

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**

**REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL A TRAVÉS DE LA  
EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN PRODUCTOS  
PROCESADOS DEL SECTOR DE ALIMENTOS DE LA PROVINCIA  
DE PICHINCHA**

**PROPUESTA DE MEJORA DE REDUCCIÓN DEL IMPACTO  
AMBIENTAL, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE HUELLA DE  
CARBONO, DEL HELADO DE MORA NO LÁCTEO EN LA  
EMPRESA ABC**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
PRODUCCIÓN**

**VALERY ELIZABETH HERNÁNDEZ COBA**

valery.hernandez@epn.edu.ec

**DIRECTOR: ANTONIO ALEXANDER FRANCO CRESPO PhD**

antonio.franco@epn.edu.ec

**DMQ, agosto 2023**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, Valery Elizabeth Hernández Coba declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**VALERY ELIZABETH HERNÁNDEZ COBA**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Valery Elizabeth Hernández Coba, bajo mi supervisión.

---

**ANTONIO ALEXANDER FRANCO CRESPO**  
**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

VALERY ELIZABETH HERNÁNDEZ COBA

ANTONIO ALEXANDER FRANCO CRESPO

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi madre, quien ha sido mi guía y mi fortaleza durante toda mi vida.  
Este logro es tuyo, tanto como mío.*

## **AGRADECIMIENTO**

Primero quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi madre Elizabeth, quién me ha apoyado de manera incondicional en todas y cada una de mis decisiones. Todos tus sacrificios y perseverancia me alientan a ser mejor. Gracias por tu amor, confianza, y fortaleza. Eres mi ejemplo de vida.

Agradezco a mi abuelita Blanquita, quien con sus consejos, apoyo y amor incondicional ha guiado cada etapa de mi vida.

A Rossel, por su motivación, apoyo incondicional y cariño, quién me reconfortó en los momentos de desafío.

A mi Candy, quien llego a mi vida para hacerla más dulce.

A todos los amigos y compañeros que conocí durante mi estadía en la universidad, especialmente a Daniela, Carolina y Jaime, gracias por su apoyo, risas, noches de desvelo por cumplir tareas, recordatorios de exámenes y pruebas; y cada anécdota que creamos juntos.

A mis profesores, agradezco su esfuerzo y dedicación por compartir sus conocimientos, especialmente a mi tutor PhD. Antonio Franco, por su guía en el presente trabajo.

Mi agradecimiento al gerente y a los colaboradores de la empresa ABC quienes me ayudaron gentilmente para desarrollar mi trabajo. Asimismo, agradezco a la PhD. Lucia Toledo quién me ayudo con el acercamiento a esta empresa.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT .....	VIII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general .....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Reducción del impacto ambiental .....	3
1.4.2 Huella de carbono .....	7
1.4.3 Industrias de alimentos.....	11
2 METODOLOGÍA.....	12
2.1 Enfoque de la investigación .....	12
2.2 Tipo de investigación .....	13
2.3 Diseño de la investigación .....	13
2.4 Esquema metodológico .....	13
2.5 Fuentes de información .....	14
2.6 Caracterización de la organización .....	15
2.6.1 Recolección de la información .....	15
2.6.2 Definición del objetivo y alcance.....	15
2.6.3 Análisis del inventario del ciclo de vida.....	16
2.7 Análisis de la huella de carbono .....	16
3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	21
3.1 Resultados .....	21
3.1.1 Resultados de la caracterización de la organización.....	21
3.1.2 Resultados del análisis del inventario del ciclo de vida .....	22
3.1.3 Resultados del análisis de la huella de carbono .....	29
3.2 Conclusiones .....	45
3.3 Recomendaciones.....	47
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

5	ANEXOS.....	52
---	-------------	----

## RESUMEN

El propósito del presente trabajo es el estudio de caso de una empresa productora de helados ubicada en la provincia de Pichincha, donde se calcula la huella de carbono de un litro de helado de mora no lácteo, tomando como referencia ciertas pautas de la norma ISO 14067. El análisis se desarrolla en cuatro etapas, que nos permiten identificar la situación actual de la empresa; y describir tres escenarios propuestos. En la fase inicial se establece la definición del objetivo y el alcance dentro del cual se realizará el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). En la segunda etapa, se detalla el ciclo de vida del helado de mora, se identifican los procesos unitarios y los flujos que intervienen en su fabricación y se recopilan los factores de emisión de los alcances de estudio. Para la tercera etapa, se calcula la huella de carbono acorde al alcance previamente establecido, lo que nos permite identificar qué proceso o etapa del ciclo de vida aporta en mayor proporción a la huella de carbono generada por el producto. Finalmente, en la cuarta etapa, se presentan tres propuestas de mejora orientadas a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) generadas por los procesos que más contribuyen a la huella de carbono. En cada una de las propuestas de mejora se presentan cálculos de la huella de carbono y una comparación con la situación actual de la empresa.

**PALABRAS CLAVE:** huella de carbono, emisiones, dióxido de carbono, ciclo de vida, procesos, helado de mora.



## **ABSTRACT**

The purpose of this work is the case study of an ice cream company located in the province of Pichincha, where the carbon footprint of a liter of non-dairy blackberry ice cream is calculated, taking as a reference certain guideline of the ISO 14067 standard. The analysis is developed in four stages, which allow us to identify the current situation of the company and describe three proposed scenarios. In the initial phase, the definition of the objective and scope within which the calculation of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions will be carried out is established. In the second stage, the life cycle of blackberry ice cream is detailed, the unit processes and flows involved in its manufacture are identified and the emission factors of the study scopes are compiled. For the third stage, the carbon footprint is calculated according to the previously established scope, which allows us to identify which process or stage of the life cycle contributes most to the carbon footprint generated by the product. Finally, in the fourth stage, three improvement proposals are presented aimed at reducing the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions generated by the processes that contribute most to the carbon footprint. In each of the improvement proposals, carbon footprint calculations and a comparison with the company's current situation are presented.

**KEYWORDS:** carbon footprint, emissions, carbon dioxide, life cycle, processes, blackberry ice cream.

# 1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Las personas e industrias han incrementado su apoyo e interés, en las últimas décadas, sobre el concepto de desarrollo sostenible, lo que podría implicar un cambio en la dinámica de la humanidad con la naturaleza (Khalili et al., 2015). Esto se atribuye a que los consumidores y organizaciones reconocen los serios problemas ambientales que nos amenazan actualmente. La adopción de la conciencia ambiental lleva a las empresas a buscar alternativas para conservar y proteger el ambiente, entendiendo que sus actividades tienen repercusiones negativas para el planeta. No obstante, también buscan permanecer en los mercados, direccionando sus esfuerzos hacia la reducción de su impacto ambiental, procurando que sus procesos y productos sean verdes y tengan ciclos cerrados.

Debido al interés latente de ayudar a este problema, y en el mejor de los casos reducir el impacto ambiental, se han desarrollado varias metodologías para evaluar el mismo, una de las herramientas es la huella de carbono, la cual integra todos los gases de efecto invernadero que emite la organización, ya sea de forma directa o indirecta (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019), y nos permite cuantificar el CO<sub>2</sub> equivalente a todo el ciclo de vida de un producto o servicio.

Puesto que la herramienta de la huella de carbono es versátil, es decir, se puede aplicar para cualquier tipo de actividad humana, el presente analizó esta metodología en una empresa que fabrica y distribuye helados.

El helado es un alimento congelado aclamado por pequeños y grandes, por su textura, consistencia y sabor. Este producto ha pasado por diferentes formas de producción, una de ellas es la artesanal, realizada en su gran mayoría por la fuerza humana, luego se incluyeron ciertos instrumentos mecánico al proceso manual para facilitar el trabajo y finalmente tenemos la implementación de grandes máquinas tecnológicas que permiten una producción más ágil (Fajardo & Galarza, 2015). Por dicha implementación industrial mecánica, el impacto ambiental ha incrementado en su producción.

Al mismo tiempo que se desarrollaron herramientas de análisis de impacto ambiental, se articulan corrientes ambientalistas que buscan la preservación del ambiente, pero también el desarrollo industrial, por ello surge la ingeniería verde como soluciones sostenibles para la industria.

La ingeniería verde (GE) hace referencia al diseño de soluciones y su implementación en cualquier aspecto ingenieril que esté transformando materiales y usando energía. Dichas soluciones se pueden aplicar en el ciclo de vida del producto, desde la extracción de

materias primas hasta su disposición final. Este proceso busca reducir la huella generada con este producto, para reducir el impacto sobre el ambiente y/o los consumidores.

Proponer mejoras en los procesos productivos de helado de mora, o en el producto mismo, que combine los principios de la ecología industrial y el análisis de huella de carbono permitirá procesos y productos menos impactantes para los consumidores, la empresa y el medio ambiente. Los beneficios para la empresa ABC van desde la mejora de su imagen, reducción de riesgos, ventaja competitiva y ampliación a nuevos segmentos de mercado.

## **1.1 Objetivo general**

Desarrollar propuesta de rediseño en los procesos y/o del helado de mora no lácteo, producto seleccionado en el sector de alimentos de la provincia de Pichincha, utilizando los principios de la ingeniería verde, para reducir la huella de carbono generada; y minimizar el impacto sobre el ambiente y/o los consumidores.

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Describir los procesos, ciclo de vida y los flujos de materia y energía del helado de mora.
2. Analizar el impacto ambiental del helado de mora con la metodología de huella de carbono.
3. Proponer la mejora de los procesos y/o helado de mora utilizando los principios de la ingeniería verde.

## **1.3 Alcance**

El presente trabajo se centra en reducir el impacto ambiental del helado de mora no lácteo, del sector de alimentos en la provincia de Pichincha, utilizando como herramienta de evaluación la huella de carbono. Este análisis se realizó en la pequeña empresa ABC, productora de helados, ubicada en el sector de Iñaquito. Ofrece una variedad de sabores de helados de un litro de contenido. En el presente se trabajó con el nombre de una empresa genérica, bajo previo acuerdo de confidencialidad y seguridad de la información de mantener bajo discreción el nombre de la empresa.

Se eligió el sector de alimentos por ser uno de los más importantes en la provincia, en cuanto a pequeñas y medianas empresas. La evaluación de la huella de carbono es un requisito necesario para ingresar a varios mercados internacionales, donde se considera

importante el factor ambiental en la decisión de los consumidores. Una cultura empresarial responsable con el medio ambiente es fundamental en el contexto actual.

Se propone iniciar con el estudio del ciclo de vida y de los procesos para la elaboración del helado de mora no lácteo; luego, realizar una evaluación de la huella de carbono limitando el alcance del estudio, tomando de referencia algunos de los principios y directrices para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono que detalla la norma ISO 14067. Finalmente, a través de los principios de la ecología industrial plantear la propuesta de rediseño de los procesos o del helado de mora no lácteo, de manera que se disminuya la huella de carbono y aporte favorablemente al sector productivo de alimentos de la provincia de Pichincha.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Reducción del impacto ambiental**

Uno de los mayores retos del siglo XXI es el cambio climático protagonizado por la interacción que existe entre la sociedad y la naturaleza, lo cual incrementa la complejidad de la temática ambiental y las graves consecuencias provocadas.

La preservación del medio ambiente es un tema crítico y de vital importancia desde mediados del siglo XX, debido al deterioro del medio ambiente por todas las actividades que el ser humano desarrolla, especialmente durante la revolución industrial. Este suceso marcó a la humanidad, donde la sociedad pasó de ejecutar todo con sus manos a una sociedad industrial, es decir, se comenzó a aprovechar el desarrollo de la tecnología para reemplazar la fuerza o energía del cuerpo humano, de los animales por una energía mecanizada (Chaves Palacios, 2004).

El término calentamiento global es muy utilizado desde finales de la década de 1970, y su principal indicador es la temperatura media global. Como muestran Foster y Rahmstorf (2011), en su estudio del calentamiento global entre los años 1979 y 2010, que el calentamiento global, para muchos puede ser imperceptible, sin embargo, con un análisis de la variabilidad de los fenómenos de la Tierra, efectivamente existe una tasa constante global, que sigue en el planeta y que sin lugar a duda es una prueba de que estamos en una emergencia climática (Foster & Rahmstorf, 2011).

La Revolución Industrial marcó un cambio radical en el paradigma económico. Previamente, la demanda se fundamentaba en la agilidad de respuesta del mercado, y esto también se reflejaba en la oferta disponible. No obstante, la introducción de la producción en masa generó un aumento significativo en la demanda. Esta tendencia se debe a la

mayor accesibilidad para adquirir diversos productos con una celeridad sin precedentes. Lo cual provocó, que las empresas tengan que extraer cada vez mayor cantidad de recursos naturales, tanto renovables como no renovables, de tal modo que el consumo de energía comparada con el pasado tuvo un crecimiento exponencial.

Es así como, durante la década de los 70's, cuando se evidenció los daños causados al medio ambiente, se crearon movimientos sociales que buscaban generar conciencia sobre el cuidado ambiental a partir de buenas prácticas ambientales, con el fin de mitigar los impactos agresivos que se tuvieron la década anterior (Cervantes et al., 2009).

Surgen conceptos como el desarrollo sostenible, que representa un esfuerzo para alcanzar un estado en el cual tanto la generación actual como las venideras se vean favorecidas por las evoluciones de la humanidad. Este enfoque busca fomentar la prosperidad económica al mismo tiempo que se reducen al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente (Cevallos Camacho et al., 2019).

Si bien es cierto, todos los procesos que desempeñe el ser humano deberían ser sostenibles, a través del manejo racional de recursos naturales, precautelando su conservación, recuperación, mejoramiento y uso adecuado, para que todas las generaciones puedan contar con las mismas posibilidades y recursos que les permita tener una vida digna (Loayza Pérez & Silva Meza, 2013)

Cuando consideramos el progreso industrial y lo comparamos con el concepto de desarrollo sostenible, se puede ver un horizonte lejano para lograr un equilibrio entre estos aspectos. Sin embargo, en el transcurso de los años, todos los movimientos sociales que intentan velar por la preservación ambiental y un desarrollo sostenible se han creado varios fundamentos direccionados a procesos e industrias sostenibles, entre ellos tenemos:

- Química verde: representa una nueva forma de hacer la química y la ingeniería química. Su objetivo es diseñar o rediseñar productos químicos a nivel molecular básico, para que se minimicen los desechos a partir de sus productos, incentivar el uso de recursos renovables y lograr mayor eficiencia energética. Como tal la química verde surge para crear productos menos tóxicos, tanto para las personas como para el medio ambiente (Cevallos Camacho et al., 2019).
- Ingeniería verde: contempla a un conjunto de prácticas, comprenden actividades desde el diseño, comercialización y uso de proceso y productos, que permita la reducción de la contaminación que genere un producto a lo largo de su ciclo de vida (Gómez Cívicos, 2008).

- Ecología industrial: tiene un concepto bastante dinámico, pero corresponde a un área de conocimiento que asemeja los sistemas industriales a los sistemas naturales, además pretende que los modelos productivos sean cíclicos en los cuales interviene tres ejes, economía, sociedad y ambiente.(Cervantes et al., 2009).
- Biomimética: es una ciencia que estudia la naturaleza, y la concibe como un modelo para resolver problemas de ingeniería, medicina, y otros campos de la ciencia experimental, y así poder obtener soluciones innovadoras para problemas complejos(Collado Ruano, 2016).

Contemplando que uno de los aspectos más impactantes y que, aceleró en gran medida el calentamiento global, fue el crecimiento de las industrias de una manera exponencial, una de las posturas que está más enfocada en productos y procesos industriales a nivel macro, es la ingeniería verde. Como se mencionó anteriormente, la ingeniería verde brinda soluciones de ingeniería, que no solo se enfocan en la producción del producto, su estructura y procesos, si no que aporta soluciones que cubran todo el ciclo de vida de un producto, es decir, desde la extracción de materias primas, hasta la disposición de los residuos finales (Graedel & Allenby, 2010).

Graedel y Allenby (2010), presentan en su libro ecología industria e ingeniería sustentable, los 12 principios de la ingeniería verde que se describen a continuación:

- Los diseñadores deben esforzarse por garantizar que todas las entradas y salidas de materiales y energía sean lo menos peligrosas posible: como principio de un desarrollo sostenible, desde luego se pretende, que desde la concepción del producto, se lo visualice y se piense en todos los recursos necesarios que se deben emplear o se ven relacionados a lo largo de la vida útil del producto. Es decir, se pretende disminuir el uso de sustancias químicas, seleccionar materiales con menos peligros, ya sea cuando son extraídos o en disposición final, entre otros (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- Es mejor prevenir la formación de residuos que tratarlos una vez formados: este principio sigue direccionado a la etapa del diseño del producto, en donde lo ideal sería mantener ciclos circulares de los flujos de materia y energía que se emplean (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- Las operaciones de separación y purificación deben diseñarse para reducir al mínimo el consumo de energía y el uso de materiales: este principio establece la utilización de equipos eficientes energéticamente, especialmente para estos

procesos de separación y purificación que pueden generar un elevado consumo energético (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).

- Los productos, procesos y sistemas deben diseñarse para maximizar la eficiencia de masa, energía, espacio y tiempo: se propone que se planifique correctamente, antes de ejecutar un proceso producto o sistema, de tal manera que se utilicen en la mayor proporción posible, para evitar pérdida de insumos en la ejecución de lo planificado (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- Los productos, procesos y sistemas deben ser "extraídos" en lugar de "empujados" mediante el uso de energía y materiales: propone trabajar con una metodología de empuje en donde los flujos no se mueven a menos que exista un requerimiento, esto permite una disminución de inventarios, lo cual ayuda a un menor consumo energético (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- La entropía y la complejidad incorporadas deben considerarse una inversión a la hora de tomar decisiones de diseño sobre reciclaje, reutilización o eliminación beneficiosa: considera la premisa de desarrollar productos que puedan ser desechados de una forma más fácil, debido a que mientras más entropía y complejidad tiene un insumo, puede resultar más complejo su disposición final, o tal vez dejar simplemente productos muy complejos de fabricar como un desecho final obsoleto sin ningún tratamiento la final de su vida útil (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- El objetivo del diseño debería ser la durabilidad, no la inmortalidad: con este principio se sugiere, que los productos durante su vida útil funcionen adecuadamente, sin embargo cuando quede obsoleto el producto, este sea fácil de procesa, ya sea como reciclaje, reutilización o como materia prima de otro proceso, pero que no se convierta en un desecho inmortal el cual no aporta a nada (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- El diseño de soluciones de capacidad innecesaria (por ejemplo, "talla única") debe considerarse un defecto de diseño: crear soluciones que tengan respaldo con un previo análisis, para evitar desperdicio de insumos, debido a que se crean cosas que realmente nadie las necesita (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- La diversidad de materiales en los productos multicomponente debe reducirse al mínimo para favorecer el desmontaje y la retención de valor: evitar la integración de varios materiales para un solo insumo, de tal manera que su disposición final no

requiera mayor trabajo, si no que el producto completo puede ir al mismo destino al finalizar su vida útil (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).

- El diseño de productos, procesos y sistemas debe incluir la integración y la interconectividad con flujos de energía y materiales disponibles: propone que se creen productos, procesos o sistemas, que tengan flujos de salida, que permitan alimentar otras actividades, de tal manera que se mantengan flujos de materia y energía cerrados (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- Los productos, procesos y sistemas deben diseñarse para funcionar en una "vida posterior" comercial: establece que los residuos generados por cualquiera de las actividades mencionadas tengan una planificación de su tratamiento al final de su vida comercial (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).
- Los insumos materiales y energéticos deben ser renovables y no agotarse: tiene un enfoque de trabajo sostenible con las materias primas, de tal manera que se pueda garantizar una vida prolongada de los insumos que se requieren para cualquier producto (Gómez Cívicos, 2008; Graedel & Allenby, 2010).

Al ser tan diversa la ingeniería, todos los principios se pueden aplicar de forma diferente, pero sin perder la esencia de lo que se espera, que es brindar soluciones a lo largo del ciclo de vida de un producto, proceso o sistema.

#### **1.4.2 Huella de carbono**

Todas las actividades humanas implican una gran cantidad de emisiones de todo tipo de compuestos a nuestro ecosistema, sin embargo, la actividad que más cantidad de emisiones de efecto invernadero emite a la atmósfera son las actividades económicas. Es por ello que resulta fundamental importante poner mayor atención a este sector (Altuna et al., 2012).

Las industrias cumplen un papel significativo en el cambio climático, debido a la magnitud de emisiones y desperdicios que estos generan, pero a su vez la cantidad de recursos que extraen del planeta, lo cual dificulta este equilibrio natural. En la industria de alimentos, la base de su actividad comercial es extraer la materia prima, ya sea flora o fauna, y a través de una cantidad de procesos, obtener un producto final, sin embargo, para llegar a dicho producto, es necesario invertir una gran cantidad de energía y recursos, además de que durante todo este proceso productivo se expulsan gran cantidad de emisiones, tanto al aire, agua y/o tierra.



Considerando que la atmosfera está compuesta naturalmente de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales ayudan a que el planeta mantenga su temperatura a tal grado que la vida sea posible dentro de él. Los GEI naturales en la superficie comprenden: al dióxido de carbono, el ozono, el vapor de agua o el óxido nitroso.” (López Alamá, 2021). A pesar de que estos gases son naturales, el equilibrio de sistema natural se ve perjudicado cuando las múltiples actividades de ser humano generan mayor cantidad de GEI de los que el planeta puede tolerar, provocando una desnivelación de la temperatura en la atmosfera, lo cual consecuentemente transformará al planeta en un lugar inhabitable.

Aguilera menciona que las industrias de alimentos producen aproximadamente un 27% de las emisiones antropogénicas mundiales de gases de efecto invernadero (Aguilera et al., 2020), en realidad este porcentaje llama la atención, considerando la gran variedad de actividades que el ser humano desarrolla.

A su vez resulta coherente, que la industria de alimentos provoque tal cantidad de emisiones, debido al consumo constante de los productos que genera esta industria, además, todos los procesos que se requieren para obtener las materias primas para la producción de alimentos, así como, la complejidad de su cadena de valor.

Según el Ministerio para la Transición Ecológica (2019) las emisiones de CO<sub>2</sub> se las puede clasificar como:

- Emisiones directas: contemplan a las emisiones que son controladas por la empresa, es decir, son las que se generan dentro del lugar donde se ejecuta la actividad.
- Emisiones indirectas: con emisiones generadas como consecuencia de la actividad de la organización, es decir, son controladas por otro ente, sin embargo, las provoca la organización en cuestión.

De este modo, debido a que las actividades desarrolladas por el ser humano, especialmente las industriales, han contribuido de manera significativa, desde mediados del siglo pasado (Ramírez-Cabral et al., 2020), gracias a los movimientos que velan por el ambiente se han propuesto y firmado múltiples acuerdos y tratados internacionales, los cuales promueven el concepto de un desarrollo sustentable.

Si bien es cierto, se espera que dichos acuerdos sean adoptados por todos los países, se tiene mayor interés en que sean firmados por los países industrializados. Uno de los acuerdos más relevantes, se llevó a cabo en el año 1997, en Kyoto, Japón, el cual se adoptó como un instrumento legal dirigido a países con mayor porcentaje de industrias. Se

lo denominó como Protocolo de Kioto, el cual establece un convenio de disminuir en un 5.2% de emisiones gaseosas nocivas que provocan incremento en el efecto invernadero emitidas a la atmosfera, durante el periodo del 2008 al 2012, en comparación con los niveles medidos de 1990 (Rodríguez S, 2007).

En este contexto, surge la herramienta de la huella de carbono, el cual actúa como un indicador ambiental, que permite cuantificar la cantidad total de emisiones de GEI generadas por una actividad o producto determinado a lo largo de las fases de su ciclo de vida, y es expresada en equivalentes de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>. (Alonso González et al., 2021; López Alamá, 2021; Sirotiuk & Viglizzo, 2013).

Es así como, Bautista Roa et al. (2015) establece que podemos distinguir entre dos tipos de cálculo de la huella de carbono:

- De una Organización: cuantificación del total de los gases de efecto invernadero ya sean directos o indirectos debido a las actividades de la organización.
- De un Producto: cuantificación de los GEI de un producto, desde la extracción de materias primas, hasta ser desechado, reutilizado o reciclado, es decir, durante todas las fases de su ciclo de vida.(Bautista Roa et al., 2015)

Adicionalmente, el Ministerio para la Transición Ecológica (2019), menciona que existen tres tipos de alcances relacionados con las emisiones de GEI, de tal manera que podamos enlazar los dos conceptos:

- Alcance 1: emisiones directas de GEI que son controladas por la organización en cuestión.
- Alcance 2: emisiones indirectas de GEI, no son controladas directamente por la organización, sin embargo, son provocadas por esta.
- Alcance 3: comprende otras emisiones indirectas, generadas por terceros, pero que son sirven para ejecutar la actividad de la organización en cuestión, por ejemplo, extracción de materias primas, emisiones de transporte, entre otros

En una primera aproximación, al cálculo de la huella de carbono, se establece su fórmula básica como:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato actividad} * \text{Factor emisión}$$

**Ecuación 1.1** Cálculo de la huella de carbono.

Donde, entendemos a:

*Dato actividad*: como un parámetro que define el grado o nivel de la actividad que genera las emisiones de gases de efecto invernadero.

*Factor emisión*: como parámetro que supone la cantidad de GEI que se emite por cada unidad del parámetro anterior (Bautista Roa et al., 2015; Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

Es importante destacar que, para realizar el cálculo de la huella de carbono, existen varias metodologías dependiendo del objeto de estudio, algunos de ellos son:

- Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol): ayuda a la gestión de emisiones de GEI.
- UNE-ISO 14064: que se divide en tres partes, las dos primeras partes dan pautas para la reducción de las emisiones de GEI y la tercera verifica los datos declarados por las organizaciones.
- UNE-ISO 14065: 2012: son los requisitos para organismos que validan y verifican los GEI.
- UNE-ISO 14069: 2013. Es una guía para la aplicación de la ISO 14064-1 y permite clasificar las emisiones en 23 categorías que luego permitirán clasificarlas dentro de los alcances de las emisiones de GEI.
- IPCC 2006 GHG Workbook: es una guía que sirve de orientación para calcular los GEI de cualquier fuente o sector.
- ISO / TS 14067:2013: norma con requisitos y directrices para cuantificar y comunicar la huella de carbono de un producto en base a la evaluación de su ciclo de vida. (Bautista Roa et al., 2015; López Alamá, 2021; Ministerio para la Transición Ecológica, 2019)

A partir de aquí, dependerá del caso en específico que se desea analizar, que en el presente se trabajará con ciertas directrices de la norma ISO 14067. Por consiguiente, la norma establece que se debe realizar el análisis de la huella de carbono en el ciclo de vida de un producto, las cuales se representan en etapas continuas, desde la extracción de los recursos naturales, hasta su disposición final (International Standardization Organization, 2014).

Una particularidad que presenta el análisis de la huella de carbono en el ciclo de vida (ACV), es el inventario ambiental, que busca cuantificar todos los flujos de ingresos y de salidas

ya sean estos de materiales o energía, para cada proceso unitario, es decir, se contemplan productos, subproducto, residuos y emisiones (Bongiovanni & Tuninetti, 2021).

En definitiva, el análisis de la huella de carbono en el ACV representa a una contabilidad ambiental, la cual carga a un producto, los efectos que su fabricación implica (Antón Vallejo, 2004).

Según la norma ISO 14067, existen cuatro fases para el análisis de ciclo de vida:

1. Definición del objetivo y alcance; se establece claramente la razón por la cual estudiamos el ACV de algún producto o proceso en específico.
2. Análisis de inventario de ciclo de vida (ICV); a través de un estudio por procesos, se realiza levantamiento de datos para cuantificar las entradas y salida de energía del sistema en cuestión.
3. Evaluación del impacto del ciclo de vida; aquí se evalúan y se clasifican según las correspondientes categorías ambientales todos los datos anteriormente recopilados.
4. Interpretación del ciclo de vida; aquí se compila toda la información recolectada y generada en las etapas anteriores, de tal manera que se permita determinar que fase y/o aspecto del ciclo de vida del producto impacta en mayor medida al ambiente.(Alonso González et al., 2021; Sánchez-Trujillo & Resendíz Vega, 2020)

Por tanto, a través de todo el análisis de la huella de carbono en el ACV de un producto podemos cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero para cualquier proceso o producto a elegir, se puede ir tan atrás o tan adelante en el ciclo de vida del producto, como se determine necesario.

### **1.4.3 Industrias de alimentos**

La industria de alimentoses es una de las más importantes a nivel global, debido a que afecta directamente en la vida y salud de las personas, no obstante, en los últimos años el impacto ha incrementado, “paradójicamente, para mantener la vida se está haciendo insostenible vivir en este planeta.” (Arango R, 1999).

Según Arango (1999), en estudios realizados de los impactos ambientales de las diferentes actividades para la generación de alimentos, se mostró la extracción agresiva de materias primas impacta negativamente en el ambiente, pero además, la tecnología utilizada para su extracción y procesamiento es la variable más contribuye al deterioro ambiental.

Entre los aspectos que más contribuye al impacto ambiental están: consumo de combustibles fósiles y agua, y; generación de desechos de empaques y residuos. Asimismo, las etapas producción, empaque y distribución son las que más emiten emisiones debido al consumo eléctrico, que las etapa de extracción de materias primas (Riveros Serrato, 2012).

Es por ello, que, para la mayoría de las industrias alimenticias, se debe prestar más atención a las etapas del ciclo de vida posteriores a la extracción de materias primas que presenta mayores desafíos para el medio ambiente.

- Contexto empresarial

La empresa ABC es un emprendimiento que se inició en el año 2008, cuenta con un fundador, dos operarios de planta y una persona que se encarga de ventas y marketing. A pesar de ser pequeña, cuenta con varias marcas registradas. Tienen un estilo bastante moderno y llamativo, su público objetivo son las familias y jóvenes adultos.

La organización ofrece helados de mora, guanábana, chocolate, vainilla, y naranjilla, siendo el helado de mora el más aclamado. Esto se lo reconoce por la demanda que tiene en sus dos puntos de venta, 50% y 40%, para la República del Salvador y Carcelén Industrial, respectivamente. Las materias primas para el desarrollo del producto son nacionales, no contienen preservantes. Para el helado de mora no lácteo se utiliza: mora, azúcar agua y edulcorantes. Su costo es de \$5 al por mayor y al cliente final de \$6, su envase es de papel, debido que intentan implementar un compromiso con el medio ambiente.

## **2 METODOLOGÍA**

### **2.1 Enfoque de la investigación**

La investigación se realizó bajo un enfoque mixto, presenta características cualitativas y cuantitativas. El enfoque cualitativo busca obtener información de sujetos, variables, contextos o situaciones, desde una postura reflexiva, para comprender significados, o razones del comportamiento del objeto de estudio (Hernández Sampieri et al., 2004). Por otro lado, el enfoque cuantitativo, recopila datos a través de una medición numérica, con el fin de establecer patrones de comportamiento del objeto en análisis (Hernández Sampieri et al., 2004).

## **2.2 Tipo de investigación**

El presente está se desarrolla bajo una investigación descriptiva. Dichos estudios buscan especificar propiedades, características y perfiles importantes de la empresa en cuestión, para describir lo que se investiga (Hernández Sampieri et al., 2004).

La investigación se llevó a cabo bajo la metodología de caso de estudio. Dicha metodología tiene como objetivo estudiar a profundidad una unidad de análisis, seleccionada de un universo (Bernal, 2010). El estudio de caso corresponde a un análisis empírico de un fenómeno en su contexto de vida real (Yin, 1986). Dicho fenómeno o caso puede ser una persona, empresa, grupo, entre otros, el cual se comprende como un sistema integrado con características propias (Bernal, 2010).

El presente trabajo, describe el estudio de caso del emprendimiento heladería ABC, ubicada en el cantón Quito, provincia de Pichincha.

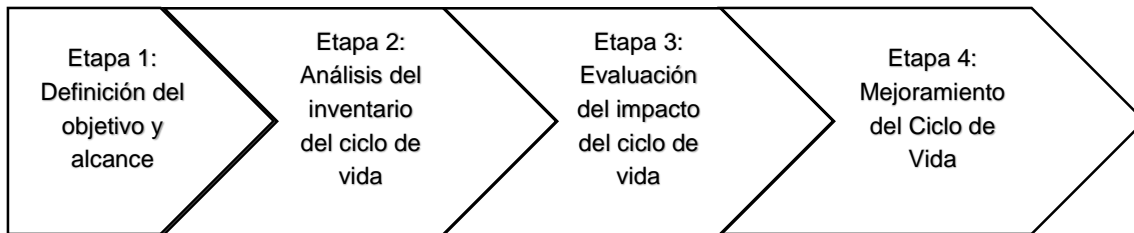
## **2.3 Diseño de la investigación**

Bajo el esquema en que se desarrolló el componente, el tipo de investigación es no experimental, debido a que en el presente trabajo no construye ninguna situación en particular, sino que, el investigador actúa como ente observador de situaciones ya existentes, y no tiene control directo, ni puede manipular el entorno en el cual se desarrolla el estudio (Hernández Sampieri et al., 2004). La investigación no experimental es empírica y sistemática, donde se infiere sobre las relaciones entre las variables independientes que se desarrollan en su contexto natural, sin intervenir en su dinámica (Hernández Sampieri et al., 2004).

Asimismo, se sigue un diseño de investigación transeccional o transversal, debido a que la recopilación de datos se da en un tiempo único, es decir, se describe las interacciones de las variables en un solo momento, análogo a capturar una fotografía del estado actual (Hernández Sampieri et al., 2004).

## **2.4 Esquema metodológico**

La investigación se realizó tomando como referencia, ciertas pautas de la norma ISO 14067, a partir de la cual se ha diseñado una estructura que guiará el presente trabajo; a continuación, se detalla el esquema:



**Figura 2.1** Etapas del esquema metodológico (Ihobe S.A, 2009; International Standarization Organization, 2014).

En la etapa 1 se definió el objetivo que se pretende realizar en este estudio. Se definieron los siguientes aspectos: la unidad funcional, los límites del sistema, los flujos involucrados y el intervalo de tiempo en el que se realizó el estudio (Ihobe S.A, 2009; International Standarization Organization, 2014).

En la etapa 2 se identificó y detalló el ciclo de vida y los flujos que intervienen todos los procesos de fabricación del helado. Se recopiló los factores de emisión pertinentes relacionados con los alcances del estudio. (Ihobe S.A, 2009; International Standarization Organization, 2014).

Luego, en la etapa 3 se calculó las emisiones por cada alcance, de tal manera que se pueda evaluar el porcentaje de que aporta a la huella de carbono. Además que se realizó un estudio parcial del aporte de cada proceso (Ihobe S.A, 2009; International Standarization Organization, 2014).

En la etapa 4 se expusieron propuestas de mejora, orientadas a la disminución del impacto ambiental del proceso en cuestión (Ihobe S.A, 2009; International Standarization Organization, 2014).

## **2.5 Fuentes de información**

La fuente principal de obtención de información para el estudio de caso fueron los socios y colaboradores de la empresa ABC, a través de las visitas, mensajes y comunicaciones en general, que se mantuvo con la organización (Bernal, 2010).

Además, se usaron fuentes secundarias tales como libros, revistas, artículos, tesis, entre otros, con el fin de desarrollar mayor experticia en las distintas actividades, y herramientas a desarrollar (Hernández Sampieri et al., 2004). Esta información se las recopiló en las diferentes bases de datos bibliográficas considerando los temas de mayor relevancia para el estudio, tales como levantamiento de procesos, la funcionalidad de la herramienta huella de carbono en industrias, análisis bibliográfico de la norma ISO 14067, entre otros.

Asimismo, se utilizó la técnica de acoplamiento bibliográfico, para facilitar la búsqueda de referencias con contenido similar, esta técnica facilitó la estructura de investigación, direccionando la búsqueda a un mismo enfoque.

## **2.6 Caracterización de la organización**

### **2.6.1 Recolección de la información**

Para la recolección de la información se utilizaron los siguientes instrumentos: guía de entrevista, guía de observación y un formato para el levantamiento de procesos.

La guía de entrevista (ver anexo I), comprende:

- Giro del negocio: recopila información general, direccionados a la planificación estratégica.
- Características del proceso: recopila información sobre la gestión por procesos, y cuál es su flujo de procesos.
- Características del producto: recopila datos sobre insumos para la producción de helados.
- Equipos: esta sección pretende conocer información básica sobre los equipos y maquinaria utilizados.

La guía de observación está estructurada de tal manera que nos ayude a obtener información, acerca de su distribución de planta, control de procesos, distribución de responsabilidad, posesión de recursos y adicionalmente se agregaron parámetros importantes que ayude al analista para recopilar información acertada y completa sobre los procesos. Ver formato en anexo II.

El formato de levantamiento de procesos está estructurado de tal manera que permita una descripción clara de los procesos, considerando la secuencia de las actividades, el material y la cantidad que entra y sale de cada actividad, el área donde se desarrolla la actividad, la maquinaria; su capacidad y el tiempo de procesamiento, la frecuencia con la que se realiza dicha actividad y finalmente un espacio para observaciones adicionales. Ver formato en anexo III.

### **2.6.2 Definición del objetivo y alcance**

El cálculo de la huella de carbono para la elaboración del helado de mora no lácteo en la empresa ABC, tiene el objetivo de generar conciencia y aplicar practicas amigables con el



medio ambiente, para reducir su impacto ambiental, de tal manera que la empresa sea sostenible en el tiempo, además de que estas prácticas resultan atractivas para mercados internacionales y esto le permita expandirse.

El alcance del análisis del ciclo de vida se realizó “de la puerta a la puerta” (gate to gate), comprende los procesos internos de la realización del producto, desde la recepción de materias primas, hasta su empaque y almacenamiento. Adicionalmente, se agregó al alcance de estudio la fase de distribución con el propósito de otorgar mayor claridad en la comprensión del impacto ambiental inherente al proceso en cuestión.

La unidad funcional para el estudio fue un litro de helado de mora no lácteo, para el cual se consideran los flujos de energía que consume cada uno de los equipos o maquinarias utilizadas. El límite temporal fue de 1 semana, debido a la accesibilidad en cuanto a la información para el correcto cálculo de la huella de carbono, se van a tratar dos alcances:

Alcance 1: Las emisiones de los vehículos de distribución desde la fábrica al cliente minorista.

Alcance 2: Consumo de electricidad por el uso de la maquinaria y equipos en todo el proceso productivo, desde la recepción de materias primas, hasta el empaque y almacenamiento.

### **2.6.3 Análisis del inventario del ciclo de vida**

La recopilación de la información acerca de los procesos y del ciclo de vida se realizó bajo previo consentimiento del gerente de la empresa ABC.

En esta etapa se recopiló información detallada sobre el ciclo de vida del producto y los procesos unitarios para su elaboración. Como datos generales, se identificó el departamento, proceso y funcionario que desarrolla este proceso. A continuación, se describió las actividades que se realizan en su correspondiente secuencia, detallando para cada una de ellas el material que entra, que sale y sus cantidades. Asimismo, identificó el área; la máquina y su capacidad, en caso de que aplique; el tiempo que conlleva realizar la actividad, así como la frecuencia con la que se la realiza.

## **2.7 Análisis de la huella de carbono**

La etapa de evaluación transforma los datos primarios que, se obtuvieron en el levantamiento de procesos, en información útil para analizar la huella de carbono.

- Cálculo de Huella de carbono del alcance 1

Para el alcance 1 se calculó la huella de carbono causada debido al consumo de diésel en la distribución del producto final. Primero se utilizó la herramienta de Google Maps, para conocer el número de kilómetros entre la fábrica de helados y los dos puntos de venta a donde se direcciona el producto final. Ver anexo VI las distancias entre los puntos mencionados.

La huella de carbono generada por el diésel se la cuantifica a través del análisis del poder calorífico del combustible, para el caso del diésel se obtuvo la información mostrada en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1** Datos del diésel.

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Fuente</b>
<b>Poder calorífico</b>	$\frac{40.8TJ}{1000ton}$	(Operador Nacional de Electricidad CENACE, 2021)
<b>Densidad</b>	$\frac{833kg}{m^3}$	(Heredia, 2017)

Con los datos recopilados del camión repartidor, ver anexo VII, los valores de la tabla 2.1 y el kilometraje recorrido, se calcula con la ecuación 2.2 el poder calorífico de todo el camión generado por la entrega a los dos puntos de venta. Sin embargo, el helado de mora no lácteo no ocupa la capacidad total del camión, sino un porcentaje dentro del camión. Por tanto, el poder calorífico total se multiplica para la fracción de la capacidad que ocupa el helado en el camión.

$$Poder\ calorífico\ (X) = X * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{833kg}{m^3} * \frac{1ton}{1000kg} * \frac{40.8TJ}{1000ton}$$

**Ecuación 2.2.** Cálculo del poder calorífico.

Seguidamente, se evaluó el cálculo de consumo para la unidad funcional establecida previamente, es decir, el poder calorífico del camión se dividió para el total de litros de helado de mora no lácteo, que se distribuyen, considerando el porcentaje que se usó del camión para el helado de mora.

Al terminar el proceso de cuantificación, se multiplico el poder calorífico emitido en el viaje, por el factor de emisión correspondiente, siguiendo la ecuación 1.1.

- Cálculo de huella de carbono del alcance 2

Se realizó un análisis detallado de cada uno de los procesos, para comprender que datos se recopilaron y poder generar información acertada luego de procesarlos. Luego se identificó que insumos se utilizaban en cada uno de los procesos, es decir, saber si el proceso tenía equipos electrónicos o tenía equipos analógicos, cuál es su capacidad y su tiempo de procesamiento. Ver anexo VIII.

Tomando en cuenta las maquinas o equipos que consumen energía, se recopilan los datos de potencias para cada uno de ellos. Ver en anexo IX las fichas técnicas de cada equipo.

Dentro de este contexto, primero se identificó la potencia a la que trabaja el equipo. En el caso de no encontrar directamente las potencias en los equipos, esta fue calculada a partir de datos que poseían las etiquetas, de tal modo que:

1. Si la potencia estuvo en caballos de vapor (CV) se aplicó la ecuación 2.3, y;

$$Potencia (MW) = Potencia (CV) * 0.0007355 \left(\frac{MW}{CV}\right)$$

**Ecuación 2.3.** Equivalencia de CV a MW

2. Cuando se tuvo datos de voltios y amperios se aplicó la ecuación 2.4;

$$Potencia (MW) = \frac{Amperios (A) * Voltios(Vcc)}{1000000 (W)} * 1 (MW)$$

**Ecuación 2.4.** Cálculo de potencia a partir de amperios y voltios

Posteriormente, se realizó un análisis de flujo de masa del proceso, con el fin de conocer las proporciones de cada ingrediente. Para obtener dicha información se consideró:

$$M_T = M_1 + M_2 + \dots + M_n$$

**Ecuación 2.5.** Equivalencia masa total.

Donde;

$M_T$ = masa total

$M_1$ = cantidad de masa del insumo 1

$M_2$ = cantidad de masa del insumo 1

$M_n$ = cantidad de masa del insumo 1 con  $n \in \mathbb{N}$

La proporción de cada elemento se obtiene aplicando:

$$\%M_n = \frac{M_n}{M_T} \quad \text{con } n \in \mathbb{N}$$

**Ecuación 2.6.** Porcentaje de masa por ingrediente.

Con la cuantificación de las entradas y salidas de cada proceso, se simplificó el cálculo de los flujos másicos en el periodo de tiempo establecido. Se tomó el primer dato de entrada al primer proceso y se determinó las siguientes cantidades para toda la producción del helado, aplicando una variante de la ecuación 2.6, donde se despejó  $M_n$ .

Una vez consolidada la información, se verificó que todos valores estén bajo las mismas unidades, es decir, en horas, libras y MW. En caso de ser diferentes a estas unidades se aplicaron las siguientes equivalencias:

Para la variable tiempo:

$$Tu = T * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

**Ecuación 2.7.** Equivalencia de minutos a horas.

Donde;

Tu: tiempo de utilización de la máquina (horas)

T: tiempo de utilización de la máquina (minutos)

Para la variable masa:

$$x = x_o * 2.20462 \frac{lb}{kg}$$

**Ecuación 2.8.** Equivalencia de kilogramos a libras.

Donde;

x: cantidad de materia (libras)

$x_o$ : cantidad de materia (kilogramos)

Para los casos en que los datos venían en volúmenes se aplicó la ecuación 2.9, la cual establece la relación entre la masa y el volumen. Se despejó la unidad de medida necesaria. Ver densidades en el anexo X.

$$Densidad = \frac{Masa}{Volumen}$$

**Ecuación 2.9.** Densidad.

Una vez estandarizadas las unidades de medida para todos los procesos; el siguiente paso fue evaluar el período requerido para el tratamiento de cada una de las cantidades de masa que ingresan al sistema de procesamiento, para ello se aplicó la ecuación 2.10:

$$Tp(x) = \frac{x * Tu}{Cm}$$

**Ecuación 2.10.** Cálculo del tiempo de procesamiento para x cantidad de materia.

Donde;

x: cantidad de materia prima (libras)

Tp(x): tiempo de procesamiento de x libras (horas)

Tu: tiempo de utilización de la máquina (horas)

Cm: capacidad de la máquina (libras)

Acto seguido, se precisa la cantidad de energía consumida por cada proceso, tomando en cuenta la potencia de la máquina o equipo y la cantidad de materia trabajada, siguiendo la ecuación 2.11:

$$Ce = P * Tp(x)$$

**Ecuación 2.11.** Cálculo del consumo eléctrico.

Donde;

Ce: consumo energético (MWh)

P: potencia del equipo o maquinaria (MW)

Tp(x): tiempo de procesamiento de x libras (horas)

Tras completar estos cálculos, es necesario obtener la equivalencia en términos de nuestra unidad funcional, un litro de helado de mora no lácteo, por tanto, cada uno de nuestros resultados de consumo lo dividimos para el total de litros de helado producido, como se detalla en la ecuación 2.12.

$$C_{e_{uf}} = \frac{C_e}{H_T}$$

**Ecuación 2.12.** Cálculo del consumo energético por unidad funcional.

Donde;

C<sub>e</sub>: consumo energético (MWh)

H<sub>T</sub>: total de helado producido (litros)

C<sub>e<sub>uf</sub></sub>: consumo energético por unidad funcional

Una vez obtenida toda la información necesaria para la huella de carbono por su unidad funcional, se utilizó la ecuación 1.1, para obtener la huella de carbono por proceso.

Para terminar con esta etapa, se sumaron todos los valores calculados de emisiones, para saber la proporción de impacto que cada uno de los procesos y etapas del ciclo de vida revisados, aportan a la huella de carbono total del helado de mora no lácteo.

### **3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1 Resultados**

##### **3.1.1 Resultados de la caracterización de la organización**

- Recolección de la información

Todos los recursos de recopilación de información fueron aplicados a personal autorizado durante las visitas a la empresa.

Para la realización del helado se utilizan varias máquinas, tales como: 1 despulpadora, 2 licuadoras, 3 heladoras, 1 balanza analógica, 1 balanza eléctrica y 8 congeladores. Se pueden ver las especificaciones técnicas en el anexo IX. También se observaron insumos tales como recipientes de almacenamiento y recipientes de traslado. Ver anexo XI. Se identificó que no usan programas informáticos para el control de la producción, más bien tienen una pizarra que sirve de guía para saber los pedidos semanales.

- Resultados de la definición de alcance y objetivos

Con el objetivo y los alcances de estudio obtenemos la figura 3.2, donde se muestra claramente las entradas y salidas que están relacionados con el alcance 1 y 2, además de establecer espacialmente las etapas del ciclo de vida en donde se realizó el estudio.



**Figura 3.2.** Ciclo de vida con los límites de estudio.

### 3.1.2 Resultados del análisis del inventario del ciclo de vida

A continuación, se presenta la descripción del ciclo de vida para el helado de mora no lácteo:

- Extracción de materias primas

Se obtienen todas las materias primas necesarias para la elaboración del helado, tales como: mora; azúcar, que se deriva de la caña de azúcar, y edulcorantes. Los proveedores de dichos insumos son nacionales, por lo que existen tiempos de entrega cortos.

- Transporte de materias primas

Las materias primas son trasladadas, desde el punto de distribución, hacia la empresa. La mora específicamente se transporta en un camión que mantenga la temperatura a máximo 10 °C, de tal manera que supere el estricto control de calidad que la organización ejecuta.

- Producción del helado de mora no lácteo

Comprende a todos los procesos de la organización, desde la recepción de materias primas, hasta el proceso de helado o congelamiento.

- Distribución

En esta etapa, el helado envasado se traslada a sus puntos de venta, en un camión pequeño de tipo frigorífico que conserva las propiedades y características del helado. La distribución se realiza por las rutas más efectivas, con el fin de disminuir tiempos y consumo de combustibles.

- Comercio

El helado se encuentra en las tiendas minoristas, donde se exhibe al producto, y el cliente tiene su primer acercamiento con el helado.

- Uso/Consumo

Considera el periodo en el que el cliente disfruta de su helado. Los aspectos que son importantes en esta etapa son:

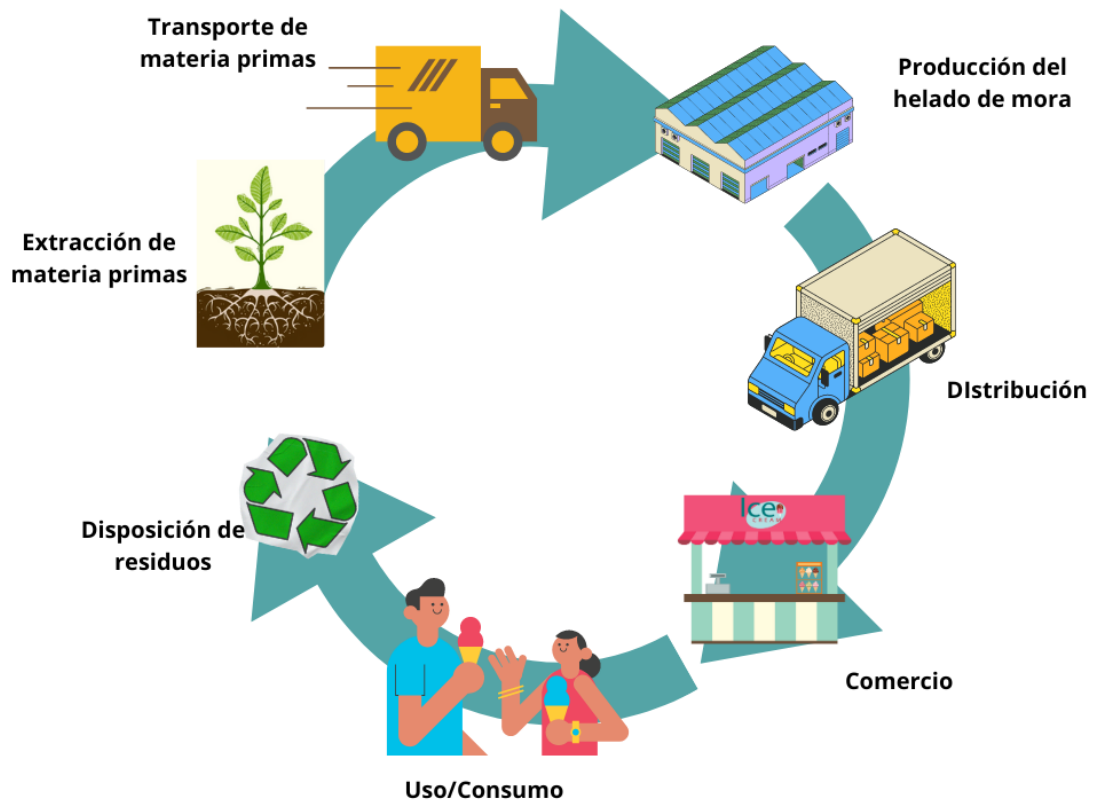
- El lugar donde consume; casa, establecimiento, vía pública.
- Porcentaje de producto consumido; si el helado se termina totalmente, o existe un sobrante que tenga que ser refrigerado.
- Insumos adicionales; esto engloba a los artículos extras que se utilizan para consumir el producto, pueden ser servilletas, platos, vasos, cucharas, fundas, paletas de madera, conos, y gran variedad de productos de confitería que pueden acompañar a los helados.

- Disposición de residuos

Los residuos que el producto genera son: el envase de papel, el que tiene la posibilidad de reciclarse; los restos del helado en caso del consumo parcial, el cual va a las alcantarillas o directamente a al suelo; y las envolturas y restos de los insumos que acompañan al helado, tales como servilletas, artículos plásticos, entre otros, que tienen la posibilidad de ser reciclados.

El ciclo de vida lo podemos ver en la figura 3.3:



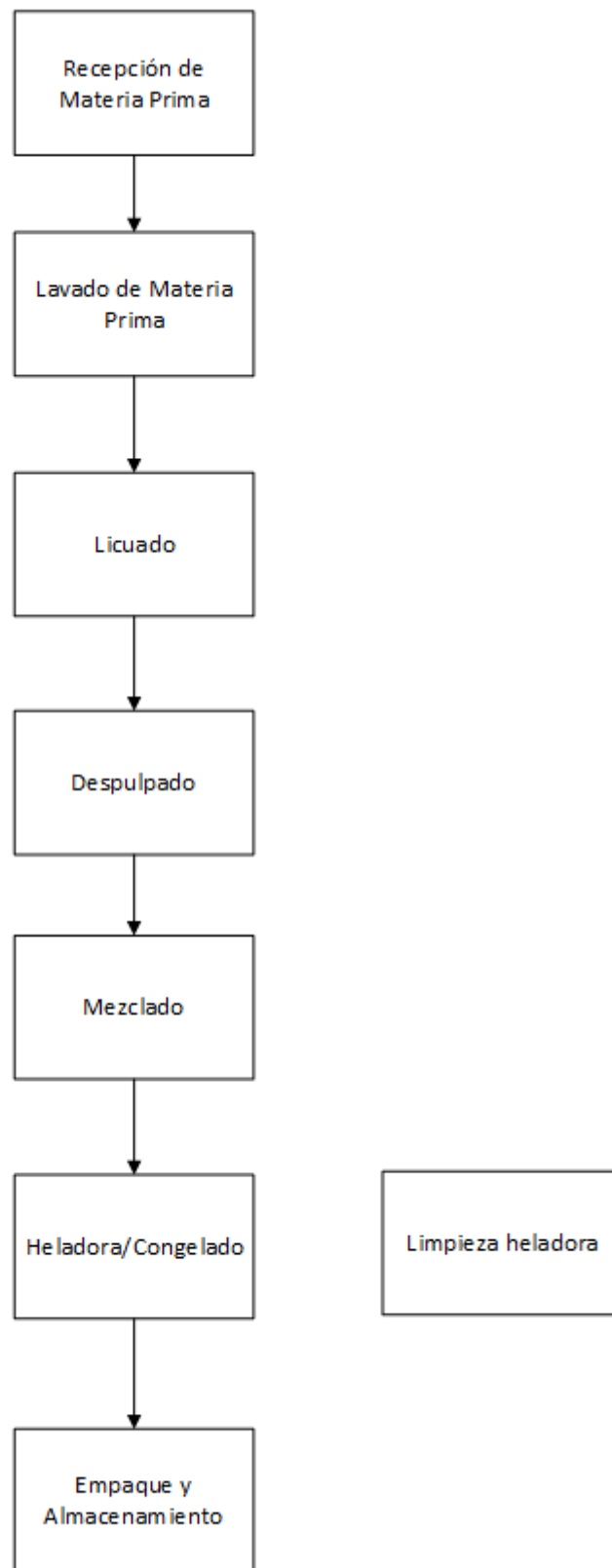


**Figura 3.3.** Ciclo de vida del helado de mora no lácteo.

Una vez que se contextualizó el ciclo de vida del helado de mora no lácteo, se amplía la información sobre su proceso productivo. El emprendimiento ABC no contaba con un manual de procesos, por lo tanto, el levantamiento de los procesos se gestionó desde cero, a partir del testimonio emitido en las entrevistas de los encargados del proceso.

A través del levantamiento de procesos se recopiló datos importantes para comprender el proceso, las entradas y las salidas de este, (ver anexo V).

En la figura 3.4 se presenta el diagrama de proceso generado a partir del levantamiento del proceso.



**Figura 3.4.** Diagrama de procesos de la empresa ABC (elaboración propia).

- Recepción de materias primas

*Entradas:* Mora, azúcar, edulcorantes.

*Salidas:* materias primas bajo estándares de calidad de la empresa.

Este proceso inició con el acceso de los proveedores a la zona de recepción. Luego, para el caso del azúcar y edulcorantes, se verificó la fecha de caducidad, y que la cantidad recibida sea igual a la requerida. La mora se colocó en baldes, denominados recipientes de almacenaje, con capacidad de 70 libras, la fruta fue pesada para corroborar que coincida con la cantidad acordada, luego, se realizó un control de calidad en cuanto a la temperatura, la cual no debe superar a los 10 °C, este control se realizó en cada uno de los recipientes de fruta. La madurez de la fruta, a través de su aspecto y color, debe estar ligeramente suave y una tonalidad clara, con grado de madurez 3, la escala de madurez podemos encontrar en el anexo IV. Este control se ejecutó, debido al papel fundamental de la fruta en el sabor, consistencia y calidad del producto final.

- Lavado de materias primas

*Entradas:* Mora con estándares de calidad.

*Salidas:* Mora con estándares de calidad limpia.

Tras superar los controles de calidad, se traslada la fruta a los recipientes de lavado, con capacidad de 45 litros, que se llenan de agua hasta cubrir la fruta, para luego adicionar un desinfectante para alimentos, con una concentración de 1 mililitro de desinfectante por cada 10 litros, reposando esta mezcla 3 horas. A continuación, se desecha el agua con desinfectante, para volver a llenar el recipiente con agua y enjuagar la fruta, la cual se queda en agua el tiempo que tarde en llenarse el recipiente, sabiendo que el caudal del grifo es de 10 litros por minuto.

- Licuado

*Entradas:* Mora desinfectada

*Salidas:* Mora triturada.

Al terminar de lavar la fruta se coloca nuevamente en los recipientes de almacenaje de 70 libras de capacidad para luego dosificar la cantidad en las dos licuadoras de 66 libras de capacidad disponibles, en la que se dejará procesar la fruta por 3 minutos, para después colocarla nuevamente recipientes de almacenaje; donde se dejará reposar la fruta por 30 minutos.

- Despulpado

*Entradas:* Mora triturada.

*Salidas:* Jugo de mora, pulpa, pepa y bagazo.

La fruta reposada pasa al despulpador, con capacidad de 500 kilogramos por hora, el cual se encarga de separar la fruta en dos vertientes; una de ellas expulsa la pepa y el bagazo y la otra el jugo y la pulpa de mora. Una vez terminado el proceso, se recolecta el jugo y la pulpa de mora en los recipientes de almacenaje y se los deja reposar por 30 minutos antes de su pasa a su siguiente proceso. Por otro lado, si la fruta no se usa el mismo día, se almacena el recipiente cerrado en el congelador hasta por 14 días para conservar las propiedades de la fruta.

- Mezclado

*Entradas:* Jugo y pulpa de mora, azúcar, agua, y edulcorantes

*Salidas:* Mezcla para helado de mora.

El jugo y pulpa de mora son pesadas, al igual que el agua, azúcar y edulcorantes, luego los ingredientes se agregan gradualmente en la licuadora, hasta obtener una mezcla espesa, la cual se reserva en recipientes de plástico. El tiempo de proceso es de 5 minutos por cada 66 libras, la cual corresponde a la capacidad de la licuadora.

Para este proceso, es importante mencionar que el agua procede de un purificador ultravioleta de caudal de 10 litros por minuto, el cual proviene directamente de la llave del grifo, además de que se utiliza una balanza de 10 libras de capacidad, la cual se utiliza para pesar porciones pequeñas tales como los edulcorantes.

- Heladora/Congelado

*Entradas:* Mezcla para helado de mora.

*Salidas:* Helado de mora no lácteo.

La mezcla para helado se vierte en la heladora, de 50 libras de capacidad, la cual enfría la mezcla mientras la agita. Dicha agitación ayuda a que la mezcla se vuelva cremosa y que no se genere cristales de hielo grandes. Además de que agrega aire a la mezcla a través del proceso de raspado para atribuirle su textura característica. Este proceso se ejecuta durante 30 minutos. En este proceso se genera un desperdicio de 0.5 litro de helado, que se adhiere en las paredes y el aspa de la heladora.

- Empaque y almacenamiento

*Entradas:* Helado de mora no lácteo.

*Salidas:* Helado de mora no lácteo listo para la distribución.

Cuando el helado está listo, se empaqueta el producto en los envases de papel, se los tapa y se los lleva a los congeladores, de capacidad de 160 L, donde permanecen congelados hasta por dos días.

- Limpieza heladora

*Entradas:* helado de mora, agua.

*Salidas:* helado de mora con menor concentración.

Una vez terminado el empaquetado de todo el helado que genere la máquina, se adiciona agua y se enciende nuevamente la máquina por 6 minutos. De este proceso se obtiene helado de mora con menor concentración, lo cual, se almacena para que posteriormente reutilizar dicha mezcla. Aunque este proceso no influye directamente en la realización del helado, es importante describirlo porque sus salidas son importantes, para los posteriores lotes de helado que se produzcan.

Bajo este contexto, se recopiló los factores de emisión para los elementos definidos en el alcance del cálculo de la huella de carbono, es decir, para el consumo eléctrico y para el consumo de diésel.

**Tabla 3.2.** Factores de emisión (elaboración propia)

<b>Tipo</b>	<b>Fuente de emisión</b>	<b>Factor de emisión (FE)</b>	<b>Unidad FE</b>	<b>Fuente FE</b>
<b>Consumo eléctrico</b>	Energía eléctrica	0,1477	ton CO2/MWh	(Operador Nacional de Electricidad CENACE, 2021)
<b>Distribución de producto</b>	Diésel	72600	kg CO2/ TJ	(Operador Nacional de Electricidad CENACE, 2021)

### 3.1.3 Resultados del análisis de la huella de carbono

Los resultados numéricos del consumo eléctrico y la huella de carbono se presentan con siete decimales, debido a que se trabaja con número muy pequeños.

- Resultados del cálculo de la huella de carbono del alcance 1.

Con los datos proporcionados de por Google Maps, se realizó un promedio de kilómetros entre las rutas posibles, para obtener la distancia aproximada entre los puntos, además con la tabla 2.1 y aplicada la ecuación 2.2, se obtiene la energía liberada del diésel en el transporte de cada litro de helado de mora, expresados en TJ como se muestra en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3.** Resultados del poder calorífico utilizado en el transporte de un litro de helado.

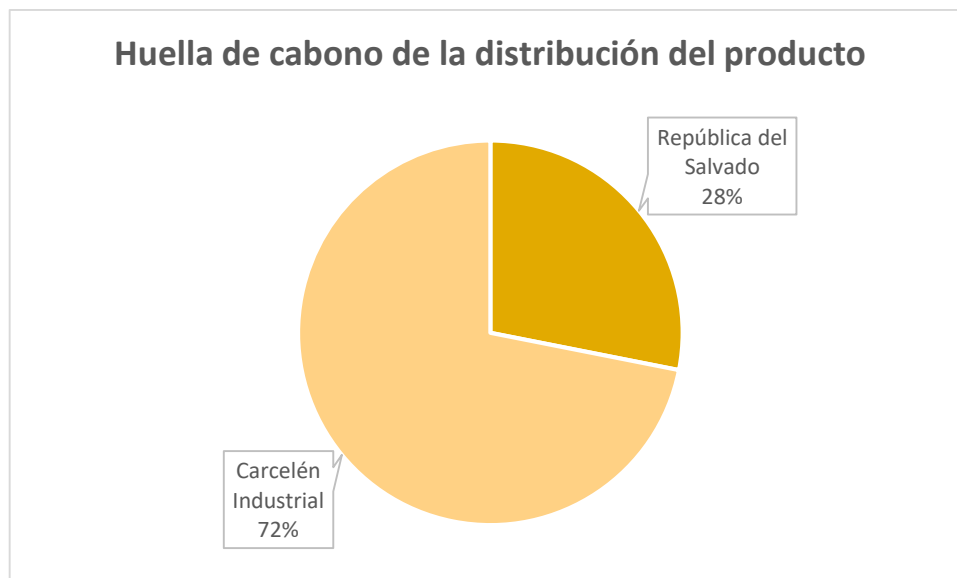
Destino	Distancia (km)	Poder Calorífico por toda la carga (TJ)	Poder Calorífico por % de uso de helado de mora (TJ)	Poder calorífico por un litro de helado (TJ)
República del Salvador	3,06	0,000103998	0,0000520	0,00000002
Carcelén Industrial	12,23	0,000415654	0,0001663	0,00000006

Con este dato es posible calcular la huella de carbono por el transporte del helado de mora no lácteo, como se muestra en la tabla 3.4.

**Tabla 3.4.** Resultados del cálculo de la huella de carbono de distribución.

Destino	Fuente de emisión	Consumo	Emisión de CO <sub>2</sub>	Unidades
República del Salvador	Diésel	0,000000022	0,001572976	kg CO <sub>2</sub>
Carcelén Industrial	Diésel	0,000000055	0,004023528	kg CO <sub>2</sub>
Total de emisiones de CO <sub>2</sub>			0,005596503	kg CO <sub>2</sub>

La contribución por el consumo del diésel es mayor para el destino Carcelén Industrial, aportando alrededor del 72% de la huella de carbono por emisión de distribución del producto, ver figura 3.5.



**Figura 3.5.** Porcentaje de huella de carbono por destino.

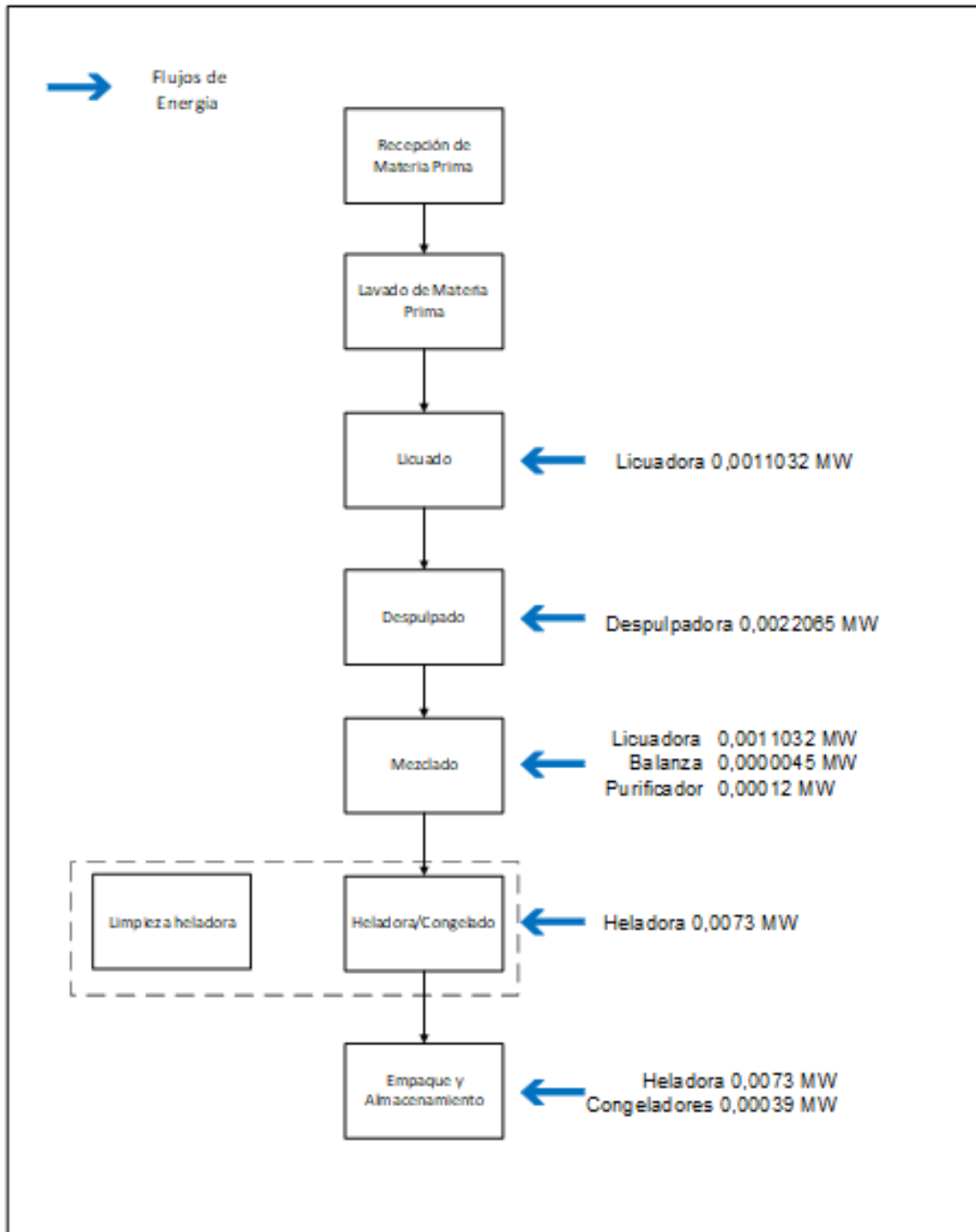
- Resultados del cálculo de la huella de carbono del alcance 2.

Con los datos proporcionados y aplicando las ecuaciones 2.3 y 2.4, se determinó la potencia en MW, que requiere cada máquina como se presenta en la tabla 3.5, donde se detalla por maquinaria y proceso involucrado.

**Tabla 3.5.** Resultados de las pruebas realizadas

Proceso	Maquinaria/Equipo	Potencia (MW)
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-
	Balanza analógica	-
Lavado de Materias Primas	-	-
Licuada de fruta	Licadora	0,0011032
Despulpar Fruta	Despulpadora	0,0022065
Mezcla de ingredientes	Licadora	0,0011032
	Purificador de agua	0,0001200
	Balanza	0,0000045
Heladora/Congelado	Heladora	0,0073000
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,0073000
	Congelador	0,0003900
Limpieza de heladora	Heladora	0,0073000

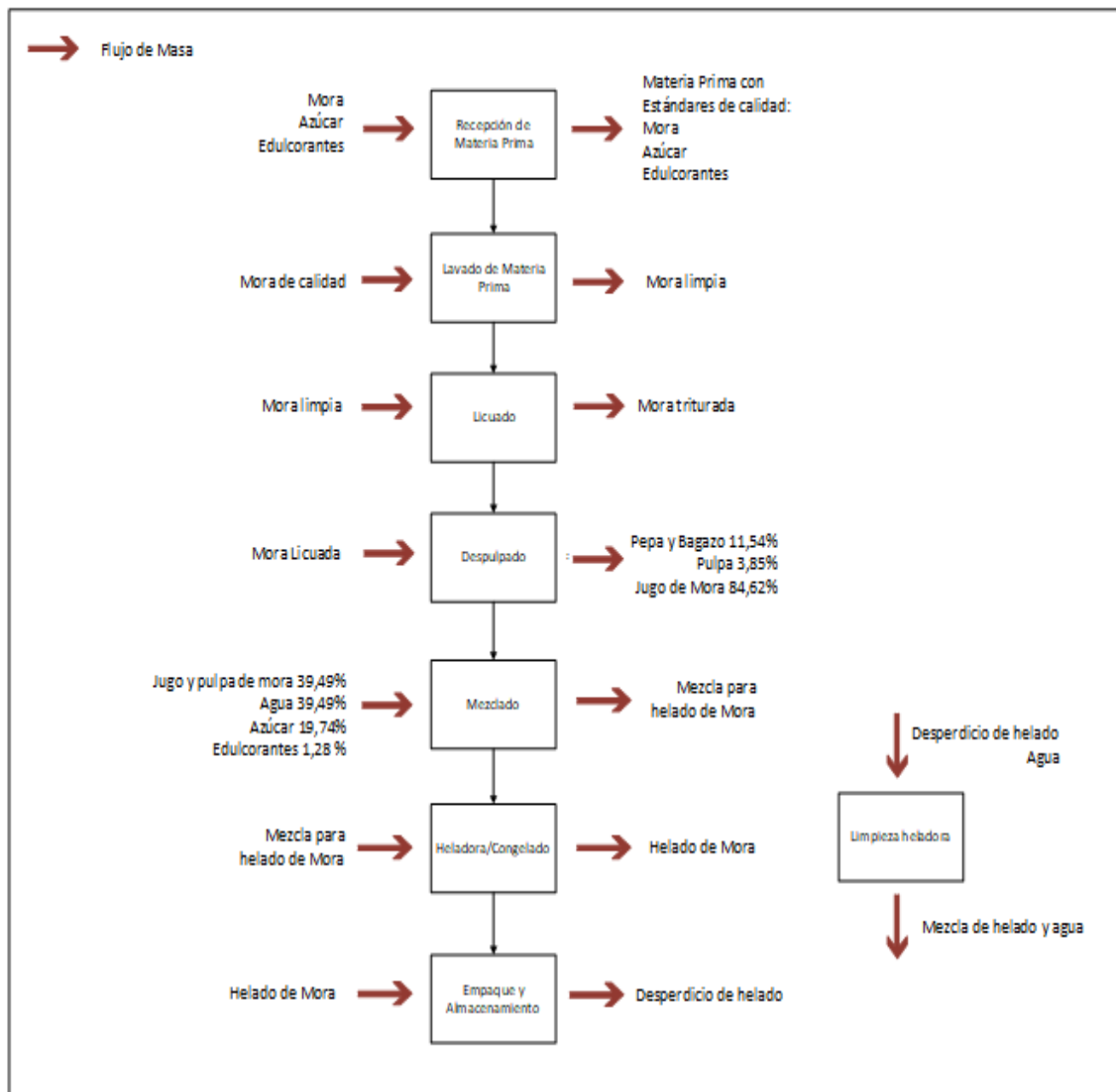
Adicionalmente se agregó al diagrama de procesos la maquinaria necesaria y las potencias correspondientes como se muestra en la figura 3.6.



**Figura 3.6.** Diagrama de procesos con flujos de energía.

Por otro lado, tras el análisis del flujo de masas para cada proceso, para mejor entendimiento se incluye en el diagrama de procesos, los flujos de masa. Ver figura 3.7.





**Figura 3.7.** Diagrama de procesos con flujos de masa.

A partir del análisis proporcional que entra y sale en cada proceso, se presenta en la tabla 3.6, los flujos de masa de cada insumo para las 600 libras de mora que ingresan por semana.

**Tabla 3.6.** Resultados de los flujos de masa por proceso.

Proceso	Insumo	Entrada (lb)	Salida (lb)
Recepción de Materias Primas	Mora	600	600
Lavado de Materias Primas	Mora	600	600
Liculado	Mora	600	600
Despulpado	Mora	600	

	Pulpa		507,69
	Jugo de mora		23,077
	Pepa y bagazo		69,23
Mezclado	Pulpa y jugo de mora	530,77	
	Agua	530,77	
	Azúcar	265,38	
	Edulcorantes	17,25	
	Mezcla		1344,17
Heladora/Congelado	Mezcla	1344,17	
	Helado		1343,67
Empaque y Almacenamiento	Helado	1343,67	
	Helado envasado		1343,67
Limpieza de heladora	Agua	5	
	Helado	0,5	
	Mezcla de helado con agua		5,5

Ahora bien, con los flujos de materia expresados en libras, es necesario que los datos primarios de la maquinaria y equipos, tales como capacidades y tiempos, estén en las mismas unidades. Dicha información se muestra en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7.** Datos con unidades estandarizadas.

Proceso	Maquinaria/Equipo	Capacidad	Unidades	Tiempo de utilización (horas)
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	120	°C	-
	Balanza analógica	220	libras	-
Lavado de Materias Primas	-	-	-	-
Licuada de fruta	Licuada	66	libras	0,0500000
Despulpas Fruta	Despulpadora	1102,3100000	libras	1,0000000
Mezcla de ingredientes	Licuada	66	libras	0,1000000
	Purificador de agua	22,0462000	libras	0,0166667
	Balanza	10	libras	0,0166667

Heladora/Congelado	Heladora	50	libras	0,5000000
Empaque y almacenamiento	Heladora	1,2982800	libras	0,0027778
	Congelador	207,7248000	libras	48
Limpieza de heladora	Heladora	50	libras	0,1000000

Con los datos en las mismas unidades y aplicando la ecuación 2.10, se obtuvo el tiempo de procesamiento de la cantidad de libras, ver tabla 3.6, que ingresan a cada proceso como se muestra en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8.** Resultados del cálculo del tiempo de procesamiento.

Proceso	Maquinaria /Equipo	Capacidad	Unidades	$T_u$	$x$	$T_p(x)$
				Tiempo de utilización (horas)	Cantidad de materia prima (libras)	Tiempo Procesamiento
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	120	°C	-	600	-
	Balanza analógica	220	lb	-	600	-
Lavado de Materias Primas	-	-	-	-	600	-
Licudo	Licudadora	66	lb	0,0500000	600	0,4545455
Despulpado	Despulpador	1102,31	lb	1	600	0,5443115
Mezclado	Licudadora	66	lb	0,1000000	1344,1731115	2,0366259
	Purificador de agua	22,0462	lb	0,0166667	530,7692308	0,4012553
	Balanza	10	lb	0,0166667	17,2500346	0,0287501
Helado/ Congelado	Heladora	50	lb	0,5000000	1344,1731115	13,4417311
Empaque y almacenamiento	Heladora	1,29828	lb	0,0027778	1343,6731115	2,8749001
	Congelador	207,7248	lb	48	1343,6731115	48
Limpieza heladora	Heladora	50	lb	0,1000000	5,5000000	0,0110000

En este sentido, con el tiempo de procesamiento y aplicando la ecuación 2.11, obtenemos finalmente el consumo energético, ver en la tabla 3.9.

**Tabla 3.9.** Resultados del cálculo del consumo energético.

Proceso	Maquinaria /Equipo	P	Tp(x)	Ce
		Potencia (MW)	Tiempo de Procesamiento (horas)	Consumo (MWh)
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	-	-
	Balanza analógica	-	-	-
Lavado de Materias Primas	-	-	-	-
Licuadao de fruta	Licudadora	0,0011032	0,4545455	0,0005015
Despulpas Fruta	Despulpadora	0,0022065	0,5443115	0,0012010
Mezcla de ingredientes	Licudadora	0,0011032	2,0366259	0,0022469
	Purificador de agua	0,0001200	0,4012553	0,0000482
	Balanza	0,0000045	0,0287501	0,0000001
Heladora/Congelado	Heladora	0,0073000	13,4417311	0,0981246
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,0073000	2,8749001	0,0209868
	Congelador	0,0003900	48	0,0187200
Limpieza de heladora	Heladora	0,0073000	0,0110000	0,0000803

Dado que los cálculos esperados deben expresarse por la unidad funcional expresada anteriormente, el consumo expresado en la tabla 3.9, la recalculamos por cada litro de helado, dividiendo para el total de litros de helado 1034,9670497 litros, y se obtiene lo expuesto en la tabla 3.10.

**Tabla 3.10.** Resultados del consumo energético por unidad funcional.

Proceso	Maquinaria/Equipo	Consumo (MWh)	Consumo por 1L (MWh)	Suma por proceso (MWh)
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	-	0
	Balanza analógica	-	-	
Lavado	-	-	-	0
Licudo	Licudadora	0,0005015	0,00000048	0,00000048
Despulpado	Despulpadora	0,0012010	0,00000116	0,00000116
Mezclado	Licudadora	0,0022469	0,00000217	0,00000222
	Purificador de agua	0,0000482	0,00000005	
	Balanza	0,0000001	0,00000000	
Heladora/Congelado	Heladora	0,0981246	0,00009481	0,00009481
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,0209868	0,00002028	0,00013728
	Congelador	0,0187200	0,00011700	
Limpieza de heladora	Heladora	0,0000803	0,00000008	0,00000008

Cabe mencionar que, para el consumo energético por litro para el congelador, simplemente se divide el consumo (MWh) por el número de litros que tiene de capacidad.

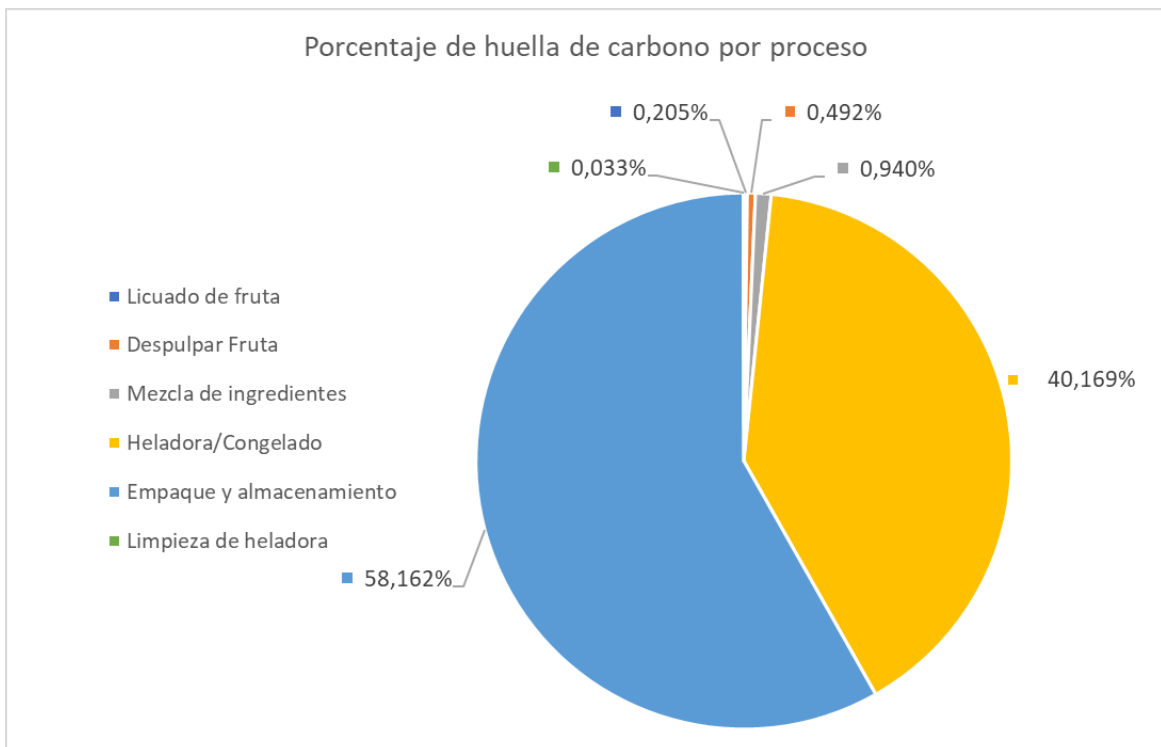
Finalmente, se aplicó la ecuación 1.1, para obtener el cálculo de huella de carbono, como se muestra en la tabla 3.11. es importante mencionar que, para la última tabla, los resultados se tomaron 9 decimales, debido al tipo de datos que manejamos.

**Tabla 3.11.** Resultados del cálculo de la huella de carbono

Proceso	Maquinaria/Equipo	Consumo por 1L (MWh)	Emisión de CO2	Emisión de CO2 por proceso	Unidad
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	-	-	ton CO2
	Balanza analógica	-	-	-	
Lavado de Materias Primas	-	-	-	-	
Licudo	Licudadora	0,000000485	0,000000072	0,000000072	

Despulpado	Despulpador	0,000001160	0,000000171	0,000000171
Mezclado	Licuada	0,000002171	0,000000321	0,000000328
	Purificador de agua	0,000000047	0,000000007	
	Balanza	0,000000000	0,000000000	
Helado/ Congelado	Heladora	0,000094809	0,000014003	0,000014003
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,000020278	0,000002995	0,000020276
	Congelador	0,00011700	0,000017281	
Limpieza de heladora	Heladora	0,000000078	0,000000011	0,000000011

Con ello, se puede apreciar en la tabla anterior y en la figura 3.8, para el alcance 2 el proceso que más aporta en las emisiones de huella de carbono es el empaque y almacenamiento con un 58,16%, seguido del proceso de heladora/ congelado con un aporte del 40,17%.



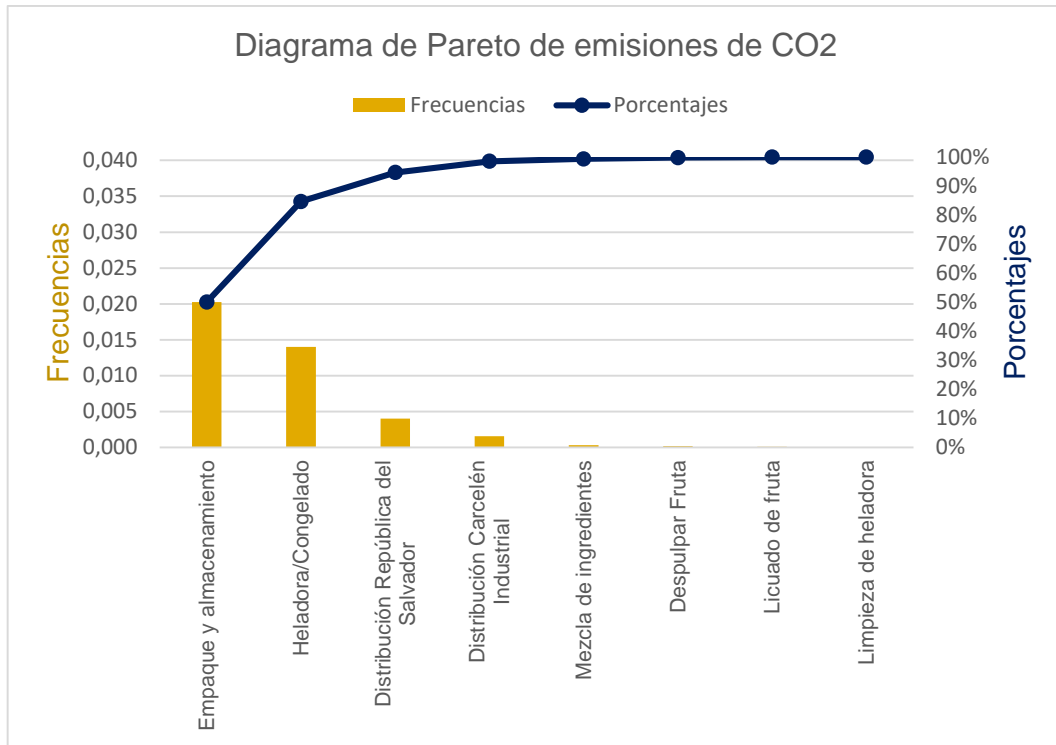
**Figura 3.8.** Resultado del aporte de huella de carbono por proceso.

Consolidando los aportes del alcance 1 y 2, sin antes transformar todas las emisiones a las mismas unidades, los resultados se muestran en la tabla 3.12.

**Tabla 3.12.** Consolidación de resultados de los alcances 1 y 2.

Tipo	Proceso / Etapa ciclo de vida	Fuente de emisión	Consumo	Emisión de CO2 (kg)	Porcentaje
Consumo eléctrico	Licuadao	Energía eléctrica	0,000000485	0,000071566	0,1769%
	Despulpado	Energía eléctrica	0,000001160	0,000171398	0,4236%
	Mezclado	Energía eléctrica	0,000002218	0,000327545	0,8096%
	Helado/ Congelado	Energía eléctrica	0,000094809	0,014003353	34,6123%
	Empaque y almacenamiento	Energía eléctrica	0,000137278	0,020275919	50,1163%
	Limpieza de heladora	Energía eléctrica	0,000000078	0,000011460	0,0283%
Transporte de producto	Distribución República del Salvador	Diésel	0,000000022	0,001572976	3,8879%
	Distribución Carcelén Industrial	Diésel	0,000000055	0,004023528	9,9450%
TOTAL EMISIONES				0,040457743	100%

Finalmente, se tiene que la etapa del ciclo de vida que más emisiones de CO2 provoca es la de elaboración del producto, especialmente los procesos de empaque y almacenamiento y heladora/ congelado, vemos que con estos dos procesos al menos se suma más del 80%, como se muestra en la figura 3.9.



**Figura 3.9.** Diagrama de Pareto de emisiones de CO2.

### 3.1.3. Plan de mejora

- Plan de mejora 1: Reemplazo de la heladora.

Resultados esperados: se desea aportar en la reducción de emisiones de CO2 para el proceso de helado/congelado y también aportará a la disminución parcial de la huella de carbono del proceso de empaque y almacenamiento, adicionalmente el proceso de limpieza de heladora disminuirá sus emisiones.

Principio de ingeniería verde asociado: Maximizar la eficiencia energética, en el empleo de materiales y en el espacio utilizado. Se asocia a este principio de la ingeniería verde, debido a que el objetivo de este plan es disminuir la energía que se consume, al mismo tiempo que se pueda satisfacer la demanda del producto.

Descripción: se propone comprar una heladora que sea más eficiente energéticamente, debido a que el consumo de la máquina actual es innecesariamente elevado, debido a que es un modelo antiguo.

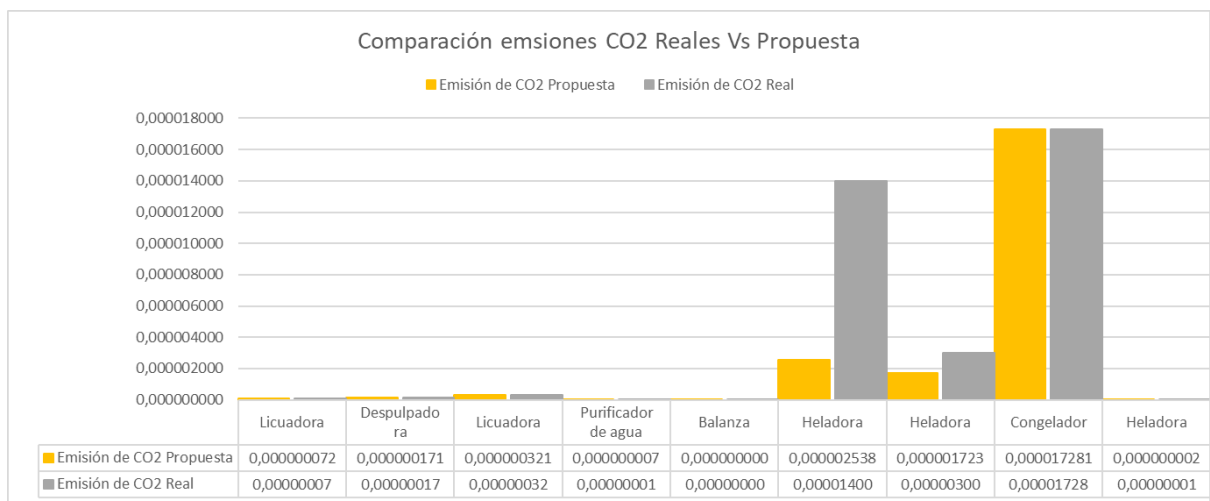
La heladora mostrada en la figura 3.10, cuenta con mayor capacidad que la heladora actual, además, tiene un consumo de energético menor y cuenta con un sistema de refrigeración que puede ser a través de agua o aire, lo cual contribuye favorablemente al consumo de recursos.





**Figura 3.10.** Heladora de propuesta de mejora.

En el anexo XII se presentan los cálculos que muestran las emisiones que se generan al realizar el proceso con la nueva máquina, ver figura 3.11.



**Figura 3.11.** Comparación emisiones reales versus propuesta 1.

Con estos datos se puede realizar una comparación porcentual, se muestra en la tabla 3.13, donde podemos observar que efectivamente, para los procesos en los cuales se utiliza únicamente el helado se disminuye la huella de carbono en al menos un 80% de la

situación real. Asimismo, vemos una disminución de un 42% aproximadamente que reduce las emisiones de uno de los procesos que más contamina, empaque y almacenamiento.

**Tabla 3.13.** Comparación porcentual de situación actual con la propuesta 1.

<b>Proceso</b>	<b>Maquinaria/ Equipo</b>	<b>Relación porcentual</b>
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-
	Balanza analógica	-
Lavado de Materias Primas	-	-
Licudo de fruta	Licadora	0%
Despulpas Fruta	Despulpadora	0%
Mezcla de ingredientes	Licadora	0%
	Purificador de agua	0%
	Balanza	0%
Heladora/Congelado	Heladora	-81,88%
Empaque y almacenamiento	Heladora	-42,47%
	Congelador	0,0%
Limpieza de heladora	Heladora	-81,88%

- Plan de mejora 2: Reemplazo de congeladores.

Resultados esperados: se espera disminuir las emisiones generadas por el uso de los congeladores actuales.

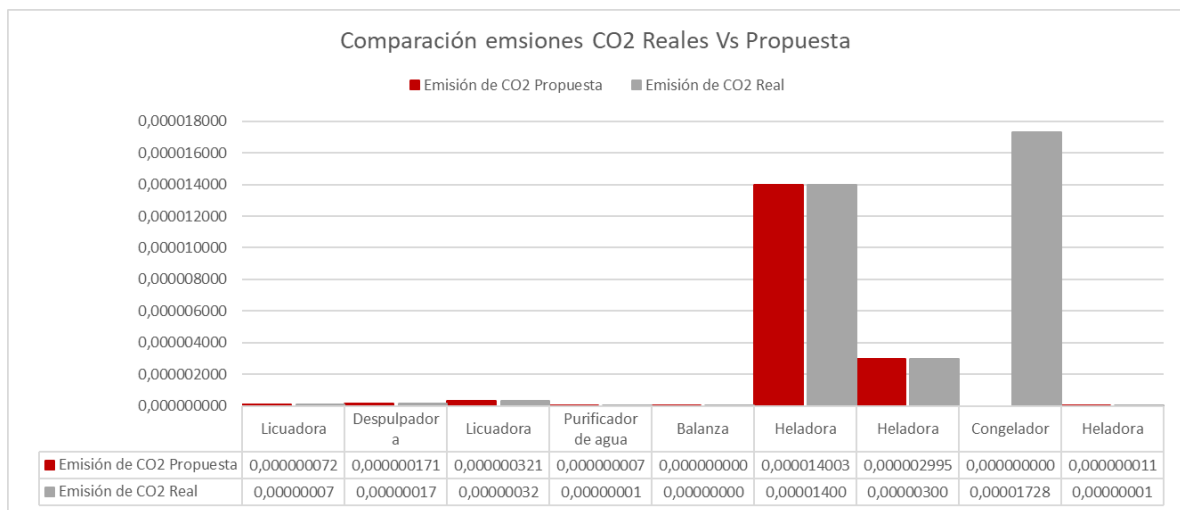
Principio de ingeniería verde asociado: Promover el empleo de energía y materiales renovables. se considera relacionado con este principio verde, debido a que la propuesta es implementar en el proceso productivo congeladores que usan energía renovable, lo cual indudablemente disminuirá la huella de carbono considerablemente.

Descripción: se propone la adquisición del modelo de congelador mostrado en la figura 3.12, el cual tiene varios beneficios, entre ellos; debido a que es un congelador solar, funciona utilizando energía del sol, lo que ayuda a mitigar el impacto ambiental, además que reduce la dependencia de fuentes de energía no renovable. Asimismo, debido al bajo consumo de energía que tiene permite una reducción de costos, al mismo tiempo que se salvaguarda la integridad del producto, debido al funcionamiento continuo que ofrece este tipo de equipos. Es importante resaltar que, en cuanto a capacidad y medidas espaciales, el congelador propuesto, presenta mayores beneficios.



**Figura 3.12.** Congelador eco amigable propuesto.

A esto se añade un análisis de la emisión de CO<sub>2</sub>, ver anexo XIII, a partir del cual se presenta la figura 3.13 donde se compara de manera gráfica de la huella de carbono de la situación actual versus la propuesta.



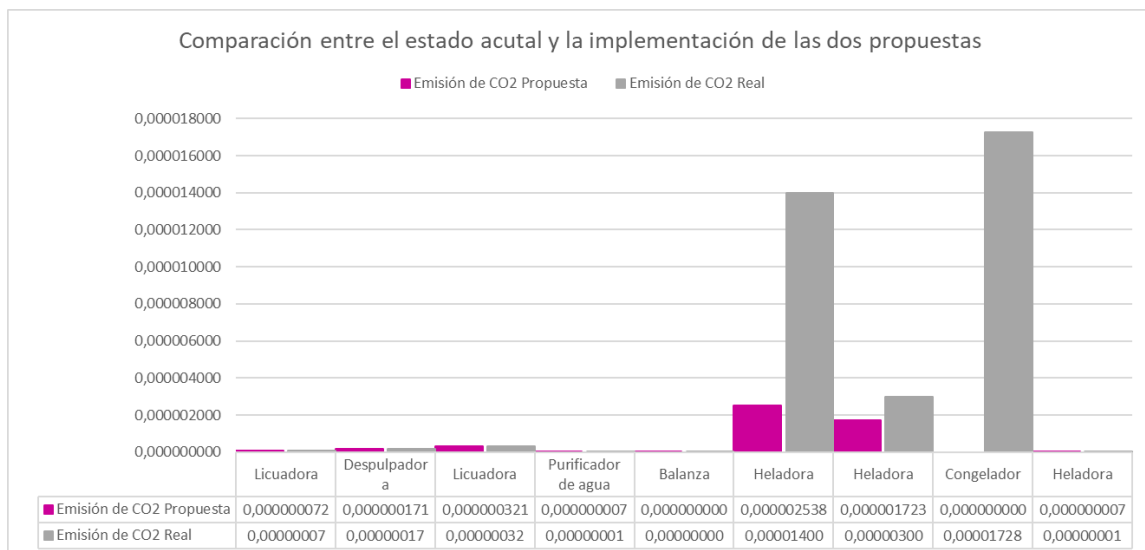
**Figura 3.13.** Comparación emisiones reales versus propuesta 2.

Tomando en cuenta únicamente los procesos en los que intervienen los congeladores, es evidente la reducción que existe, esto lo vemos cuantificado en la tabla 3.14, donde se muestra que las emisiones de CO<sub>2</sub> han disminuido en un 100%, debido a que el factor de emisión es cero para el caso del congelador solar.

**Tabla 3.14.** Comparación porcentual de situación actual con la propuesta 2.

Proceso	Maquinaria/Equipo	Relación porcentual
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	
	Balanza analógica	
Lavado de Materias Primas	-	
Licuada de fruta	Licadora	0%
Despulpado Fruta	Despulpadora	0%
Mezcla de ingredientes	Licadora	0%
	Purificador de agua	0%
	Balanza	0%
Heladora/Congelado	Heladora	0%
Empaque y almacenamiento	Heladora	0%
	Congelador	-100%
Limpieza de heladora	Heladora	0%

Finalmente, se presenta la figura 3.14, donde se muestra la comparación entre las emisiones actuales con las emisiones provocadas por la maquinaria propuesta, donde se observa que, en los procesos con mayores afecciones, definitivamente existe una disminución satisfactoria.



**Figura 3.14.** Comparación emisiones reales versus implementación de las dos propuestas.

- Plan de mejora 3: Cambio a vehículos eléctricos.

Resultados esperados: disminuir la huella de carbono en la distribución del producto final, e impulsar a los proveedores que incluyan dicha estrategia en sus entregas.

Principio de ingeniería verde asociado: Prevenir la contaminación en lugar de tratarla posteriormente. Se asocia a este principio, debido a que, si se utilizan transportes amigables con el ambiente, no debemos preocuparnos posteriormente en como compensar el daño ocasionado.

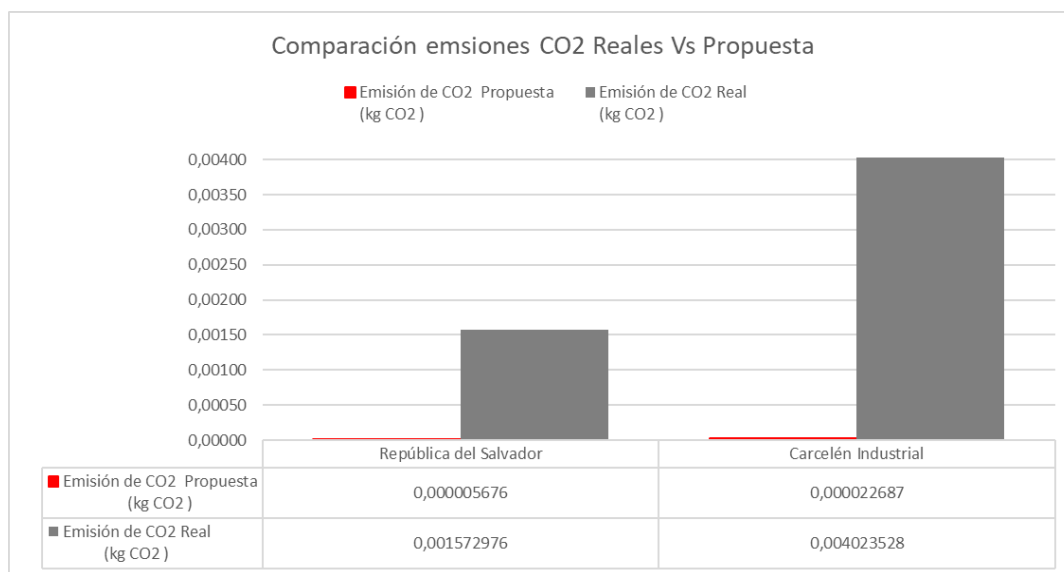
Descripción: se plantea la adquisición de un furgón eléctrico, para la distribución del producto final, escenarios alrededor de la distribución del producto final. El impacto se verá reflejado en los viajes más largos, como, por ejemplo, el envío del producto requerido por el cliente de Carcelén Industrial.

En la figura 3.15 se muestra el camión propuesto.



**Figura 3.15.** Camión eléctrico propuesto.

Se presenta en la figura 3.16 la comparación gráfica de las emisiones provocadas por el camión eléctrico versus el camión de diésel que se utiliza actualmente. Podemos apreciar que la reducción que se presenta con la propuesta de mejora es notablemente favorable para el medio ambiente.



**Figura 3.16.** Comparación emisiones reales versus propuesta 3.

Analizando porcentualmente, se reduce la huella de carbono hasta en un 99% aproximadamente como se evidencia en la tabla 3.15. Ver cálculos para la propuesta 3 en anexo XV.

**Tabla 3.15.** Comparación porcentual de situación actual con la propuesta 3.

Tipo	Destino	Relación porcentual
Distribución del producto	República del Salvador	-99,6391%
	Carcelén Industrial	-99,4361%

## 3.2 Conclusiones

Las técnicas empleadas para el levantamiento de procesos presentaron resultados apropiados para desarrollar la descripción de los procesos con éxito, debido a que la información se recopiló desde cero. La recopilación de datos permitió construir una estructura adecuada para el flujo del proceso, al mismo tiempo, que se cuantificó cada uno de los flujos de entrada y salida de materia y energía.

Bajo el alcance trazado del análisis de la huella de carbono, se logró una cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción y la distribución del helado de mora no lácteo, a través de un análisis del aporte porcentual para cada proceso y etapa de ciclo de vida en su alcance correspondiente.

Gracias a la cualificación y a través del análisis de Pareto se obtuvo que, el proceso de empaque y almacenamiento es el proceso que más aporta a la huella de carbono, esto sucede debido a que las dos maquinarias utilizadas, heladora y congeladores, presentan tecnología antigua, y utilización es completamente crítica en el proceso y de tiempo de utilización prolongado. Asimismo, la etapa del ciclo de vida de distribución de producto final, específicamente para el destino de Carcelén Industrial, debido a la distancia, tiene un aporte considerable a la huella de carbono, desde luego esto es debido a que el vehículo transportador utiliza combustibles fósiles.

Se propuso tres planes de mejora, relacionados con los principios de la ingeniería verde, que impactan directamente en los tres parámetros del ciclo de vida que presentan mayor contribución a la huella de carbono. Para uno de ellos se propone una máquina más eficiente, para un consumo energético eficiente, se sugiere adquirir maquinaria que funcione con recursos renovables, y finalmente se propone usar transportes eléctricos. De cada uno de los planes se presentó una descripción de la mejora que se generará si se implementan los planes de mejora propuestos.

Adquirir maquinaria con mayor eficiencia energética, usar equipos de mejor tecnología, es un reto industrial necesario, como se presenta en el estudio al adquirir una heladora con menor consumo energético disminuye las emisiones de carbono en al menos un 40%, comparada con el uso de máquinas antiguas. Además, que el consumo de materiales para el funcionamiento del equipo es más sostenible el ambiente, debido a que tiene la facilidad de trabajar con aire, y ya no necesariamente con agua, lo cual no solo ayuda a disminuir la huella de carbono, sino también la huella hídrica.

Se analizó el cambio de congeladores habituales a congeladores solares, y se obtuvo un resultado completamente satisfactorio, en la relación porcentual, vemos que se reduce el impacto ambiental en al menos un 80%, además de ser una idea completamente favorable para la economía del negocio, es aún más exitoso en la búsqueda de la reducción al impacto ambiental. Por lo anterior se invita a las empresas, considerar el uso de máquinas y equipos que tengan esta tecnología, más aún si ya existen insumos desarrollados bajo este enfoque, adquirirlos para precautelar un desarrollo sostenible, y disminuir la dependencia a las matrices energéticas.

Promover la movilidad sostenible resulta un reto especialmente para las industrias, pero sin lugar a duda, con el avance tecnológico, es completamente posible. El uso de bicicletas, y vehículos eléctricos, como se muestra en nuestro análisis podría disminuir hasta un 99% de la huella de carbono que emiten los camiones actuales, además que, brinda beneficios

tales como la reducción de emisiones, disminución del uso de combustibles fósiles, reducción del ruido ambiental, asimismo, como la implementación de contenedores que funcionen con energías renovables, sin lugar a duda marcarían el cambio en la industria.

Una de las limitaciones que se presentó en la empresa fue la recopilación de la información obtenido debido a que es un emprendimiento pequeño sin un enfoque de procesos. En cuanto a la investigación presente, una gran limitante fue la accesibilidad a los factores de emisión, especialmente para las materias primas que se utilizan en la realización del producto. Un claro ejemplo es que, dentro de la región, no existen estudios referentes a la huella de carbono que genera la distribución de agua potable, insumo que la organización utilizaba en sus productos bajo previo tratamiento, lo cual limitó el alcance del estudio.

### **3.3 Recomendaciones**

La empresa ABC presentó adecuada planificación de requerimiento de materias primas, un control de calidad exhaustivo, un fuerte equipo de marketing y ventas, sin embargo, se encontraron debilidades, en la planificación estratégica, layout de la planta y control de procesos. Por ello se recomienda, implementar las perspectivas de planificación y gestión por proceso, y una redistribución de planta, para que los flujos de materias sean más efectivos a través del proceso productivo.

En cuanto a los equipos, se recomienda considerar las propuestas planteadas, pero además sugiere adquirir maquinaria más actualizada, que puedan ser programadas para que trabajen en el lapso necesario, de tal manera que cuando se termina el periodo de uso, se apaguen para evitar gastos energéticos innecesarios. Asimismo, se recomienda utilizar iluminación LED como uso de medidas eficientes de energía.

Finalmente, como propuesta de investigación, se recomienda realizar el análisis de la huella hídrica que genera la empresa ABC, debido a que se pudo apreciar que durante el proceso el productivo utilizan gran cantidad de litros de agua, para el lavado de materias primas, la elaboración y hasta en el funcionamiento de la maquinaria. Para poder generar prácticas o procesos alternos que disminuyan el alto porcentaje de este recurso.

## **4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aguilera, E., Piñero, P., Infante-Amate, J., González de Molina, M., Lassaletta, L., & Sanz Cobeña, A. (2020). *Emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema agroalimentario y huella de carbono de la alimentación en España*.  
<https://www.raing.es/libro/emisiones-de-gases-efecto-invernadero-en-el-sistema-agroalimentario-y-huella-de-carbono-de-la-alimentacion-en-espana/>



- Alibaba. (s. f.). *Italian Gelato Hard Ice Cream Maker Machine*.  
[https://www.alibaba.com/product-detail/Gelato-Machine-Italian-Gelato-Hard-Ice\\_1082910680.html?spm=a2700.7735675.0.0.4db1z7mUz7mUMj&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Gelato-Machine-Italian-Gelato-Hard-Ice_1082910680.html?spm=a2700.7735675.0.0.4db1z7mUz7mUMj&s=p)
- Alonso González, A., Oliet Palá, J. A., Rodríguez Olalla, A., Álvarez Gallego, S., & Rubio Sánchez, A. (2021). Bases para la cuantificación de la huella de carbono de las repoblaciones forestales desde el enfoque del análisis de ciclo de vida. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 47(1), 59-76.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.31167/csecfv5i47.19914>
- Altuna, A., Lafarga, A., Hierro, Ó. del, Olatz, U., Besga, G., Domench, F., & Sopelana, A. (2012). Huella de carbono de los cereales. *Navarra agraria*, 194, 31-38.
- Antón Vallejo, M. A. (2004). Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo. *Universidad Politècnica de Catalunya*, 37.
- Arango R, L. M. (1999). *La industria de alimentos y el medio ambiente*. 1999(28), 75-80.
- Ayala, L., Valenzuela, C., & Bohórquez, Y. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en seis estados de madurez. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 10-18. <file:///C:/Users/HP/2021/Downloads/Dialnet-PuntosCriticosDeLaCadenaProductivaDeLaMoraRubusGla-7418246.pdf>
- Bautista Roa, J. C., Sánchez Villamizar, D. C., & Vega Vallejo, R. E. (2015). *Guía para el cálculo de huella de carbono y sus implicaciones en la industria colombiana*. [UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA].  
<https://repository.usergioarboleda.edu.co/handle/11232/1285>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3ra.). Pearson Educación de Colombia Ltda.  
<http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0061.pdf>
- Bongiovanni, R. G., & Tuninetti, L. (2021). Huella de Carbono de la cadena de trigo de Argentina. *R. Latino-Amer. Aval. Ciclo Vida*, 5, 1-38.
- Cervantes, G., Sosa, R., Rodriguez, G., & Robles, F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Symbiosis*, 13(1), 63-70.  
<https://www.redalyc.org/pdf/467/46713055007.pdf>
- Cevallos Camacho, A., Muñoz, J., & R., K. F. (2019). Los aspectos y principios básicos de

- la química verde, la ingeniería sostenible, la sostenibilidad y la economía circular. *Revista Carácter*, 7(1), 39-51.
- Chaves Palacios, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. *Norba. Revista de Historia*, 17, 93-109. <http://dehesa.unex.es/handle/10662/10305>
- Collado Ruano, J. (2016). Una perspectiva transdisciplinar y biomimética de la educación para la ciudadanía mundial. *Educere*, 20(65), 113-129.
- Fajardo, A., & Galarza, L. (2015). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa que elabore y comercialice helados a base de yuca en el sur de la ciudad de Guayaquil, Ecuador*.
- FIAT Professional. (s. f.). *E-Ducato | Van, Chasis Cabina, Transporte de Personas | Fiat Professional*. <https://www.fiatprofessional.com/es/e-ducato-electrico/gama>
- Foster, G., & Rahmstorf, S. (2011). Global temperature evolution 1979–2010. *Environmental Research Letters*, 6(4), 9. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/4/044022>
- Gómez Cívicos, J. I. . (2008). Ingeniería Verde: Doce principios para la Sostenibilidad, Ingeniería Química. *Ingeniería Química*, 175(April 2008), 168-175.
- Graedel, T. E., & Allenby, B. R. (2010). *Industrial ecology and sustainable engineering*. Prentice Hall.
- Heredia, M. (2017). Cuesco de palma africana , un nuevo combustible para uso comercial en Ecuador : análisis económico y evidencia experimental. *Somos MAGAP, Enero*, 15. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19364.07042>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2004). *Metodología de la investigación*.
- Ihobe S.A. (2009). Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. *Gobierno Vasco*, 1-53. [http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2012/10/PUB-2009-033-f-C-001\\_analisis-ACV-y-huella-de-carbonoV2CAST.pdf](http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2012/10/PUB-2009-033-f-C-001_analisis-ACV-y-huella-de-carbonoV2CAST.pdf)
- International Standardization Organization. (2014). *Especificación técnica ISO/ TS 14067 Gases de Efecto Invernadero – Huella de carbono de productos – Requisitos y directrices para cuantificación y comunicación*.
- Khalili, N. R., Duecker, S., Ashton, W., & Chavez, F. (2015). From cleaner production to sustainable development: The role of academia. *Journal of Cleaner Production*, 96,

30-43. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.099>

Loayza Pérez, J., & Silva Meza, V. (2013). Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. *Industrial Data*, 16(1), 108-117. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81629469013>

López Alamá, F. (2021). *Huella de Carbono en una industria de vegetales* [UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA]. <http://hdl.handle.net/10251/173554>

Ministerio para la Transición Ecológica. (2019). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. <http://publicacionesoficiales.boe.es>

Operador Nacional de Electricidad CENACE. (2021). *Factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador - Informe 2021*.

Ramírez-Cabral, N., Medina-García, G., & Kumar, L. (2020). Increase of the number of broods of Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) as an indicator of global warming. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 19(1), 1-16. <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2020.11.01>

Riveros Serrato, H. (2012). EL procesamiento de alimentos y el medio ambiente. *Alimentos Hoy*, 5, 20. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/187>

Rodríguez S, L. (2007). Investigación y revisión Gestión y medio ambiente Protocolo de Kyoto: Debate sobre ambiente y desarrollo en las discusiones sobre cambio climático. *Investigación y Revisión Gestión y ambiente*, 10(2), 117-128. <http://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/1417>

Sánchez-Trujillo, M. G., & Resendíz Vega, M. (2020). Análisis de ciclo de vida y la huella de carbono en el proceso de fabricación de pantalón de mezclilla. Caso estudio plantas productoras Región Sur, Hidalgo, México. *Revista Inquietud Empresarial*, 20, 11–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01211048.11068>

SEA. (s. f.). *CONGELADOR SOLAR 12/24V 260LT ECO AMIGABLE*. Solarecoamigable. <https://www.solarecoamigable.co/producto/congelador-solar-12-24v-260lt-eco-amigable/>

Sirotiuk, P. ., & Viglizzo, E. (2013). Estimación de la Huella de Carbono del proceso de panificación en la cadena agroindustrial del trigo. *Revista de investigaciones agropecuarias*, 39, 281-289.

Yin, R. K. (1986). The Case Study Method as a Tool for Doing Evaluation. *Current Sociology*, 503(1), 121-137.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/001139292040001009>

## **5 ANEXOS**

ANEXO I. Formato de guía de entrevista

ANEXO II. Formato de guía de observación

ANEXO III. Formato de levantamiento de información

ANEXO IV. Grado de madurez de la mora

ANEXO V. Levantamiento de información

ANEXO VI. Rutas desde la empresa al cliente.

ANEXO VII. Datos camión.

ANEXO VIII. Datos primarios.

ANEXO IX. Fichas técnicas de maquinaria y equipos.

ANEXO X. Datos de densidades.

ANEXO XI. Maquinaria y equipos.

ANEXO XII. Cálculo de la huella de carbono con el plan de mejora 1.

ANEXO XIII. Cálculo de la huella de carbono con el plan de mejora 2.

ANEXO XIV. Cálculo de la huella de carbono con el plan de mejora 1 y 2.

ANEXO V. Cálculo de la huella de carbono con el plan de mejora 3.

# ANEXO I



**Escuela Politécnica Nacional**  
**Facultad de ciencias administrativas**  
**ingeniería de la producción**  
**Guía de entrevista**

Se solicita de la manera más atenta contestar de forma honesta las siguientes preguntas de la entrevista. El presente tiene como objetivo sobre la empresa, sus procesos, productos y equipos que intervienen en la ejecución de los helados.

Es importante que usted sepa que el anonimato y confidencialidad de la información está garantizada, los datos recolectados serán utilizados exclusivamente para los fines académicos. Su participación dentro del estudio es absolutamente libre y voluntaria. Si accede a participar, puede dejar de hacerlo en cualquier momento, su participación en el este estudio no conlleva ningún riesgo.

La duración de esta entrevista es de 30 minutos.

**Entrevistado:** \_\_\_\_\_

**Entrevistador:** \_\_\_\_\_

## GIRO DE NEGOCIO

- ¿Hace cuánto tiempo inició el negocio?

\_\_\_\_\_

- ¿Cuenta con un plan estratégico? SI  NO

- ¿este es el único punto de venta? ¿Tiene sucursales?

\_\_\_\_\_

- ¿Cuál es su público objetivo?

\_\_\_\_\_

## CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO

- ¿Tiene identificado los procesos en su organización? ¿Cuáles son?

\_\_\_\_\_

- ¿Cuenta con un mapa de procesos? SI  NO

- ¿Cuál es el proceso de elaboración del helado?

\_\_\_\_\_

- ¿El proceso para la elaboración de los diferentes sabores es distinta? ¿por qué?

\_\_\_\_\_

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO



**Escuela Politécnica Nacional**  
**Facultad de ciencias administrativas**  
**ingeniería de la producción**  
**Guía de entrevista**

- ¿Qué sabores de helado produce?

---

- ¿Cuál es el sabor de helado más vendido?

---

- ¿Qué materia prima utiliza para elaborar el helado (más vendido)?

---

- ¿De dónde trae la materia prima? (¿es decir, importa?, trae de otra ciudad?)

---

- ¿El producto tiene preservantes? ¿cuáles?

---

- ¿Cuántos gr o kg de fruta utiliza para producir el helado? (azúcar, leche, etc.)

---

---

- ¿Qué presentación tiene el producto? (cono, palito, funda)

---

---

- ¿Cuál es el precio?

---

**EQUIPOS**

- ¿Qué equipos electrónicos utiliza para realizar el helado más vendido?

---

---

- ¿Cuántos tiempo en promedio pasan los helados congelados?

---

- ¿Cuántos kilovatios en promedio consume el equipo 1, 2, 3, 4 etc.?

---

---

## ANEXO II



**Escuela Politécnica Nacional**  
**Facultad de ciencias administrativas**  
**ingeniería de la producción**  
**Guía de observación**

La presente guía tiene como finalidad dar un seguimiento a los aspectos que se consideran relevantes para el caso de estudio.

**Observador:** Valery Hernández

**Lugar:** Empresa ABC

**Hora de inicio:** 9:30

**Hora de finalización:** 3:30

La presente guía tiene como finalidad dar un seguimiento a los aspectos que se consideran relevantes para el caso de estudio.

Parámetros para evaluar	SI	NO	N/A	Observaciones
¿El layout es adecuado para el flujo del proceso?				
¿Se tiene un control de tiempo para cada proceso?				
¿hay encargados para cada proceso?				
¿utilizan herramientas informáticas?				
¿se pesa el flujo de material en cada proceso?				
¿existen flujos de trabajo paralelos?				
¿la organización cuenta con camiones para la distribución del producto final?				
¿utiliza recipientes desechables durante el proceso?				
¿usa botellones de agua?				
¿cuántas máquinas usa para cada proceso?				

Para cada proceso descrito; preguntar:

¿Qué tipo de máquina se utiliza? Capacidad

¿Se llevan los registros de los flujos de entrada y salida? ¿Qué cantidad de producto entra? ¿sale?

¿A que temperatura?

¿ tiempo estimado que requiere la actividad?



# ANEXO III



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

## LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

Departamento	
Proceso	
Funcionario	

No.	ENTRADA	CANTIDAD	ACTIVIDAD	SALIDA	CANTIDAD	ÁREA	MÁQUINA	CAPACIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES

Notas: PROVEEDORES  
CLIENTES  
CONTROLES  
REGISTROS

## ANEXO IV

### Grado de madurez de la mora.

GM	Características	Gráfico
GM 1	Fruto de color amarillo verdoso con 1/4 de área rosado	
GM 2	Frutos con la mitad de área amarillo verdoso y mitad rosada	
GM 3	Fruto de color rojo	
GM 4	Fruto de color rojo con 1/4 de área rojo intenso	
GM 5	Fruto con mitad de área roja y mitad morada	
GM 6	Fruto morado oscuro	

Elaborado con base (Ayala et al., 2013)



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

Departamento	Producción
Proceso	Recepción de materias primas
Funcionario	Asistente A.

No.	ENTRADA	CANTIDAD	ACTIVIDAD	SALIDA	CANTIDAD	ÁREA	MÁQUINA	CAPACIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
1	Mora	600 lb	Recepción de baldes de fruta	Mora	600 lb	Recepción	N/A	70 lb	30 min	1 por semana	Se recibe la mora en baldes con capacidad de 70 lb
2	Mora	600 lb	Pesado de la fruta	Mora	600 lb	Recepción	Balanza analógica	220 lb	40 min	1 por semana	-
3	Mora	70 lb	Toma de temperatura de la fruta	Mora	70 lb	Recepción	Termómetro	70 lb	15 min	1 por semana	Temperatura máxima 10 grados C
4	Mora	50 lb	Colocar fruta en recipiente de lavado	Mora	50 lb	Recepción	Recipiente	45L	10 min	1 por semana	-

Notas: PROVEEDORES Nacionales  
CLIENTES  
CONTROLES  
REGISTROS



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

Departamento	Producción
Proceso	Lavado
Funcionario	Asistente A.

No.	ENTRADA	CANTIDAD	ACTIVIDAD	SALIDA	CANTIDAD	ÁREA	MÁQUINA	CAPACIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
1	Agua Mora	45 L 50 lb	Llenar de agua el recipiente con la fruta	Agua Mora	45 L 50 lb	Lavado	Recipiente	45 L	10L/min	1 por semana	-
2	Agua Mora	45 L 50 lb	Colocar desinfectante en el recipiente	Agua Mora Desinfectante	45 L 50 lb 4.5 ml	Lavado	Recipiente	45 L	3 h	1 por semana	1 ml desinfectante/10 L agua
3	Agua Mora	45 L 50 lb	Descharcar agua con desinfectante	Mora	50 lb	Lavado	Recipiente	45 L	5 min	1 por semana	-
4	Agua Mora	45 L 50 lb	Rellenar recipientes con agua	Agua Mora	45 L 50 lb	Lavado	Recipiente	45 L	5 min	1 por semana	-
5	Agua Mora	45 L 50 lb	Descharcar agua	Mora	50 lb	Lavado	Recipiente	45 L	5 min	1 por semana	-
6	Mora	50 lb	Colocar fruta en recipientes de almacenaje	Mora	50 lb	Lavado	Recipiente	70 lb	3 min	1 por semana	-

Notas: PROVEEDORES  
CLIENTES  
CONTROLES  
REGISTROS



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

Departamento	Producción
Proceso	Licuadao
Funcionario	Asistente A

No.	ENTRADA	CANTIDAD	ACTIVIDAD	SALIDA	CANTIDAD	ÁREA	MÁQUINA	CAPACIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
1	Mora	50 lb	Colocar fruta en la licuadora	Mora	50 lb	Licuadao	Licuadora	30 L	3 min	1 por semana	Dos licuadores de 66 libras
2	Mora	50 lb	Reposar la fruta en recipientes	Mora	50 lb	Licuadao	-	70 lb	30 min	1 por semana	Es importante reposar para que se concentre la fruta

Notas: PROVEEDORES  
CLIENTES  
CONTROLES  
REGISTROS



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

Departamento	Producción
Proceso	Despulpado
Funcionario	Asistente A

No.	ENTRADA	CANTIDAD	ACTIVIDAD	SALIDA	CANTIDAD	ÁREA	MÁQUINA	CAPACIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
1	Mora	26 lb	Procesar fruta en el despulpador	Jugo de Mora Pulpa Pepa y bagaso	22 kg 1 kg 3 kg	Despulpado	Despulpadora	500 kg	1 h	1 por semana	-
2	Mora	50 lb	Reposar la fruta en recipientes	Mora	50 lb	Despulpado	Despulpadora	70 lb	30 min	1 por semana	En caso de no necesitar la fruta en el mismo momento se congela a -30°C (máximo tiempo de congelado 14 días)

Notas: PROVEEDORES  
CLIENTES  
CONTROLES  
REGISTROS



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

Departamento	Producción
Proceso	Mezclado
Funcionario	Asistente A

No.	ENTRADA	CANTIDAD	ACTIVIDAD	SALIDA	CANTIDAD	ÁREA	MÁQUINA	CAPACIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
1	Agua Mora Azúcar Edulcorantes	12 kg 12 kg 6 kg 380-400 g	Pesaje de materia prima	Mezcla de helado	30,38 kg	Mezclado	Balanza	66 libras	10L/min	-	-
2	Mezcla helado	30 L	Licuo de la mezcla	Mezcla helado	30 L	Mezclado	Licuidora	66 libras	5 min	-	Se mezcla gradualmente 1 kg con 500 ml agua, hasta obtener jugo espeso, este jugo se pone en recipientes de plástico con 2L cada uno

Notas PROVEEDORES  
CLIENTES  
CONTROLES  
REGISTROS



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

Departamento	Producción
Proceso	Helado/ congelado
Funcionario	Asistente A

No.	ENTRADA	CANTIDAD	ACTIVIDAD	SALIDA	CANTIDAD	ÁREA	MÁQUINA	CAPACIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
1	Mezcla helado	50 libras	Procesar mezcla en la Heladora	50 libras	25 L	Congelado	Heladora	50 libras	30 min	-	Se tiene un desperdicio de 0,5 L
2	Helado Agua	0,5 libras 5 libras	Envasa el helado	Helado con agua	5,5 libras	Congelado	Heladora	50 libras	6 min	-	a pesar de que esta actividad es posterior a la utilización se ha incluido en esta descripción del proceso.

Notas PROVEEDORES  
CLIENTES  
CONTROLES  
REGISTROS



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN**

**LEVANTAMIENTO DE PROCESOS**

Departamento	Producción
Proceso	Empaque y almacenamiento
Funcionario	Asistente A

Nº.	ENTRADA	CANTIDAD	ACTIVIDAD	SALIDA	CANTIDAD	ÁREA	MÁQUINA	CAPACIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
1	Helado	1 L	Envasa el helado	Helado	1 L	Empaque	Heladora	1 L	10 seg/L	-	-
2	Helado	1 L	Congela el producto final	Helado	1 L	Almacenamiento	Congelador	140 L	48 horas	-	Se congela a -30 ° C por un máximo de 2 días
3	Helado	1 L	Armar cajas bajo pedido	Helado	1 L	Almacenamiento	Congelador	6 L	10 min	-	Se envían en cartones que contienen 6 L de helado

Notas: PROVEEDORES  
 CLIENTES  
 CONTROLES  
 REGISTROS

## Evidencia entrevista



**Escuela Politécnica Nacional**  
**Facultad de ciencias administrativas**  
**ingeniería de la producción**  
**Guía de entrevista**

Se solicita de la manera más atenta contestar de forma honesta las siguientes preguntas de la entrevista. El presente tiene como objetivo sobre la empresa, sus procesos, productos y equipos que intervienen en la ejecución de los helados.

Es importante que usted sepa que el anonimato y confidencialidad de la información está garantizada, los datos recolectados serán utilizados exclusivamente para los fines académicos. Su participación dentro del estudio es absolutamente libre y voluntaria. Si accede a participar, puede dejar de hacerlo en cualquier momento, su participación en el este estudio no conlleva ningún riesgo.

La duración de esta entrevista es de 30 minutos.

**Entrevistado:** Asistente 1

**Entrevistador:** Valery Hernández

### **GIRO DE NEGOCIO**

- ¿Hace cuánto tiempo inició el negocio?

La empresa nació en el 2008

- ¿Cuenta con un plan estratégico? SI  NO

- ¿este es el único punto de venta? ¿Tiene sucursales?

Contamos con punto de fabricación, pero tenemos 2 puntos de venta, uno ubicado en la República del Salvador y otra por el sector de Carcelén Industrial

- ¿Cuál es su público objetivo?

Nuestros productos están enfocados en satisfacer a familias y jóvenes adultos.

### **CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO**

- ¿Tiene identificado los procesos en su organización? ¿Cuáles son?

No manejamos gestión por procesos, sin embargo, sabemos claramente los procesos que se necesitan para realizar los helados, de manera general, primero esta la recepción de materias primas, pasamos al pesaje, lavado de materias primas, licuado, despulpado, luego pasa por el proceso de las heladoras, finalmente se empaquetan y se almacena hasta completar el pedido del día.

- ¿Cuenta con un mapa de procesos? SI  NO

- ¿Cuál es el proceso de elaboración del helado?

Cabe recalcar que no todos los sabores de helados pasan por los mismos procesos, sin embargo, de los procesos comunes son: recepción de materias primas, pesaje, lavado de materias primas, licuado, despulpado, proceso de las heladoras, finalmente se empaquetan y se almacena

- ¿El proceso para la elaboración de los diferentes sabores es distinta? ¿por qué?





**Escuela Politécnica Nacional**  
**Facultad de ciencias administrativas**  
**ingeniería de la producción**  
**Guía de entrevista**

Comparten procesos en conjunto, sin embargo, los procesos de algunas frutas, por ejemplo, la guanábana, se salta el proceso de licuado, y pasa directo al despulpado, debido a que su pepas anteriormente afectaron el funcionamiento de la licuadora.

**CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

- ¿Qué sabores de helado produce?

Se producen de: mora, guanábana, chocolate, vainilla, y naranjilla.

- ¿Cuál es el sabor de helado más vendido?

Sin dudas el de mora, debido a que, la demanda suele abarcar en 50% y 40%, para la República del Salvador y Carcelén Industrial, respectivamente.

- ¿Qué materia prima utiliza para elaborar el helado (más vendido)?

Para el helado de mora, se utiliza, mora, azúcar, agua y edulcorantes.

- ¿De dónde trae la materia prima? (¿es decir, importa?, trae de otra ciudad?)

Todas las materias primas son nacionales.

- ¿El producto tiene preservantes? ¿cuáles?

No contienen preservantes.

- ¿Cuántos gr o kg de fruta utiliza para producir el helado? (azúcar, leche, etc.)

Para un litro de helado de mora, aproximadamente se utiliza: 209g de fruta, 209 gramos de agua, 104 g de azúcar y 8 gramos de edulcorantes.

- ¿Qué presentación tiene el producto? (cono, palito, funda)

El producto se empaca en envases de papel.

- ¿Cuál es el precio?

El precio mayorista es a \$5 y de venta al público \$6 el litro de helado.

**EQUIPOS**

- ¿Qué equipos electrónicos utiliza para realizar el helado más vendido?

Se utiliza la licuadora, despulpadora, heladora, y los congeladores

- ¿Cuánto tiempo en promedio pasan los helados congelados?

El helado pasa un máximo de 48 horas antes de llegar punto de venta minorista.

- ¿Cuántos kilovatios en promedio consume el equipo 1, 2, 3, 4 etc?

Cada uno de los datos se pueden ver en las máquinas.



## Evidencia guía de observación



**Escuela Politécnica Nacional**  
**Facultad de ciencias administrativas**  
**ingeniería de la producción**

### Guía de observación

La presente guía tiene como finalidad dar un seguimiento a los aspectos que se consideran relevantes para el caso de estudio.

**Observador:** Valery Hernández

**Lugar:** Empresa ABC

**Hora de inicio:** 9:30

**Hora de finalización:** 3:30

La presente guía tiene como finalidad dar un seguimiento a los aspectos que se consideran relevantes para el caso de estudio.

Parámetros para evaluar	SI	NO	N/A	Observaciones
¿El layout es adecuado para el flujo del proceso?		X		
¿Se tiene un control de tiempo para cada proceso?		X		
¿hay encargados para cada proceso?	X			
¿utilizan herramientas informáticas?		X		Para la parte productiva solo tiene una pizarra con los pedidos de la semana
¿se pesa el flujo de material en cada proceso?	X			
¿existen flujos de trabajo paralelos?		X		
¿la organización cuenta con camiones para la distribución del producto final?	X			
¿utiliza recipientes desechables durante el proceso?		X		Más bien utilizan recipiente de plástico reusables.
¿usa botellones de agua?		X		Cuentan con un equipo que purifica el agua a través de ozono y ultravioleta que brinda agua de flujo continuo.
¿cuántas máquinas usa para cada proceso?			X	Para recepción de materias primas tiene 6 baldes de recepción. Para lavado dos tinas. Una despulpadora, 2 licuadoras, 3 heladoras, y 8 congeladores.

Para cada proceso descrito; preguntar:

¿Qué tipo de máquina se utiliza? Capacidad

¿Se llevan los registros de los flujos de entrada y salida? ¿Qué cantidad de producto entra? ¿sale?

¿A que temperatura?



**Escuela Politécnica Nacional**  
**Facultad de ciencias administrativas**  
**ingeniería de la producción**

**Guía de observación**

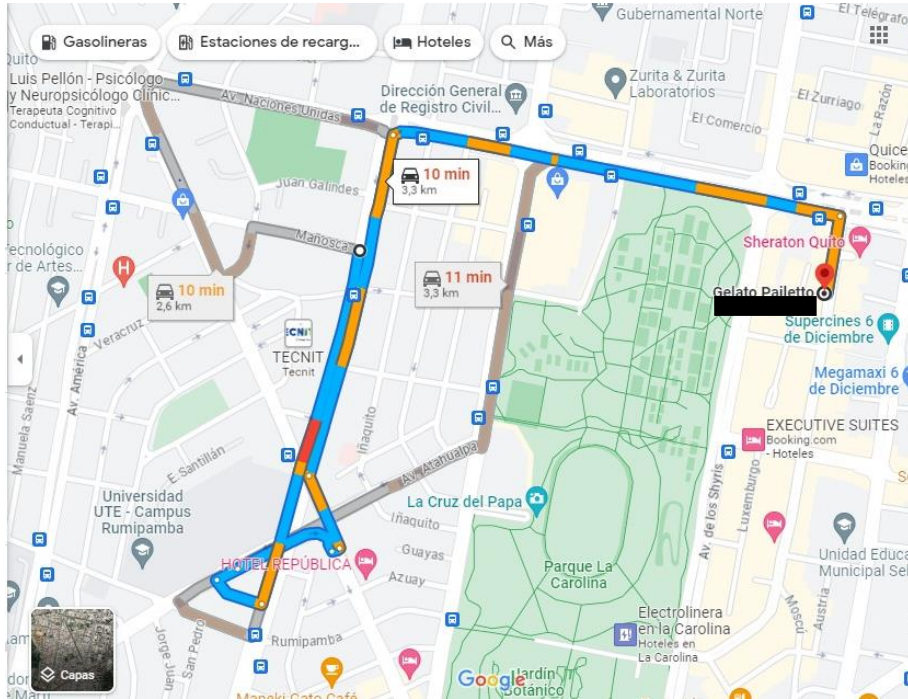
La presente guía tiene como finalidad dar un seguimiento a los aspectos que se consideran relevantes para el caso de estudio.

¿tiempo estimado que requiere la actividad?

Ver respuestas en el formato de levantamiento de procesos.

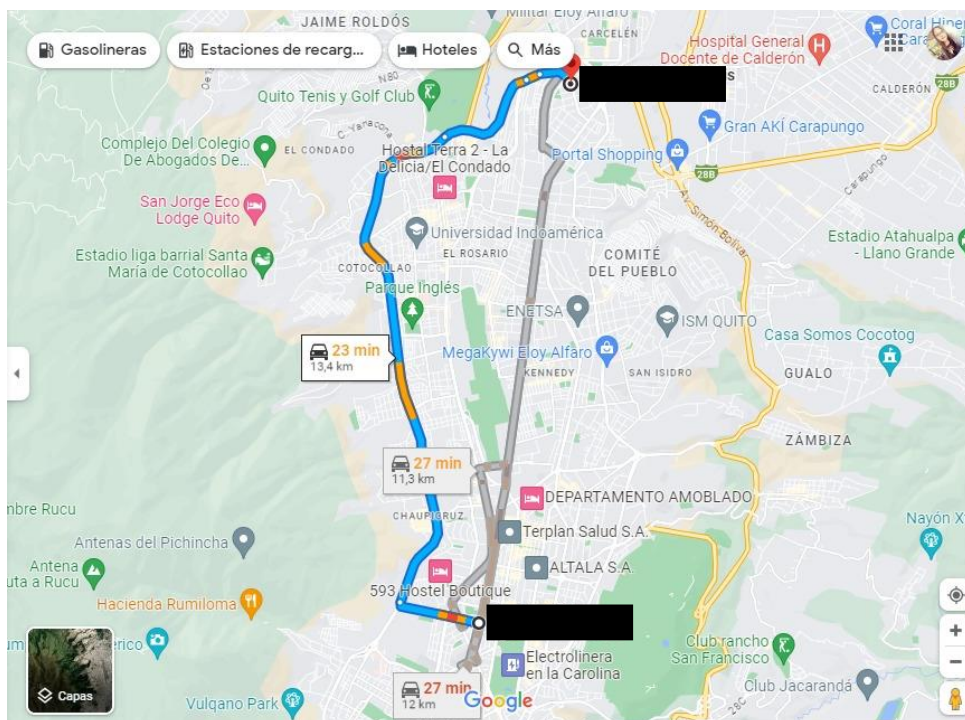
## ANEXO VI

### Rutas hacia cliente en República del Salvador



Ruta	Distancia	Tiempo
Por Av. Naciones Unidas	2,6 km	10 min
Por Av. 10 de Agosto y Av. Naciones Unidas	3,3 km	10 min
Por Av. 10 de Agosto	3,3 km	12 min
Promedio	3,06 km	10,67 min

## Rutas hacia cliente en Carcelén Industrial



Ruta	Distancia	Tiempo
Por Av. Mariscal Sucre	13,4 km	23 min
Por Av. 10 de Agosto y Av. Galo Plaza Lasso	12 km	27 min
Por Av. Galo Plaza Lasso	11,3 km	27 min
<b>Promedio</b>	<b>12,23 km</b>	<b>25,67 min</b>

## ANEXO VII

### Datos del camión que distribuye

<b>Marca</b>	KIA
<b>Año</b>	2013
<b>Modelo</b>	K2700
<b>Tipo de combustible</b>	Diésel
<b>Consumo</b>	11,37L/100km



Camión tipo furgón

## ANEXO VIII

Datos primarios consolidados por proceso.

Proceso	Maquinaria/Equipo	Capacidad	Tiempo de utilización
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	120 °C	-
	Balanza analógica	220 libras	-
Lavado de Materias Primas	-	-	-
Licuada de fruta	Licadora	66 libras	3 minutos
Despulsar Fruta	Despulsadora	500 kg	1 hora
Mezcla de ingredientes	Licadora	66 libras	6 minutos
	Purificador de agua	10 litros	1 minuto
	Balanza	10 libras	1 minuto
Heladora/Congelado	Heladora	50 libras	30 minutos
Empaque y almacenamiento	Heladora	1 L	10 segundos
	Congelador	160 L	48 horas
Limpieza de heladora	Heladora	50 libras	6 min

## ANEXO IX

### Fichas técnicas de maquinaria y equipo



<b>Artefacto</b>	<b>Licuadora</b>
<b>Modelo</b>	LAR-25MB
<b>Tensión:</b>	110V
<b>Frecuencia</b>	60 Hz
<b>Potencia</b>	1,5 CV
<b>Marca</b>	Montero



<b>Artefacto</b>	<b>Despulpadora</b>
<b>Motor</b>	3CV
<b>Producción</b>	500 kg/hora



<b>Artefacto</b>	<b>Purificador de agua</b>
<b>Marca</b>	Pura
<b>Serie</b>	004555
<b>Voltaje</b>	120 V-1A



<b>Artefacto</b>	<b>Balanza</b>
<b>Marca</b>	Torrey
<b>Modelo</b>	L-EQ 5/10
<b>Rango medidas</b>	20 g - 5 kg
<b>Voltaje</b>	0,5 A



<b>Artefacto</b>	<b>Heladora</b>
<b>Condensación</b>	Agua
<b>Motor</b>	5 HP
<b>Voltaje</b>	220/3hp/60HZ
<b>Potencia</b>	7,3 KW



<b>Artefacto</b>	<b>Congelador</b>
<b>Marca</b>	Ecasa
<b>Modelo</b>	CHF V175
<b>Serie</b>	140707048179
<b>Voltaje</b>	220 V
<b>Potencia</b>	390 W



## ANEXO X

### Datos densidades

Ítem	Densidad	Unidades
Agua	2,20462	lb/L
Helado	1,29828	lb/L
Diésel	833	kg/m <sup>3</sup>

La densidad de helado de calculó; sabiendo que:



$$Densidad = \frac{Masa}{Volumen}$$


Si cada bote de helado contiene:

<b>Peso</b>	<b>530</b>	<b>g</b>
<b>Volumen</b>	900	ml

## ANEXO XI

### Fichas técnicas de maquinaria y equipo

Recipientes	
Almacenaje	Plástico
	

Balanza analógica	Balanza	Termómetro
		
Purificador de agua	Licuadora	Despulpadora



**Heladora**



**Congelador**



## ANEXO XII

### Cálculo de la huella de carbono con el plan de mejora 1

Datos	Valor	Unidades
<b>Capacidad</b>	72	L
<b>Potencia</b>	0,0042	MW

información recopilada de la página oficial de venta (Alibaba, s. f.)

*Cálculo del tiempo de procesamiento*

Proceso	Maquinaria /Equipo	Capacidad	Unidades	Tu	x	Tp(x)
				Tiempo de utilización (horas)	Cantidad de materia prima (libras)	Tiempo de Procesamiento
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	120	°C	-	600	-
	Balanza analógica	220	lb	-	600	-
Lavado	-	-	lb	-	600	-
Licuadao	Licuadao	66	lb	0,0500000	600	0,4545455
Despulpado	Despulpadora	1102,3100000	lb	1	600	0,5443115
Mezclado	Licuadao	66	lb	0,1000000	1344,1731115	2,0366259
	Purificador de agua	22,0462000	lb	0,0166667	530,7692308	0,4012553
	Balanza	10	lb	0,0166667	17,2500346	0,0287501
Heladora / Congelador	Heladora	158,73264	lb	0,5000000	1344,1731115	4,2340791
Empaque y almacenamiento	Heladora	1,2982800	lb	0,0027778	1343,6731115	2,8749001
	Congelador	207,7248000	lb	48	1343,6731115	48,0000000

Limpieza de heladora	Heladora	158,73264	lb	0,1000000	5,5000000	0,0034649
----------------------	----------	-----------	----	-----------	-----------	-----------

*Cálculo del consumo de energía por litro de helado*

Proceso	Maquinaria/Equipo	Potencia (MW)	Tiempo de Procesamiento (horas)	Consumo (MWh)	Consumo por 1L (MWh)
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	-	-	-
	Balanza analógica	-	-	-	-
Lavado		-	-	-	-
Licuadao	Licadora	0,001103248	0,454545455	0,000501476	0,000000485
Despulpado	Despulpadora	0,002206496	0,544311491	0,001201021	0,000001160
Mezclado	Licadora	0,001103248	2,036625927	0,002246904	0,000002171
	Purificador de agua	0,000120000	0,401255266	0,000048151	0,000000047
	Balanza	0,000004500	0,028750058	0,000000129	0,000000000
Heladora/ Congelado	Heladora	0,004200000	4,234079114	0,017783132	0,000017182
Empaque y almacenaje	Heladora	0,004200000	2,874900106	0,012074580	0,000011667
	Congelador	0,000390000	48,000000000	0,018720000	0,000117000
Limpieza de heladora	Heladora	0,004200000	0,003464946	0,000014553	0,000000014

*Cálculo de emisiones de CO2 por cada proceso y su respectivo aporte porcentual.*

<b>Proceso</b>	<b>Maquinaria /Equipo</b>	<b>Emisión de CO2 Propuesta</b>	<b>% Emisiones CO2 por máquina propuesta</b>
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	-
	Balanza analógica	-	-
Lavado de Materias Primas	-	-	-
Licuadao de fruta	Licuadora	0,000000072	0,3236%
Despulpas Fruta	Despulpadora	0,000000171	0,7750%
Mezcla de ingredientes	Licuadora	0,000000321	1,4500%
	Purificador de agua	0,000000007	0,0311%
	Balanza	0,000000000	0,0001%
Heladora/Congelado	Heladora	0,000002538	11,4759%
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,000001723	7,7920%
	Congelador	0,000017281	78,1429%
Limpieza de heladora	Heladora	0,000000002	0,0094%

## ANEXO XIII

### Cálculo de la huella de carbono con el plan de mejora 2.

Datos	Valor	Unidades
<b>Capacidad</b>	260	L
<b>Potencia</b>	0,000048	MW

Información recopilada de la página oficial de venta (SEA, s. f.)

#### *Cálculo del tiempo de procesamiento*

Proceso	Maquinaria /Equipo	Capacidad	Unidades	Tu	x	Tp(x)
				Tiempo de utilización (h)	Cantidad de materia prima (lb)	Tiempo de Procesamiento
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	120	°C	-	600	-
	Balanza analógica	220	lb	-	600	-
Lavado de Materias Primas	-	-	lb	-	600	-
Licuadao	Licuadao	66	lb	0,0500000	600	0,4545455
Despulpado	Despulpadora	1102,3100000	lb	1	600	0,5443115
Mezclado	Licuadao	66	lb	0,1000000	1344,1731115	2,0366259
	Purificador de agua	22,0462000	lb	0,0166667	530,7692308	0,4012553

	Balanza	10	lb	0,0166667	17,2500346	0,0287501
Heladora/ Congelado	Heladora	50	lb	0,5000000	1344,1731115	13,4417311
Empaque y almacenamiento	Heladora	1,2982800	lb	0,0027778	1343,6731115	2,8749001
	Congelador	337,55181 78	lb	48	1343,6731115	48,0000000
Limpieza de heladora	Heladora	50	lb	0,1000000	5,5000000	0,0110000

*Cálculo del consumo de energía por litro de helado*

Proceso	Maquinaria /Equipo	Potencia (MW)	Tiempo de Procesamiento (horas)	Consumo (MWh)	Consumo por 1L (MWh)
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	-	-	-
	Balanza analógica	-	-	-	-
Lavado de Materias Primas	-	-	-	-	-
Licuada de fruta	Licadora	0,001103248	0,4545455	0,0005015	0,0000005
Despulpado Fruta	Despulpadora	0,002206496	0,5443115	0,0012010	0,0000012
Mezcla de ingredientes	Licadora	0,001103248	2,0366259	0,0022469	0,0000022
	Purificador de agua	0,00012	0,4012553	0,0000482	0,0000000
	Balanza	0,0000045	0,0287501	0,0000001	0,0000000
Heladora/ Congelado	Heladora	0,0073	13,4417311	0,0981246	0,0000948
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,0073	2,8749001	0,0209868	0,0000203
	Congelador	0,000048	48,0000000	0,0023040	0,0000089
Limpieza de heladora	Heladora	0,0073	0,0110000	0,0000803	0,0000001



*Cálculo de emisiones de CO2 por cada proceso y su respectivo aporte porcentual.*

<b>Proceso</b>	<b>Maquinaria /Equipo</b>	<b>Emisión de CO2 Propuesta</b>	<b>% Emisiones CO2 por máquina propuesta</b>
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	
	Balanza analógica	-	
Lavado de Materias Primas	-	-	
Licuada de fruta	Licadora	0,000000072	0,4071%
Despulpas Fruta	Despulpadora	0,000000171	0,9749%
Mezcla de ingredientes	Licadora	0,000000321	1,8239%
	Purificador de agua	0,000000007	0,0391%
	Balanza	0,000000000	0,0001%
Heladora /Congelado	Heladora	0,000014003	79,6535%
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,000002995	17,0362%
	Congelador	0	0,0000%
Limpieza de heladora	Heladora	0,000000011	0,0652%

## ANEXO XIV

### Cálculo de la huella de carbono con el plan de mejora 1 y 2.

Datos	Valor	Unidades
Heladora		
Capacidad	72	L
Potencia	0,0042	MW
Congelador		
Capacidad	260	L
Potencia	0,000048	MW

#### Cálculo del tiempo de procesamiento

Proceso	Maquinaria /Equipo	Capacidad	Unidades	Tu	x	Tp(x)
				Tiempo de utilización (h)	Cantidad de materia prima (lb)	Tiempo de Procesamiento
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	120	° C	-	600	-
	Balanza analógica	220	lb	-	600	-
Lavado	-	-	lb	-	600	-
Licuadao	Licuadaora	66	lb	0,0500000	600	0,4545455
Despulpado	Despulpadora	1102,3100000	lb	1	600	0,5443115
Mezclado	Licuadaora	66	lb	0,1000000	1344,173115	2,0366259
	Purificador de agua	22,0462000	lb	0,0166667	530,7692308	0,4012553
	Balanza	10	lb	0,0166667	17,2500346	0,0287501
Heladora/ Congelado	Heladora	158,73264	lb	0,5000000	1344,173115	4,2340791
Empaque y almacenamiento	Heladora	1,2982800	lb	0,0027778	1343,673115	2,8749001
	Congelador	337,5518178	lb	48	1343,673115	48,0000000
Limpieza de heladora	Heladora	50	lb	0,1000000	5,5000000	0,0110000

*Cálculo del consumo de energía por litro de helado*

<b>Proceso</b>	<b>Maquinaria /Equipo</b>	<b>Potencia (MW)</b>	<b>Tiempo de Procesamiento (h)</b>	<b>Consumo (MWh)</b>	<b>Consumo por 1L (MWh)</b>
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	-	-	-
	Balanza analógica	-	-	-	-
Lavado	-	-	-	-	-
Licuadao	Licudadora	0,00110325	0,45454545	0,00050148	0,00000048
Despulpado	Despulpadora	0,00220650	0,54431149	0,00120102	0,00000116
Mezcla	Licudadora	0,00110325	2,03662593	0,00224690	0,00000217
	Purificador de agua	0,00012000	0,40125527	0,00004815	0,00000005
	Balanza	0,00000450	0,02875006	0,00000013	0,00000000
Heladora /Congelado	Heladora	0,00420000	4,23407911	0,01778313	0,00001718
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,00420000	2,87490011	0,01207458	0,00001167
	Congelador	0,00004800	48,00000000	0,00230400	0,00000886
Limpieza de heladora	Heladora	0,00420000	0,01100000	0,00004620	0,00000004

*Cálculo de emisiones de CO2 por cada proceso y su respectivo aporte porcentual.*

<b>Proceso</b>	<b>Maquinaria/Equipo</b>	<b>Emisión de CO2 Propuesta</b>	<b>% Emisiones CO2 por máquina propuesta</b>
Recepción de Materias Primas	Termómetro analógico	-	
	Balanza analógica	-	
Lavado de Materias Primas	-	-	
Licuadao de fruta	Licudadora	0,0000001	1,164%
Despulpado Fruta	Despulpadora	0,0000002	2,788%
Mezcla de ingredientes	Licudadora	0,0000003	5,217%
	Purificador de agua	0,0000000	0,112%
	Balanza	0,0000000	0,000%
Heladora/Congelado	Heladora	0,0000025	41,286%
Empaque y almacenamiento	Heladora	0,0000017	28,033%
	Congelador	0,0000013	21,293%
Limpieza de heladora	Heladora	0,0000000	0,107%

## ANEXO XV

### Cálculo de la huella de carbono con el plan de mejora 3.

<b>Capacidad de batería</b>	79	kWh
<b>Autonomía</b>	370	km
<b>Compartimento de carga</b>	17	m <sup>3</sup>

Información recopilada de la página oficial de venta (FIAT Professional, s. f.)

*Cálculo del consumo energético por kilómetros recorridos a cada destino.*

<b>Viaje</b>	<b>Kilometraje</b>	<b>Consumo energético (KWh)</b>	<b>Consumo energético (MWh)</b>
<b>República del Salvador</b>	3,06	0,653351351	0,000653351
<b>Carcelén Industrial</b>	12,23	2,61127027	0,002611270

*Cálculo del consumo energético por litro de helado de mora no lácteo.*

<b>Viaje</b>	<b>Porcentaje de uso del camión</b>	<b>Consumo por % de uso de helado de mora (MWh)</b>	<b>Consumo por un litro de helado (MWh)</b>
<b>República del Salvador</b>	50%	0,000326676	0,000000038
<b>Carcelén Industrial</b>	40%	0,001044508	0,000000154

*Cálculo de la huella de carbono por litro de helado.*

<b>Viaje</b>	<b>Emisiones de CO2 (ton)</b>	<b>Emisiones de CO2 (kg)</b>
<b>República del Salvador</b>	0,000000006	0,000005676
<b>Carcelén Industrial</b>	0,000000023	0,000022687

Relación porcentual de disminución de la huella de carbono.

<b>Tipo</b>	<b>Destino</b>	<b>Fuente de emisión</b>	<b>Emisión de CO2 Real (kg CO2)</b>	<b>Emisión de CO2 Propuesta (kg CO2)</b>	<b>Relación porcentual de disminución</b>
<b>Distribución del producto</b>	República del Salvador	Diésel	0,001572976	-	-
	Carcelén Industrial		0,004023528	-	-
	República del Salvador	Energía eléctrica	-	0,000005676	-99,6391%
	Carcelén Industrial		-	0,000022687	-99,4361%