248/mes asociado a la merma de agua, sin embargo, se le dio un costo teórico de tratamiento de USD 6.8 /m^3 de agua residual, es decir USD 564 en el mes. Este valor se obtuvo de un estudio de diseño de tratamiento de aguas residuales realizado en Cuba en una empresa de procesamiento de pescados donde se obtuvieron valores similares de DBO y DQO (Cabrera Estrada et al., 2019). Es importante recalcar que la disposición actual de esta agua no representa ningún costo en la empresa.

La posición 3 en la priorización fue otorgado, por criterios económicos, al consumo de agua en planta, que representó USD 6,981 en el mes, con un valor de USD 3/m^3 de agua. El 88% de esta agua se utilizó para elaboración del producto, pero se tuvo una merma del 12% equivalente a USD 826.92 aproximadamente correspondiente a procesos de limpieza y desmoldado del producto. Asimismo, no existen criterios normativos para esta categoría. Finalmente, se le dio priorización 4 al

agua de reciclaje, donde tampoco se tiene normativa. Esta corriente representó USD 253.05 en el mes, ocupando el último puesto en el criterio económico.

Cuadro 12

Evaluación Económica y Normativa de las Corrientes Para el Mes de Noviembre de 2020.

Priorización	Corriente	Consumo	Criterio normativo	Criterio económico
1	Consumo energético	213,599 kWh	No hay	USD 17,916.19
2	Agua residual	82.95 m^3	Supera límites normativos	Agua descargada equivalente a USD 248 tratamiento USD 6.8 /m^3.
3	Consumo de agua en planta	2327 m^3	No hay	88% del agua se transforma en producto 12% desperdicio USD 6981 costo.
4	Agua de reciclaje	84.35 m^3	No hay	Equivalente a USD 253.05.

Análisis Causa-Efecto de las Problemáticas Identificadas

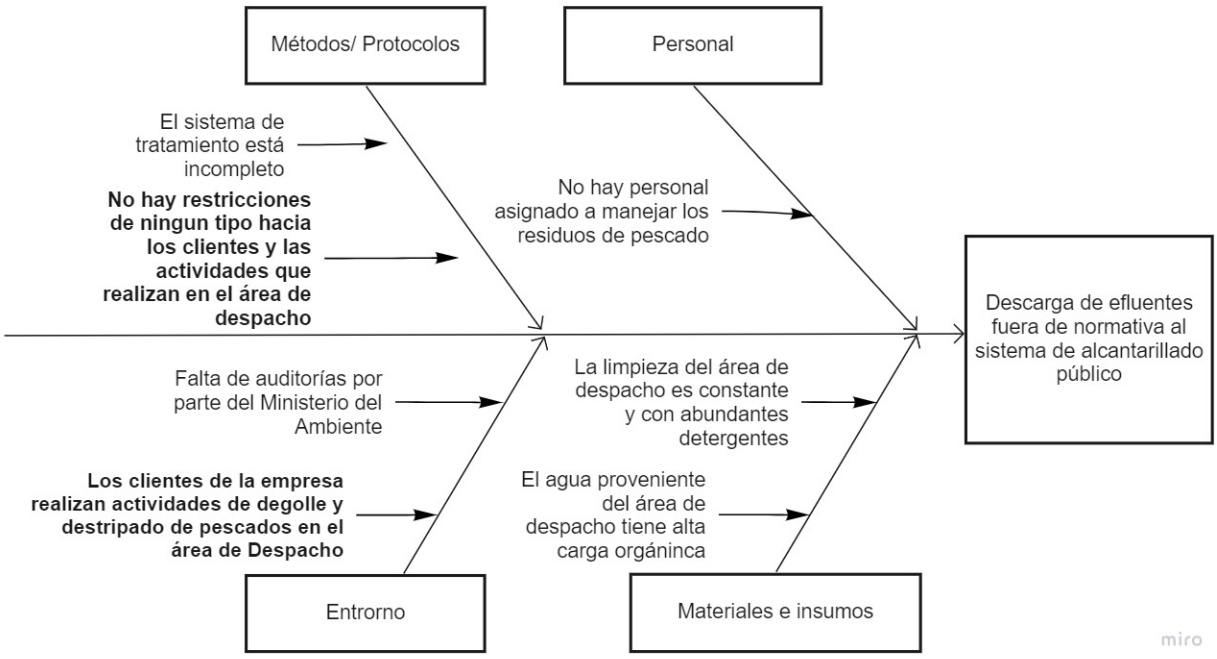
Los principales problemas identificados en la priorización de corrientes fueron: el alto consumo energético, el agua residual con parámetros fuera de la normativa debido a su carga orgánica y el alto consumo de agua en la planta. Estas problemáticas se plasmaron en diagramas de Ishikawa o espina de pez para señalar sus causas y sub-causas.

Dentro de la categoría de agua residual, se identificó como mayor problemática la descarga de efluentes fuera de normativa al sistema de alcantarillado público (Figura 8). Una de las principales causas es el agua con alta carga orgánica proveniente del área de despacho donde los clientes de la empresa llevan sus productos en sus vehículos y al recibir el hielo, se vierte agua, sangre y residuos de pescados en esta área, además se realizan actividades como el degolle y desvicerado de pescados. La causa más importante identificada para este problema es que la empresa no tiene ningún protocolo que regule o evite la generación de este residuo. Además, por el giro de producción de la empresa, las

auditorías ambientales no toman en cuenta esta corriente, por lo que no se contabiliza ni caracteriza. Esto contribuye a que no se posea una infraestructura para el tratamiento adecuado al agua residual.

Figura 8

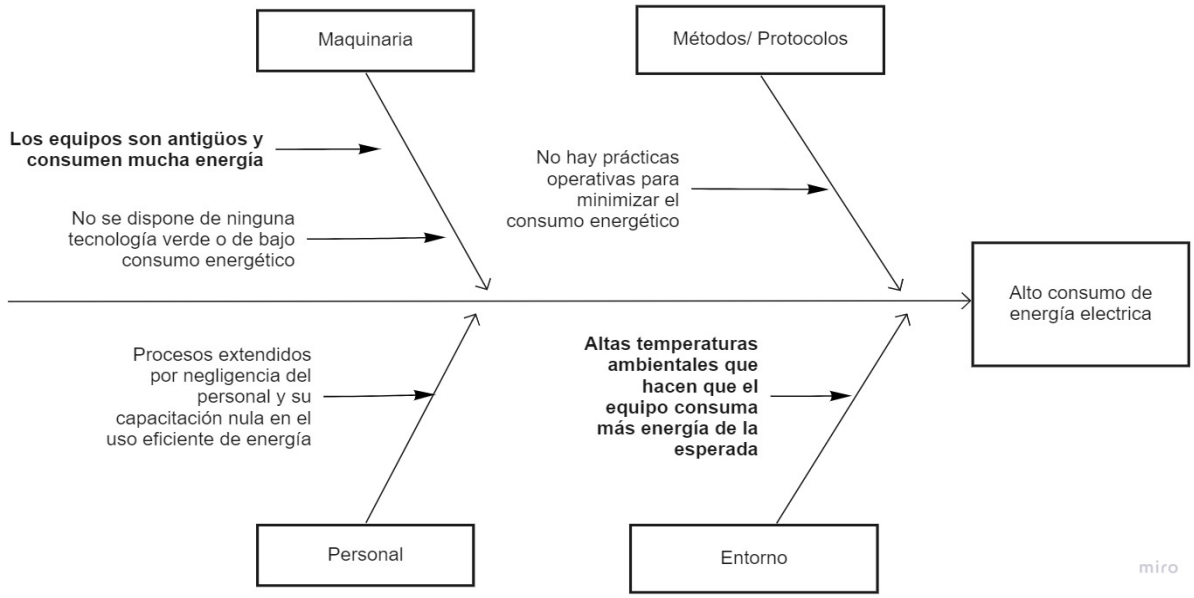
Diagrama de Ishikawa Para las Aguas Residuales de la Empresa Incoser S.C.C.



En la categoría de consumo energético se identificó que a pesar de que alto consumo de electricidad es inherente en la producción de hielo, hay factores que agravan este problema (Figura 9). Como principal causa se determinó que el hielo se mantiene en temperaturas de -10 °C en las etapas de congelación y almacenamiento, y la temperatura ambiental de la ciudad de Manta oscila entre los 27 °C y 30 °C, por lo que, los equipos de refrigeración deben trabajar a su máxima potencia. Además, la mayoría de los equipos tiene más de 16 años en funcionamiento, y reportan una potencia desde 5 HP hasta 30 HP. Aunque se les da mantenimiento constante, no se poseen tecnologías de ahorro de energía. Por otro lado, no hay practicas operativas o capacitación al personal que fomenten el ahorro de electricidad o permitan hacer uso eficiente de la maquinaria.

Figura 9

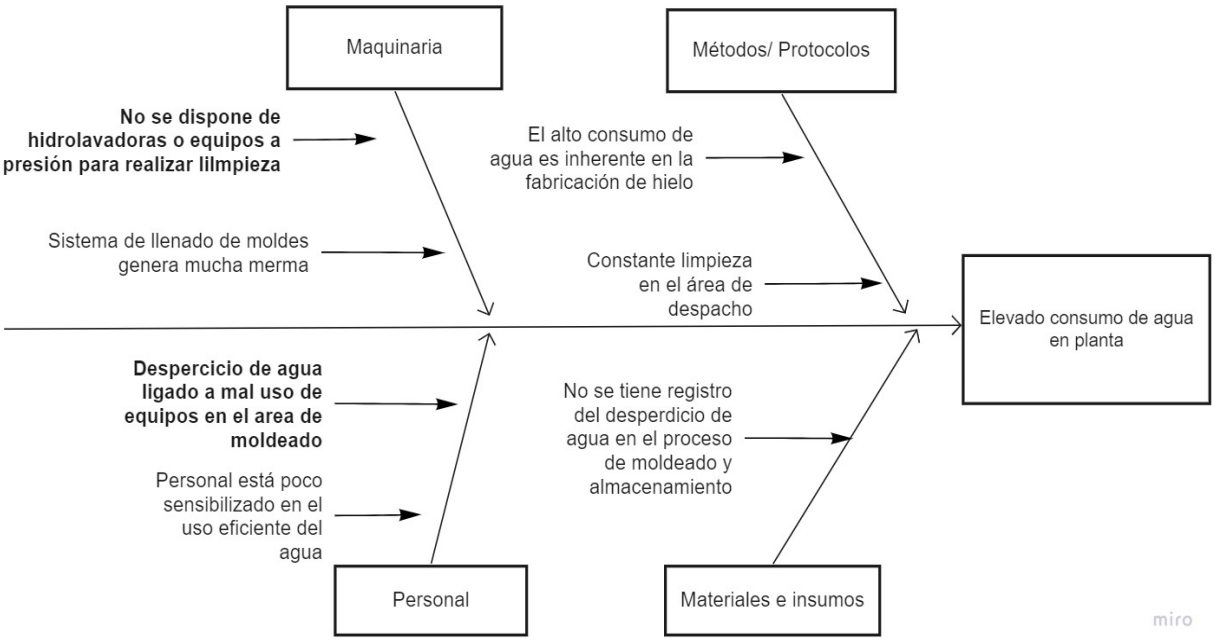
Diagrama de Ishikawa Para el Consumo Energético de la Empresa Incoser S.C.C.



Finalmente, en la categoría de consumo de agua se identificó que no se le da la atención adecuada al desperdicio de agua, ya de que esta es la principal materia prima y se espera que su consumo sea alto, por lo que, no se lleva un registro que permita monitorear la pérdida de agua en términos económicos (Figura 8). La principal causa de desperdicio identificada es que el área de despacho demanda limpieza constante, y no se dispone de equipos de alta presión que permitan que este proceso sea más eficiente y se ahorre agua. Por otro lado, otra causa por destacar es que en el área de moldeado se pierde mucha agua debido al diseño del sistema, y al mal uso de los quipos de parte del personal operario. Asimismo, la empresa debería capacitar a sus colaboradores en prácticas de uso eficiente del agua.

Figura 10

Diagrama de Ishikawa Para el Consumo de Agua de la Empresa Incoser S.C.C.



Definición de Oportunidades de Producción Más Limpia

A pesar de que la Producción Más Limpia en la fabricación de marquetas de hielo de uso industrial es un rubro poco explorado, muchas empresas de procesamiento de pescado alrededor del mundo están implementando voluntariamente alternativas de producción más eficientes que les permite mejorar su imagen, tener un mejor desempeño ambiental y ahorrar dinero en el proceso. Un ejemplo de esto son las compañías de producción de harina y aceite de pescado en Perú que buscan estrategias de PML que les permitan reducir la carga orgánica de sus efluentes mediante la reducción de agua en sus procesos y el uso de desinfectantes más amigables con el ambiente (Pérez, 2016)

Partiendo de los análisis anteriores se elaboró un programa para cada categoría identificada, que permitan la implementación de estrategias de Producción Más Limpia. En el Cuadro 13 se detalla el programa para el Incremento de eficiencia energética en el proceso, que tiene como fin disminuir el consumo energético de la empresa. Este programa incluye actividades como mejoras en las

prácticas operativas de la empresa mediante la concientización y capacitación del personal, también se mencionan cambios progresivos de equipos a tecnologías más eficientes y verdes, sin embargo, esta es una medida que requiere de una gran inversión y probablemente no sea una prioridad para la administración de la empresa. Los equipos que requieren cambio son los compresores de 30 HP usados para hacer el hielo en la etapa de congelación.

Asimismo, se propone implementar un plan de mantenimiento preventivo a los equipos y así evitar problemas de pérdida de energía por equipos en mal funcionamiento. Por otro lado, se sugiere mejorar el aislamiento térmico de las cámaras de almacenamiento, para así disminuir la pérdida de energía a casusa de la alta temperatura ambiental. Esto no solo permitiría reducir el consumo de energía y por ende los costos de esta, sino también se reducirían las emisiones atmosféricas generadas por la empresa. El consumo de energía puede disminuir hasta en un 40% con un buen sistema de aislamiento (Campoverde, 2019).

Cuadro 13

Programa de Incremento de Eficiencia Energética en el Proceso

Gestión para el consumo y uso de energía			
Programa	Incremento de eficiencia energética en el proceso		
Objetivo	Disminuir el consumo energético de la empresa		
No.	Acción	Descripción	Referencia
1	Buenas Prácticas Operativas	Concientizar y capacitar al personal en eficiente de los equipos	(Quinteros y Salichs, 2007)
2	Plan de mantenimiento preventivo de equipos	Dar mantenimiento constante a los equipos para asegurar su correcto funcionamiento	Agencia de Protección Ambiental (United States Environmental Protection Agency [EPA], 2014)
3	Aislamiento térmico	Aislamiento térmico de las cámaras de almacenamiento de hielo	(Campoverde, 2019)
4	Cambio de tecnologías	Implementación progresiva de equipos con mayor eficiencia energética especialmente en las áreas de moldeado y congelado.	(CEGESTI, 2010)

En el ámbito de gestión de manejo de las aguas residuales, se planteó un programa para la disminución de carga orgánica en el agua residual (Cuadro 14). Donde por medio de una revisión de literatura se establece la introducción de medidas regulativas a los clientes y su generación de efluentes. Esto incluye restricciones que prohíban a los clientes realizar actividades como el degolle y desvicerado en el área de despacho de la empresa. Como parte del servicio al cliente, se puede adecuar un área donde se permitan dichas actividades, donde la limpieza se realice en seco, y se realice una separación de desechos sólidos, donde se congelen y se vendan a las empresas que fabrican harina de pescado. Asimismo, se contempla la implementación de equipos ahorradores de agua para la limpieza del área de despacho y así reducir el agua residual generada. Debido a que los efluentes de la empresa se pueden disminuir, pero no eliminar, se propone el dimensionamiento e instalación de un sistema de tratamiento adecuado para las nuevas concentraciones de la corriente.

Cuadro 14

Programa Para la Disminución de Carga Orgánica del Agua Residual

Gestión para el manejo de las aguas residuales			
Programa	Protocolos para la disminución de la carga orgánica del agua residual		
Objetivo	Disminuir la carga orgánica de las aguas residuales de la empresa		
No.	Acción	Descripción	Referencias
1	Medidas regulación a los clientes	Minimizar la cantidad de agua sangre y residuos de pescado por parte de los clientes de la empresa.	(Settia, 2018)
2	Implementación de equipos ahorradores de agua	Uso de hidro lavadoras eficientes en la limpieza de la pista de despacho y así disminuir el volumen de agua residual.	(Sánchez, 2018)
3	Limpieza en seco	Separar los restos de pescado en seco y evitar que vayan a la fosa de decantación	(EPA, 2017)
4	Sistema de tratamiento para las aguas residuales	Dimensionar y diseñar un sistema de tratamiento apto para el efluente generado en la empresa.	(Campoverde, 2019)

Finalmente, se plantea un programa de Buenas Prácticas Operativas para el uso de agua (Cuadro 15), con el objetivo de disminuir el desperdicio y aumentar la eficiencia del uso de este

recurso. Entre las acciones propuestas se encuentra la capacitación del personal en temas de ahorro de agua, la implementación de dosificadores manuales o automatizados de agua en el área de moldeado que permita que este proceso sea más eficiente y no se desperdicie tanta agua. Asimismo, se considera reemplazar el sistema actual de desmoldado, por un baño maría con un sistema de recirculación de agua caliente. Esto no solo permitirá que esta actividad sea más rápida, sino que evitará el descarte de agua constante de la pila actual, ya que solo se haría cambio de esta agua, tres veces al año. Sin embargo, para mantener la inocuidad y la calidad del producto final, se debe clorar el agua (Bartuten, 2021).

Cuadro 15

Programa de Buenas Prácticas Operativas Para el Uso del Agua

Gestión para el consumo y uso de agua			
Programa	Buenas prácticas operativas para el uso del agua.		
Objetivo	Aumentar la eficiencia en el uso del agua.		
No.	Acción	Descripción	Referencias
1	Concientizar al personal	Dar charlas y generar campañas simples sobre el uso eficiente del agua	(Villegas y García, 2020)
2	Implementación de baño maría	Instalación de un baño maría con un sistema de recirculación de agua caliente.	(Bartuten, 2021)
4	Dosificadores manuales/ automatizados de cierre automático.	Implementar dosificadores de agua para que el sistema de llenado de marquetas sea más eficiente.	(Bernal Figueroa et al., 2016)

En el Cuadro 16, se plantearon los impactos monetarios y el precio de las medidas propuestas anteriormente. Cabe recalcar que solo se consideraron las medidas con efectos teóricos medibles, puesto que propuestas como la concientización del personal, rediseño de áreas y regulaciones hacía los clientes, son aspectos muy variables que se deben poner en práctica para medir su verdadero impacto. En primer lugar, se consideró la implementación de una hidro lavadora en el área de despacho, la cual puede reducir hasta el 80% de agua utilizada en la limpieza, debido a la alta presión utilizada en este sistema. Este cambio representa un ahorro mensual de 66.08 m^3 de agua, o USD 198.24/mes. Considerando que el costo inicial de la hidro lavadora se estima en USD 129, la inversión

se puede recuperar el primer de operación (considerando la temporada alta de producción) (Ferrando Clemente, 2015).

Otra propuesta es el aislamiento térmico de las cámaras de almacenamiento, la cual se haría mediante la instalación de paneles tipo sándwich de poliuretano de 17.5 cm de espesor, con centro de fibra de vidrio, que además de tener un bajo costo de montaje, permiten la reducción del consumo energético por enfriamiento en un 30% (Tinoco, 2019). En un estudio publicado en la revista de la Universidad del Cono Sur de las Américas (UCSA), se obtuvo una disminución de 58.8% del consumo energético de las cámaras frigoríficas con la implementación de aislamiento de poliuretano (Gonzales et al., 2016). En Incoser se debe aislar un área de 336 m^2 con un costo aproximado de USD 32/m^2 correspondiente a las cámaras de almacenamiento, con la implementación de esta medida se espera un ahorro del 15% mensual de 32,000 kWh y de USD 2,563.18. Se espera ahorro anual aproximado de USD 30,758.25.

El tratamiento de aguas residuales no es considerado en esta sección, debido a que hasta el momento la empresa no ha recibido multas o sanciones por el efluente fuera de normativa, y no es un requisito para la obtención de licencias ambientales, ya que no se evalúa en las auditorías que se llevan a cabo en la actualidad. Es decir, la implementación de un sistema de tratamiento representaría un costo de alrededor de USD 6.79/m^3 de agua, porque se mantienen el costo estimado por (Cabrera Estrada et al., 2019), con la implementación de un sistema de laguna anaerobias facultativas.

Cuadro 16

Propuestas de Medidas Viables.

Oportunidad de mejora	Medida propuesta	Precio (USD)	Consumo antes de la implementación	Consumo después de implementación	Ahorro esperado (USD/mes)	Ahorro esperado (USD/año)
Uso de agua	Implementación de hidro lavadoras	129	82.59 m^3	16.51 m^3	198.24	2,378.9
Consumo de energía eléctrica	Aislamiento de las cámaras de almacenamiento	10,300	213,599 kWh	181,599.15 kWh	2,563.18	30,758.25
Uso de baño maría	Utilización prolongada de agua de desmoldado	3,000	84.35 m^3	9 m^3	678.18	8,113.8

Conclusiones

El estudio de línea base reveló que la empresa cuenta con diversas medidas que promueven el uso eficiente de recursos, sin embargo, los indicadores de desempeño ambiental muestran oportunidades de mejora en torno al consumo de agua y energía, así como la generación de aguas residuales.

A partir de la cuantificación de entradas y salidas se determinó que la principal demanda de recursos para la elaboración de marquetas de hielo son el agua y electricidad, obteniendo un consumo de 0.089 m^3 de agua/marqueta y 9.8 kWh/marqueta, siendo estos valores congruentes con el impacto económico del proceso y las principales oportunidades de Producción Más Limpia.

El consumo energético representa el aspecto operativo con mayor impacto económico, aportando además 0.53 kg CO_2 eq/marqueta. Por otra parte, se estima la generación de 0.003 m^3 de agua residual/marqueta en el área de despacho, representando la corriente de mayor importancia para el alcance de la conformidad de la normativa nacional.

De acuerdo con el análisis de causas, los principales beneficios económicos y de prevención de contaminación se obtendrán a partir de la implementación de hidro lavadoras, un baño maría y el aislamiento térmico de las cámaras de almacenamiento, con una inversión de USD 13,500, generando un de 1,697.16 m^3 y 384,478.2 kWh al año, o USD 41,250, se tendría retorno de la inversión en menos de 1 año.

Recomendaciones

Realizar mediciones de desperdicio en las áreas de moldeado y almacenamiento, así como el registro de consumo eléctrico por cada equipo, merma de agua en toda la planta, monitoreos periódicos de la calidad y volumen del agua residual generada, para posteriormente diseñar un sistema de tratamiento adecuado.

Realizar un plan de implementación de las propuestas planteadas, con su respectivo programa de seguimiento con metas a corto, mediano y largo plazo, incluyendo aspectos de factibilidad económica y logística, que permita revisar la eficacia de las opciones propuestas.

Desarrollar un programa de capacitación de Producción Más Limpia y uso eficiente de recursos en las capacitaciones rutinarias del personal de la empresa.

Hacer un plan de reemplazo paulatino de equipos con mal funcionamiento dentro de la planta de forma paralela al programa de mantenimiento actual. Adicionalmente, incorporar medidores del consumo eléctrico de los equipos que funcionan durante más tiempo.

Referencias

Alireza, S. y Khodadoost, F. (2019). Effects of detergents on natural ecosystems and wastewater treatment processes: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*, 26439 –26448. https://doi.org/10.1007/s11356-019-05802-x

Alvarado, E. (2017). *Manual de medición de caudales.* Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-medici%C3%B3n-de-caudales-ICC.pdf

Bartuten, S. (2021). *Propuesta de mejora en el proceso de producción de la fábrica de hielo San Jorge para reducir perdidas económicas* [Tesis]. Universidad Católica Santo Toribio de Mongrovejo, Chiclayo. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18794/4/UPS-GT002948.pdf

Bernal Figueroa, A. A., Beltrán Parada, C. J. y Márquez Márquez, A. F. (2016). Producción Más Limpia: una revisión de aspectos generales. *Investigación, Innovación, Ingeniería (I3+)*, *3*(2), 67-84. https://pdfs.semanticscholar.org/db16/4fdb7d0f57e86481b004d15007b5b4ae0e12.pdf

Cabrera Estrada, I., Valladares Aguilar, D., Tejeda Lema, L. A. y Arbona Cabrera, M. (2019). Diseño de un sistema de tratamiento de los residuales líquidos de la empresa pesquera Induvilla de Santa Clara. *Revista Centro Azúcar*, *46*, 28–38. http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n4/2223-4861-caz-46-04-28.pdf

Campoverde, O. (2019). *Tratamiento de aguas residuales de una empresa industrial de congelados* [Tesis]. Universidad de Piura, Perú. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4397/ING_635.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cardoso de Oliveira, G., Pujol Tucci, H. N., Ferreira Correia, J. M., Da Silva, P. C., Carlquist da Silva, Victor Hugo y Devos Ganga, G. (2020). Assessing the implementation of Cleaner Production and company sizes: Survey in textile companies. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, *15*(1), 1–16. https://doi.org/10.1177/1558925020915585

Carmona Silva, J. L., Cruz de los Angeles, José Aurelio y Sanchez Flores, L. (2019). La actividad agrícola en localidades rurales en procesos conurbatorios: Una aproximación mediante el diagrama de Ishikawa. *Revista Iberoamericana De Contaduría, Economía Y Administración (RICEA)*, *8*(16), 49–79. https://doi.org/10.23913/ricea.v8i16.134

Centro de Desarrollo de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (2020). Impacto macro económico del COVID-19 en Ecuador: Desafíos y respuestas. *Revista Making Development Happen*, *5*, 1–23. https://www.oecd.org/dev/Impacto-macroeconomico-COVID-19-Ecuador.pdf

Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI). (2010). *Manual de Producción más Limpia*. http://www.cegesti.org/manuales/download_produccion_mas_limpia/manual_produccion_mas_limpia.pdf

Comisión Técnica de determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (CTFE). (2020). *Factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/11/factor_de_emision_de_co2_del_sistema_nacional_interconectado_de_ecuador_-_informe_2019.pdf

(2017). *La Asociación Nacional de Alimentos y bebidas firmó convenio con el mipro15 empresas con producción limpia* [Comunicado de prensa]. https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/88/8/15-empresas-con-produccion-limpia

Ferrando Clemente, C. (2015). *Guía de prácticas correctas de higiene del sector de hielo alimenticio.* FEDACOVA. http://coli.usal.es/web/Guias/pdf/GPCH_hielo_valencia.pdf

Graffeo, A. P. y Karger, B. L. (1976). Analysis for indole compounds in urine by high-performance liquid chromatography with fluorometric detection. *Journal of Clinical Chemistry*, *22*(2), 184–187. https://doi.org/10.1093/clinchem/22.2.184

Incoser S.C.C. (2015). *Plano de las instalaciones de la empresa Incoser S.C.C.*

Kurniasih, S. D., Soesilo, T. E. B. y Soemantojo, R. (2018). Pollutants of Fish Processing Industry and Assessment of its Waste Management by Wastewater Quality Standards. *SRICOENV*, *68*, 1–4. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186803006

Laboratorio Bureau Veritas. (2020). *Resultado de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la empresa Incoser S.C.C.*

Marín, J., Chinga Panta, C. A. y Velásquez Ferrín, A. (2015). Tratamiento de aguas residuales de una industria Procesadora de pescado en reactores anaerobios disruptivos. *Revista De Ciencia E Ingería Neogranadina*, *25*(1), 27–42. https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/431/231

Marques, L., Rosley Anholon, Dirceu da Silva, Robert Eduardo Cooper Ordonez y Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas (2018). Implementation of cleaner production: A ten-year retrospective on benefits and difficulties found. *Journal of Cleaner Production*(187), 409–420. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.181

Ministerio de Comercio Exterior. (2017). *Informe sobre el sector Atunero Ecuatoriano*. https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-del-sector-atunero.pdf

Norma de calidad ambieintal y de descarga de efluentes: Recurso Agua, Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2 1 (2015).

Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE). (2015). *Calendario Pesquero 2016-2021*. http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/calendariopesquerogalapagos2016_2021.pdf

Moreira, J. (2020). Contaminación ambiental de los ríos bravo y muerto, y su incidencia en la salud de los habitantes de la parroquia Los Esteros, Cantón Manta. *Polo De Conocimiento*, *5*(2), 556–578. https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1298

Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe.* CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Paredes, P. (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. *Revista De La Facultad De Ingeniería Industria*, *17*(2), 72–80. https://doi.org/10.15381/idata.v17i2.12050

Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, *29*(3), 3. https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884

Quinteros, O. y Salichs, A. (2007). *Gestión Ambiental para una Producción más limpia en la Región Centro de Argentina.: Herramientas para la aplicación de Producción más Limpia Alternativas de mejora en actividades de servicios Manual para Consultores.* Banco Interamericano de Desarrollo (BID). https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gesti%C3%B3n-ambiental-para-una-producci%C3%B3n-m%C3%A1s-limpia-en-la-regi%C3%B3n-centro-de-Argentina-Herramientas-para-la-aplicaci%C3%B3n-de-producci%C3%B3n-m%C3%A1s-limpia-Alternativas-de-mejora-en-actividades-de-servicios-Manual-para-consultores.pdf

Rodríguez, H. (2017). *Propuesta de una metodología de Producción Más Limpia en la división de pulpas y coongelados de la Cooperativa Nacional de Productores de sal en Limonal de Abagares: Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias.* UNIVERSIDAD NACIONAL, Heredia. https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13807/PMLCOONAPROSAL.pdf?sequence=1

Rolim, J. (2019). Cleaner Production in small companies: Proposal of a management methodology. *Journal of Cleaner Production*, *218*, 357–366. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.219

Sánchez, G. (2018). Tratamiento de aguas residuales de cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. *Revista La Granja*, *27*(1), 103–111. https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.08

Senevirathna, S. (2019). Assessment of drinking water quality in regional New South Wales, Australia. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, *68*(8), 708–717. https://doi.org/10.2166/aqua.2019.103

Settia, D. (2018). Pollutants of Fish Processing Industry and Assessment of its Waste Management by Wastewater Quality Standards. *EDP Sciences*, *1*, 1–4. https://doi.org/10.1051/e3sconf

Solís, C., Zúñiga Zúñiga, L. A. y Mora Alvarado (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, *31*(1), 35. https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495

Tinoco, J. (2019). *Niveles de cloro residual libre en la red de distribución de agua potable en una Institución de Educación Superior en la ciudad de Cali* [Tesis]. Santiago de Cali, Cali, Colombia. https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/3262/NIVELES%20DE%20CLORO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2014). *Greenhouse Gas Inventory Guidance: Direct Fugitive Emissions from Refrigeration, Air Conditioning, Fire Suppression, and Industrial Gases*. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/fugitiveemissions.pdf

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2017). *Usando el Agua Eficientemente: Ideas para la Industria*. https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-02/documents/ws-ourwater-industry-spanish.pdf

Villegas, M [M.] y García, Y [Y.]. (2020). *Programas de gestión sobre el consumo de agua y los residuos sólidos en la empresa láctea ubicada al norte de Antioquia* [Tesis]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38131/ylgarciama.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Villegas, M [Maricela] y García, Y [Yulieth]. (2020). *Programas de gestión sobre el consumo de agua y los residuos sólidos en la empresa láctea ubicada al norte de antioquia* [Tesis]. Universidad

Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, Medellín. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38131/ylgarciama.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Vinces, D. (2018). *Impactos ambientales de las descargas de aguas negras en el río Burro de la ciudad de Manta* [Tesis], Universidad Estatal del Sur de Manabí. http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1298

Anexos

Anexo A

Resultado de análisis fisicoquímicos y microbiológicos para caracterización del agua que ingresa la empresa

Parámetro	Unidad	Valor	Normativa
E. Coli	*NMP/100 mL*	*<1.10*	*Ausencia*
Coliformes fecales	*NMP/100 mL*	*<1.10*	*<1.10*
Coliformes totales	*NMP/100 mL*	*<1.10*	*-*
Cloro libre	*mg/L*	*0.03*	*-*
Cloro libre residual	*mg/L*	*0.24*	*0.3 - 1.5*
Turbidez	*NTU*	*1.40*	*5*
pH		*7.63*	*-*
Conductividad eléctrica	*S/cm*	*962.00*	*-*

Anexo B

Resultado de análisis fisicoquímicos para caracterización del hielo producido en la empresa

Parámetro	Unidad	Valor	Normativa
E. Coli	NMP/100 mL	<1.10	Ausencia
Coliformes fecales	NMP/100 mL	<1.10	<1.10
Coliformes totales	NMP/100 mL	<1.10	-
Cloro libre	mg/L	0.01	-
Cloro libre residual	mg/L	0.20	0.3 - 1.5
Turbidez	NTU	2.61	5
pH		8.26	-
Conductividad eléctrica	uS/cm	1854.00	-

Anexo C

Revisión ambiental inicial para la categoría de uso eficiente y ahorro de agua

REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL (RAI)					
Fecha					
Responsable	Andrea Maribel Vélez Matute				
Localización	Incoser S.C.C.				
VARIABLE	**CONTENIDO**	**SI**	**NO**	**N/A**	**OBSERVACIONES**
Uso eficiente y ahorro de agua	¿El agua para consumo humano cumple con los parámetros de calidad?	X			
	¿Se realizan inspecciones de fugas?	X			
	¿Se hace uso de hidrolavadoras en el lavado de instalaciones?		X		
	¿Las tuberías y llaves se encuentran en buen estado?	X			
	¿Se cuenta con unidades sanitarias ahorradoras?	X			
	¿Se ha capacitado al personal con respecto al uso eficiente y ahorro del agua?	X			
	¿Se hacen campañas de uso eficiente y ahorra del agua?	X			
	¿Cuenta con programa para uso eficiente y ahorro de agua?		X		
	¿Cuenta con instrumentos de medición de la cantidad de agua que consume?	X			
	¿Se tiene pistolas de bajo volumen y alta presión en las mangueras para limpiar los equipos y pisos?	X			
	¿Se hace limpieza en seco del equipo y zonas de producción, antes del lavado?		X		
	¿Se tiene medidores de agua en áreas claves de la planta?	X			En el tanque de agua de reciclaje
	¿La empresa calcula los indicadores de uso de agua de la planta y de sus departamentos claves?		X		

Nota. Adaptado de Maricela Villegas y García (2020)

Anexo D

Revisión ambiental inicial para la categoría de consumo y uso de energía

REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL (RAI)					
Fecha					
Responsable	Andrea Maribel Velez Matute				
Localización	Incoser S.C.C.				
VARIABLE	**CONTENIDO**	**SI**	**NO**	**N/A**	**OBSERVACIONES**
Consumo y uso de energía	¿Realizan mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos y maquinaria?	X			
	¿Se realizan mantenimientos a los equipos de refrigeración?	X			
	¿Se poseen bombillos ahorradores en las áreas de trabajo?	X			
	¿Se poseen bombillos ahorradores en las instalaciones?	X			
	¿La iluminación está zonificada?	X			
	¿Se hace aprovechamiento de la luz natural en algunas áreas de la empresa?	X			
	¿Todas las redes e instalaciones eléctricas se encuentran en buen estado?	X			
	¿Identifican equipos o maquinarias que más consumen energía?		X		Toda la maquinaria tiene un alto consumo energético
	¿Cuentan con un sistema de energía alternativa?	X			Un generador eléctrico

Nota. Adaptado de Maricela Villegas y García (2020)

Anexo E

Revisión ambiental inicial para la categoría de manejo de vertimientos

REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL (RAI)					
Fecha					
Responsable	Andrea Maribel Velez Matute				
Localización	Incoser S.C.C.				
VARIABLE	**CONTENIDO**	**SI**	**NO**	**N/A**	**OBSERVACIONES**
Manejo de vertimientos	¿Se cuenta con permiso de vertimientos domésticos y se cumple con lo establecido en la norma?		X		
	¿Cuenta con instrumentos de medición de la cantidad de agua vertida?		X		
	¿Cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales?	X			Fosa de decantación en el área de despacho.
	¿Se posee un tratamiento para las aguas industriales?		X		
	¿Se cuenta con permiso de vertimientos industriales y se cumple con lo establecido en la norma?		X		

Nota. Adaptado de Maricela Villegas y García (2020)

Anexo F

Revisión ambiental inicial para la categoría de manejo integral de residuos sólidos no peligrosos

REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL (RAI)					
Fecha					
Responsable	Andrea Maribel Vélez Matute				
Localización	Incoser S.C.C.				
VARIABLE	**CONTENIDO**	**SI**	**NO**	**N/A**	**OBSERVACIONES**
Manejo integral de residuos sólidos no peligrosos	¿Se poseen depósitos destinados para residuos peligrosos?		X		
	¿Poseen trampa de grasa?	X			
	¿Se hace caracterización de los residuos peligrosos generados?		X		
	¿Se hace identificación y rotulación de residuos peligrosos?		X		
	¿Se tiene un centro de acopio de residuos sólidos?	X			
	¿Se realiza abono orgánico?		X		
	¿Se tienen puntos ecológicos?	X			Plantación de árboles frutales en los alrededores de la fábrica.
	¿Se realiza una adecuada separación desde la fuente?		X		
	¿Se hace caracterización de residuos sólidos de acuerdo con la normatividad legal vigente?		X		
	¿Se cuenta con gestores autorizados para realizar la deposición final de los residuos sólidos?		X		
	¿Se hace aprovechamiento de todos los residuos sólidos con potencial de ser materia prima secundaria?		X		Se recogen los restos de pescado que van a dar a la fosa de decantación, los cuales se congelan y se venden a fábricas de harina de pescado.

Nota. Adaptado de Maricela Villegas y García (2020)

Anexo G

Revisión ambiental inicial para la categoría de control y emisiones de ruido

REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL (RAI)					
Fecha					
Responsable	Andrea Maribel Velez Matute				
Localización	Incoser S.C.C.				
VARIABLE	**CONTENIDO**	**SI**	**NO**	**N/A**	**OBSERVACIONES**
Control y emisiones de ruido	¿Se entregan implementos de protección personal para minimizar el impacto auditivo?	X			
	¿El personal que labora en las diferentes áreas de la empresa, utilizan elementos de protección respiratoria?		X		
	¿Se cuenta con una tecnología adecuada que cumpla con la normatividad de calidad atmosférica?		X		

Nota. Adaptado de Maricela Villegas y García (2020)