

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTOS HECHOS A BASE DE MATERIAL RECICLADO DE LA EMPRESA ECUAPLASTIC S.C.

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

Anthony Alexis Chicaiza Zambrano
anthony.chicaiza@epn.edu.ec

Douglas David Aguilar Ortiz
douglas.aguilar@epn.edu.ec

DIRECTORA: ING. GALLARDO LASTRA LORENA FERNANDA MSC.
lorena.gallardo@epn.edu.ec

CODIRECTORA: ING. PÉREZ GUAMANZARA JADY PAULINA MSC.
jady.perez@epn.edu.ec

Quito, enero 2022

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por los Sres. Aguilar Ortiz Douglas David y Chicaiza Zambrano Anthony Alexis como requerimiento parcial a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Agua y Saneamiento Ambiental, bajo nuestra supervisión:

**Ing. Gallardo Lastra Lorena
Fernanda MSc.**

DIRECTORA DEL
PROYECTO

**Ing. Pérez Guamanzara Jady
Paulina MSc.**

CODIRECTORA DEL
PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros Aguilar Ortiz Douglas David y Chicaiza Zambrano Anthony Alexis con CI: 1724167141 y 1750054205 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación –COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi familia, novia y amigos los cuales me apoyaron incondicionalmente en todo momento, supieron hacer sacrificios por mí y quiero que sepan que los tuve presentes en todo momento de esfuerzo. Padres ustedes especialmente quiero que sepan que sin su bendición y apoyo esto no hubiera sido posible.

Los Amo.

Douglas D. Aguilar

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir uno de los anhelos que tenía en mi corazón, a mis padres por tener la paciencia y el amor para darme libertad y reprimendas cuando fueron necesarias, a mi novia por estar de forma incondicional cuando la necesite, amigos porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible y a los profesores por su paciencia y dedicación.

Douglas D. Aguilar

DEDICATORIA

Con todo mi corazón y cariño dedico este proyecto de titulación a las personas que más amo en este mundo: Mama, Papa, Hermano Mío. Ustedes que me han ayudado a forjar mi camino en la vida con su apoyo, consejo, enseñanzas y amor incondicional. Todo lo que soy y llegue a ser es gracias a ustedes.

Los amo Mamá, Papá y Hermano Mío.

Anthony A. Chicaiza

AGRADECIMIENTO

Agradecido con mis padres, quienes con mucho sacrificio han sabido ayudarme a salir adelante y guiarme a través de este largo camino. Gracias por darme esta carrera, por creer en mí, por su paciencia, por sus reprimendas y por estar ahí para mí siempre.

Agradecido con mi hermano, primos, primas, tías, con toda mi familia por haber creído en mí, por su apoyo y haber puesto su entera confianza en mí.

Agradecido con Dios y con la vida por permitirme tener a mis seres queridos a mi lado, dotarme de salud y valor para poder seguir avanzando y por permitirme llegar hasta aquí.

A todos esos amigos verdaderos que he llegado a tener a lo largo de toda mi vida académica, por hacerme más amena mi carrera y brindarme su apoyo.

Anthony A. Chicaiza

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1. Antecedentes	- 1 -
1.2. Justificación	- 2 -
1.3. Objetivo	- 3 -
1.3.1. Objetivo General.....	- 3 -
1.3.2. Objetivos Específicos.....	- 3 -
1.4. Marco teórico.....	- 3 -
1.4.1. Cambio climático y residuos solidos.....	- 3 -
i. El cambio climático y los gases de efecto invernadero (GEI).....	- 3 -
ii. Reciclaje	- 4 -
iii. Reciclaje y problemática de residuos en el Ecuador.....	- 4 -
iv. Reciclaje y la disminución de gases de efecto invernadero.....	- 6 -
1.4.2. Indicadores ambientales.....	- 7 -
1.4.3. Huella de carbono	- 7 -
1.4.4. Relación del análisis del ciclo de vida (ACV) con la huella de carbono	- 8 -
1.4.5. Etapas para el cálculo de la huella de carbono	- 8 -
1.4.6. Calculadora de huella de carbono	- 11 -
1.4.7. Marco Legal.....	- 12 -
i. Marco legal ecuatoriano	- 12 -
ii. Marco legal internacional	- 16 -
2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	- 17 -
2.1. Definición del alcance de estudio	- 17 -
2.2. Levantamiento de inventario de datos y cálculo de emisiones	- 19 -
2.2.1. Análisis de datos.....	- 20 -
2.3. Elaboración de la Interfaz de la calculadora de huella de carbono	- 21 -
2.3.1. Creación de macros, introducción e instructivo	- 25 -
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	- 26 -
3.1. Alcance de estudio	- 26 -
3.1.1. Línea de Producción Ecopak.....	- 26 -
3.1.2. Línea de Producción de tableros de aglomerado.....	- 29 -
3.1.3. Línea de Producción Tubería Flex (PE reciclado).....	- 31 -

3.1.4.	Línea de producción de tubería de PEAD virgen.....	- 34 -
3.1.5.	Línea de Producción MadeVida.....	- 36 -
3.1.6.	Línea de producción Pallet de madera.....	- 39 -
3.2.	Inventario de datos.....	- 41 -
3.2.1.	Inventario de productos Ecuaplastic S.C.....	- 41 -
3.2.2.	Inventario de productos equivalentes hechos con materia prima virgen...	- 44 -
i.	Tablero de aglomerado.....	- 44 -
ii.	Pallet de madera.....	- 47 -
iii.	Tuberías de PEAD virgen.....	- 48 -
3.3.	Emisiones de los productos analizados.....	- 50 -
3.4.	Análisis comparativo de emisiones de carbono equivalente.....	- 52 -
3.5.	Calculadora de huella de carbono.....	- 54 -
i.	Instructivo de calculadora.....	- 54 -
ii.	Aporte de la calculadora de huella de carbono.....	- 56 -
4.	CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES.....	- 57 -
4.1.	Conclusiones.....	- 57 -
4.2.	Recomendaciones.....	- 58 -
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	- 60 -
6.	ANEXOS.....	- 66 -
Anexo 1.	Acta de Reunión de Apertura.....	i
Anexo 2.	Catálogo de productos de Ecuaplastic S.C.....	iii
Anexo 3.	Introducción, Instructivo y Calculadora.....	vii
Anexo 4.	Tablas de vinculación.....	xii

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del cálculo de la huella de carbono.....	- 9 -
Figura 2. Componentes de la elaboración de inventario.....	- 10 -
Figura 3. Artículos de la Constitución que se muestran en beneficio de la naturaleza..	- 12 -
Figura 4. Artículos del COA que se muestran en beneficio de la naturaleza	- 13 -
Figura 5. Artículos de interés del RCOA.....	- 14 -
Figura 6. Artículos de interés del RCOA.....	- 14 -
Figura 7. Artículos de interés del Acuerdo Ministerial 140.....	- 15 -
Figura 8. Artículos de interés del Acuerdo Ministerial 140.....	- 15 -
Figura 9. Formato base de calculadora de huella de carbono	- 21 -
Figura 10. Sección 2. Detalle de venta	- 23 -
Figura 11. Sección 3. Resultados de emisiones de CO ₂ eq	- 24 -
Figura 12. Resultados absolutos de la venta	- 25 -
Figura 13. Diagrama de Flujo y fuentes de emisiones Greenpak.....	- 28 -
Figura 14. Diagrama de Flujo y fuentes de emisiones del tablero de aglomerado	- 30 -
Figura 15. Diagrama de Flujo y fuentes de emisiones de la Tubería Flex	- 33 -
Figura 16. Diagrama de Flujo y fuentes de emisiones de la Tubería de PEAD	- 35 -
Figura 17. Diagrama de flujo y fuentes de emisiones del Pallet de Ecuaplastic S.C.	- 38 -
Figura 18. Diagrama de flujo y fuentes de emisiones del Pallet de Madera	- 40 -
Figura 19. Camiones de tipo VOLVO FMX 400.....	- 45 -
Figura 20. Tipología de Celdas	- 55 -
Figura 21. Selección de la línea de producción.....	- 55 -
Figura 22. Lista desplegable de selección del producto	- 56 -
Figura 23. Celdas de resultados	- 56 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción productos hechos con materia prima virgen y reciclada.	- 26 -
Tabla 2. Peso de unidades funcionales.	- 42 -
Tabla 3. Inventario Línea de Producción Tubería Flex.	- 43 -
Tabla 4. Inventario Línea de Producción Greenpak.	- 43 -
Tabla 5. Inventario Línea de Producción MadeVida.	- 44 -
Tabla 6. Recorrido promedio entre plantaciones e instalación de NOVOPAN.	- 45 -
Tabla 7. Características Técnicas.	- 45 -
Tabla 8. Inventario Línea de Producción Tablero de Aglomerado.	- 46 -
Tabla 9. Inventario Línea de Producción Pallet de madera.	- 48 -
Tabla 10. Inventario Línea de Producción Tubería PEAD.	- 49 -
Tabla 11. Factores de emisión.	- 50 -
Tabla 12. Emisiones de productos de Ecuaplastic S.C. (materia prima reciclada).	- 51 -
Tabla 13. Emisiones de productos funcionalmente equivalente (materia prima virgen).-	- 51 -
Tabla 14. Análisis comparativo.	- 53 -

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ACV: Análisis de Ciclo de Vida

GADM: Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales

GEI: Gases de efecto invernadero

GHG: Greenhouse Gas

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

IPCC: Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

IRR: Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo

ISO: International Organization for Standardization

PAS: Publicly Available Specification

PEAD: Polietileno de alta densidad

PEBD: Polietileno de baja densidad

RENAREC: Red Nacional de Recicladores del Ecuador

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tuvo como objetivo analizar la huella de carbono de productos hechos a base de material reciclado y desarrollar una calculadora de huella de carbono para Ecuaplastic S.C.

Como primera etapa, se eligió conjuntamente con Ecuaplastic S.C. 3 productos estrella para el análisis y con base en estos se escogieron de igual forma 3 productos funcionalmente equivalentes, pero hechos a partir de materia prima virgen para poder compararlos. Se definió el alcance de estudio por medio de un levantamiento de los sistemas productivos, se consideró como limitaciones de estudio la extracción de materia prima (únicamente para Ecuaplastic S.C.), transporte al usuario, uso del producto y disposición final.

La segunda etapa, consistió en el levantamiento de inventarios de emisiones de GEI de los productos analizados. Ya determinada la huella de carbono se realizó un análisis comparativo para hallar los productos con mayores emisiones e identificar procesos en los que hay que reducir los GEI. Como tercera etapa, se desarrolló una calculadora de huella de carbono con la herramienta “Excel” que permite a Ecuaplastic S.C. seleccionar los productos de su catálogo y calcular de manera automática la huella de carbono para los productos a vender y comparar con sus respectivos productos funcionalmente equivalentes.

Se concluyó que los productos de Ecuaplastic S.C. representan un mejor aporte al ambiente, esto con los límites establecidos en el presente estudio, ya que, en comparación a los productos hechos de materia prima virgen, producen una menor cantidad de emisiones de GEI.

PALABRAS CLAVE: Huella de carbono, GEI, producto funcionalmente equivalente, reciclaje, calculadora de huella de carbono.

ABSTRACT

The objective of this degree project was to analyze the carbon footprint of products made from recycled material and to develop a carbon footprint calculator for Ecuaplastic S.C.

As a first stage, it was chosen jointly with Ecuaplastic S.C. 3 stars products for the analysis and based on these, 3 functionally equivalent products were chosen in the same way, but made from virgin raw material to be able to make a comparison. The scope of the study was defined by carrying out a lifting of the production systems considering as study limitations the extraction of raw material (only for Ecuaplastic S.C.), transport to the user, use of the product and final disposal.

The second stage consisted of making an inventory of GHG emissions of the analyzed products. Once the carbon footprint was determined, a comparative analysis was carried out to find the products with the highest emissions and identify processes in which GHG must be reduced. As a third stage, a carbon footprint calculator was developed with the “Excel” tool that would allow Ecuaplastic S.C. select the products from its catalog and it will automatically calculate the carbon footprint for the products to be sold and compare them with their respective products equivalently.

It was concluded that the products of Ecuaplastic S.C. represent a better contribution to the environment, this within the limits established in this study, because, compared to products made from virgin raw material, they produce a lower amount of GHG emissions.

KEY WORDS: Carbon footprint, GHG, functionally equivalent product, recycling, carbon footprint calculator.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El calentamiento global es uno de los mayores problemas que afecta al mundo actualmente. Este hecho se relaciona directamente con las emisiones de GEI y entre estas principalmente las emisiones de CO₂ (Pérez Sierra, 2017). Al calentamiento global se le suma el escepticismo de diferentes personas y empresas que no han mejorado sus prácticas ambientales a pesar de cifras alarmantes como el aumento de la concentración a 430 ppm de CO_{2eq} respecto al periodo preindustrial que era de 290 ppm CO_{2eq} (IPCC, 2018). Con base en lo mencionado según estudios del IPCC esto ha provocado el aumento de la temperatura global a 1 °C al 2019 (Recalde Rodríguez et al, 2018).

Por otro lado, en Quito para el año 2011, se estimó que 5.164 millones de toneladas de CO₂ fueron emitidas y de estas el 11 % se deben a las industrias (Secretaría del Ambiente, 2011). La gran cantidad de emisiones atribuidas al sector industrial se deben en mayor parte por la extracción de recursos naturales de manera desmedida y sin control. Junto a esto, el escaso aprovechamiento de residuos del modelo de extraer y desechar, es decir del modelo lineal, muestra que es insostenible (Mendoza, Falappa, Lamy, & Vásquez, 2019).

Existen diversos mecanismos para mejorar los modelos de producción, mitigar las emisiones y encontrar procesos en donde se puedan optimizar el uso de recursos, pero en Ecuador son pocas las empresas que tienen estudios o planes de gestión ambiental que ayuden a mitigar los impactos negativos bajo un modelo no lineal (Recalde Rodríguez et al, 2018).

Si las empresas o las personas continúan con formas de producción que no toman en cuenta acciones que mitiguen y neutralicen el impacto que es provocado por su modelo de “desarrollo”, las consecuencias pueden ser irreversibles. Temperaturas extremas, sequías y precipitaciones intensas son algunas de las estimaciones que ha realizado el IPCC que afectarán a nuestro planeta si no se buscan alternativas para mejorar nuestra relación con el mismo (IPCC, 2018).

Entre las empresas ecuatorianas que buscan mejorar su relación con el ambiente se encuentra Ecuaplastic S.C. que elabora productos con material reciclado. Ecuaplastic S.C. es una empresa que obtendría beneficios en sus procesos y ventas al mostrar cuantitativamente como sus productos generan menos impactos negativos al ambiente en comparación con aquellos que son elaborados con materia prima virgen.

1.2. Justificación

La huella de carbono es el cálculo de las emisiones de CO_{2eq} y puede ser aplicado en personas, procesos e incluso en organizaciones completas (Omoniyi, Laseinde, & Ifetayo, 2020). Este análisis puede no solo ayudar a empresas en su producción, sino también a concientizar a las personas acerca de los efectos de los impactos ambientales de algunos productos y a realizar una mejor elección en el consumo de estos. Dicha elección potenciaría a aquellas empresas con bajas emisiones ya que obtendrían mayores ventas, se abrirían nuevos mercados y ayudarían al ambiente (Recalde Rodríguez et al, 2018).

Con base en lo mencionado se puede afirmar que esto beneficiaría a las empresas de reciclaje, ya que existen estudios que exponen a los productos hechos a base de materia prima virgen, como responsables de una mayor cantidad de emisiones, en comparación a productos que han sido elaborados con materia prima reciclada. Un ejemplo claro es el caso de las bolsas de polietileno de alta densidad (PEAD), hechas a base de materia prima virgen, ya que para elaborar 1 kg se estima una emisión de 3,2 kg de CO_{2eq} en comparación a una bolsa de PEAD reciclado que para su elaboración se emiten 2,8 kg de CO_{2eq} (Benveniste, 2012).

La empresa de reciclaje ecuatoriana Ecuaplastic S.C. elabora tableros y mangueras a base de polialuminio y plásticos reciclados, respectivamente. La empresa constantemente mejora su relación con el ambiente, con o sin el uso de materiales reciclados. Busca iniciativas para mejorar sus procesos y su gestión ambiental, por esta razón la empresa facilitará el desarrollo de un estudio que permita el cálculo de la huella de carbono de algunos de sus productos, en sus instalaciones.

La importancia de este estudio radica en que la empresa obtendrá una mejor perspectiva de las emisiones de CO_{2eq}, al identificar los procesos de obtención de sus productos en comparación con otros, con lo cual podrán identificar lo que requiere modificación y mejora en sus procesos productivos, sustentar estrategias de márketing para visibilizar el beneficio provocado y dar paso en un futuro a nuevos estudios.

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo General

Analizar la huella de carbono de productos hechos a base de material reciclado de la empresa Ecuaplastic S.C.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Definir el alcance del análisis de la huella de carbono para tres productos seleccionados de Ecuaplastic S.C. y de productos equivalentes hechos a partir de materia prima virgen.
- Elaborar un inventario de emisiones de CO_{2eq} de las entradas y salidas del ciclo de vida de los productos, según el alcance establecido.
- Interpretar el cálculo de las emisiones de CO_{2eq} en comparación con los productos seleccionados.
- Desarrollar una calculadora de la huella de carbono para los productos de Ecuaplastic S.C.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Cambio climático y residuos solidos

i. El cambio climático y los gases de efecto invernadero (GEI)

Los GEI se encargan de mantener un clima equilibrado en la tierra cuando se producen de manera natural, pero todas las actividades de generación de productos y servicios provocan un impacto al ambiente al producir GEI durante actividades como la extracción de materias primas, producción, transporte, almacenamiento,

utilización y disposición final (Valderrama, Espíndola & Quezada, 2011). Todas estas actividades realizadas por los seres humanos han provocado alteraciones en el equilibrio ecológico, como el calentamiento global (Viteri, 2015).

El calentamiento global es provocado, ya que los GEI tienen la característica de formar una capa en la atmósfera terrestre que impide la devolución de los rayos solares que son captados por la tierra, lo que repercute en el aumento de la temperatura. Los GEI son: óxido nitroso (N_2O), dióxido de carbono (CO_2), hidrofluorocarbonos (HFC), hexafluoruro de azufre (SF_6), perfluorocarbonos (PFC), Metano (CH_4), entre otros. Para los cuales, si se establecen mecanismos de medición con información periódica, permiten tomar mejores decisiones para beneficio de las empresas y el ambiente (Viteri, 2015).

ii. Reciclaje

Una de las grandes problemáticas ambientales es la contaminación por la mala gestión de los residuos sólidos. El reciclaje es la acción mediante la cual un producto que ha terminado su vida útil es reincorporado a la cadena productiva mediante su transformación con el uso de energías. El reciclaje ayuda a combatir la gran problemática que causan los residuos sólidos, al disminuir el impacto al ambiente que se genera por la extracción de nuevas materias primas, ya que evita que los residuos que pueden ser aprovechados sean vertidos en rellenos sanitarios o a cielo abierto (Sanmartín Ramón & Zhigue Luna, 2017).

iii. Reciclaje y problemática de residuos en el Ecuador

En el Ecuador, hasta el año 1975 el tema de la disposición final de residuos no era un asunto de importancia para el gobierno, pues se realizaba una disposición final de los residuos en ríos, terrenos baldíos, vías, quebradas, lagunas, espacios públicos, etc. Para el año de 1990, la producción de residuos creció exponencialmente como consecuencia del incremento poblacional y del boom petrolero de esa época. Todos los cantones del Ecuador empezaron a tener botaderos a cielo abierto sin ningún control gubernamental (Soliz, 2015).

El sistema de disposición final colapsaría en 1994 en Guayaquil y en 1999 en Quito, y conjuntamente a ellos, los demás cantones del territorio ecuatoriano (Soliz, 2015). Estos hechos junto con las nuevas políticas y normativas promovieron el cierre técnico de botaderos y es a partir de esto que el país apuesta por una alternativa vigente hoy en día, la implementación de rellenos sanitarios. Se terció, privatizó y mercantilizó el servicio de gestión de residuos (Soliz, 2015). Con base en el INEC 2017 se puede afirmar que, de toda la producción de residuos del ecuatoriano promedio, el 83,3% está comprendido de residuos orgánicos, plástico, papel y cartón, materiales que son altamente aprovechables.

En el Ecuador existen hombres y mujeres que se dedican a la recuperación de residuos sólidos reciclables para tener una remuneración económica, estas personas adoptan el nombre de recicladores de base. Acerca del número exacto de recicladores de bases existentes en el Ecuador no existe información (IRR, 2014), sin embargo, el IRR (Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo) (2014) afirma que: existen alrededor de 20 000 recicladores de base, de los cuales 1 000 se encuentran registrados en la RENAREC (Red Nacional de Recicladores del Ecuador).

En el año 2014 el IRR evaluó la situación actual de los recicladores de base en cuatro ciudades del Ecuador: Quito, Cuenca, Guayaquil y Manta. El estudio integró alrededor de 8 865 recicladores de base. El IRR mencionó que para el año 2014 recuperaron alrededor de 124 855 toneladas métricas de material reciclable, esto equivale al 51% de las 245 000 de toneladas métricas de material potencialmente reciclable que se produjo en las ciudades del estudio.

Según el INEC (2018), el reciclaje y separación en la fuente de residuos en los hogares ecuatorianos se presenta en tan solo un 52,30%. En cuanto a iniciativas por parte de los GADM en Ecuador, para aplicar programas de separación de residuos en el hogar, según INEC (2017) afirma que de un total de 80 GADM existió una cobertura del 36,5%.

El IRR (2014) señala que el 35,09% de los hogares urbanos no realiza una clasificación de residuos por motivos de falta de disponibilidad de contenedores

específicos para esta actividad o centros de acopio, mientras que el 20,34% señala que simplemente no les interesa. En cambio, en hogares rurales el 31,17% menciona que el motivo para no clasificar es también, la falta de contenedores diferenciados.

iv. Reciclaje y la disminución de gases de efecto invernadero

Como se mencionó anteriormente en el Ecuador entre los procesos de disposición final más comunes se tienen a los rellenos sanitarios (Nicolas Bogota, 2017). Es menester mencionar que esta técnica cuenta con diferentes desventajas las cuales son: el espacio utilizado para los residuos, los GEI que son emitidos, el desaprovechamiento de materiales que podrían ser reciclados o reutilizados, entre otras. La mayor cantidad de GEI que se atribuye al sector de los residuos sólidos son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂) de los cuales el metano (CH₄) es el gas con mayor potencial de calentamiento global en comparación al dióxido de carbono (CO₂) (Valencia, 2010).

Frente a esto como técnicas de aprovechamiento de residuos sólidos se encuentran el reciclaje, el reúso, la no generación de residuos y la prevención. El reciclaje se podría mencionar como uno de los primeros pasos hasta llegar a la no generación, el cual es un escenario ideal en la gestión integral de residuos sólidos (Valencia, 2010).

La disminución de GEI es otro factor que se beneficia al promover el reciclaje, ya que, al aprovechar los residuos sólidos generados, se disminuye la extracción de materiales para su fabricación y se impide que residuos causantes de estas emisiones terminen su vida útil sin ser aprovechados (Ullca, 2006). Un claro ejemplo a nivel internacional es el que menciona (Hooda & Barrera, 2016) en su estudio, en el cual analiza las diferentes etapas de la gestión de residuos sólidos y presenta resultados de ahorro de 6524 t de CO_{2eq} por separación y reciclaje de residuos en la fuente.

A nivel nacional se puede mencionar como un ejemplo de disminución de GEI a la recuperación durante el periodo 2018-2020, en Quito, registrado en la aplicación ReciApp perteneciente a la empresa ReciVeci, de 1225,7 kg y 3598,9 kg de PEAD

y PEBD respectivamente, ya que si se lo considera como material que será reinsertado en la cadena productiva, como menciona su estudio, este material reciclado tendría un ahorro de 5641,1 kg de CO eq (Gallardo & Rivela, Ecologías política urbana ante el cambio climático, 2021).

1.4.2. Indicadores ambientales

Para poder cuantificar y establecer mecanismos de mitigación de GEI se han desarrollado diversos indicadores como: la huella de carbono, la huella ecológica, el análisis de ciclo de vida, huella hídrica, entre otros. Estos indicadores ayudan a analizar diferentes problemáticas ambientales como: cambio climático, calidad de agua y aire, capacidad de la regeneración de recursos, entre otros (Viteri, 2015). Es importante recalcar que los indicadores únicamente sirven para cuantificar el impacto que una acción altera al planeta, pero para realmente realizar una disminución del impacto ambiental negativo se debe optar por medidas de control como: la disminución del uso de recursos, aprovechamiento energético, el reciclaje de productos, entre otras (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Ambiente, 2015).

1.4.3. Huella de carbono

La huella de carbono permite la cuantificación de las emisiones GEI mediante una unidad funcional en kilogramos de CO₂ equivalentes (Nazareno, 2016). En otras palabras, permite la cuantificación de las emisiones de GEI representándolos de manera numérica.

Es una herramienta que se basa en el análisis de ciclo de vida y tiene en la actualidad una gran variedad de metodologías, todas ellas en base a la norma ISO 14044 (Sardina, 2013). A continuación, se menciona las más recomendadas:

- **PAS 2050:** Es una metodología que se enfoca en dar a conocer los pasos completos para el cálculo de las emisiones de un producto enfocándose en el del ciclo de vida del mismo. Es una metodología elaborada en 2008 por British Standard Institute con ayuda de Carbon Trust y DEFRA. En forma general PAS 2050 se enfoca en dar una visión global del ACV de un producto con un paso

a paso de los criterios a tomar en cuenta (Guallasamin Cosntane & Simón Baile , 2018).

- **GHG Protocolo:** Es una metodología desarrollada por el Instituto de Recursos Mundiales y por el Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sustentable en el 2001. El protocolo es muy reconocido a nivel internacional y presenta las bases para un cálculo de las emisiones directas e indirectas. El Protocolo GHG con base en las emisiones directas e indirectas da origen a tres alcances para el cálculo de la huella de carbono. El alcance 1 se enfoca en las fuentes directas de emisión, el alcance 2 en las fuentes indirectas de emisiones y el alcance 3 en las emisiones indirectas fuera de los límites de la empresa analizada o que fabrica el producto (Guallasamin Cosntane & Simón Baile , 2018).
- **ISO 14067:** Constituye una norma de estandarización de ayuda a la cuantificación y comunicación del cálculo de la huella de carbono de productos (Gòmez & Maldonado , 2014) .

1.4.4. Relación del análisis del ciclo de vida (ACV) con la huella de carbono

La huella de carbono como se mencionó anteriormente mide las emisiones de GEI vertidas a la atmósfera, basándose en un enfoque de ACV, que mide los impactos ambientales que se tiene al elaborar un producto y/o proceso durante toda su vida completa o en otras palabras desde su origen hasta la tumba. En este contexto se puede mencionar que la huella de carbono es una sección o un cálculo que forma parte del ACV (Leiva, 2016).

1.4.5. Etapas para el cálculo de la huella de carbono

Para el cálculo de la huella de carbono existen diferentes etapas que ayudan a cuantificar los GEI. Como una forma general de cálculo basado en el ACV se muestra la figura 1 con sus componentes (Mouriño, 2017).

Los componentes de la figura 1 son bidireccionales y dinámicos que se puede modificar ciertos aspectos del alcance para llegar a hacer que el objetivo establecido se cumpla (Mouriño, 2017).

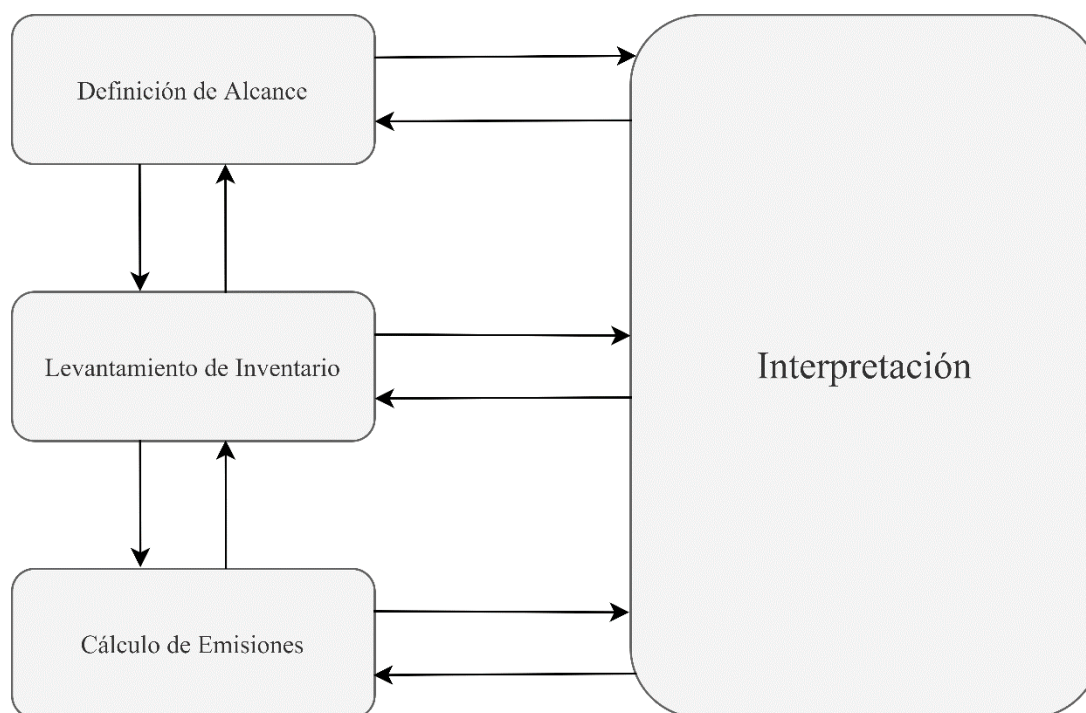


Figura 1. Componentes del cálculo de la huella de carbono (Mouriño, 2017)

i. Definición del alcance de estudio

El objetivo del estudio junto con el alcance son los primeros pasos y más importantes que definirán el desarrollo del estudio, donde se deberá tomar en cuenta: hacia quien va dirigido, su amplitud, profundidad y detalle. El alcance deberá tomar en consideración los siguientes puntos (Leiva, 2016):

- **Función y sistema del producto:** Se describe los diferentes procesos que compone la elaboración de un producto con entradas y salidas (materia, energía y $\text{CO}_{2\text{eq}}$). Además, se define la función o funciones del producto, que se van a tomar en cuenta para el análisis del producto (Mouriño, 2017).
- **Unidad Funcional:** Es una base o referencia desde la cual se va a cuantificar las entradas y salidas de energía y materiales. En los casos que se desee

comparar productos se debe escoger una unidad funcional que exponga los intereses comparativos (Leiva, 2016).

- **Límites del sistema:** Se establece los procesos que se van a tomar en cuenta y de ser el caso se justifica la razón por la cual se excluyen algunos procesos. Los límites deben ir de acuerdo con los objetivos del estudio realizado (Mouriño, 2017).

ii. Levantamiento de inventario de datos y cálculo de emisiones

Es la fase mediante la cual se identifica y calcula los ingresos (materia y energía) y las salidas (CO_{2eq}) a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, en los límites que se hayan establecido. La figura 2 establece los componentes que deberán ser tomados en cuenta (Leiva, 2016).



Figura 2. Componentes de la elaboración de inventario (Leiva, 2016)

A continuación, se describe cada uno de los componentes para una mejor explicación.

- **Recopilación de datos:** Se realiza la búsqueda y el cálculo de datos de consumo para la elaboración del producto. Los datos pueden ser de la empresa o bibliográficos, los cuales deben ser correctamente referenciados para obtener

como resultado datos más confiables y de mayor valor para el estudio (Mouriño, 2017).

- **Factores de emisión:** Para la medición de los GEI, no suele ser común realizar de manera directa mediante el monitoreo de la concentración y flujo de los GEI, o por medio de un cálculo estequiométrico o de balance de masas del proceso analizado (Viteri, 2015). Al contrario, el método más usado es el de factores de emisión, que relacionan una actividad en concreto con la cantidad de GEI emitidas a la atmósfera (Viteri, 2015).
- **Cómputo de datos:** Se realiza transformaciones a una unidad común de los datos validados, para posteriormente sumar y obtener un total de emisiones (Mouriño, 2017).
- **Inventario terminado:** De manera concluyente se exponen los resultados de emisiones obtenidas por producto, mostrando valores relevantes que tengan un mayor porcentaje de emisiones en tablas comparativas o en gráficas donde se pueda sacar mejores conclusiones (Mouriño, 2017).

iii. Análisis de datos

Una vez obtenida la huella de carbono se realiza el análisis de los procesos que emiten una mayor cantidad de GEI, se identifican los focos de emisión para saber sobre cuál proceso se debe actuar para reducir las emisiones de GEI. Además, ayuda a tener una base con fundamentos sobre la cual se podrá tomar mejores decisiones de ahorro energético (Leiva, 2016).

1.4.6. Calculadora de huella de carbono

Muchas industrias realizan herramientas de cálculo para estimar la emisión de GEI como la calculadora de huella de carbono (Olivera & Cristóbal, 2014), estas herramientas tienen una interfaz que con solo ingresar datos referenciales a la unidad funcional permite determinar los kg de CO_{2eq} emitidos.

1.4.7. Marco Legal

i. Marco legal ecuatoriano

A nivel de Ecuador no existe una legislación específica que regule el cálculo de la huella de carbono u obligue a medir de emisiones de GEI, pero a continuación se menciona algunas leyes y normativas que promueven e incentivan a la minimización de la huella de carbono:

En la figura 3 se mencionan algunos artículos de La Constitución del Ecuador aprobada en el año 2008 por la Asamblea Nacional Constituyente, que involucran la protección al medio ambiente y por ende la reducción de GEI:

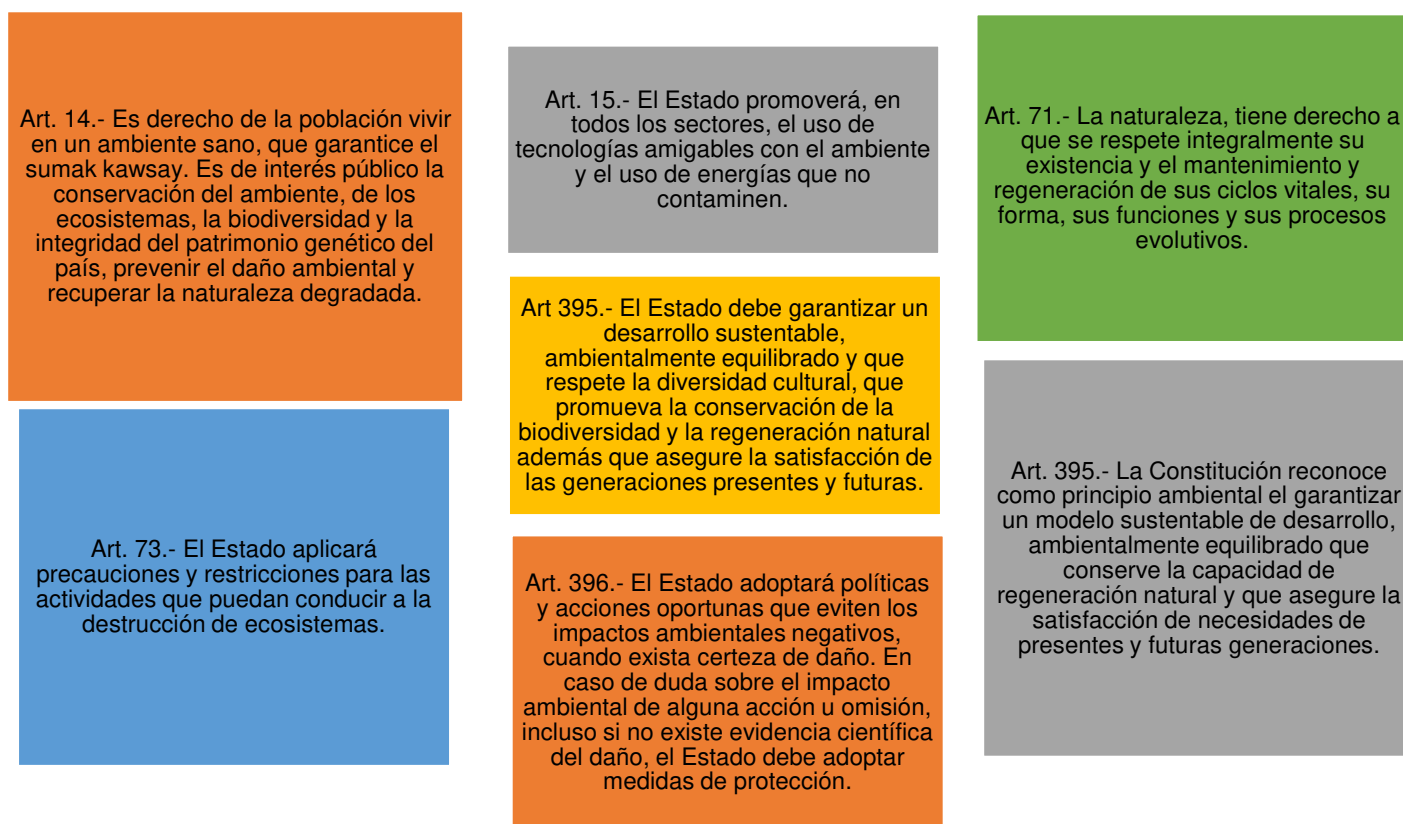


Figura 3. Artículos de la Constitución que se muestran en beneficio de la naturaleza

En la figura 4 se muestran algunos artículos del Código Orgánico Ambiental (COA) que entró en vigor el año 2018, emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, que involucran la protección al medio ambiente y por ende la reducción de GEI:



Figura 4. Artículos del COA que se muestran en beneficio de la naturaleza

En las figuras 5 y 6 se muestra algunos artículos del Reglamento al Código Orgánico Ambiental (RCOA) publicado en 2019 por el Ministerio del Ambiente.

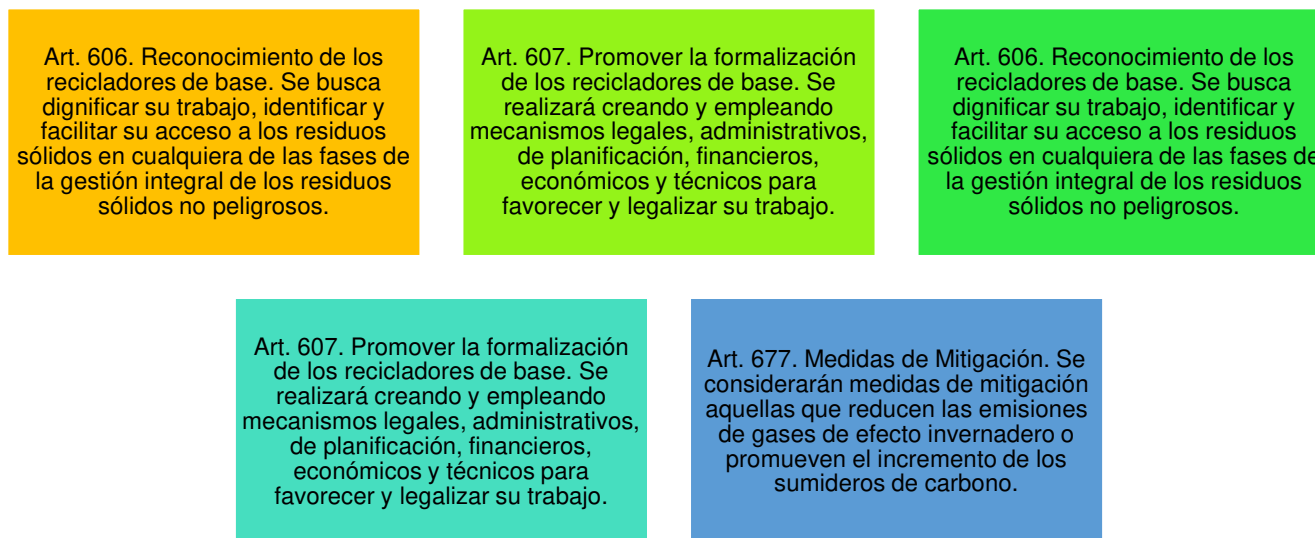


Figura 5. Artículos de interés del RCOA

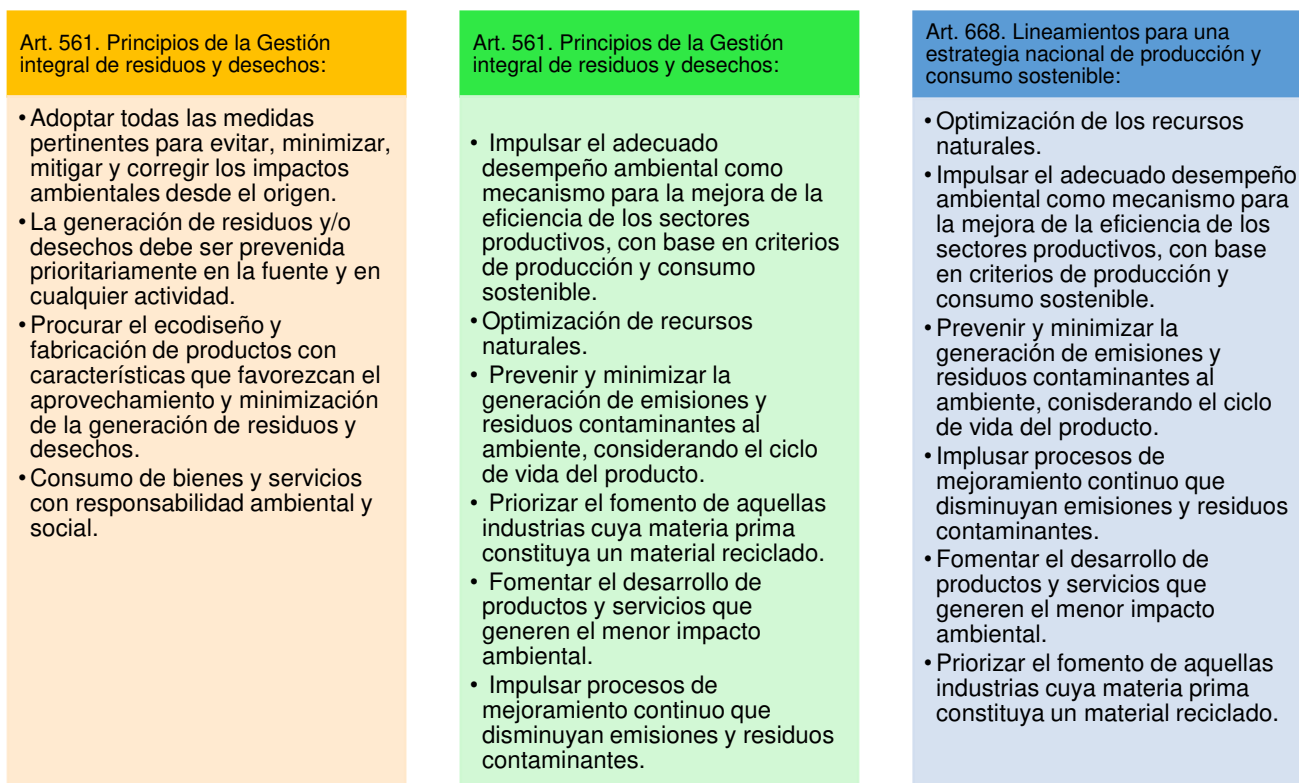


Figura 6. Artículos de interés del RCOA

Es importante mencionar que en la actualidad se está dando un giro en Ecuador, a la forma de promover acciones en pro del ambiente, tal es el caso del Acuerdo Ministerial 140 donde no se busca sancionar, si no dar incentivos a las empresas que están en constante mejora de su relación con el ambiente por medio de la realización de acciones que favorezcan a un desarrollo sostenible, a la disminución de GEI, a la reducción de la contaminación, a la conservación y restauración de los bosques, entre otras acciones.

En las figuras 7 y 8 se muestran algunos artículos del Acuerdo Ministerial 140 para incentivos ambientales publicado en 2015 por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

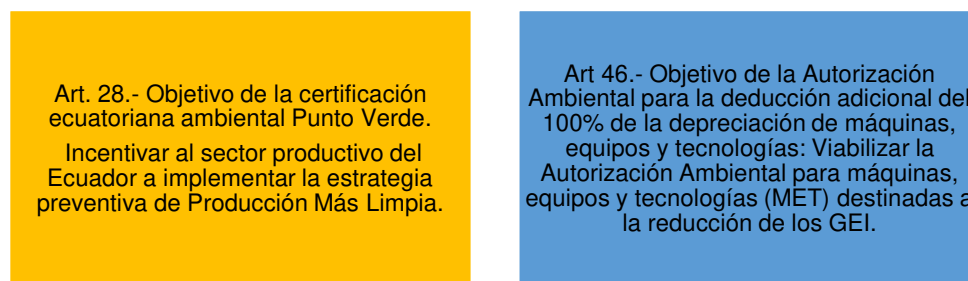


Figura 7. Artículos de interés del Acuerdo Ministerial 140

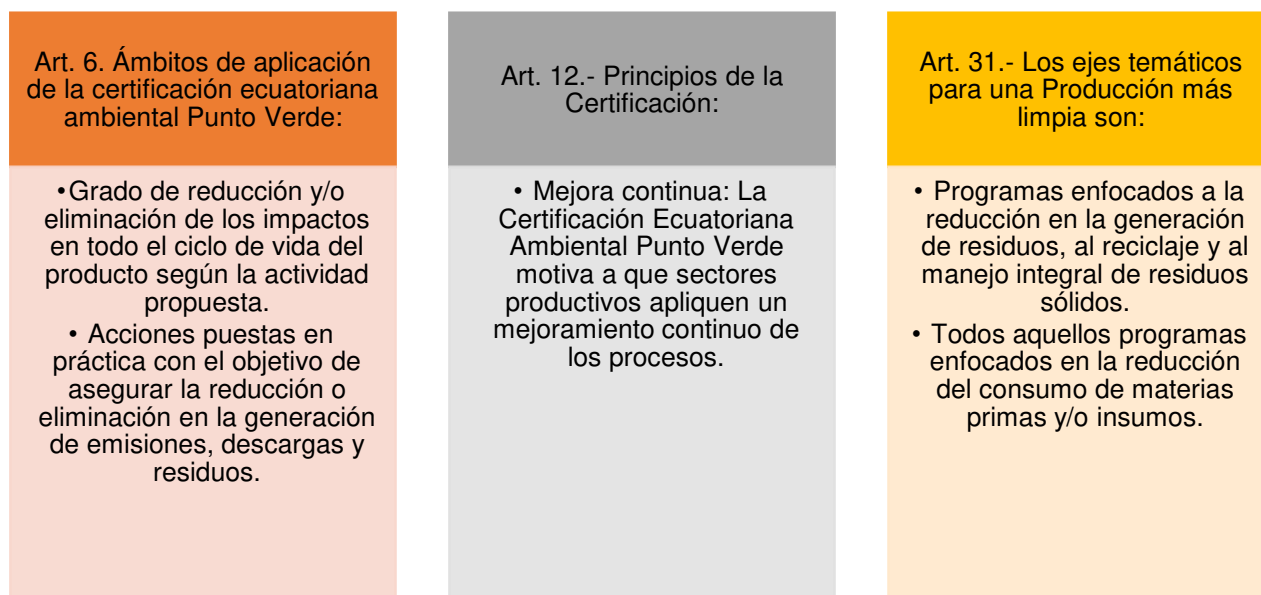


Figura 8. Artículos de interés del Acuerdo Ministerial 140

ii. Marco legal internacional

A nivel internacional entre los acuerdos para la mitigación de GEI se pueden mencionar los siguientes:

El Acuerdo de París. - Entró en vigor en el año 2016, el cual es un convenio donde 196 países, entre ellos Ecuador, dan una respuesta al calentamiento global incitando a que los países alineen sus políticas económicas, sociales y de desarrollo en un enfoque dirigido a la disminución del calentamiento global. El Acuerdo de París compromete a los países que lo conforman a descarbonizar sus economías, durante la segunda mitad del siglo y tiene como principales metas:

- No permitir el aumento de la temperatura media por encima de los 2°C respecto a los niveles preindustriales y avanzar con los esfuerzos para limitarla a 1.5°C.
- Aumentar la capacidad de la adaptación global y minimizar la vulnerabilidad al cambio climático.
- Mejorar el flujo de recursos financieros en el apoyo hacia la transformación de sociedades resilientes y economías libres en carbono.

Se puede mencionar también como una herramienta para la implementación de acciones contra el cambio climático y la reducción de GEI, a la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) para el Acuerdo de París en marzo 2019. La NDC se presenta como el corazón del Acuerdo de París en donde todos los países que forman parte se comprometen a realizar acciones que ayuden a cumplir un desarrollo más sostenible limitando el calentamiento global bajo los 2°C.

El objetivo general de la NDC para el Ecuador es implementar políticas, acciones y esfuerzos que promuevan la disminución de los GEI y el aumento de la resiliencia a las consecuencias atroces del cambio climático en los sectores priorizados de mitigación y adaptación. Los sectores priorizados a los cuales la NDC busca apoyar son: energía, agricultura, residuos, procesos industriales y uso del suelo, cambio del uso del suelo y la silvicultura (USCUSS). En este punto es importante recalcar que para el sector energético se busca tener un uso eficiente de la energía mediante tecnologías limpias que reemplacen el uso común de los hidrocarburos.

Otro instrumento internacional para hacer frente al cambio climático son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales el 25 de septiembre del 2015 los países miembros adoptaron para hacer frente a la pobreza, ayudar al planeta y brindar prosperidad para todos en un futuro. Como uno de los objetivos que se enfoca en la mitigación del cambio climático tenemos:

Objetivo 13.- Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Como metas se pueden mencionar las siguientes:

- Mejorar la resiliencia y la capacidad para la adaptación a los riesgos relacionados con el clima.
- Incentivar mecanismos para mejorar la gestión eficaz en relación con el cambio climático en los países menos adelantados.

2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Con base en lo mencionado en el punto 1.4.5. del marco teórico, sobre la forma en que se desarrolla el análisis de la huella de carbono, para el presente estudio se tomó en cuenta las siguientes fases fundamentadas en los pasos para el análisis del ciclo de vida.

2.1. Definición del alcance de estudio

El análisis se enfocó en 3 líneas de producción de Ecuaplastic S.C., las cuales fueron acordados con el Gerente General de la empresa mediante una reunión de apertura (ver anexo 1).

Posteriormente, se seleccionó la unidad funcional basándose en: las líneas de producción acordadas, los productos más comunes que se puedan encontrar en el mercado hechos a base de materia prima virgen y el catálogo de productos que Ecuaplastic S.C ofrece (ver anexo 2). Las unidades funcionales seleccionadas se pueden apreciar en la tabla 1.

Con base en los 3 productos seleccionados de Ecuaplastic S.C. se escogió 3 productos funcionalmente equivalentes elaborados por otras industrias a partir de

material virgen y con gran disponibilidad de información relacionada con el presente análisis.

Para la selección de los 3 productos funcionalmente equivalentes se hizo referencia a factores como:

- Funcionalidad
- Existencia de venta en el Ecuador
- Disponibilidad de información referente a sus procesos productivos
- Disponibilidad de información referente a sus capacidades productivas
- Factores de emisión relacionadas con cada proceso productivo

La información antes mencionada fue obtenida por medio de referencias bibliográficas y de las páginas web de las empresas e industrias que elaboran los productos funcionalmente equivalentes como Novapan, Tigre Ecuador, Haro Madera, entre otros.

En cuanto a la definición de los sistemas de producción para Ecuaplastic S.C. se realizó visitas técnicas para establecer cada unidad productiva de Ecuaplastic S.C. y las circunstancias o unidades que podrían generar GEI. Para la definición del sistema productivo, de los productos hechos a partir de materia virgen, se levantó con base en información bibliográfica que detallaba los procesos de elaboración. Para una mejor visualización de los procesos se elaboró diagramas de flujo para cada sistema productivo.

Estos diagramas de flujo revelarán las entradas y salidas relevantes para todos los sistemas y las unidades en donde se genera GEI. Aquí también se encontrarán los límites del estudio marcado con una línea entrecortada.

Los límites del análisis para los productos de Ecuaplastic S.C se establecen desde la recepción de materia prima hasta el producto ya finalizado. Se excluyeron procesos como:

- **La extracción de materia prima:** Porque Ecuaplastic S.C compra y recibe material reciclado mas no de material virgen y las emisiones de extracción se

le debe atribuir a la industria que produjo originalmente el material que va a ser reinsertado a la cadena productiva.

- **Transporte al usuario:** Porque los clientes de Ecuaplastic S.C suelen comúnmente adquirir el producto en las instalaciones de la empresa lo que permite obviar la distribución o transporte al cliente, solo cuando el cliente paga el servicio se suele transportar el producto hacia donde lo decida.
- **Uso del producto:** Porque el tiempo de uso que le brinde el cliente al producto puede variar, como así también la calidad del producto y el estudio necesitaría de un mayor tiempo de análisis y una mayor información, lo cual no se cuenta por el momento.
- **Disposición final:** Existen diferentes alternativas para la disposición final que el cliente le puede dar a los productos de Ecuaplastic S.C, por ende, para un análisis que contemple hasta la disposición final se necesitaría de mayor información y tiempo.

Por otra parte, los límites del análisis para los productos funcionalmente equivalentes se excluyeron de igual forma a las etapas de elaboración no consideradas para los productos de Ecuaplastic S.C. a excepción del proceso de extracción de materia prima ya que como se mencionó anteriormente, las emisiones de extracción se le debe atribuir a la industria que produce el material, en este caso, las que elaboraron los productos que son equivalentemente funcionales.

2.2. Levantamiento de inventario de datos y cálculo de emisiones

Se obtuvo la información de las emisiones de GEI para los diferentes productos de materia prima virgen y reciclada de dos formas diferentes. En el caso de los productos hechos de materia prima virgen se optó por bibliografía que analicen emisiones de productos similares.

En el caso de los productos hechos de materia prima reciclada se realizó visitas a Ecuaplastic S.C. donde se obtuvo datos de consumo energético, capacidad de producción de la maquinaria y tiempo requerido para elaborar los diferentes productos.

El cálculo de los diferentes valores a ser comparados se los realizó en una hoja de cálculo utilizando la herramienta Excel en donde se muestra los factores de emisión, bibliografía requerida e imágenes de los productos seleccionados. Para los diferentes cálculos se utilizó las siguientes ecuaciones que permiten transformar datos de consumo energético en emisiones de CO_{2eq}:

A continuación, se presenta la ecuación (2.2) para calcular las emisiones de kg CO_{2eq} con base en cualquier unidad de consumo ya sea de materia prima, energía eléctrica o combustible que son las más comunes:

$$\text{Emisiones de CO}_{2eq} = \text{Cantidad consumida (u)} \times \text{Factor de emisión } \left(\frac{\text{Kg CO}_{2eq}}{u} \right)$$

Ecuación 2.2 Cálculo de emisiones de CO_{2eq} (DEFRA, 2011)

Como un ejemplo que ayude a clarificar, se presenta el uso de la ecuación 2.2 para el cálculo de las emisiones de CO_{2eq} por la energía eléctrica consumida:

$$\text{Kg CO}_{2eq} = \text{Cantidad consumida de energía eléctrica (kWh)} \times \text{Factor de emisión } \left(\frac{\text{Kg CO}_{2eq}}{\text{kWh}} \right)$$

Finalmente, se realizó la suma de las emisiones de Kg CO_{2eq} que se calculó por cada proceso y por cada producto seleccionado.

Al terminar el inventario se presentó el análisis de datos, posteriormente. Las tablas fueron diseñadas a manera que los cálculos se adapten de forma automática a cada producto que se presenta en los catálogos de Ecuaplastic S.C.

2.2.1. Análisis de datos

Se presentó de manera textual sugerencias concluyentes con base en las tablas mostradas en el inventario y cálculo de emisiones. Se tomó en cuenta los procesos

con mayor cantidad de consumo energético y por ende con mayores emisiones de kg CO_{2eq} para así concluir qué productos son los que emiten una mayor cantidad de GEI y cuáles resultan ser más convenientes para disminuir el calentamiento global. Además, se evidencia cuál es el potencial beneficio de los productos hechos a base de materia prima reciclada con datos reales.

2.3. Elaboración de la Interfaz de la calculadora de huella de carbono

La interfaz de la calculadora de huella de carbono permite un manejo sencillo, entre las tablas del inventario descrito en el punto 2.2, con el personal de Ecuaplástico S.C.

Para la elaboración de la interfaz de la calculadora de huella de carbono se hizo uso del aplicativo de Microsoft Excel, se trabajó conjuntamente con el inventario de datos que se encuentra en el punto 3.2 del presente estudio.

El formato que la interfaz de la calculadora ofrece fue basado en el modelo de la calculadora del Ministerio para la Transición Ecológica y El Reto Demográfico del Gobierno de España (ver figura 9). Esta calculadora brinda un resumen de los kg de CO_{2eq} desglosado por actividades, apoyado con un resumen visual en gráficos estadísticos de tipo histograma. Todos estos resultados se muestran de manera automática al ingresar datos básicos relacionados con la unidad funcional.

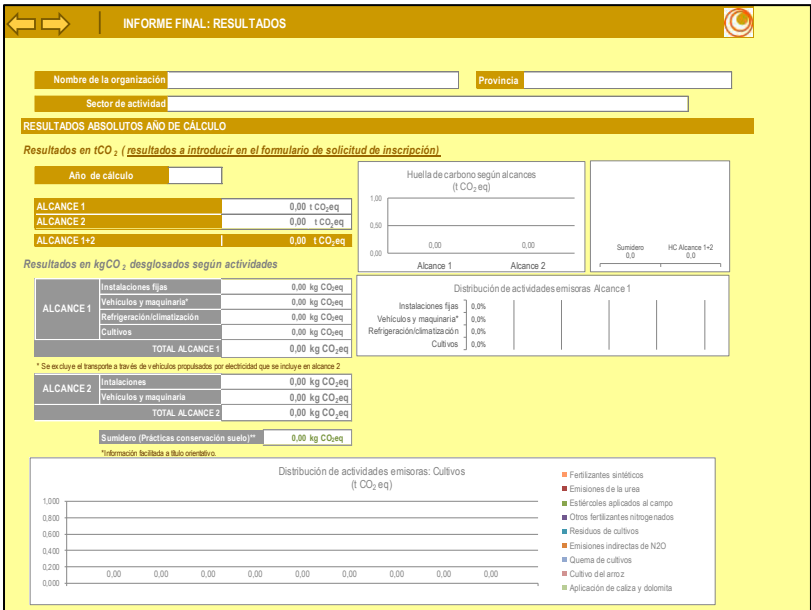


Figura 9. Formato base de calculadora de huella de carbono Ministerio para la Transición Ecológica y El Reto Demográfico del Gobierno de España

Siguiendo el formato de la calculadora del Ministerio para la Transición Ecológica y El Reto Demográfico del Gobierno de España y basándose en el contexto de Ecuaplastic S.C. se definieron 3 tipos de formatos de celda de Excel: celdas a completar, celdas informativas y celdas de resultados. De estas, el personal de Ecuaplastic S.C. solo puede modificar las celdas con el formato “Celdas a completar”, las otras celdas se encuentran bloqueadas para su edición a fin de que el personal no pueda desconfigurar la calculadora.

Las celdas con el formato “Celdas informativas” mostrarán el valor de kg de CO_{2eq} desglosado por actividad y/o unidad de proceso, en cambio las celdas con el formato “Celdas de resultados” mostrarán el total englobado de kg de CO_{2eq} por la línea de producción y/o venta.

Con el fin de tener una interfaz fácil de manejar y que sea intuitiva, la calculadora fue desarrollada con 4 secciones:

1. Datos del cliente
2. Detalle de venta
3. Resultados de emisiones de CO_{2eq}
4. Resultados absolutos de la venta

De las secciones antes mencionadas, se encuentra habilitada la primera y segunda sección para que el personal de Ecuaplastic S.C. pueda modificarlas, las otras funcionan de manera completamente automática. La interfaz de la calculadora se encuentra disponible en el anexo 3.

La sección 2 consta de un menú desplegable que liga a la línea de producción con los productos que se ofrecen en el catálogo de Ecuaplastic S.C. (ver figura 10). Para la configuración del menú desplegable de cada línea de producción fue requerido el diseño de tablas en otra hoja de cálculo de Excel, como se aprecia las tablas del anexo 4. Cada tabla consta con dos secciones de columnas: Producto del catálogo y Unidad funcional. El menú desplegable fue configurado con la ayuda de la herramienta de Excel “validación de datos” en donde se escogió la opción de lista y

como elementos de la lista la columna “descripción” de las tablas antes mencionadas.

2. Detalle de venta			
<input checked="" type="checkbox"/>	GreenPak:	2,44m x 1,22m x 12mm	Cantidad: 21 unidades
<input checked="" type="checkbox"/>	Inno	2,44m x 1,22m x 8mm 2,44m x 1,22m x 10mm	Cantidad: 4 rollos 100m
<input checked="" type="checkbox"/>	Mad	2,44m x 1,22m x 12mm 2,44m x 1,22m x 15mm	Cantidad: 2 unidades
3. Resultados de e			
GreenPak			
Emisiones de GEI fa			

Figura 10. Sección 2. Detalle de venta

Adicional a esto se agregó una celda en donde se debería colocar el número de unidades vendidas por cada línea de producción. Estos pasos fueron repetidos para cada menú desplegable de cada línea de producción analizada.

La selección de las unidades funcionales a través de los menús desplegables, fueron vinculadas con las tablas de inventario de datos para que se emita un cálculo de GEI de manera automática, como así también la cantidad colocada de unidades vendidas de cada línea de producción.

La sección 3 consta de apartados designados para cada línea de producción, los apartados fueron diseñados con dos reportes de emisiones de GEI, uno para los procesos que inciden en el producto de Ecuaplastic S.C. y el otro para el producto equivalentemente funcional. A esto, se incluyó un reporte para una evaluación final comparativa de emisiones de GEI emitidas para ambos productos (ver figura 11). Se utilizaron gráficas estadísticas para la interpretación y comprensión del usuario.

El resultado de las tablas del inventario fue vinculado con los reportes para que muestren un resultado de emisiones de GEI de manera automática. Por otra parte, para los resultados del reporte de evaluación de emisiones evitadas, se realizó una suma de los GEI emitidos tanto para el producto de Ecuaplastic S.C y el producto funcionalmente equivalente. El resultado de emisiones de GEI evitadas consiste en su diferencia.

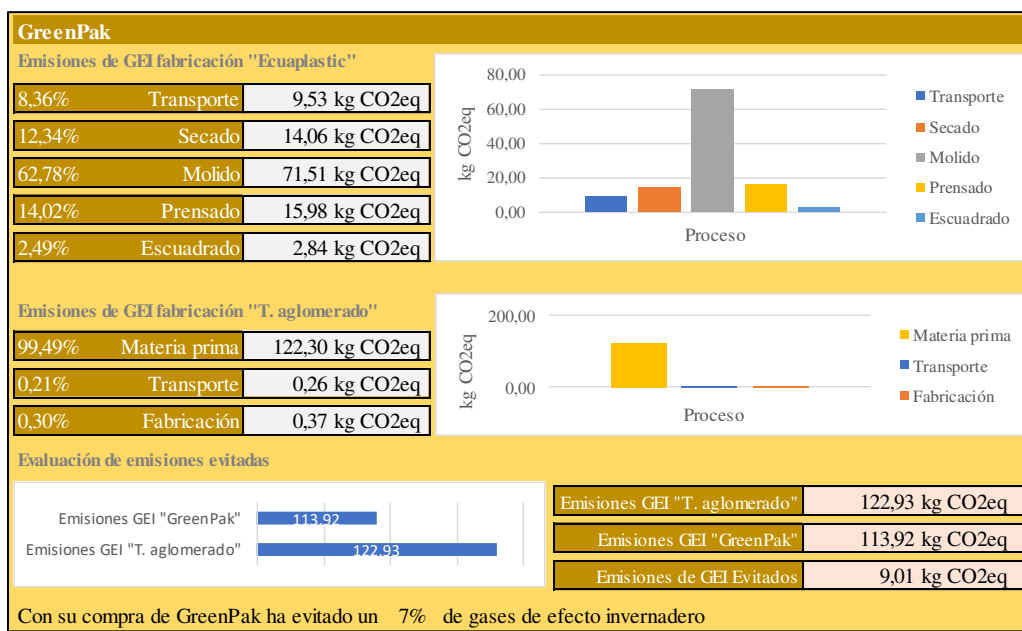


Figura 11. Sección 3. Resultados de emisiones de CO2eq

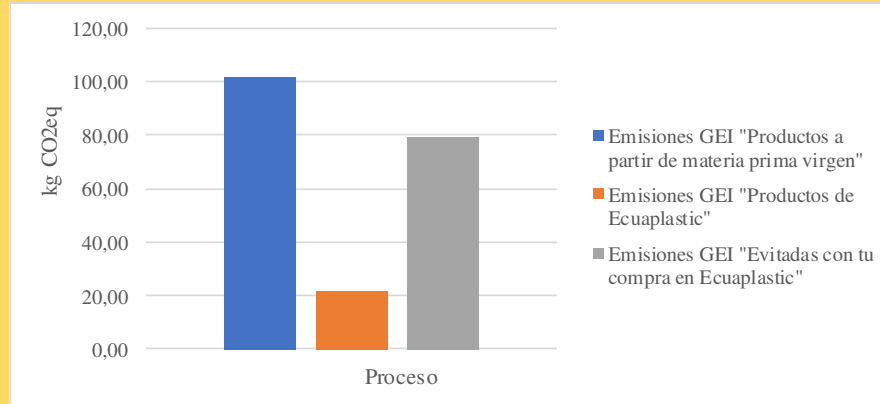
La sección 4 fue diseñada a manera de resumen global de GEI emitidos por la venta que se realizará en Ecuaplastic S.C, la cual muestra una comparación con los productos que tienen una funcionalidad equivalente y apoyado de gráficas estadísticas de tipo de barras.

Para las emisiones totales de GEI de los productos de Ecuaplastic S.C. se sumaron todos los expuestos en los apartados de la sección anterior, de igual manera para los productos que son funcionalmente equivalentes, y para los GEI evitados se realizó una resta del total de las emisiones de GEI de los productos de Ecuaplastic S.C. con respecto a los productos funcionalmente equivalentes.

Adicional a esto, para una mejor interpretación de los GEI evitados con la compra en Ecuaplastic S.C. se les relacionó con las emisiones de GEI producidos en un día por una persona del Ecuador, el cual según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2021) es de 1,9 de toneladas métricas de CO₂ por habitante (ver figura 12).

4. Resultados absolutos de la venta

Emisiones GEI "Productos a partir de materia prima virgen"	101,61 kg CO ₂ eq
Emisiones GEI "Productos de Ecuaplastic"	22,02 kg CO ₂ eq
Emisiones GEI "Evitadas con tu compra en Ecuaplastic"	79,59 kg CO ₂ eq



Por esta compra en Ecuaplastic S.C. ha evitado la emisión de GEI equivalente a la producción de 16 ecuatorianos en un día en condiciones regulares

*GEI: Gases de efecto invernadero

Figura 12. Resultados absolutos de la venta

2.3.1. Creación de macros, introducción e instructivo

Para los casos en los que no se realice la venta de una o dos líneas de producción, se hizo uso de la herramienta de Excel "Macros", la cual permite agregar un botón en la sección 2, que suprime el apartado de la línea de producción que no se va a vender. En el caso de que si se vaya a dar la venta se incorpora al estudio, el apartado de la línea de producción correspondiente.

Se incluyó una introducción que explica de manera breve como trabaja la calculadora y las circunstancias y/o limitaciones del estudio para que el personal de Ecuaplastic S.C. pueda entender y explicar la funcionalidad de esta, en el caso de que el cliente quiera saber un poco más acerca de la calculadora y en que consiste la huella de carbono. De igual forma, se desarrolló un instructivo de uso de la calculadora, para que cualquier personal de Ecuaplastic S.C. que sea designado a usar la calculadora, la pueda manejar de forma correcta (ver anexo 3).

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Alcance de estudio

La tabla 1 presenta los productos de Ecuaplastic S.C. y los productos elaborados a partir de materia prima virgen, con la funcionalidad y su respectiva unidad funcional.

Tabla 1. Descripción productos hechos con materia prima virgen y reciclada.

Productos de Ecuaplastic S.C.	Productos a partir de Materia Virgen	Unidad Funcional	Funcionalidad
Green Pak	Tableros de aglomerado	Tablero de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m	Tableros para interiores, exteriores, pisos, muebles, entre otros
Pallets de madera plástica	Pallet de madera	Pallet de 1200mm de longitud de 800 mm de ancho y 144 mm de alto	Estructura empleada en el movimiento, levantamiento y soporte de carga
Innova Flex	Tuberías de PEAD virgen	Tubería de 100m de longitud de 2 pulgadas de diámetro y 100 Psi de presión nominal	Mangueras para conducción de agua a presión

3.1.1. Línea de Producción Ecopak

La línea de Ecopak consiste en la producción con poli-alumino de tableros para interiores, exteriores y cubiertas, a base de materia prima obtenida del reciclaje de Tetra Pak, plásticos laminados y polímeros térmicos-plásticos (Ecuaplastic, 2021).

De acuerdo con la viabilidad del presente estudio se analizó el tablero de la línea de producción Ecopak, denominado Greenpak, con una composición de 75% de cartón y 25% de poli-alumino, con dimensiones de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m que tiene una funcionalidad para paredes de interiores, pisos, muebles, etc (Ecuaplastic, 2021).

El proceso de producción de los tableros y cubiertas de Ecopak se aprecia en la figura 13 donde la línea entrecortada representa los límites del estudio los cuales van desde el origen hasta el tablero terminado y se describe de la siguiente manera:

- a) **Recepción de material reciclado y transporte:** La materia prima requerida es de polialuminio y Tetrapak que se transporta desde diferentes industrias proveedoras de este material, originario del reciclaje o empaques con fallas, principalmente (Avilés & Avilés, 2019).
- b) **Limpieza y secado:** El Tetrapak es lavado con agua recirculada para garantizar que estos no contengan impurezas impregnadas en el material (Chiluiza & García, 2017). Este material es ingresado a una secadora centrífuga que tiene un cilindro rotatorio el cual suministra aire caliente, posteriormente es succionado por un conducto hacia la sección de molido (Avilés & Avilés, 2019).
- c) **Triturado:** El material ingresa a un molino eléctrico compuesto de cuchillas, donde se tritura hasta llegar a fibras. El material residual de las otras unidades de producción vuelve a ingresar al proceso en esta etapa, a manera que no se genere desechos (Avilés & Avilés, 2019).
- d) **Moldeado:** Se coloca el material triturado en moldes rectangulares con las dimensiones de tablero requerido, con la ayuda de una regleta se distribuye el material homogéneamente en el molde. Se coloca una lámina de plástico sobre el material para contener el mismo en el molde y evitar que se adhiera a la prensa de la siguiente unidad de producción (Avilés & Avilés, 2019).
- e) **Enfriamiento:** El tablero pasa caliente a otra prensa para su enfriamiento, en donde se conserva la presión a 1500 PSI, por un periodo de 50 minutos (Avilés & Avilés, 2019). Posterior a esto, son colocados en piscinas donde permanecen en reposo por un periodo alrededor de 1 hora para poder remover la cubierta de la lámina de plástico.

Fabricación de tableros Greenpak

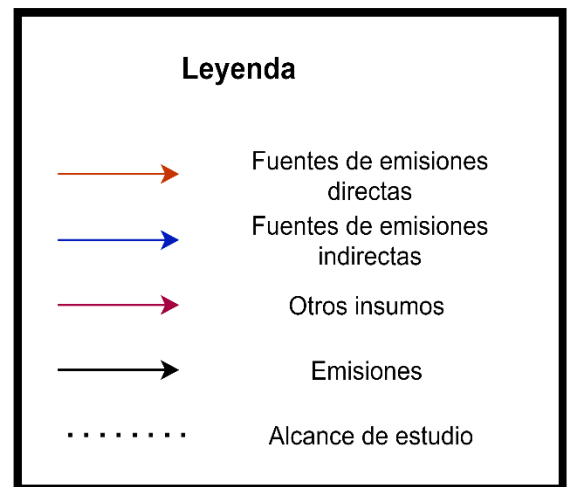
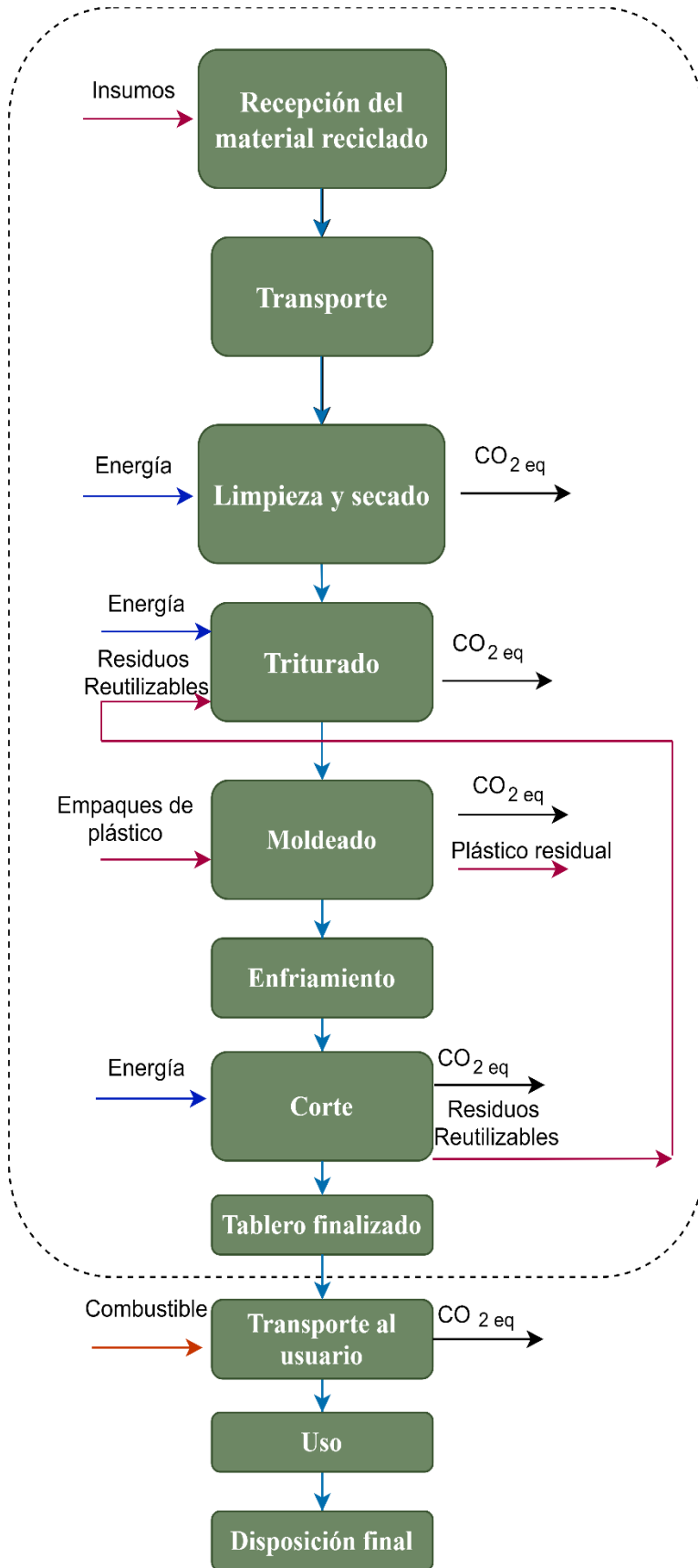


Figura 13. Diagrama de Flujo y fuentes de emisiones Greenpak

- f) **Corte y tablero finalizado:** El borde de los tableros son cortados para cumplir con las dimensiones requeridas. El material cortado vuelve a ser ingresado en la unidad de trituración y se tiene el tablero ya terminado (Avilés & Avilés, 2019).

3.1.2. Línea de Producción de tableros de aglomerado

Los tableros de aglomerado consisten en una composición de partículas de madera de variable tamaño que se unen entre sí por una resina, cola u algún otro material. Posteriormente se lo prensa a base de temperatura y presión (Maderas y envases Álvarez, 2021). Estos tableros, al igual que los tableros Greenpak tienen utilidad en paredes, muebles, etc (Novopan, 2021). El proceso de producción de los tableros de aglomerado se aprecia en la figura 14 donde la línea entrecortada representa los límites del estudio los cuales van desde la cuna hasta el tablero terminado y se describe de la siguiente manera:

- a) **Extracción de materia prima y transporte:** El proceso inicia con la extracción de materia prima con la ayuda de sierras eléctricas que cortan la madera, por lo general eucalipto o pino y es transportado a su lugar de procesamiento (Mena & Suárez, 2011).
- b) **Molienda:** La madera es molida dependiendo de su tipo que puede variar entre rolliza, jampa o aserrín, estas partículas se almacenan en silos dependiendo de las partículas obtenidas de los diferentes tipos de materiales (Mena & Suárez, 2011).
- c) **Secado y clasificación de material:** Las partículas son secadas al exponerlas en exposición de aire a elevadas temperaturas, el material se clasifica por el tamaño de las partículas en: polvo fino, polvo medio, material fino y viruta mediana (Mena & Suárez, 2011).

Fabricación de tableros de aglomerado

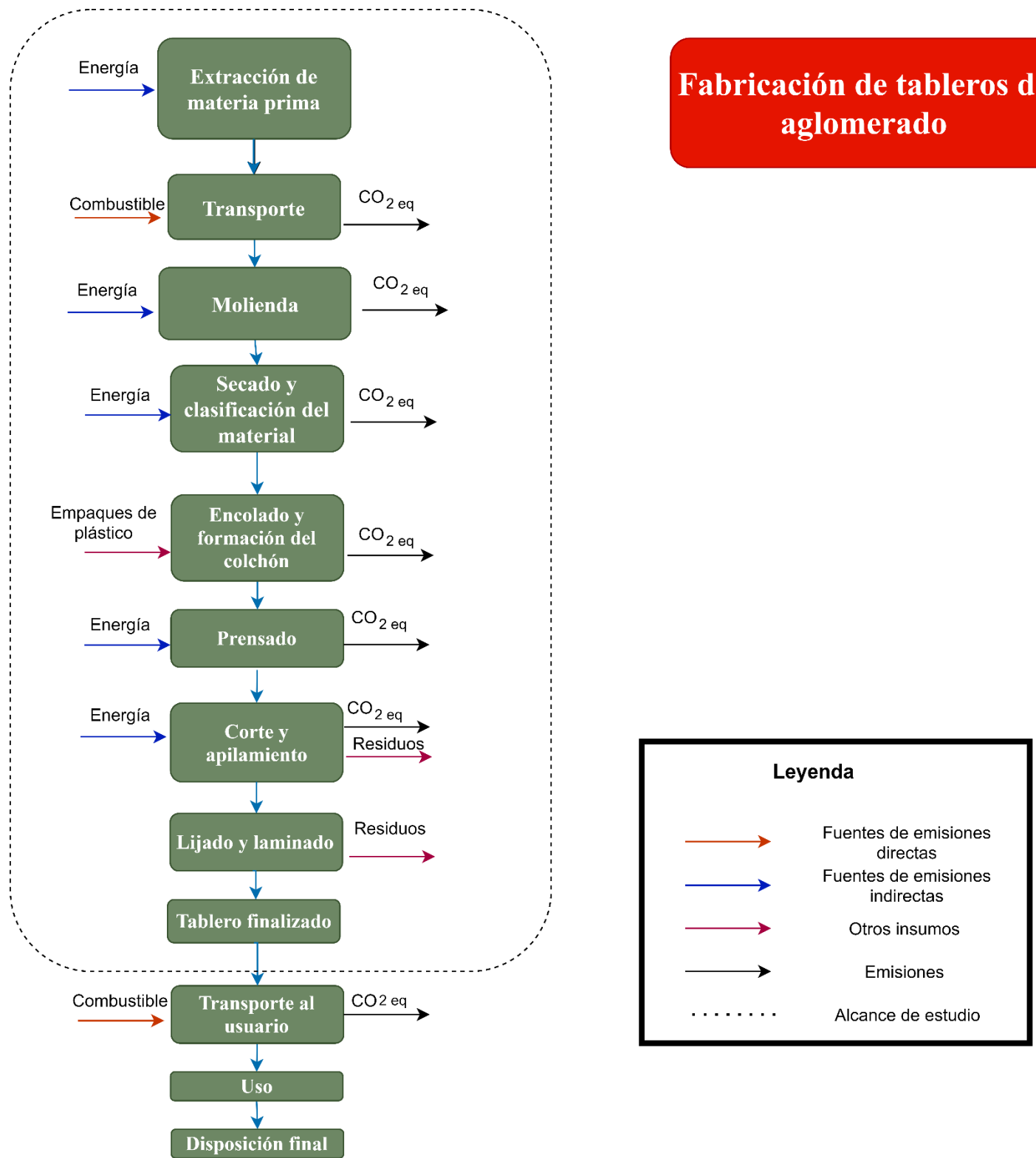


Figura 14. Diagrama de Flujo y fuentes de emisiones del tablero de aglomerado

- d) Encolado y formación de colchón:** Se mezclan las partículas con distintos químicos como parafina y resina que permiten que estas tengan el punto de resina deseado y permita que se compacten, a partir del encolado se forman colchones de partículas iniciando con una capa fina de partículas, seguida por una gruesa y otra fina (Mena & Suárez, 2011).
- e) Prensado:** El colchón es dirigido a una máquina prensadora que lo compacta exponiéndole a temperaturas elevadas y presiones altas, el resultado es un tablero continuo y compactado (Mena & Suárez, 2011).
- f) Corte y apilamiento:** Dos sierras longitudinales cortan los bordes irregulares y otra sierra divide al tablero continuo en base a las dimensiones requeridas. Cuando los tableros se encuentran cortados ingresan a un proceso de enfriado para luego ser apilados (Mena & Suárez, 2011).
- g) Lijado, laminado y tablero terminado:** El tablero es lijado con tres tipos de lijas: gruesa, media y fina, para que el tablero adquiera una superficie uniforme, posterior a estos se aplica una lámina de papel decorativo y se tiene el tablero ya terminado (Mena & Suárez, 2011).

3.1.3. Línea de Producción Tubería Flex (PE reciclado).

La línea de Tubería Flex consiste en la producción, con polietileno (PE) reciclado, de tuberías ecológicas para agua a presión, riego agrícola, agua en minería y conducción de cables eléctricos (Ecuaplastic, 2021).

Se analizó la tubería Innova Flex para conducción de agua bajo presión, de un rollo con 100 metros de longitud, 2 pulgadas de diámetro y 100 psi de presión nominal (Ecuaplastic, 2021).

Las unidades de producción de la tubería se aprecian en la figura 15 donde la línea entrecortada representa los límites del estudio los cuales van desde la cuna hasta la tubería terminada y se describe de la siguiente manera:

- a) Generación, clasificación de residuos de polietileno (PE) y transporte:** Se requiere polietileno que se encuentre limpio y seco, libre de contaminantes. La materia prima se obtiene a partir de fundas, empaques, embalajes, entre otros; que tienen origen en diferentes industrias como producto de reciclaje o fallos de producción. El material es transportado desde los proveedores a las instalaciones de Ecuaplastic S.C (Avilés & Avilés, 2019).
- b) Recepción, almacenamiento y clasificación de materia prima:** La materia prima que ingresa se clasifica en base a la densidad, separando el material apto para las tuberías y el restante redireccionándolo a la línea de Ecopak. El material que es seleccionado se corta con cuchillas empotradas en soportes metálicos de forma manual (Avilés & Avilés, 2019).
- c) Aglutinado:** La materia prima ingresa a una máquina aglutinadora comprendida de un sistema de cuchillas fijas y móviles, el material es arrastrado y elevado a una temperatura aproximada de 130 °C. Cuando el material sale de este proceso se libera de gases y mejora su calidad para cuando vaya a formar parte de la manguera (Avilés & Avilés, 2019).
- d) Peletizado:** El siguiente proceso consiste en el ingreso del material aglutinado a una paletizadora para la formación de pellets. La paletizadora es una máquina eléctrica en la cual ingresa el material por medio de tolvas y lo calienta a una temperatura de 200 °C mientras éste pasa por un tornillo sin fin. El material sale en forma de hilos hacia un baño de agua para hacerlo enfriar hasta una temperatura de 130 °C. Los hilos son suspendidos por tramos largos de 3.8 m para desembocar en una cortadora que forma pequeñas bolitas de polietileno altamente densificadas con un tamaño de 3 mm aproximadamente (Avilés & Avilés, 2019).

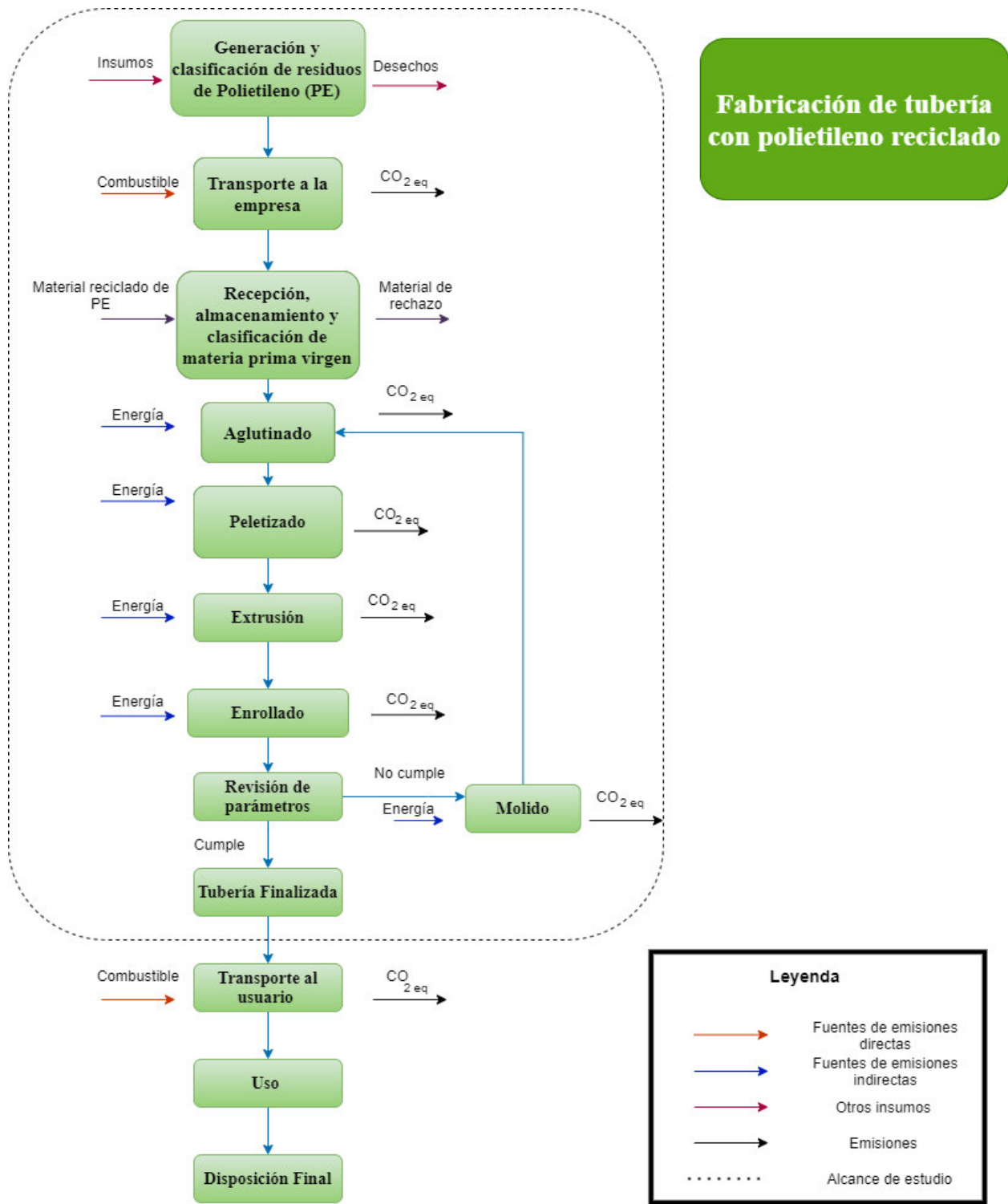


Figura 15. Diagrama de Flujo y fuentes de emisiones de la Tubería Flex

- e) **Extrusión:** Es una máquina eléctrica en donde los pellets son fundidos para formar la manguera. Los pellets entran por medio de una tolva a la extrusora que calienta el material a 180 °C aproximadamente. El material fundido pasa a través de boquillas que dan la forma a la tubería y por un proceso de enfriado para que finalmente cuando se obtenga los 100 m de tubería esta sea cortada y enrollada (Avilés & Avilés, 2019).

- f) **Revisión de parámetros:** La tubería es sometida a diferentes pruebas de presión para comprobar que cumple con las características de calidad que exige la empresa, en caso de que no cumpla la manguera es molida y paletizada nuevamente, para que reingrese al proceso de producción como materia prima. En caso de aprobar los estándares de calidad es almacenada para su posterior venta (Avilés & Avilés, 2019).

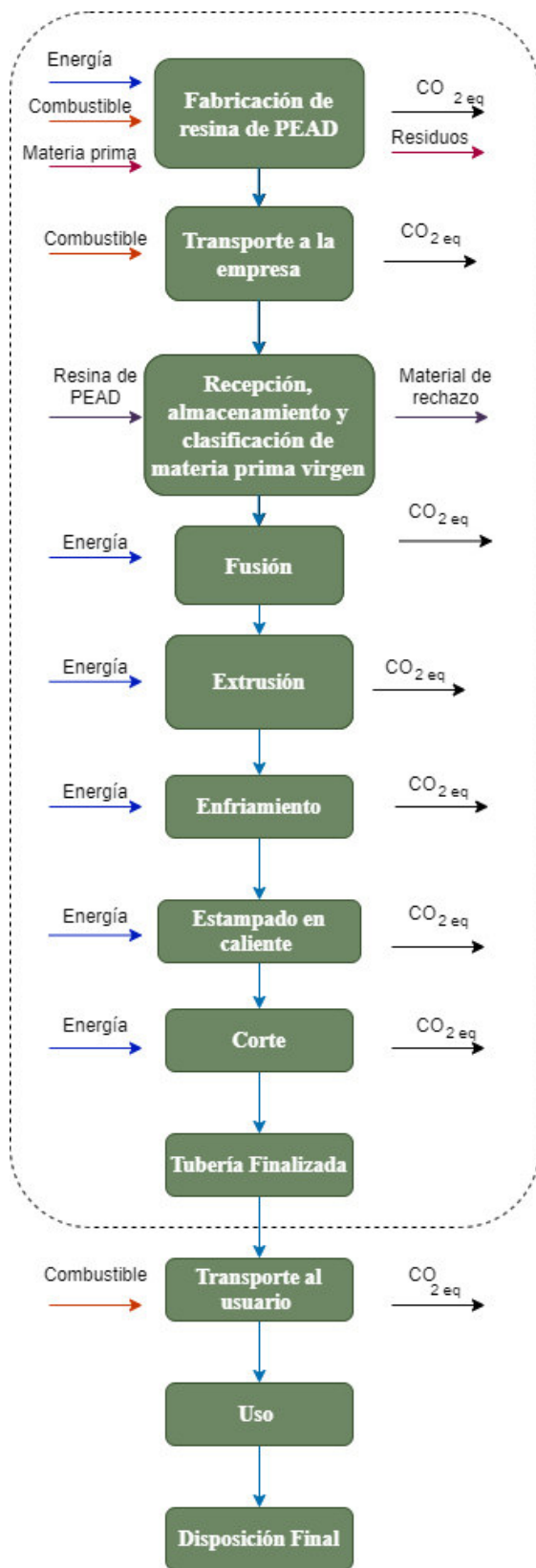
3.1.4. Línea de producción de tubería de PEAD virgen.

La tubería hecha con polietileno de alta densidad virgen es usada en funciones similares a la tubería Flex de Ecuaplástico S.C, pero principalmente es usada para transportar agua potable a presión.

La tubería de PEAD virgen que se analizó cumple con las idénticas dimensiones de la tubería las cuales son: 100 m de longitud, 2 pulgadas de diámetro interior y 100 psi de presión nominal.

El proceso de producción de la tubería se aprecia en la figura 16 donde la línea entrecortada representa los límites del estudio los cuales van desde la cuna hasta la tubería terminada y se describe de la siguiente manera:

- a) **Fabricación de resina de PEAD:** Para la fabricación de la resina de PEAD se tomó en cuenta el proceso de producción de crudo y de gas natural, el siguiente proceso fue la destilación, desalación e hidrotratamiento del crudo para la producción de sus diferentes derivados. El gas natural también es procesado para que, junto con el crudo procesado, se forme las olefinas de etileno que finalmente será transformada en la resina de PEAD (The Plastic Division of the American Chemistry Council, 2011).



Fabricación de tubería de PEAD virgen

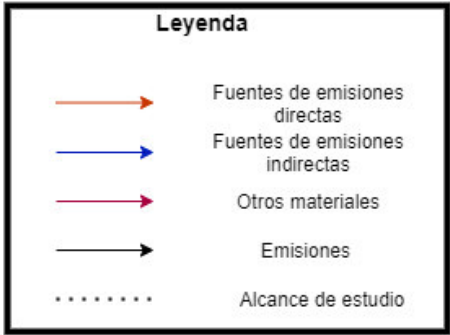


Figura 16. Diagrama de Flujo y fuentes de emisiones de la Tubería de PEAD

- b) Transporte a la empresa:** La resina de PEAD no es elaborada en Ecuador por lo que comúnmente es transportada desde países asiáticos hasta el puerto de Guayaquil (Tigre, 2021).
- c) Recepción, almacenamiento y clasificación de materia prima virgen:** Una vez que la resina de PEAD se encuentra en la empresa esta es clasificada, comprobando que esté libre de impurezas, después de esto es almacenada en lugares secos para ser utilizada en los diferentes procesos (Sangwan, 2017).
- d) Fusión:** La resina de PEAD en forma granulada es ingresada en máquinas que ayuda a precalentar el material para que se funda, de forma uniforme y más rápida, al ingresar en la extrusora (Sangwan, 2017).
- e) Extrusión:** La extrusora es una maquina eléctrica que calienta el material hasta lograrlo fundir. Una vez fundido pasa a través de boquillas que le dan el diámetro requerido de la tubería (Sangwan, 2017).
- f) Enfriamiento:** Una vez que la tubería sale de la extrusión es bañada en agua fría ya que todavía puede ser moldeada o cambiada su forma por la temperatura a la que sale (Sangwan, 2017).
- g) Estampado en caliente:** Se marca el producto según la normativa y los criterios de calidad de cada empresa (Sangwan, 2017).
- h) Corte:** La tubería después de ser marcada se la enrolla según los metros establecidos de 10 a 30 m comúnmente y es cortada para finalmente ser entregada al usuario (Sangwan, 2017).

3.1.5. Línea de Producción MadeVida

La línea de MadeVida consiste en la producción, con polipropileno (PP) reciclado, de madera plástica para la elaboración de vigas, pisos, pallets, entro otros productos (Ecuaplastic, 2021).

Se analizó la madera plástica utilizada para la elaboración de un pallet con 1200 mm de longitud, 800 mm de ancho y 144 mm de alto (Ecuaplastic, 2021).

El proceso de producción del pallet se aprecia en la figura 17 donde la línea entrecortada representa los límites del estudio los cuales van desde la cuna hasta el pallet terminado y se describe de la siguiente manera:

- a) Generación, clasificación de residuos de polipropileno (PP) y transporte:** Se requiere PP que se encuentre limpio y seco, libre de contaminantes. La materia prima se obtiene a partir costales plásticos principalmente, que tienen origen en diferentes industrias como producto del reciclaje. Esta materia es transportada de los proveedores a las instalaciones de Ecuaplastic (Avilés & Avilés, 2019).

- b) Recepción, almacenamiento y clasificación de materia prima:** La materia prima que ingresa se clasifica separando el material apto para la madera plástica y el restante redireccionándolo, si es posible a otra línea de producción, caso contrario se considera desecho. El material que es seleccionado se muele con maquinaria y es recolectado en tinas (Avilés & Avilés, 2019).

- c) Aglutinado:** La materia prima ingresa a una máquina aglutinadora comprendida de un sistema de cuchillas fijas y móviles, el material es arrastrado y elevado a una temperatura aproximada de 130 °C. Cuando el material sale de este proceso se libera de gases y mejora su calidad para cuando vaya a formar parte de la madera plástica (Avilés & Avilés, 2019).

- d) Paletizado:** El siguiente proceso consiste en el ingreso del material aglutinado a una paletizadora para la formación de pellets. La paletizadora es una máquina eléctrica en la cual ingresa el material por medio de tolvas y lo calienta a una temperatura de 200 °C mientras éste pasa por un tornillo sin fin. El material sale en forma de hilos hacia un baño de agua para hacerlo enfriar hasta una temperatura de 130 °C.

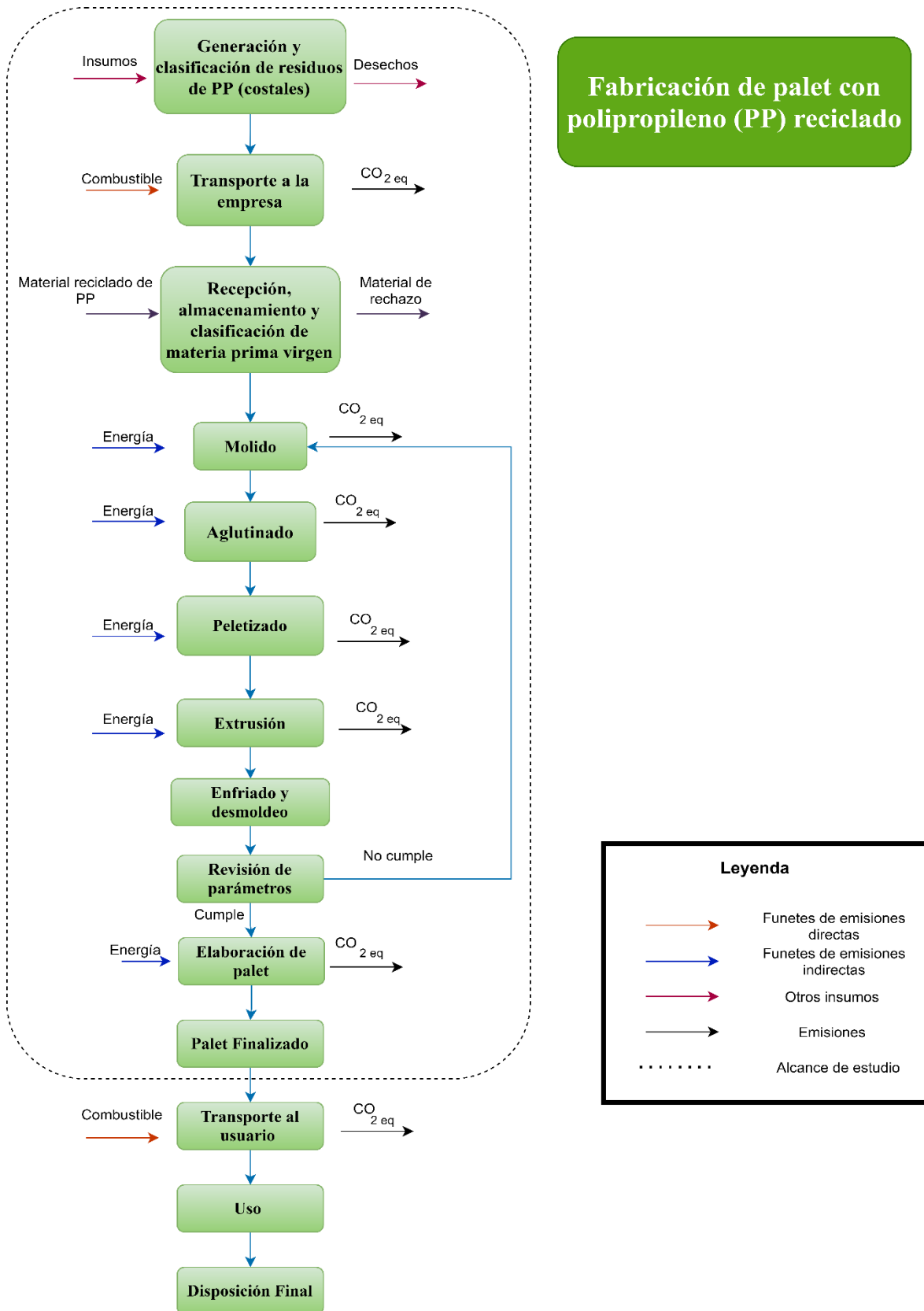


Figura 17. Diagrama de flujo y fuentes de emisiones del Pallet de Ecuaplastic S.C.

- e) Extrusión:** Es una máquina eléctrica en donde los pellets son fundidos para formar una viga de madera plástica. Los pellets entran por medio de una tolva a la extrusora que calienta el material a 180 °C aproximadamente. El material fundido pasa a través de boquillas que dan la forma de la viga y por un proceso de enfriado para que finalmente cuando se obtenga una viga de 3 m de longitud pase a ser enfriada (Avilés & Avilés, 2019).
- f) Revisión de parámetros:** La viga es sometida a diferentes pruebas de resistencia para comprobar que cumple con las características de calidad que exige la empresa en caso de que no cumpla, la viga es molida y transformada en pellet nuevamente, para que reingrese al proceso de producción como materia prima. En caso de aprobar los estándares de calidad es almacenada para su posterior venta (Avilés & Avilés, 2019).
- g) Elaboración del Pallet:** La viga finalizada hace posible realizar diferentes productos entre ellos pallets de acuerdo con las medidas requeridas. Los pallets en Ecuaplastic S.C son elaborados manualmente por el carpintero de la empresa, para lo cual se hace uso de sierra, taladro y tornillos. En primer lugar, se corta según las medidas requeridas, después se adapta el taladro para realizar la unión de la madera plástica y finalmente el producto es almacenado, se lo usa en la misma empresa o es puesto de venta al público bajo pedido (Ecuaplastic, 2021).

3.1.6. Línea de producción Pallet de madera

El pallet de madera que se analizó cumple con las idénticas dimensiones y funciones del pallet hecho con material reciclado las cuales son: 1200 mm de longitud, 800 mm de ancho y 144 mm de alto.

El proceso de producción del pallet se aprecia en la figura 18 donde la línea entrecortada representa los límites del estudio los cuales van desde la cuna hasta el pallet terminado y se describe de la siguiente manera:

Fabricación de palet de madera

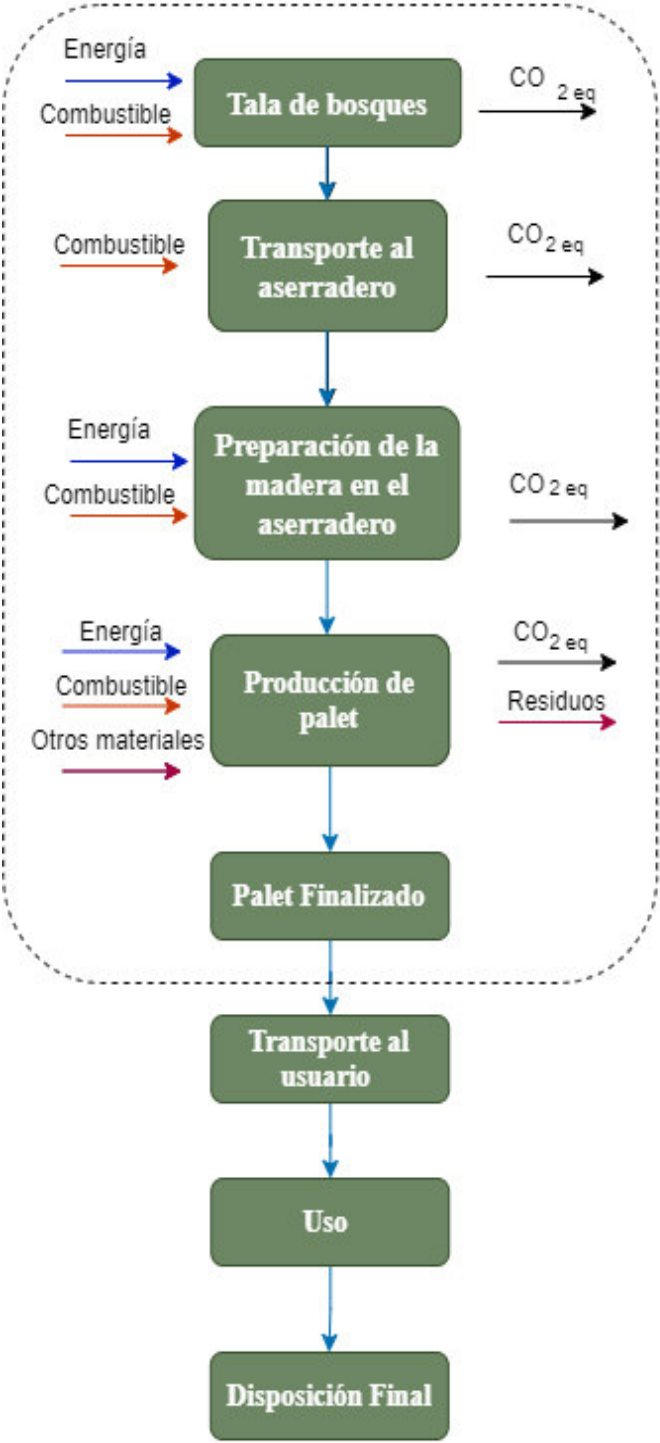


Figura 18. Diagrama de flujo y fuentes de emisiones del Pallet de Madera

- a) **Extracción de materia prima:** Los árboles de pino, que son los comúnmente usados para la elaboración de los pallets, son talados de los bosques de Guamote, Alausí, San Juan y Palmira (Haro Madera, 2021).

- b) **Transporte al aserradero:** Una vez que la madera está cortada se transporta a los aserraderos mediante vehículos pesados, especiales para este tipo de mercancía ya que debe cumplir con cierta seguridad (Aresti Matias, 2016).

- c) **Preparación de la madera en el aserradero:** La madera que llega de los bosques es preparada para ser ensamblada en la fábrica de pallets. En el aserrado se encargan de clasificar la mejor madera para la elaboración de pallets, después la madera es pulida y cortada según las dimensiones requeridas por el fabricante mediante diferentes sierras y es almacenada hasta ser utilizada en el ensamblaje del pallet (Alvarez & Agustín, 2014).

- d) **Producción de pallet:** Finalmente con las piezas listas y con las medidas precisas, el pallet es ensamblado uniendo la madera con maquinaria para clavar de manera fácil y rápida (Alvarez & Agustín, 2014).

3.2. Inventario de datos

3.2.1. Inventario de productos Ecuaplástico S.C.

Se presenta el inventario para los 3 productos seleccionados de Ecuaplástico S.C. En la tabla 2 se describen los productos con sus dimensiones y con sus respectivos valores de volumen, densidad y peso.

Tabla 2. Peso de unidades funcionales.

Productos de Ecuaplastic S.C.	Unidad Funcional	Volumen	Densidad	Peso
Green Pak	Tablero de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m	0,045 (m3)	983 (kg/m3)	43,89 (kg)
Pallets de madera plástica	Pallet de 1200mm de longitud de 800 mm de ancho y 144 mm de alto	0,14 (m3)	171.4 (kg/m3)	24 (kg)
Innova Flex	Tubería de 100m de longitud de 2 pulgadas de diámetro y 100 Psi de presión nominal	18267,73 (in3)	0,0334 (lb/in^3)	64,9 (kg)

El consumo energético para cada línea de producción de Ecuaplastic S.C. dentro de los límites establecidos se muestran en las tablas 3, 4 y 5. El consumo energético se encuentra dado en KWh/kg, lo que al multiplicar por el peso de cada unidad funcional permitió obtener el consumo energético desglosado por unidad de producción.

Para el cálculo del transporte de material reciclado a la empresa se usa un camión HFC1063KR1 TM 3.9 2P 4X2 de cilindraje de 3920 L y para hallar el factor de recorrido ($\frac{\text{km}}{\text{Kg}}$) se relacionó el promedio de la distancia al mes que se transporta de materia reciclada con la cantidad de material que se produjo en el mismo periodo.

Para hallar el recorrido que se relaciona con la unidad funcional, se multiplicó el factor de recorrido con el peso de la unidad funcional y se obtuvo los valores de las tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3. Inventario Línea de Producción Tubería Flex.

Inventario Línea de Producción Tubería Flex						
Descripción	Unidad de Producción	Consumo Energético	Unidad	Consumo Energético	Unidad	Fuente
Fabricación de manguera	Aglutinado	0,5	Kwh/kg	32,45	Kwh/tubería	(Ecuaplastic S.C., 2021)
	Paletizado	0,57	Kwh/kg	36,99	Kwh/tubería	
	Mezclado - color	0,19	Kwh/kg	12,33	Kwh/tubería	
	Extrusión	0,3	Kwh/kg	19,47	Kwh/tubería	
	Enrollado	0,0055	Kwh/kg	0,36	Kwh/tubería	
Descripción	Lugares recorridos	Factor de recorrido	Unidad	Recorrido	Unidad	Fuente
Transporte a la empresa fabricante de la tubería	- Amaguaña - Santo Domingo - La Florencia - La Florida - Oswaldo - Guayasamín	0,026	km/kg (producido)	1,69	km/tubería	(Ecuaplastic S.C., 2021)

Tabla 4. Inventario Línea de Producción Greenpak.

Inventario Línea de Producción GreenPak						
Descripción	Unidad de Producción	Consumo Energético	Unidad	Consumo Energético	Unidad	Fuente
Fabricación del tablero de Ecopak	Secadora 1 (Motor 30 HP)	0,15	Kwh/kg	6,44	Kwh/tablero	(Ecuaplastic S.C., 2021)
	Molino 2 polialuminio	0,75	Kwh/kg	32,74	Kwh/tablero	
	Prensa 1	0,17	Kwh/kg	7,32	Kwh/tablero	
	Escuadradora	0,030	Kwh/kg	1,30	Kwh/tablero	
Descripción	Lugares recorridos	Factor de recorrido	Unidad	Recorrido	Unidad	Fuente
Transporte a la empresa fabricante del tablero	- Amaguaña - Santo Domingo - La Florencia - La Florida - Oswaldo - Guayasamín	0,065	km/kg (producido)	2,854	km/tablero	(Ecuaplastic S.C., 2021)

Tabla 5. Inventario Línea de Producción MadeVida.

Inventario Línea de Producción MadeVida						
Descripción	Unidad de Producción	Consumo Energético	Unidad	Consumo Energético	Unidad	Fuente
Fabricación de la madera plástica	Molido	0,19	KWh/kg	0,19	KWh/pallet	(Ecuaplastic S.C., 2021)
	Aglutinado	0,5	KWh/kg	0,50	KWh/pallet	
	Mezclado - color	0,19	KWh/kg	0,19	KWh/pallet	
	Extracción	0,41	KWh/kg	0,41	KWh/pallet	
Elaboración de pallet		0,06	KWh/kg	0,06	KWh/pallet	
Descripción	Lugares recorridos	Factor de recorrido	Unidad	Recorrido	Unidad	Fuente
Transporte a la empresa fabricante del pallet	- Quito - Argentina y Julio Andrade - Vía Cotogchoa	0,31	km/kg (producido)	7,44	km/pallet	(Ecuaplastic S.C., 2021)

3.2.2. Inventario de productos equivalentes hechos con materia prima virgen

i. Tablero de aglomerado

La materia prima utilizada para la fabricación de tableros de aglomerado es la madera de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y de Pino (*Pino Radiata*) (Tigre, 2010). En la extracción de la madera se da un consumo de combustible fósil de 1,98 L por cada 20,33 kg de madera (Llorente, Vignote & Martínez, 2013), relacionando estos datos se tienen un consumo de $0,97 \frac{L}{Kg}$ lo que al multiplicar por el peso de cada unidad funcional permitió obtener el consumo de combustible fósil por unidad funcional (ver tabla 8).

El ingreso de materia prima a una industria productora de tableros de aglomerado, en este caso siguiendo el ejemplo de la industria NOVOPAN DEL ECUADOR S.A., es de $305,8 \frac{T}{mes}$ (Tigre, 2010). NOVAPAN tiene sus plantaciones forestales ubicadas en Los Ángeles (Santo Domingo), Pisangacho (Imbabura) y Itulcachi (Pichincha) (NOVOPAN, 2021). Dichas plantaciones, tienen un promedio de 91,5 km de recorrido desde las plantaciones hasta las instalaciones de NOVOPAN ubicada en

la Vía La Troncal distrital E-35 que une a la parroquia de Pifo con Sangolquí - Sector Itulcachi, donde se fabrican los tableros de aglomerado, tal como se muestra en la tabla 6 (Google, s.f.).

Tabla 6. Recorrido promedio entre plantaciones e instalación de NOVOPAN.

Ubicación de la fabrica	Ubicación plantaciones	Distancia (Km)
Vía La Troncal distrital E-35 que une a la parroquia de Pifo con Sangolquí. Sector Itulcachi	Itulcachi (Pichincha)	7,5
	Pisangacho (Imbabura)	120
	Los Ángeles (Santo Domingo)	147
	PROMEDIO	91,5

Es común hacer uso de camiones tipo VOLVO FMX 400 (ver figura 19) para el transporte de madera desde las plantaciones forestales a las industrias, cuyas características técnicas se detallan en la tabla 7 (Aresti, Tanco, Jurburg, Moratorio & Villalobos, 2016). Un camión tipo VOLVO FMX 400 tiene un peso bruto cargado de 45 toneladas y descargado de 14 toneladas, en otras palabras, una capacidad de carga de 31 toneladas (Aresti, et al. 2016).



Figura 19. Camiones de tipo VOLVO FMX 400

Tabla 7. Características Técnicas.

Dimensiones	
Altura	2978 (mm)
Ancho	2495 (mm)
Largo	6311 (mm)
Datos del Motor	
Modelo	D13A400 (euro 3)
Cilindrada total	5880 cm3
Potencia máxima (KW) @1600 rpm	294
Torque máx. (Nm) @1400 rpm	2000

Fuente: Aresti, et al. 2016

Tabla 8. Inventario Línea de Producción Tablero de Aglomerado.

Inventario Línea de Producción Tablero de Aglomerado						
Descripción	Procesos tomados en cuenta para cada etapa	Consumo Energético y/o Combustible	Unidad	Consumo Energético y/o Combustible	Unidad	Fuente
Madera de Eucalipto y Pino	Extracción de materia prima	0,097	L/kg	2,609	L/tablero	(Llorente, Vignote & Martínez, 2013)
Fabricación del tablero de aglomerado de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m	Funcionamiento de la máquina	105	KWh/m3	0,209	KWh/tablero	(Quintero & Rodríguez, 2015)
	Secador de capa exterior					
	Secador de capa interior					
	Conformación del tablero					
Acabado del tablero						
Fabricación del tablero de aglomerado de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m	Funcionamiento de la máquina	85,47	m3 de gas natural/m3	0,1704	m3 de gas natural/tablero	
	Secador de capa exterior					
	Secador de capa interior					
	Conformación del tablero					
Acabado del tablero						
Descripción	Proceso	Recorrido	Unidad	Recorrido	Unidad	Fuente
Camión VOLVO FMX 400	Transporte de materia prima	91,5	Km/viaje	0,079	km/tablero	(Google, s.f.).

Para determinar el kilometraje recorrido que tendría que realizar un Camión VOLVO FMX 400 al mes para transportar la materia, se calculó mediante una transformación de unidades de $305,8 \frac{T}{mes}$ a $\frac{km}{mes}$ lo que dio como resultado $902.60 \frac{km}{mes}$.

Por otra parte, para hallar la relación de recorrido con respecto a cada tablero, se calculó mediante la transformación de $26,79 \frac{\text{kg}}{\text{tablero}}$ a $\frac{\text{km}}{\text{tablero}}$ de lo cual se obtuvo $0,079 \frac{\text{km}}{\text{tablero}}$.

Para la producción de 1 m^3 de tablero de aglomerado se requiere de 105 Kwh de energía eléctrica y $85,47 \text{ m}^3$ de gas natural considerando: funcionamiento de la maquinaria, secado de capa exterior, secado de capa interior, conformación del tablero y acabado del tablero (Quintero & Rodríguez, 2015). Lo que al multiplicar por el volumen de cada unidad funcional permitió obtener el consumo energético y de gas natural desglosado por unidad de producción (ver tabla 8).

En la tabla 8 se presenta una síntesis del inventario de la línea de producción del tablero de aglomerado.

ii. Pallet de madera

En el inventario del pallet de madera de 1200 mm de longitud, 800 mm de ancho y 144 mm de altura se tomó como referencia el consumo energético y de combustibles fósiles mencionados por Álvarez, S., & Rubio, A. (2015), en donde considera para el estudio los siguientes procesos: extracción de madera, preparación de la madera en el aserradero y fabricación del pallet. En este estudio los valores de consumo energético y de combustibles fósiles son para una producción de 1631394 pallets, es por ello que para el consumo energético en la fabricación de un solo pallet se dividió la producción total de pallets para el consumo total de energía (ver tabla 9).

En el cálculo de la distancia del transporte de la materia prima a las industrias productoras de pallets de madera, se hizo uso del ejemplo de la industria Haro Madera que produce pallets de madera y otros insumos del mismo material. Haro Madera utiliza para sus pallets plantaciones forestales ubicadas en Alausí, Guamote, San Juan y Palmira (Haro Madera, 2021). Las cuales tienen una distancia promedio de 42,15 km desde las plantaciones hasta las instalaciones de la fábrica Haro Madera (Google, s.f.), con este promedio de recorrido se asumió que el viaje se realizará con la capacidad máxima de un camión de tipo VOLVO FMX 400 (ver figura 19). No se logró obtener mayor detalle de la producción, por un periodo de

tiempo, de la empresa por lo cual se ocupó el dato de 31 T de capacidad máxima del camión lo que ayudó a obtener un factor de recorrido de $0,0014 \frac{\text{km}}{\text{kg}}$, al cual se le multiplicó por el peso del pallet de madera (24,5 kg) para obtener los $0.033 \frac{\text{km recorridos}}{\text{pallet}}$ (Ver tabla 9). Para el cálculo de los otros factores se dividió el total de pallets para la cantidad, ya sea de combustible o de energía eléctrica, asociada a la producción.

En la tabla 9 se presenta una síntesis del inventario de la línea de producción del pallet de madera.

Tabla 9. Inventario Línea de Producción Pallet de madera.

Inventario Línea de Producción Pallet de madera						
Descripción	De 1631394 pallets			De 1 pallet		
	Unidad de Producción	Consumo Energético y/o combustible	Unidad	Consumo Energético y/o combustible	Unidad	Fuente
Fabricación del Pallet de 1200 mm de longitud de 800 mm de ancho y 144 mm de alto	Extracción de madera	1332461,59	L	0,81	L/pallet	Álvarez, S., & Rubio, A. (2015)
	Preparación de la madera en el aserradero	292327,22	L	0,18	L/pallet	
		6092510,75	KWh	3,74	KWh/pallet	
	Fabricación del pallet	116339	L	0,07	L/pallet	
1605916		KWh	0,98	KWh/pallet		
Descripción	Proceso	Recorrido	Unidad	Recorrido	Unidad	Fuente
Camión VOLVO FMX 400	Transporte de materia prima	0,0014	km/kg	0,033	km/pallet	(Haro Madera, 2021)

iii. Tuberías de PEAD virgen

La tubería con dimensiones de 100 m de longitud, 2 pulgadas de diámetro interno y 100 PSI de presión nominal presenta los siguientes procesos: fabricación de la resina de PEAD, transporte a la empresa y fabricación de la tubería; los procesos a más detalle se los puede visualizar en la figura 7.

La bibliografía que se tomó en cuenta para el proceso de fabricación de la resina fue la de Faraldi et al. (2021). En el transporte de la materia prima se tomó en cuenta a la empresa TIGRE la cual trae sus productos desde Busan en Corea, esta información se la obtuvo vía correo electrónico con señores de la misma empresa.

En el cálculo del transporte de la materia prima fue necesario suponer que la nave marítima era un buque porta contenedores de 20000 ton de peso muerto, se asumió este tipo de transporte ya que es el más común para recorrer largas distancias y con gran cantidad de mercancía. Finalmente, el proceso de fabricación de la tubería se tomó en cuenta al estudio realizado por Sangwan (2017). En la tabla 10 se presenta los factores utilizados en el cálculo de emisiones junto con su respectiva fuente bibliográfica.

Para la realización de este inventario no fue necesario ningún cálculo extra por lo cual se escogieron los factores de forma directa de la bibliografía citada.

Tabla 10. Inventario Línea de Producción Tubería PEAD.

Inventario Línea de Producción tuberías de PEAD virgen						
Descripción	Unidad de Producción	Consumo Energético	Unidad	Consumo Energético	Unidad	Fuente
Fabricación de la resina de PEAD para una Tubería de 100m de longitud de 2 pulgadas de diámetro y 100 Psi de presión nominal	Extracción de materia prima	6,23	$\frac{\text{KWh}}{\text{kg}}$	421,97	$\frac{\text{KWh}}{\text{Tubería}}$	(Baldasano et al., 2005)
	Refinado de petróleo y de gas natural					
	Craqueo de los hidrocarburos al vapor					
	Polimerización de los monómeros					
Fabricación de la Tubería de 100m de longitud de 2 pulgadas de diámetro y 100 Psi de presión nominal	Fusión	0,81	$\frac{\text{KWh}}{\text{kg}}$	54,86	$\frac{\text{KWh}}{\text{Tubería}}$	(Baldasano et al., 2005)
	Extrusión					
	Enfriamiento					
	Estampado en caliente					
	Corte					

Inventario Línea de Producción tuberías de PEAD virgen						
Descripción	Lugares recorridos	Recorrido	Unidad	Recorrido	Unidad	Fuente
Transporte de la resina (Marítimo)	Distancia del puerto de Busan (Corea) al puerto marítimo de Guayaquil	0,065	$\frac{\text{km}}{\text{kg}}$	2,854	$\frac{\text{km}}{\text{Tubería}}$	(DEFRA, 2008)

3.3. Emisiones de los productos analizados

Para el cálculo de las emisiones de GEI de los productos analizados se hicieron uso de los factores de emisión mostrados en la tabla 11, además de los factores expuestos en los inventarios de las tablas 3, 4, 5, 8, 9 y 10.

Con el valor de los factores de emisión de la tabla 11 y los datos del inventario de cada unidad funcional, a partir de la ecuación 1 se calculó las emisiones, en los límites establecidos, de GEI de cada producto analizado, en kg CO_{2eq} como se muestran en la tabla 12 y 13.

Tabla 11. Factores de emisión.

FACTORES DE EMISIÓN			
Actividad	Factor	Unidad	Fuente
Mix eléctrico Ecuador (2018)	0,13	kg CO _{2eq} /kWh	(Ramírez et al, 2019)
Combustible del Vehículo (Diésel) Cilindraje >2L	0,198	kgCO _{2eq} /km	(De Catalunya G, 2011)
Consumo de combustible (Diésel)	2,61	kgCO _{2eq} /L	(De Catalunya G, 2011)
Transporte marítimo	0,000013	kgCO _{2eq} /(kg.km)	(DEFRA, 2008)
Producción de gas natural	2,15	kg CO ₂ /Nm ³	(De Catalunya G, 2011)

Tabla 12. Emisiones de productos de Ecuaplastic S.C. (materia prima reciclada).

Emisiones de productos de Ecuaplastic S.C. (materia prima reciclada)			
Unidad funcional	Unidad de Producción	Emisiones (KgCO_{2eq})	Total de Emisiones (KgCO_{2eq})
Emisiones de un Tablero de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m	Secadora	0,837	6,8
	Molino polialuminio	4,257	
	Prensa	0,951	
	Escuadradora	0,169	
	Transporte	0,567	
Emisiones de un Pallet de 1200mm de longitud de 800 mm de ancho y 144 mm de alto	Molido	0,0247	1,6
	Aglutinado	0,065	
	Mezclado -color	0,0247	
	Extrusión	0,0533	
	Estructuración	0,008	
	Transporte	1,473	
Emisiones de una Tubería de 100m de longitud de 2 pulgadas de diámetro y 100 Psi de presión nominal	Aglutinado	4,2	13,4
	Paletizado	4,7	
	Mezclado -color	1,6	
	Extrusión	2,5	
	Enrollado	0,05	
	Transporte	0,33	

Tabla 13. Emisiones de productos funcionalmente equivalente (materia prima virgen).

Emisiones de producto funcionalmente equivalentes (materia prima virgen)			
Unidad funcional	Unidad de Producción	Emisiones (KgCO_{2eq})	Total de Emisiones (KgCO_{2eq})
Emisiones de un Tablero de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m	Extracción materia prima (Madera)	7,280	7,323
	Funcionamiento de la máquina	0,027	
	Secador de capa exterior		
	Secador de capa interior		
	Conformación del tablero		
	Acabado del tablero	0,016	
	Transporte		

Emisiones de producto funcionalmente equivalentes (materia prima virgen)				
Unidad funcional	Unidad de Producción		Emisiones (KgCO _{2eq})	Total de Emisiones (KgCO _{2eq})
Emisiones de un Pallet de 1200mm de longitud de 800 mm de ancho y 144 mm de alto	Extracción de madera		2,114	3,387
	Preparación de la madera en el aserradero		0,956	
	Fabricación del pallet		0,310	
	Transporte		0,007	
Emisiones de una Tubería de 100m de longitud de 2 pulgadas de diámetro y 100 Psi de presión nominal	Fabricación de resina PEAD	Extracción de materia prima	58,176	80,039
		Refinado de petróleo y de gas natural		
		Craqueo de los hidrocarburos al vapor		
		Polimerización de los monómeros		
	Fabricación de tubería PEAD	Fusión	7,564	
		Extrusión		
		Enfriamiento		
		Estampado en caliente		
		Corte		
	Transporte		14,30	

3.4. Análisis comparativo de emisiones de carbono equivalente

Los resultados globales de emisiones de GEI, por parte de los productos de Ecuaplastic S.C. y de sus respectivos productos equivalentes de material virgen se comparan en la tabla 14. Se puede evidenciar que, los productos funcionalmente equivalentes hechos a partir de materia prima virgen, emiten una mayor cantidad de GEI que los productos de Ecuaplastic S.C. hechos a partir de materia prima reciclada.

Un pallet de madera emite 2,12 veces más de lo que emitiría uno hecho en Ecuaplastic S.C y una tubería hecha a partir de resina de PEAD emite 5,97 veces más de lo que emitiría una de Ecuaplastic S.C, mientras que un tablero de

aglomerado emite 0,5 kg más de lo que emite un tablero de Greenpak de Ecuaplastic S.C.

Tabla 14. Análisis comparativo.

Unidad funcional	Ecuaplastic S.C. (materia prima reciclada) KgCO₂eq	Producto equivalente (materia prima virgen) KgCO₂eq
Tablero de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m	6,8	7,323
Pallet de 1200 mm de longitud, 800 mm de ancho y 144 mm de alto	1,6	3,387
Tubería de 100m de longitud de 2 pulgadas de diámetro y 100 Psi de presión nominal	13,4	80,039

Con base en la tabla 13, a los productos hechos a partir de materia prima virgen, se les puede atribuir la mayor cantidad de emisiones de GEI, el proceso con una mayor cantidad de emisiones es la extracción de materia prima, oscilando los valores entre un 90% a un 99% del total de emisiones de GEI, con excepción de la tubería de PEAD, en la cual el procesamiento de la materia prima representa un 72,68%. Por otra parte, el transporte de la materia prima, solo representa alrededor de un 0,20% del total de emisiones de GEI para el tablero y el pallet, en el caso de la tubería, el transporte implica un 17,87%, esto debido a que la resina para la fabricación de la tubería de PEAD es traída desde Corea hasta el puerto de Guayaquil vía marítima.

Para los productos de Ecuaplastic S.C la mayor cantidad de emisiones se atribuyen a las unidades de fabricación, variando entre un 91% a un 98%, con excepción de la tubería donde la fabricación únicamente representa un 10,98% y el resto se le atribuye al transporte de la materia prima.

En este contexto, si se elimina la extracción de materia prima a los productos como el tablero de aglomerado y el pallet de madera, sus emisiones de GEI se reducirían hasta un 90%, lo que resultaría con emisiones menores a 1 kg CO₂eq. Lo mismo ocurre en el caso de la tubería, si se eliminan las unidades que implican la

extracción, procesamiento y transporte de materia prima, se obtendría resultados de emisiones menores a 8 kg CO_{2eq}.

Si Ecuaplastic S.C toma en cuenta, procesos en los cuales debería realizar acciones de mitigación de emisiones como: el paletizado, el aglutinado, el molido, la extrusión y el transporte, respectivamente; la huella de carbono de sus productos disminuiría considerablemente ya que son los procesos que demandan mayor consumo energético. Acciones como buenas prácticas ambientales, ahorro en los viajes para la obtención de la materia prima, mantenimientos más frecuentes a las máquinas y un cambio en la matriz energética son ejemplos de acciones que ayudarían a minimizar las emisiones y a tener un ahorro energético lo que se traduce directamente en ahorros monetarios. Cabe recalcar que para tener la certeza de acciones que ayuden a mitigar el impacto ambiental en los procesos encontrados con el presente análisis, Ecuaplastic S.C debe hacer un estudio que tenga un diferente alcance y que considere aspectos como la durabilidad de uso de sus productos en comparación con los productos hechos a partir de material virgen.

Otro aspecto a recalcar en los resultados del presente estudio es que si se lo compara con análisis hechos por (Sangwan, 2017), (Baldasano et al., 2005), (Gallardo, 2020), los resultados obtenidos en el alcance establecido están acorde a lo que se esperaba desde un principio, ya que se evidencia que los productos hechos a partir de material reciclado aportan a disminuir las emisiones de GEI que se producen al elaborar un producto. Lo que también demuestra que contribuyen al cumplimiento de los artículos y leyes mencionados en la legislación del apartado 1.4.7 del presente estudio, además Ecuaplastic S.C podría ser una empresa que se beneficie de incentivos ambientales ya que cumple con algunos requisitos que exige la normativa presentados en el apartado que ya se mencionó.

3.5. Calculadora de huella de carbono

i. Instructivo de calculadora

La calculadora cuenta con 3 formatos de tipo de celdas: Celdas a completar, celdas informativas y celdas de resultados (ver figura 20).

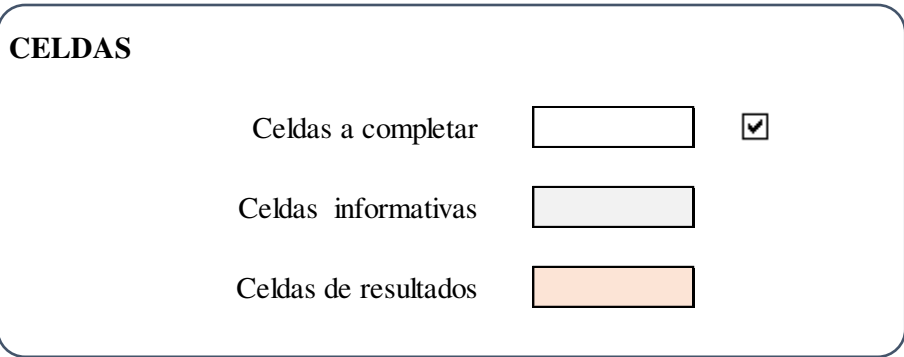


Figura 20. Tipología de Celdas

Para el cálculo de emisiones de GEI para cualquier venta, se debe seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Completar los datos básicos del cliente de la sección 1 como: nombre del cliente, teléfono, celular, fecha y código de venta.

Paso 2: En la sección 2 se selecciona la línea de productos a vender con un check, y en el caso que no lo sea la línea de producción a vender se quita el check como se muestra en la figura 21. Alado de las líneas de producción, se encuentran una lista desplegable con los productos del catálogo, en el caso que la línea de producción no tenga el check se selecciona la opción “ninguna”, y si tiene el check se selecciona el producto de la línea de producción a vender (Ver figura 21).

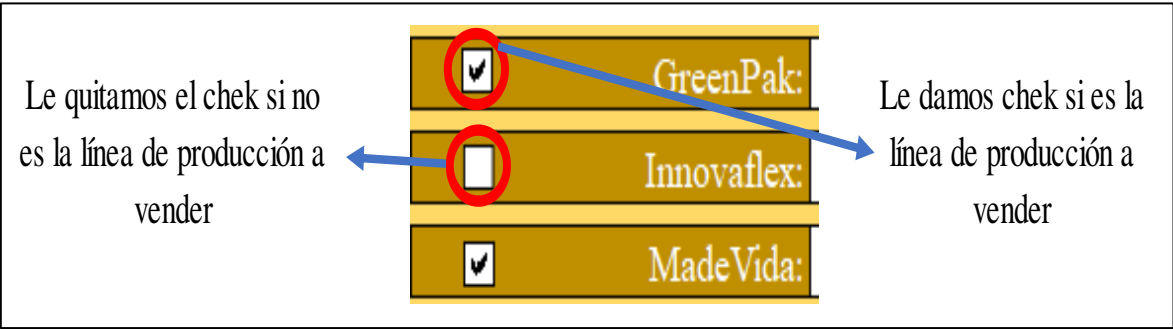


Figura 21. Selección de la línea de producción

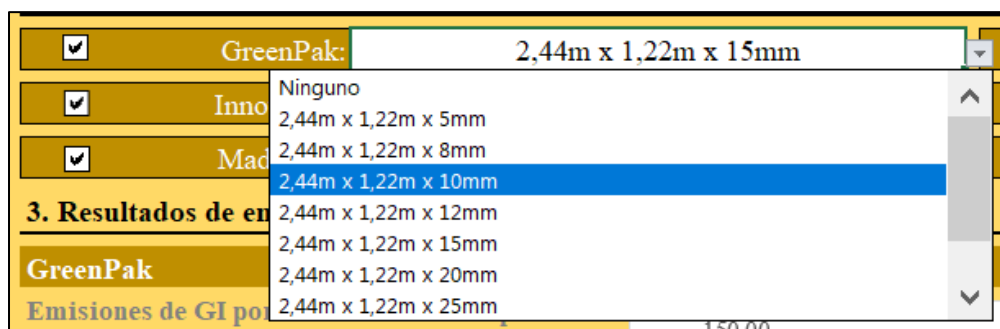


Figura 22. Lista desplegable de selección del producto

Paso 3: Los resultados de emisiones de GEI evitadas se desplegarán de manera automática en las celdas de tipología “Celdas de resultados” (Ver figura 23).

Emisiones GEI "Madera"	4,21 kg CO2eq
Emisiones GEI "Madevida"	2,19 kg CO2eq
Emisiones de GEI Evitados	2,02 kg CO2eq

Figura 23. Celdas de resultados

ii. Aporte de la calculadora de huella de carbono

Disponer de una calculadora de huella de carbono para las industrias constituye una ventaja empresarial, especialmente si son industrias como la de Ecuaplástico S.C. que produce a partir de material reciclable, permitiendo demostrar a su clientela los beneficios ambientales que se obtienen al comprar sus productos en comparación con los productos hechos a partir de materia prima virgen.

La calculadora fue puesta en práctica en las instalaciones de Ecuaplástico S.C. a modo de simulacro, lo que demostró tener una interfaz fácil de manejar y de comprender. Esta calculadora permite detectar en Ecuaplástico S.C. los puntos en sus actividades productivas en donde puedan mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de GEI, con un aporte a la gestión ambiental de la empresa como un indicador de sostenibilidad y buenas prácticas ambientales.

4. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

4.1. Conclusiones

- El alcance del estudio para los productos hechos de material reciclado fue definido desde la obtención de materia prima hasta la elaboración de los productos en la empresa y para los hechos de materia prima virgen fue definido desde la extracción de la materia prima hasta la elaboración del producto en la empresa.
- El análisis de la huella de carbono basado en ACV por su característica bidireccional permite modificar el alcance establecido a medida que avanza el estudio a fin de conseguir el objetivo inicial.
- En los productos que son elaborados a partir de materia prima virgen en el inventario de emisiones se muestra que tienen una mayor cantidad de emisiones en la extracción y/o preparación de la materia prima: en el tablero de aglomerado un 99%, en el pallet de madera un 62% y para la tubería de PEAD un 72% del total de emisiones de GEI producidas, dentro de los límites establecidos.
- En los productos analizados que son elaborados por Ecuaplastic S.C. el inventario de emisiones muestra que tienen una mayor cantidad en los procesos de: Molido de polialuminio con un 62% para el tablero, transporte con un 92% para el pallet y el pelletizado con un 35% para la tubería, del total de emisiones de GEI, dentro de los límites establecidos.
- En los productos de tablero de aglomerado y el pallet de madera, si se eliminase la extracción de materia prima sus emisiones de GEI se reducirían en alrededor de un 90%, menos de 1 kg CO_{2eq} y menos que las emisiones de los productos de Ecuaplastic S.C, siempre que se considere el alcance establecido en el presente estudio.

- Los productos de Ecuaplastic S.C. representan un mejor aporte al ambiente, esto con los límites establecidos en el presente estudio, ya que, en comparación a los productos hechos a partir de materia prima virgen, producen una menor cantidad de emisiones de GEI.
- Las emisiones de GEI en un producto hecho a partir de materia prima virgen en comparación con un producto hecho de material reciclable pueden llegar a ser tan alto como el pallet de madera que emite 2,12 veces más de lo que emitiría uno hecho en Ecuaplastic S.C. y una tubería hecha a partir de resina de PEAD que emite 5,97 veces más de una tubería de Ecuaplastic S.C, lo que evidencia la ayuda que aporta el reciclaje al calentamiento global.
- La calculadora de huella de carbono demostró ser una herramienta que aporta como indicador de sostenibilidad y a las buenas prácticas ambientales.
- La socialización de la calculadora de huella de carbono demostró tener una interfaz fácil de manejar e interpretar.

4.2. Recomendaciones

- Para evaluar un completo beneficio al ambiente se debería aumentar el alcance del estudio ya que el uso, la calidad y disposición final implican otras fuentes de emisión y en este estudio únicamente se analizó los procesos productivos.
- En estudios de productos hechos a partir de material reciclado, que impliquen un mayor alcance, se recomienda considerar el potencial de reutilización que tiene el material y como el reciclarlo interfiere en la calidad del producto.

- Se debe establecer los límites del estudio correctamente en relación de la unidad funcional ya que permite evitar incluir en el estudio emisiones de GEI ajenas a la misma.
- Ecuaplastic S.C. debería ampliar sus estudios de indicadores ambientales como: la huella ecológica, el análisis de ciclo de vida, huella hídrica, entre otros, ya que tiene la posibilidad de obtener beneficios por incentivos ambientales y por acciones que ayuden a mitigar las emisiones encontradas en el presente estudio.
- Se recomienda realizar un estudio de huella de carbono de la línea de producción Ecoyarn para evaluar el completo beneficio ambiental en todos los productos de Ecuaplastic S.C. dado que mencionada línea de producción no se contempla en el presente estudio.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEC. (2013). Cálculo Huella Carbono en AMC. Recuperado de: https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=9d5024a8-dc95-46b2-ab03-7f36475710b9&groupId=10128.

Álvarez, S., & Agustín, R. (Julio de 2014). Compound method based on financial accounts versus process-based analysis in product carbon footprint: A comparison using wood pallet. Madrid, España.

Aresti Matías, e. a. (01 de 12 de 2016). Evaluación de tecnologías para la eficiencia energética en vehículos de carga por carretera. Uruguay. Obtenido de <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/334>

Aresti, M., Tanco, M., Jurburg, D., Moratorio, D., & Villalobos, J. (2016). Evaluación de tecnologías para la eficiencia energética en vehículos de carga por carretera. Memoria Investigaciones en Ingeniería, (14), 35-47.

Avilés Erazo, B. E., & Avilés Erazo, M. Z. (2019). Sistema de gestión ambiental y plan de seguridad y salud ocupacional de la empresa Ecuaplástico.

Baldasano et al. (diciembre de 2005). Estimate of energy consumption and CO2 emission associated with the production, use and final disposal of PVC, HDPE, PP, ductile iron and concrete pipes. Barcelona, España.

Benveniste, G. (2012). Herramientas simplificadas para el cálculo de la huella de carbono. Santiago de Chile, Chile.

Chiluiza Piedra, J. D., & García Vallejo, E. F. (2017). Criterios para la construcción sostenible de una vivienda de interés social con estructura mixta, a partir del uso del cartón Tetrapak y estructura metálica (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Carabalí Nazareno, J. (2016). Determinación de la huella de carbono correspondiente a las actividades administrativas y de transporte del gobierno autónomo descentralizado de la provincia de esmeraldas (Bachelor's thesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016).

De Catalunya, G. (2011). Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Barcelona: Oficina Catalana del Canvi climàtic.

DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). (2008). 2008 Guidelines to DEFRA'S GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emission Factor

Ecuaplastic. (2021). CUBIERTAS Y TABLEROS SUSTENTABLES. Recuperado de: <https://ecuaplastic.com/index.php/catalogos2>

Ecuaplastic. (2021). TUBERIA FLEX ECOLOGICA DE POLIETILENO. Recuperado de: <https://ecuaplastic.com/index.php/catalogos2/37-catalogos/85-catalogo-tuberia-flex>

Faraldi et al. (agosto de 2011). Cradle to gate life cycle inventory of nine plastic resins and four polyurethane precursors. Estados Unidos.

Feijoo, G., & Moreira, M. T. (abril de 2020). Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono. La Coruña, España.

Gallardo, L., & Rivela, B. (mayo de 2021). Ecologías políticas urbana ante el cambio climático. Quito, Ecuador.

Gallardo Lastra, Lorena Fernanda. 2020. Análisis de la contribución del reciclaje inclusivo en la mitigación al cambio climático a través de la herramienta tecnológica ReciApp. Tesina de especialización, Flacso Ecuador

Gómez, P., & Maldonado, B. (mayo de 2014). Un recorrido histórico por la industria ecuatoriana del Tè C.A.: Estudio y Análisis de la Sostenibilidad de la cadena de suministro del té negro. Quito, Ecuador.

Google. (s.f.). (Distancias de Google Maps desde las plantaciones a la instalación de NOVOPAN). Recuperado el 14 de agosto de 2021.

Guayasamín Constante, K., & Simón Baile, D. (julio de 2018). Huella de carbono de cultivo de rosas en Ecuador comparando dos metodologías: GHG Protocol y PAS2050. Quito, Pichincha, Ecuador

Haro Madera. (2021). Historia. Recuperado de:
<https://www.palletsecuador.ec/historia/>

Haya, E. (2016). Análisis de Ciclo de Vida Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental.

Hooda, P., & Barrera, B. (May de 2016). Greenhouse gas emissions of waste management processes and options: A case study. London, England. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/303636049>

INEC (2017). Boletín Técnico Gestión de Residuos Sólidos. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Residuos_solidos_2017/Boletin_Tecnico_Residuos_2017.pdf

INEC (2018). Boletín Técnico Gestión de Modulo de información Ambiental en hogares.

IPCC. (2018). Calentamiento global de 1,5 °C. Obtenido de <https://www.ipcc.ch>

IRR, (2014). Reciclaje Inclusivo y Recicladores de base en el Ecuador. Quito, Ecuador: <https://latitudr.org/wp-content/uploads/2016/04/Reciclaje-Inlcusivo-y-Recicladores-de-base-en-EC.pdf>

Leiva, E. H. (octubre de 2016). Análisis de ciclo de vida. Madrid, España. Obtenido de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/25482/analisis-de-ciclo-de-vida>

LLORENTE DÍAZ, I., VIGNOTE PEÑA, S., & MARTINEZ ROJAS, I. (2013). Análisis del ciclo de vida de la ventana de madera.

Maderas y envases Álvarez. (2021). TABLEROS DE AGLOMERADO. Recuperado de: <https://alvarezmaderasyenvasos.com/tableros/tableros-aglomerados/>

Mena & Suárez. (2011). Análisis y Propuesta de Reducción de Desperdicio en el Proceso de Elaboración de Aglomerado en Novopan del Ecuador S.A.

Mendoza, L., Falappa, M., Lamy, M., & Vázquez, M. (2019). De una economía lineal a una circular en el siglo XXI. Mendoza, Argentina.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Ambiente. (junio de 2015). Cambio climático: Mitigación. Madrid, España. Obtenido de <https://fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/informacion-institucional/guiamitigacioncompleta.pdf>

Mouriño, A. C. (Julio de 2017). El ciclo de vida de la madera en la construcción. análisis de un caso práctico. España.

Nicolas Bogotá, e. a. (2017). Disposición final de residuos sólidos. Bogotá, Colombia.

Novopan. (2021). MDP Novopan. Recuperado de: <https://www.novopan.com.ec/files/FichaMDP.pdf>

NOVOPAN. (2021). PATRIMONIO FORESTAL. Recuperado de: <https://www.novopan.com.ec/>

Olivera, A., & Cristóbal, S. (2014). Gestión de la huella de carbono en turismo. INNOTEC Gestión, (6 ene-dic), 63-67.

Omoniyi, D., Laseinde, T., & Ifetayo, O. (January de 2020). A descriptive review of Carbon Footprint. Johannesburgo, Sudáfrica.

Pérez Sierra, M. P. (31 de agosto de 2017). Huella de Carbono de la Universidad San Francisco de Quito. Quito, Pichincha, Ecuador.

Quintero Rueda, M. L., & Rodríguez Romero, P. A. (2015). Caracterización mecánica a flexión y compresión de elementos cajón armados con láminas aglomeradas de Tetra Pak considerando los beneficios ambientales de su uso potencial.

Recalde Rodríguez et al. (15 de enero de 2018). La huella de carbono y la campaña de marketing verde. Quito, Pichincha, Ecuador: El Conejo.

Recalde Rodríguez, M. F., Páez Egüez, C. J., Zumárraga Marroquín, K. E., Haro Haro R., & Andrade Cueva, M. (15 de enero de 2018). La huella de carbono y la campaña de marketing verde. Quito, Pichincha, Ecuador: El Conejo.

Sangwan, k. S. (2017). Life cycle analysis of HDPE pipe manufacturing - a case study from an Indian industry. India. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.193>

Sanmartín Ramón, G. S., & Zhigue Luna, R. A. (enero de 2017). El Reciclaje. Ecuador. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus05117.pdf>

Sayam, A., Chumporn, Y., Chumlong, A., Rungjarus, H., & Tarinee, B. (enero de 2013). Carbon Footprint of Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya Campus, Thailand. Thailand.

Secretaría del Ambiente. (2011). Huella de Carbono de Quito. Quito, Ecuador.

Soliz Torres, M. F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador.

The Plastic Division of the American Chemistry Council. (Agosto de 2011). Cradle to gate life cycle inventory of nine plastic resins and four polyurethane precursors. EEUU. Obtenido de <https://plastics.americanchemistry.com/LifeCycle-Inventory-of-9-Plastics-Resins-and-4-Polyurethane-Precursors-Rpt-Only/>

Tigre Ortega, F. G. (2010). Optimización de procesos de molienda en la fabricación de tableros de partículas en Novopan del Ecuador SA (Bachelor's tesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización).

Tigre. (2021). Tubos y Conexiones Tigre. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://www.tigre.com.ec/>

Ullca, J. (2006). Los rellenos sanitarios. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047388001.pdf>

Valderrama, J. O., Espíndola, C., & Quezada, R. (2011). Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. Formación universitaria, 4(3), 3-12.

Valencia, N. R. (2010). Estimación de emisiones y mitigaciones de gases de efecto invernadero provenientes del manejo de residuos sólidos urbanos. México. Obtenido de <https://www.researchgate.net/profile/Maria-Rojas->

Valencia/publication/296639499_ESTIMACION_DE_EMISIONES_Y_MITIGACION
ES_DE_GASES_DE_EFECTO_DE_INVERNADERO_PROVENIENTES_DEL_MA
NEJO_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS_Estimation_and_Mitigation_of_Gre
enhouse_Gas_Emissi

Viteri Tovar, M. G. (2015). Desarrollo de la huella de carbono corporativa como
indicador ambiental en la empresa Novacero SA Planta Lasso.

6. ANEXOS

Anexo 1. Acta de Reunión de Apertura



ESCUELA
POLITÉCNICA
NACIONAL

ACTA DE REUNIÓN DE APERTURA



FECHA REUNIÓN	1 DE JUNIO DE 2021	HORA	<i>Desde</i> 10H00	<i>Hasta</i>
----------------------	--------------------	-------------	--------------------	--------------

EMPRESA	ECUAPLASTIC S.C.
TESISTAS	AGUILAR D. & CHICAIZA A.
TESIS	Análisis de la huella de carbono de productos hechos a base de material reciclado de la empresa Ecuaplastic S.C.
OBJETO	FASE INTRODUCTORIA Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS

No	OBJETO Y REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO DE TESIS
1	Presentación del grupo testistas.
2	Presentación preliminar de la estructura de trabajo.
3	Presentación de los requerimientos básicos para el desarrollo del proyecto.
4	Explicación del propósito del proyecto.
5	Compromiso a aceptar los requerimientos y a la realización de desarrollo del proyecto.

No.	COMPROMISOS / ACUERDOS	RESPONSABLES	FECHA
1	Carta por parte de la Universidad de Sollicitud de tesis	Testistas	
2	Apoyar el desarrollo de la empresa con información y acceso a las instalaciones	Ecuaplastic	
3	Los 3 productos seleccionados son: Tuberías Flex, EcoPack y Pa de Vida.	Testistas	
4	Comunicar el horario de visita a la Empresa.	Testistas	

No	NOMBRES DE LOS RESPONSABLES	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	Chicaiza Anthony	EPN	
2	DOUGLAS AGUILAR	EPN	
3	EDGAR YORA	ECUAPLASTIC	
4	JOSE COSTA	ECUAPLASTIC	

Anexo 2. Catálogo de productos de Ecuaplastic S.C.

TABLEROS PARA INTERIORES

GREENPAK

Tablero Tetrapak



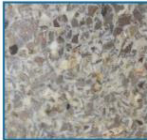
- Tamaño: 2,44m x 1,22m
- 75% Cartón & 25% Poli-aluminio
- Excelente para paredes interiores, pisos, muebles, etc.



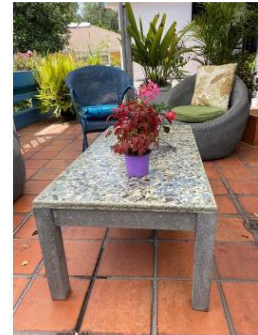
ESPESOR*	5mm	8mm	10mm	12mm	15mm	20mm	25mm	30mm	40mm
PESO	13.7kg	21.9kg	27.4kg	32.8kg	41kg	54.8kg	68.5kg	82.2kg	109.6kg

GREENABS

Tablero de ABS



- Tamaño: 2,44m x 1,22m
- Es rígido, solido e impermeable
- Excelente para mesones, muebles, etc.
- Disponible en varios colores



ESPESOR*	5mm	8mm	10mm	12mm	15mm	20mm	25mm	30mm	40mm
PESO	16.4kg	26.2kg	32.7kg	39.3kg	49.1kg	65.5kg	81.8kg	98.2kg	131kg

*Diferentes espesores bajo pedido



MADEVIDA MADERA PLASTICA

DIGO	NOMBRE	LONG.	PRECIO
VP-C-90-2,40	Poste cuadrado de 90mm. x 2.4 m	2.40	29.50
VP-C-90-3	Poste cuadrado de 90mm. x 3 m	3	36,00
VP-C-65-3	Poste cuadrado de 68 mm. x 3 m	3	21,00
VP-C-53-3	Poste cuadrado de 53 mm. x 3 m	3	13.00
VP-C-43-3	Poste cuadrado de 43 mm. x 3 m	3	8.50
VP-E-06-3	Poste rectangular de 140 x 90 mm x 3 m	3	57,00
VP-R-45-3	Poste redondo de 45mm. x 3 m	3	7,30
VP-R-68-3	Poste redondo de 68 mm. x 3 m	3	16,20
VP-R-90-2.40	Poste redondo de 90 mm. x 2.4 m	2.40	23,00
VP-R-90-3	Poste redondo de 90 mm. x 3 m	3	27,50
VT-01-3	Tabla de 62 x 24mm x3m	3	7,34
VT-02-3	Tabla de 72 x 33mm x 3m	3	11,64
VT-03-3	Tabla de 53 x 35mm x 3m	3	9,13
VT-04-3	Tabla de 90 x 41mm x 3m	3	17,50
VT-05-3	Tablón de 140 x 41mm x 3m	3	27,80

Estos precios no incluyen impuestos



www.ecuaplastic.com



<https://www.facebook.com/ecuapeologico/>



INNOVAFLEX

CONDUCCION DE AGUA A PRESION



Norma de referencia ASTM D 2239

NOMBRE	LONG.	IDENTI	DIAM.	DIAM.	ESPEJOR	PRESION
	m	FICACION	INT.(mm)	EXT.(mm)	PARED (mm)	TRABAJO (psi)
TUBERIA FLEX AGUA de 1/2 pulg. 90 psi	100	Marca	15,50	19,00	1,75	90,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1/2 pulg. 125 psi	100	Marca	15,50	19,75	2,13	125,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1/2 pulg. 150 psi	100	Marca	15,50	20,40	2,45	150,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1/2 pulg. 180 psi	100	Marca	15,50	21,40	2,95	180,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1/2 pulg. 200 psi.	100	Marca	15,50	22,00	3,25	200,00
TUBERIA FLEX AGUA de 3/4 pulg. 100 psi	100	Marca	20,00	24,85	2,43	100,00
TUBERIA FLEX AGUA de 3/4 pulg. 125 psi	100	Marca	20,00	25,40	2,70	125,00
TUBERIA FLEX AGUA de 3/4 pulg. 160 psi	100	Marca	20,00	26, 20	3,10	160,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1 pulg 80 psi	100	Marca	26,00	30,80	2,40	80,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1 pulg 120 psi	100	Marca	26,00	31,70	2,85	120,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1 pulg 150 psi	100	Marca	26,00	32,50	3,25	150,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1 ¼ pulg. 120 psi	100	Marca	33,00	39,90	3,45	120,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1 ½ pulg. 80 psi	100	Marca	40,00	46,60	3,30	80,00
TUBERIA FLEX AGUA de 1 ½ pulg. 100 psi	100	Marca	40,00	47,20	3,60	100,00
TUBERIA FLEX AGUA de 2 pulg. 80 psi.	100	Marca	51,00	58,60	3,80	80,00
TUBERIA FLEX AGUA de 2 pulg. 100 psi.	100	Marca	51,00	59,00	4,00	100,00
TUBERIA FLEX AGUA de 2 pulg. 120 psi.	100	Marca	51,00	60,30	4,65	120,00
TUBERIA FLEX AGUA de 3 pulg.-80 psi	50	Marca	76,00	88,90	6,45	80,00
TUBERIA FLEX AGUA de 4 pulg. 70 psi	25	Marca	101,00	116,2	7,60	70,00



www.ecuaplastic.com



info@ecuaplastic.com



(593) 999-708-677

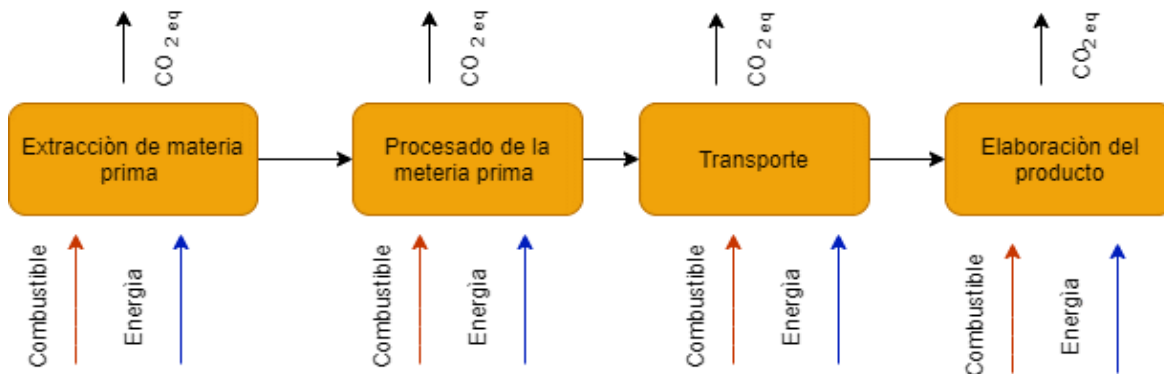
Anexo 3. Introducción, Instructivo y Calculadora

¿Qué es la huella de carbono y cuál es la relación con las emisiones de CO₂?

Nuestro planeta tierra en los últimos años ha sufrido graves alteraciones ambientales producidas principalmente por acción del hombre. Entre los resultados de dichas actividades están las emisiones de una gran cantidad de gases a la atmosfera, dichos gases son llamados Gases de Efecto Invernadero o también conocidos como GEI. Los GEI se encuentran de manera explícita e implícita en las diferentes actividades que realizamos, en los productos que elaboramos o incluso en la forma en que consumimos dichos productos. Para poder saber que actividades están generando una mayor cantidad de GEI y saber donde se debe buscar alternativas para disminuir la cantidad de gases emitidos es necesario realizar una cuantificación de los mismos. Una herramienta que ayuda a realizar la cuantificación de los GEI es la huella de carbono, esta mide la cantidad de GEI emitidos por: elaborar un producto, una empresa, una persona o incluso de una ciudad. La huella de carbono cuantifica los GEI en KgCO₂eq, la cual es una unidad referencial utilizada para comparar diferentes emisiones de GEI.

¿Qué procesos fueron tomados en cuenta?

La huella de carbono puede ser medida a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, es decir desde la extracción de materia prima hasta su disposición final. Para la presente calculadora se tomaron en cuenta desde la extracción de materia prima hasta que el producto está finalizado en la empresa. En el siguiente diagrama se muestra de manera general las etapas.



Enlaces de interés

En los siguientes enlaces puede calcular su huella de carbono y encontrar mayor información del tema.

<https://www.fundacionaquae.org/calculadora-carbono/>

<http://huelladeciudades.com/calculadorasquito/calculadoras.html>

<http://huelladeciudades.com/calculadorasquito/huella-carbono.html>

INSTRUCCIONES

CELDAS

Celdas a completar

Celdas informativas

Celdas de resultados

Paso 1

Completar los datos básico del cliente de la sección 1

Paso 2

- En la sección 2 seleccionamos la línea de productos a vender

Le quitamos el chek si no es la línea de producción a vender

Le damos chek si es la línea de producción a vender

<input checked="" type="checkbox"/>	GreenPak:
<input type="checkbox"/>	Innovaflex:
<input checked="" type="checkbox"/>	MadeVida:

- Alado de la línea de producción a vender, en la lista que se nos desplegará seleccionamos el producto del catálogo a vender, en el caso que no se venda esa línea de producción seleccionamos la opción "Ninguno"

<input checked="" type="checkbox"/>	GreenPak:	2,44m x 1,22m x 15mm
<input checked="" type="checkbox"/>	Inno	Ninguno
<input checked="" type="checkbox"/>	Mad	2,44m x 1,22m x 5mm
		2,44m x 1,22m x 8mm
		2,44m x 1,22m x 10mm
		2,44m x 1,22m x 12mm
		2,44m x 1,22m x 15mm
		2,44m x 1,22m x 20mm
		2,44m x 1,22m x 25mm

3. Resultados de en

GreenPak

Emisiones de GI po

- Alado de la celda de selección del producto del catálogo en la casilla de "cantidad", colocamos las unidades a vender.

2. Detalle de venta

<input checked="" type="checkbox"/>	GreenPak:	2,44m x 1,22m x 15mm	Cantidad:	33
-------------------------------------	-----------	----------------------	-----------	----

Paso 3

- Los resultado de emisiones de GEI evitadas se desplegarán de manera automática en las celdas de esta tipología -->

Emisiones GEI "Madera"	4,21 kg CO2eq
Emisiones GEI "Madevida"	2,19 kg CO2eq
Emisiones de GEI Evitados	2,02 kg CO2eq

1. Datos del cliente

Nombre del Cliente:		Fecha:	
Telefono:		Celular:	
		Cod. Venta:	

2. Detalle de venta

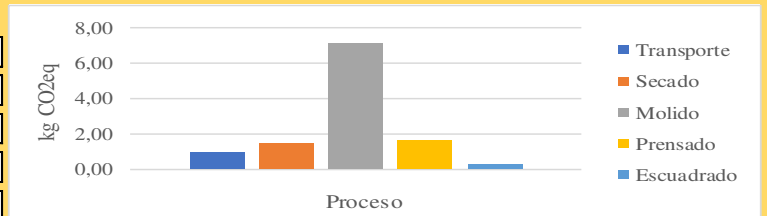
<input checked="" type="checkbox"/>	GreenPak:	2,44m x 1,22m x 25mm	Cantidad:	1	unidades
<input checked="" type="checkbox"/>	Innovaflex:	Tubería Flex Agua de 2 pulg. 120 psi	Cantidad:	1	rollos 100m
<input checked="" type="checkbox"/>	MadeVida:	Poste cuadrado de 68mm	Cantidad:	1	unidades

3. Resultados de emisiones de CO2 eq

GreenPak

Emisiones de GEI fabricación "Ecuaplástico"

8,36%	Transporte	0,95 kg CO2eq
12,34%	Secado	1,39 kg CO2eq
62,78%	Molido	7,09 kg CO2eq
14,02%	Prensado	1,59 kg CO2eq
2,49%	Escuadrado	0,28 kg CO2eq

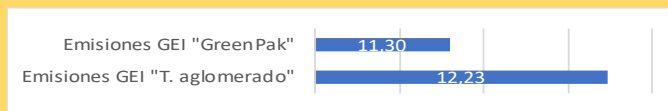


Emisiones de GEI fabricación "T. aglomerado"

99,17%	Materia prima	12,13 kg CO2eq
0,21%	Transporte	0,03 kg CO2eq
0,62%	Fabricación	0,08 kg CO2eq



Evaluación de emisiones evitadas



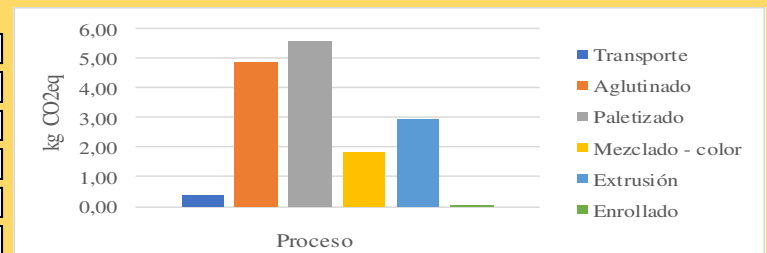
Emisiones GEI "T. aglomerado"	12,23 kg CO2eq
Emisiones GEI "GreenPak"	11,30 kg CO2eq
Emisiones de GEI Evitados	0,93 kg CO2eq

Con su compra de GreenPak ha evitado un 8% de gases de efecto invernadero

Innovaflex

Emisiones de GEI fabricación "Ecuaplástico"

2,47%	Transporte	0,39 kg CO2eq
31,15%	Aglutinado	4,90 kg CO2eq
35,51%	Paletizado	5,58 kg CO2eq
11,84%	Mezclado - color	1,86 kg CO2eq
18,69%	Extrusión	2,94 kg CO2eq
0,34%	Enrollado	0,05 kg CO2eq

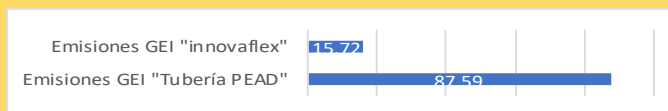


Emisiones de GEI fabricación "Tubería PEAD"

72,68%	Materia prima	63,67 kg CO2eq
9,45%	Transporte	8,28 kg CO2eq
17,87%	Fabricación	15,65 kg CO2eq



Evaluación de emisiones evitadas



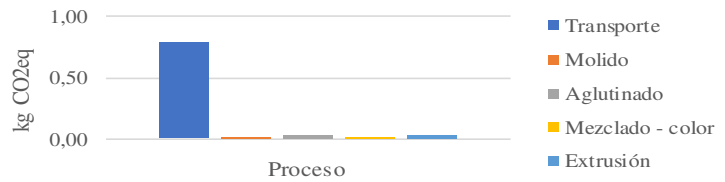
Emisiones GEI "Tubería PEAD"	87,59 kg CO2eq
Emisiones GEI "innovaflex"	15,72 kg CO2eq
Emisiones de GEI Evitados	71,88 kg CO2eq

Con su compra de Innovaflex ha evitado un 82% de gases de efecto invernadero

Made Vida

Emisiones de GEI fabricación "Ecuaplastic"

89,78%	Transporte	0,79 kg CO2eq
1,51%	Molido	0,013173 kg CO2eq
3,96%	Aglutinado	0,034667 kg CO2eq
1,51%	Mezclado - color	0,013173 kg CO2eq
3,25%	Extrusión	0,028427 kg CO2eq

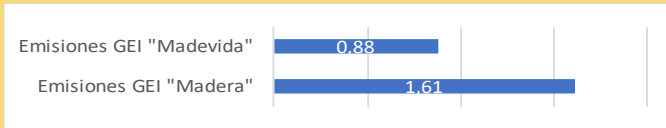


Emisiones de GEI fabricación "Madera"

0,21%	Transporte	0,003446 kg CO2eq
68,71%	Extracción	1,104509 kg CO2eq
31,07%	Aserradero	0,499461 kg CO2eq



Evaluación de emisiones evitadas

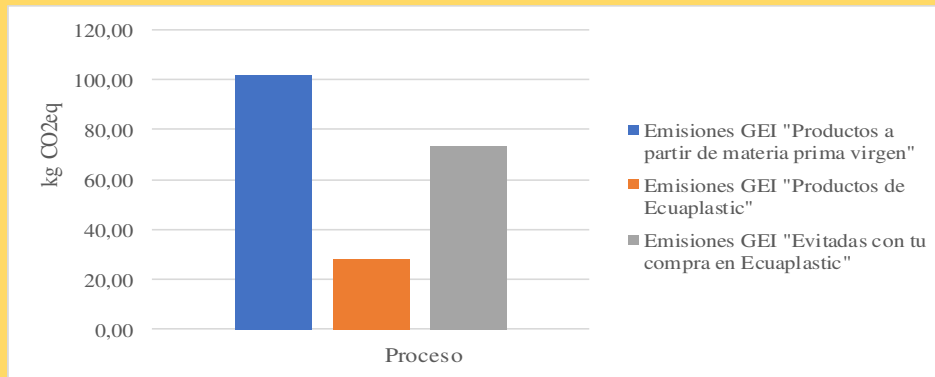


Emisiones GEI "Madera"	1,61 kg CO2eq
Emisiones GEI "Madevida"	0,88 kg CO2eq
Emisiones de GEI Evitados	0,73 kg CO2eq

Con su compra de MadeVida ha evitado un 46% de gases de efecto invernadero

4. Resultados absolutos de la venta

Emisiones GEI "Productos a partir de materia prima virgen"	101,43 kg CO2eq
Emisiones GEI "Productos de Ecuaplastic"	27,89 kg CO2eq
Emisiones GEI "Evitadas con tu compra en Ecuaplastic"	73,54 kg CO2eq



Por esta compra en Ecuaplastic S.C. ha evitado la emisión de GEI equivalente a la producción de 15 ecuatorianos en un día en condiciones regulares

*GEI: Gases de efecto invernadero

Anexo 4. Tablas de vinculación

Producto del Catálogo			Unidad Funcional		
Descripción	D. inter (mm)	D. exter (mm)	Tubería	D. inter (mm)	D. exter (mm)
Ninguno	0	0	Tubería Flex Agua de 2 pulg. 100 psi	51	59
Tubería Flex Agua de 1/2 pulg. 90 psi	15,5	19			
Tubería Flex Agua de 1/2 pulg. 125 psi	15,5	19,75			
Tubería Flex Agua de 1/2 pulg. 150 psi	15,5	20,4			
Tubería Flex Agua de 1/2 pulg. 180 psi	15,5	21,4			
Tubería Flex Agua de 1/2 pulg. 200 psi	15,5	22			
Tubería Flex Agua de 3/4 pulg. 100 psi	20	24,85			
Tubería Flex Agua de 3/4 pulg. 125 psi	20	25,4			
Tubería Flex Agua de 3/4 pulg. 160 psi	20	26,2			
Tubería Flex Agua de 1 pulg. 80 psi	26	30,8			
Tubería Flex Agua de 1 pulg. 120 psi	26	31,7			
Tubería Flex Agua de 1 pulg. 150 psi	26	32,5			
Tubería Flex Agua de 1 ¼ pulg. 120 psi	33	39,9			
Tubería Flex Agua de 1 ½ pulg. 80 psi	40	46,6			
Tubería Flex Agua de 1 ½ pulg. 100 psi	40	47,2			
Tubería Flex Agua de 2 pulg. 80 psi	51	58,6			
Tubería Flex Agua de 2 pulg. 100 psi	51	59			
Tubería Flex Agua de 2 pulg. 120 psi	51	60,3			
Tubería Flex Agua de 3 pulg. 80 psi	76	88,9			
Tubería Flex Agua de 4 pulg. 70 psi	101	116,2			

Producto del Catálogo		Unidad Funcional	
Descripción	Peso (kg)	Descripción	Peso (kg)
Ninguna	0	Poste cuadrado de 90mm	6,6
Tabla de 62mm x 24mm	4,1		
Tabla de 72mm x 33mm	6,6		
Tabla de 53mm x 35mm	5,2		
Tabla de 90mm x 41mm	10		
Tablón de 140mm x 41mm	16		
Poste cuadrado de 90mm	22		
Poste cuadrado de 68mm	12,8		
Poste cuadrado de 53mm	7,8		
Poste cuadrado de 43mm	5,3		
Poste rectangular de 140 x 90mm	35		
Poste redondo de 90mm	17		
Poste redondo de 68mm	10		
Poste redondo de 45mm	4,5		

Producto del Catálogo				Unidad Funcional			
Descripción	ancho (m)	largo (m)	espesor (mm)	Descripción	ancho (m)	largo (m)	espesor (mm)
Ninguno	0	0	0	2,44m x 1,22m x 15mm	2,44	1,22	15
2,44m x 1,22m x 5mm	2,44	1,22	5				
2,44m x 1,22m x 8mm	2,44	1,22	8				
2,44m x 1,22m x 10mm	2,44	1,22	10				
2,44m x 1,22m x 12mm	2,44	1,22	12				
2,44m x 1,22m x 15mm	2,44	1,22	15				
2,44m x 1,22m x 20mm	2,44	1,22	20				
2,44m x 1,22m x 25mm	2,44	1,22	25				
2,44m x 1,22m x 30mm	2,44	1,22	30				
2,44m x 1,22m x 40mm	2,44	1,22	40				

Emisiones de CO2eq en un tablero de aglomerado

Características del un tablero de Ecopak		
Descripción	Valor	Unidad
ancho	2,44	m
largo	1,22	m
alto	0,015	m
volumen	0,044652	m ³
densidad	600	kg/m ³
peso	26,7912	kg
Promedio de entrada de materia prima	305,8	T/mes
Promedio Km de distancia a las plantaciones	91,5	km
Promedio de recorrido al mes	902,6032258	km/mes
Capacidad de transporte	31	T
Cilindraje	5880	cm ³

Unidad Funcional
Tablero de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m



Descripción	Consumo (energía y/o combustible fosil)	Unidad	Consumo (gas natural)	Unidad	Factor de emisión	Unidad	Mix Energetico	Unidad	Emisiones	Unidad	Referencias
Extracción de materia prima	Eucalipto	L/tablero	2,60927575		2,79	kg CO2/L			7,279879343	KgCO2eq	- LLORENTE DÍAZ, L, VIGNOTE PEÑA, S., & MARTINEZ ROJAS, I. (2013). Análisis del ciclo de vida de la ventana de madera. - Oficina Catalana de Cambio Climático. 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". - Quintero M. & Rodríguez P. (2015). CARACTERIZACIÓN MECÁNICA A FLEXIÓN Y COMPRESIÓN DE ELEMENTOS CAJÓN ARMADOS CON LÁMINAS AGLOMERADAS DE TETRA PAK® CONSIDERANDO LOS BENEFICIOS AMBIENTALES DE SU USO POTENCIAL. - Tigre Ortega, F. G. (2010). Optimización de procesos de molienda en la fabricación de tableros de partículas en novopan del Ecuador SA (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización). - Arestí, M., Tanco, M., Jurburg, D., Moratorio, D., & Villalobos, J. (2016). Evaluación de tecnologías para la eficiencia energética en vehículos de carga por carretera. Memoria Investigaciones en Ingeniería, (14), 35-47.
	Pino										
Transporte de materia prima	Camión VOLVO FMX 400	km/tablero	0,079077252		198,71	g CO2eq/km			0,015713441	KgCO2eq	
Fabricación del tablero de aglomerado	Funcionamiento de la máquina	KWh/tablero	0,209349116	0,17041018	2,15	kg CO2/Nm ³	0,13	KgCO2eq/ KWh	0,027215385	KgCO2eq	
	Secador de capa exterior										
	Secador de capa interior										
	Conformación del tablero										
	Acabado del tablero										
Total											

Total de emisiones **7,32** **Kg CO2eq**

Porcentaje de emisiones	
Proceso	Porcentage
Extracción de materia prima	99%
Fabricación del producto	0,372%
Transporte	0,215%
	100%



Emisiones de CO2eq en un tablero de Ecopak

Características del un tablero de Ecopak		
Descripción	Valor	Unidad
Ancho	2,44	m
Largo	1,22	m
Alto	0,015	m
Volumen	0,044652	m ³
Densidad	983	kg/m ³
Peso	43,89	kg
Promedio de entrada de materia prima	305,8	T/mes
Promedio Km de distancia a las plantaciones	91,5	km
Promedio de recorrido al mes	902,6032258	km/mes
Capacidad de transporte	31	T
Cilindraje	5880	cm ³

Unidad Funcional
Tablero de 2,44 m x 1,22 m x 0,015 m

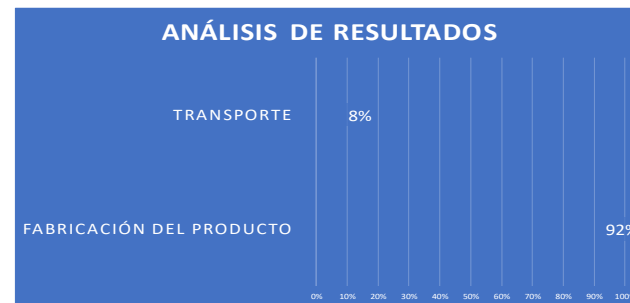


Cálculo de Emisiones										
Descripción	Procesos tomados en cuenta para cada etapa	Factor de consumo energético	Unidad	Cantidad de energía-gasolina consumida	Unidad	Factor de emisiones de CO2 eq	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Fabricación del tablero de Ecopak	Secadora 1 (Motor 30 HP)	0,15	Kwh/kg	6,44	Kwh	0,13	kg CO2eq/kWh	0,836891598	KgCO2eq	- Oficina Catalana de Cambio Climático, 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". pg21 - Ramírez, Ángel, Beatriz Rivera, Andrea Boero y Ana Melendres, 2019. "Lights and shadows of the environmental impacts of fossil-based electricity generation technologies: A contribution based on the Ecuadorian experience". Energy Policy, 125:467-477. - Ecuaplastic.
	Molino 2 polialuminio	0,75	Kwh/kg	32,74	Kwh			4,256734994	KgCO2eq	
	Prensa 1	0,166666667	Kwh/kg	7,32	Kwh			0,95101318	KgCO2eq	
	Escuadradora	0,02962963	Kwh/kg	1,30	Kwh			0,16906901	KgCO2eq	

Descripción	Lugares recorridos	Factor de recorrido por producción	Unidad	Distancia Media	Unidad	Factor de emisiones de CO2 eq	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Transporte a la empresa fabricante	- Amagusaña - Santo Domingo - La Florencia - La Florida - Oswaldo Guayasamín	0,065	km/kg (producido)	2,854	km	0,198	kgCO2eq/km	0,57	Kg CO2eq	* Oficina Catalana de Cambio Climático, 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". https://bit.ly/3p5yVyy * DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs), (2008). 2008 Guidelines to DEFRA'S GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emission Factors. * Ecuaplastic SC

Total de emisiones	6,78	Kg CO2eq
---------------------------	-------------	-----------------

Porcentaje de emisiones	
Proceso	Porcentaje
Fabricación del producto	92%
Transporte	8%
Total	100%



Emisiones de CO2eq en pallet de madera plástica (PP reciclado)

Características del pallet		
Descripción	Valor	Unidad
Largo	1200	mm
Ancho	800	mm
Alto	144	mm
Peso	24,00	kg
Numero de pallet	1	-
Cilindraje de camion	3920	cm ³

Unidad Funcional
Pallet de 1200mm de longitud ,de 800 mm de ancho y 144 mm de alto



Cálculo de Emisiones										
Descripción	Procesos tomados en cuenta para cada etapa	Factor de consumo energético-gasolina por pallet producido	Unidad	Cantidad de energía-gasolina consumida	Unidad	Factor de emisiones de CO2 eq	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Fabricación de la madera plástica	Molido	0,19	Kwh/kg	0,19	Kwh	0,13	KgCO2eq/ KWh	0,0247	KgCO2eq	* Ramírez, Ángel, Beatriz Rivela, Andrea Boero y Ana Melendres. 2019. "Lights and shadows of the environmental impacts of fossil-based electricity generation technologies: A contribution based on the Ecuadorian experience". Energy Policy, 125: 467-477. doi:10.1016/j.enpol.2018.11.005 * Ecuaplastic S.C
	Aglutinado	0,5	Kwh/kg	0,50	Kwh			0,065	KgCO2eq	
	Mezclado -color	0,19	Kwh/kg	0,19	Kwh			0,0247	KgCO2eq	
	Extracción	0,41	Kwh/kg	0,41	Kwh			0,0533	KgCO2eq	
Elaboración de pallet		0,06	Kwh/kg	0,06	Kwh			0,008	KgCO2eq	

Descripción	Lugares recorridos	Factor de recorrido por producción	Unidad	Distancia media	Unidad	Factor de emisiones de CO2 eq	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Transporte a la empresa fabricante del pallet	- Quito - Argentina y Julio Andrade - Via Cotogchoa	0,31	km/kg (producido)	7,44	km	0,198	kgCO2eq/km	1,47	Kg CO2eq	* Oficina Catalana de Cambio Climático. 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". https://bit.ly/3p5yVvY * DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). (2008). 2008 Guidelines to DEFRA'S GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emission Factors. * HaroMadera.com

Total de emisiones	1,65	Kg CO2eq
---------------------------	-------------	-----------------

Porcentaje de emisiones	
Proceso	Porcentaje
Fabricación del producto	11%
Transporte	89%
Total	100%



Emisiones de CO2eq en pallet de madera

Características del pallet		
Descripción	Valor	Unidad
Largo	1200	mm
Ancho	800	mm
Alto	144	mm
Peso	24,50	kg
Numero de pallet	1	-
Cilindraje del camión	31	Tn
Cilindraje del camión	5880	cm³

Unidad Funcional
Pallet de 1200mm de longitud ,de 800 mm de ancho y 144 mm de alto

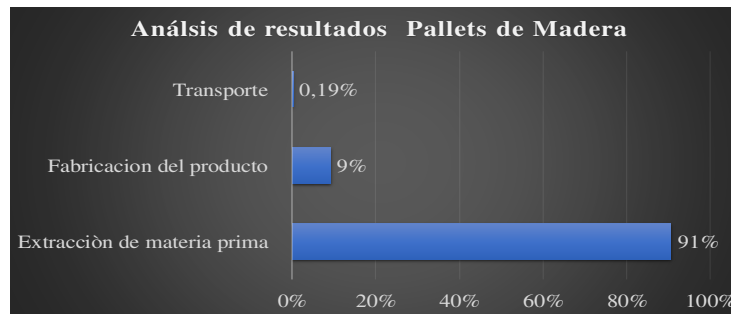


Cálculo de Emisiones										
Descripción	Procesos tomados en cuenta para cada etapa	Factor de consumo energético-gasolina por pallet producido	Unidad	Cantidad de energía-gasolina consumida	Unidad	Factor de emision	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Producción de la materia prima	Extracción de madera	0,81	L/pallet	0,81	L	2,61	KgCO2eq/L	2,1141	KgCO2eq	* Ramírez, Ángel, Beatriz Rivela, Andrea Boero y Ana Melendres. 2019. "Lights and shadows of the environmental impacts of fossil-based electricity generation technologies: A contribution based on the Ecuadorian experience". Energy Policy, 125: 467-477. doi:10.1016/j.enpol.2018.11.005 * Alvarez, S., & Rubio, A. (2015). Compound method based on financial accounts versus process-based analysis in product carbon footprint: A comparison using wood pallets. Ecological indicators, 49, 88-94. * Oficina Catalana de Cambio Climático. 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". https://bit.ly/3p5yVvY. * Anil, S. K., Ma, J., Kremer, G. E., Ray, C. D., & Shahidi, S. M. (2020). Life cycle assessment comparison of wooden and plastic pallets in the grocery industry. Journal of Industrial Ecology, 24(4), 871-886.
	Preparación de la madera en el aserradero	0,18	L/pallet	0,18	L	2,61	KgCO2eq/L	0,4698	KgCO2eq	
		3,74	KWh/pallet	3,74	KWh	0,13	KgCO2eq/KWh	0,4862	KgCO2eq	
Fabricación del pallet		0,07	L/pallet	0,07	L	2,61	KgCO2eq/L	0,1827	KgCO2eq	* Ramírez, Ángel, Beatriz Rivela, Andrea Boero y Ana Melendres. 2019. "Lights and shadows of the environmental impacts of fossil-based electricity generation technologies: A contribution based on the Ecuadorian experience". Energy Policy, 125: 467-477. doi:10.1016/j.enpol.2018.11.005 * Alvarez, S., & Rubio, A. (2015). Compound method based on financial accounts versus process-based analysis in product carbon footprint: A comparison using wood pallets. Ecological indicators, 49, 88-94. +https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17539/1/CD-8044.pdf * Oficina Catalana de Cambio Climático. 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". https://bit.ly/3p5yVvY. * Anil, S. K., Ma, J., Kremer, G. E., Ray, C. D., & Shahidi, S. M. (2020). Life cycle assessment comparison of wooden and plastic pallets in the grocery industry. Journal of Industrial Ecology, 24(4), 871-886.
		0,98	KWh/pallet	0,98	KWh	0,13	KgCO2eq/KWh	0,1274	KgCO2eq	

Descripción	Lugares recorridos	factor de recorrido por madera adquirida	Unidad	Distancia media a la empresa	Unidad	Factor de emisiones por kilometro recorrido	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Transporte a la empresa fabricante del pallet	- Guamote - Alatusi - San Juan - Palmira	0,0014	km/kg	0,033	km	0,198	kgCO2eq/km	0,01	Kg CO2eq	* Oficina Catalana de Cambio Climático. 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". https://bit.ly/3p5yVvY * DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). (2008). 2008 Guidelines to DEFRA'S GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emission Factors. https://www.palletsecuador.ec/historia/ * Aresti, M., Tanco, M., Jurburg, D., Moratorio, D., & Villalobos, J. (2016). Evaluación de tecnologías para la eficiencia energética en vehículos de carga por carretera. Memoria Investigaciones en Ingeniería, (14), 35-47.

Total de emisiones	3,39	Kg CO2eq
---------------------------	-------------	-----------------

Porcentaje de emisiones	
Proceso	Porcentage
Extracción de materia prima	91%
Fabricacion del producto	9%
Transporte	0,19%
	100%



Emisiones de CO2eq en las tuberías de PEAD virgen

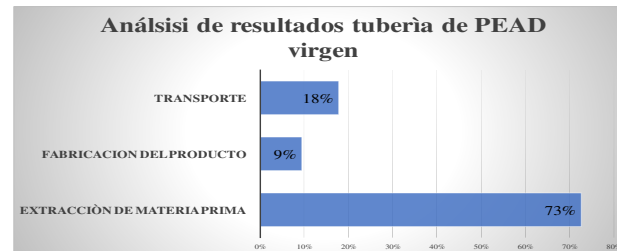
Características de la tubería		
Descripción	Valor	Unidad
Diámetro externo	2,32	pulgadas
Diámetro interno	2	pulgadas
Longitud	100	metros
Presión	100	Psi
Peso	67,73	kg
Densidad	0,03486	lb/ft ³
Tipo de Baque	Gran baque postacometedores + 20 000 ton (peso muerto)	-

Unidad Funcional
Tubería de 100m de longitud, de 2 pulgadas de diámetro y 100 Psi de presión nominal



Cálculo de Emisiones										
Descripción	Procesos tomados en cuenta para cada etapa	Factor de consumo energético	Unidad	Cantidad de energía consumida	Unidad	Mix eléctrico de Ecuador	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Fabricación de resina PEAD	Extracción de materia prima	6,23	KWh/kg	421,97	KWh	0,13	KgCO2eq/ KWh	54,86	KgCO2eq	<ul style="list-style-type: none"> * PlasticsEurope. 2014. Eco-profiles and Environmental Product Declarations of the European Plastics Manufacturers: High-density Polyethylene (HDPE), Low-density Polyethylene (LDPE), Linear Low-density Polyethylene (LLDPE). Bruselas: PlasticsEurope. * Ramirez, Angel, Beatriz Rivech, Andrea Boero y Ana Melendres. 2019. "Lights and shadows of the environmental impacts of fossil-based electricity generation technologies: A contribution based on the Ecuadorian experience". Energy Policy, 125: 467-477. doi:10.1016/j.enpol.2018.11.005 * Ferlati, Rebe & Huff, Melissa & Sauer, Beverly & Schneider, Shelly & Cashman, Sarah & Molen, Anne & Lätkefeld, James & Franklin, William & Hunt, Robert & Snook, Lori. (2011). Cradle-to-Gate Life Cycle Inventory of Nine Plastic Resins and Four Polyurethane Precursors.
	Refinado de petrolo y de gas natural									
	Craqueo de los hidrocarburos al vapor									
	Polymerización de los monómeros									
Fabricación de tubería PEAD	Fusión	0,81	KWh/kg	54,86	KWh	0,13	KgCO2eq/ KWh	7,13	KgCO2eq	<ul style="list-style-type: none"> * Reick, J. M. B., Guerrero, P. J., Agelton, M. G., & Narvdez, R. P. (2005). Estimate of energy consumption and CO2 emission associated with the production, use and final disposal of PVC, HDPE, PP, ductile iron and concrete pipes. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. * Abadi, A. (2019). Evaluation of carbon footprint during the life-cycle of four different pipe materials. * Sangwan, K. S., & Bhaskar, V. (2017). Life cycle analysis of HDPE pipe manufacturing-a case study from an Indian industry. Procedia CIRP, 61, 738-743. * Pedreño Manresa, A. (2015). Desarrollo de una aplicación para el cálculo de la huella de carbono en proyectos de construcción. * Ramirez, Angel, Beatriz Rivech, Andrea Boero y Ana Melendres. 2019. "Lights and shadows of the environmental impacts of fossil-based electricity generation technologies: A contribution based on the Ecuadorian experience". Energy Policy, 125: 467-477. doi:10.1016/j.enpol.2018.11.005
	Extrusión									
	Enfriamiento									
	Estampado en caliente									
	Corte									
Descripción	Lugares recorridos	Distancia media a la empresa fabricante de tubería	Unidad	Factor de emisiones de CO2 eq por tipo de embarcación	Unidad	Peso muerto de la embarcación	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Transporte a la empresa fabricante de la tubería	Distancia del puerto de Busan (Korea) al puerto marítimo de Guayaquil	15313,3	km	0,000013	kgCO2eq/kg.km	67,73	kg	13,48	Kg CO2eq	<ul style="list-style-type: none"> * https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17539/1/CD-8044.pdf * Oficina Canibana de Cambio Climático. 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". https://bit.ly/3p5yVvY * DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). (2008). 2008 Guidelines to DEFRA'S GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emission Factors.
Total		75,472	kgCO2eq							

Porcentaje de emisiones	
Proceso	Porcentaje
Extracción de materia prima	73%
Fabricación del producto	9%
Transporte	18%
	100%



Emisiones de CO2eq en las tuberías de PEAD reciclado

Características de la tubería		
Descripción	Valor	Unidad
Diametro externo	2,32	pulgadas
Diametro interno	2	pulgadas
Longitud	100	metros
Presión	100	Psi
Peso	64,90	kg
Densidad	0,0334	lb/in ³
Cilindraje de camion	3920	cm ³

Unidad Funcional
Tubería de 100m de longitud de, 2 pulgadas de diametro y 100 Psi de presión nominal



Cálculo de Emisiones

Descripción	Procesos tomados en cuenta para cada etapa	Factor de consumo energético por kg de material	Unidad	Cantidad de energía consumida	Unidad	Mix eléctrico de Ecuador	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Fabricación de manguera	Aglutinado	0,5	Kwh/kg	32,45	Kwh	0,13	KgCO2eq/ KWh	4,2	KgCO2eq	* Ramírez, Ángel, Beatriz Rivela, Andrea Boero y Ana Melendres. 2019. "Lights and shadows of the environmental impacts of fossil-based electricity generation technologies: A contribution based on the Ecuadorian experience". Energy Policy, 125:467-477. doi:10.1016/j.enpol.2018.11.005 * Ecuplastic S.C
	Pelotizado	0,57	Kwh/kg	36,99	Kwh			4,8	KgCO2eq	
	Mezclado -color	0,19	Kwh/kg	12,33	Kwh			1,6	KgCO2eq	
	Extrusión	0,3	Kwh/kg	19,47	Kwh			2,5	KgCO2eq	
	Enrollado	0,0055	Kwh/kg	0,36	Kwh			0,05	KgCO2eq	

Descripción	Lugares recorridos	Factor de recorrido por producción	Unidad	Kilometros recorridos	Unidad	Factor de emisiones de CO2 eq	Unidad	Cantidad de emisiones	Unidades	Referencias
Transporte a la empresa fabricante de la tubería	- Amaguaña - Santo Domingo - La Florencia - La Florida - Oswaldo Guayasamin	0,026	km/kg (producción)	1,69	km	0,198	kgCO2eq/km	0,33	Kg CO2eq	* Oficina Catalana de Cambio Climático. 2011. "Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)". https://bit.ly/3p5yVyy * DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). (2008). 2008 Guidelines to DEFRA'S GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emission Factors.

Total de emisiones	13,54	Kg CO2eq
---------------------------	--------------	-----------------

Proceso	Porcentaje
Fabricación del producto	98%
Transporte	2%
Total	100%

