



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA INDUSTRIA  
PANELERA Y PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA  
FORTALECER LA CULTURA AMBIENTAL EN LA PARROQUIA  
DE PACTO-INGAPI.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

**BENAVIDES OSORIO MADELYNE PRISCILLA**

**DIRECTOR: MSc. ING. ROLDÁN REASCOS GLORIA MARÍA**

**Quito, 06 de noviembre del 2019**

© Universidad UTE. 2019

Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## PROYECTO DE TITULACIÓN

| DATOS DE CONTACTO    |  |
|----------------------|--|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1750842922                             |
| APELLIDO Y NOMBRES:  | BENAVIDES OSORIO MADELYNE<br>PRISCILLA |
| DIRECCIÓN:           | Jadan S6-126 y Bobonaza                |
| EMAIL:               | maypriscilla@hotmail.com               |
| TELÉFONO FIJO:       | (02) 3130885                           |
| TELÉFONO MOVIL:      | 0987876214                             |

| DATOS DE LA OBRA                             |   |
|--|---|
| TÍTULO:                                      | Evaluación de la Huella de Carbono en la industria panelera y propuesta de estrategias para fortalecer la cultura ambiental en la parroquia de Pacto-Ingapi.  |
| AUTOR O AUTORES:                             | <b>Benavides Osorio Madelyne Priscilla</b>  |
| FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN: | 06 de noviembre del 2019  |
| DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:         | <b>MSc. Ing. Gloria Roldán</b>  |
| PROGRAMA                                     | PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>  |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA:                      | <b>Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales</b>  |
| RESUMEN:                                     | El presente estudio de investigación estima la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi parroquia de Pacto. Se utilizó la metodología de GHG Protocol o protocolo de gases de efecto invernadero, elaborado por |

(WRI) y (WBCSD), que contempla estándares del cálculo para los gases de efecto invernadero y define tres alcances para la estimación de la huella de carbono. El alcance 1, corresponde en las emisiones directas generadas por las fuentes fijas y fuentes móviles, el alcance 2 corresponde a las emisiones indirectas por el consumo de electricidad, también se realiza la cuantificación de otras emisiones que es el consumo de plástico y papel. Para la determinación de cada alcance se utilizó las fórmulas que proporciona el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) y los factores de emisión para cada parámetro de emisión que corresponde a cada alcances, de esta manera se puede conocer la cantidad de los gases de efecto invernadero. Se utilizó el potencial de calentamiento global para cada gas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ), obteniéndose la cantidad en toneladas de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  por cada año que corresponde a 174,13 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  durante el 2016; 166,04 toneladas de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  durante el 2017 y 180,99 toneladas de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  durante el año 2018, el alcance 1 obtuvo 509,71 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ , el alcance 2 de 6,89 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ , y en las otras emisiones de 4,56 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ , siendo el alcance 1 el de más elevadas emisiones en comparación con los otros alcances debido a las elevadas emisiones generadas por el bagazo con 169,01 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ . Para la reducción y la mitigación de la huella de

**PALABRAS CLAVES:**

carbono se recomienda mantener en un lugar seco el bagazo y fomentar la reforestación en la zona.

Huella de Carbono, gases de efecto invernadero, factor de emisión, reducción y mitigación.

**ABSTRACT:**

The present research study estimates the carbon footprint of the panelists of the Ingapi parish sector of Pacto, the GHG Protocol methodology or greenhouse gas protocol, developed by (WRI) and (WBCSD), used the standards of the Calculation of greenhouse gases, the methodology defines three scopes in which the estimation of the carbon footprint of the panelers is used two scopes, the scope 1, corresponds to direct emissions, generated by fixed sources and mobile sources, scope 2, which includes indirect emissions, due to the consumption of electricity, together with this work the quantification of other emissions is carried out, which is the consumption of plastic and paper. It was used to determine each scope, the formulas provided by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and the emission factors for each parameter of the scopes, in this way the amount of greenhouse gases can be known, subsequently the global warming potential was used for each gas (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O) and obtaining the amount in tons of CO<sub>2</sub> eq for each given year that are 174.13 tons of CO<sub>2</sub>eq during 2016, a 166.04 tons of CO<sub>2</sub>eq during In 2017 and 180.99 tons of CO<sub>2</sub>eq during 2018, scope 1 obtained 509.71 tons CO<sub>2</sub>eq, scope 2 of 6.89 tons CO<sub>2</sub>eq, and in the other emissions of 4.56 tons CO<sub>2</sub>eq, being scope 1 the With higher emissions, the bagasse has

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>KEYWORDS</b> | been compared with the other scopes with the 169.01 tonnes CO <sub>2eq</sub> . For the reduction and mitigation of the carbon footprint it is recommended to keep the bagasse and reforestation in a safe place to reduce the carbon footprint. |
|                 | Carbon footprint, greenhouse gases, emission factor, reduction and mitigation.  |

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: \_\_\_\_\_

BENAVIDES OSORIO MADELYNE PRISCILLA

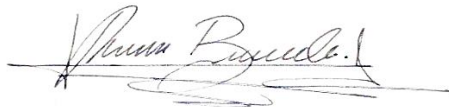
1750842922

## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **BENAVIDES OSORIO MADELYNE PRISCILLA**, CI 1750842922 autor del proyecto titulado: **EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA INDUSTRIA PANELERA Y PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA FORTALECER LA CULTURA AMBIENTAL EN LA PARROQUIA DE PACTO-INGAPI**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 06 de noviembre de 2019.



f: \_\_\_\_\_

**BENAVIDES OSORIO MADELYNE PRISCILLA**

C.I. 1750842922

## DECLARACIÓN JURAMENTADA DEL AUTOR

Yo, Madelyne Priscilla Benavides Osorio, portadora de la cédula de identidad N°1 1750842922, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría que no ha sido previamente presentado para ningún grado o presentación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en ese documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



f: \_\_\_\_\_

BENAVIDES OSORIO MADELYNE PRISCILLA

C.I. 1750842922



## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA INDUSTRIA PANELERA Y PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA FORTALECER LA CULTURA AMBIENTAL EN LA PARROQUIA DE PACTO- INGAPI** para aspirar al título de **GRADO ACADÉMICO COMO APARECE EN EL CERTIFICADO DE APROBACIÓN ACADÉMICA** fue desarrollado por **BENAVIDES OSORIO MADELYNE PRISCILLA**, bajo mi dirección y supervisión, en la facultad de ciencias de la ingeniería e industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Roldán', is written over a horizontal line.

---

Ing. Gloria Roldán M.Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I.1705862371

## DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación quiero dedicar a mis amados padres Gino y Guadalupe, por haberme dado todas las fuerzas que necesitaba para poder realizar mis objetivos, por su amor y apoyo incondicional que recibí, por ser un ejemplo en mi vida, este logro es por el amor que les tengo, gracias por ser mi fortaleza y mi apoyo.

A mis hermanos y sobrino, quienes siempre han sabido brindarme su apoyo para que salga adelante.

A mi hermosa abuelita Marujita que es un ejemplo de esfuerzo, que siempre me ha brindado su amor.

A Dios por darme las fuerzas en mi vida, por sacrificarse por mí, por estar conmigo con los momentos más complicados.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Tecnológica UTE personal capacitado tanto académicamente como moralmente, los cuales me guiaron e incentivaron durante toda mi carrera universitaria.

A la Ing. Gloria Roldán por ser mi Directora de Tesis, quien tuvo la paciencia necesaria y siempre estuvo dispuesta a ayudarme en cualquier inquietud que se presentaba en el transcurso de la elaboración de mi trabajo de titulación, muchas gracias por su apoyo incondicional. A mis evaluadores al Ing. Isidro Gutiérrez y al Ing. Patricio González quienes siempre estuvieron gustosos de colaborar y dispuestos a despejarme cualquier inquietud durante la elaboración del trabajo.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   | PÁGINA |
|---|--------|
| <b>RESUMEN</b> .....  | xiii   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | ix     |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1      |
| <b>2. METODOLOGÍA</b> .....   | 3      |
| 2.1. IDENTIFICAR LAS FUENTES EMISORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA INDUSTRIA PANELERA SECTOR INGAPI. ....   | 3      |
| 2.1.1. LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE. ....   | 3      |
| 2.1.2. EVALUACIÓN AMBIENTAL. ....   | 8      |
| 2.1.3. ELECCIÓN DEL AÑO BASE.....   | 8      |
| 2.2. CUANTIFICAR LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A PARTIR DE LOS ALCANCES DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA INDUSTRIA PANELERA UTILIZANDO EL MÉTODO GHG PROTOCOL (THE GREENHOUSE GAS PROTOCOL)..... | 9      |
| 2.2.1. ALCANCE 1.- EMISIONES DIRECTAS DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LAS FUENTES FIJAS Y MÓVILES.....  | 9      |
| 2.2.2. ALCANCE 2.- EMISIONES INDIRECTAS POR LA COMPRA DE ENERGÍA. ....  | 12     |
| 2.2.3. OTRAS EMISIONES. ....  | 13     |
| 2.2.4. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO, POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL. ....   | 14     |
| 2.3. PROPONER MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS PUNTOS CRÍTICOS DE EMISIÓN. ....   | 14     |
| <b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....  | 17     |
| 3.1. IDENTIFICAR LAS FUENTES EMISORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA INDUSTRIA PANELERA SECTOR INGAPI. ....   | 17     |
| 3.1.1. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE. ....  | 17     |
| 3.1.1.2. Resultados de las encuestas y de los factores de conversión.....   | 20     |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.1.2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL UTILIZANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD.....   | 26        |
| 3.2. CUANTIFICAR LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A PARTIR DE LOS ALCANCES DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA INDUSTRIA PANELERA UTILIZANDO EL MÉTODO GHG PROTOCOL (THE GREENHOUSE GAS PROTOCOL)..... | 27        |
| 3.2.1. RESULTADOS DEL ALCANCE 1.- EMISIONES DIRECTAS DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LAS FUENTES FIJAS Y MÓVILES.....   | 27        |
| 3.2.2. RESULTADOS DEL ALCANCE 2.- EMISIONES INDIRECTAS POR LA COMPRA DE ENERGÍA.....  | 40        |
| 3.2.3. OTRAS EMISIONES.....   | 44        |
| 3.2.3.1. Resultados del consumo de plástico.....  | 44        |
| 3.2.3. EMISIONES TOTALES DE CO <sub>2eq</sub> DE LAS PANELERAS DEL SECTOR INGAPI.....   | 53        |
| 3.2.4. RESULTADOS DEL DIAGRAMA DE PARETO..  | 57        |
| 3.3. PROPONER MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS PUNTOS CRÍTICOS DE EMISIÓN.....  | 59        |
| 3.3.1. RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN y MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO.....   | 59        |
| <b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>65</b> |
| 4.1. CONCLUSIONES:.....   | 65        |
| 4.2. RECOMENDACIONES:.....  | 66        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>67</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>68</b> |

# ÍNDICE DE TABLAS

## PÁGINA

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Categorización de recursos usados en las paneleras. ....  | 5  |
| <b>Tabla 2.</b> Producción de panela. ....  | 8  |
| <b>Tabla 3.</b> Factores de emisión de las fuentes fijas y móviles del Alcance 1. ....  | 11 |
| <b>Tabla 4.</b> Características importantes de la gasolina, diesel y bagazo. ....   | 11 |
| <b>Tabla 5.</b> Factores de emisión del consumo de electricidad del Alcance 2... ..   | 12 |
| <b>Tabla 6.</b> Factor de emisión para el consumo de plástico y papel. ....   | 13 |
| <b>Tabla 7.</b> Potencial de calentamiento global de los gases emitidos.....  | 14 |
| <b>Tabla 8.</b> Escala de puntuación para el método de Scoring de las medidas de<br>reducción.....  | 15 |
| <b>Tabla 9.</b> Descripción de los criterios de evaluación para la reducción y<br>mitigación.....   | 15 |
| <b>Tabla 10.</b> Escala de puntuación para los criterios de las medidas de<br>reducción. ....   | 16 |
| <b>Tabla 11.</b> Escala de puntuación para los criterios de las medidas de<br>mitigación.....   | 16 |
| <b>Tabla 12.</b> Categorización de los recursos que consume las fuentes fijas. ..   | 17 |
| <b>Tabla 13.</b> Características de los vehículos de las paneleras (fuentes<br>móviles).....  | 18 |
| <b>Tabla 14.</b> Distribución de las paneleras en área verde y área de<br>procedimiento. ....   | 19 |
| <b>Tabla 15.</b> Valoración de impactos. ....   | 26 |
| <b>Tabla 16.</b> Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de<br>cada panelera de Ingapi (Diesel). ....                        | 28 |
| <b>Tabla 17.</b> Total de las emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , por consumo de<br>diesel de los trapiches de cada año .....         | 30 |
| <b>Tabla 18.</b> Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de<br>cada panelera de Ingapi (Bagazo). ....                        | 31 |
| <b>Tabla 19.</b> Total de las emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , bagazo de cada<br>año.....  | 33 |
| <b>Tabla 20.</b> Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de<br>cada panelera de Ingapi (Gasolina). ....                      | 34 |
| <b>Tabla 21.</b> Total de las emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , del consumo de<br>gasolina de cada año.....                         | 36 |
| <b>Tabla 22.</b> Sumatoria de las emisiones de las fuentes fijas.....   | 37 |
| <b>Tabla 23.</b> Las emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> de las fuentes móviles de<br>las paneleras.....                                | 37 |
| <b>Tabla 24.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> de cada panelera. ....   | 38 |
| <b>Tabla 25.</b> Sumatoria de las emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> de las fuentes<br>fijas y móviles de cada panelera de Ingapi..... | 38 |
| <b>Tabla 26.</b> Sumatorio de las emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , de las fuentes<br>fijas y móviles de las paneleras.....         | 39 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 27.</b> Emisiones de los gases de efecto invernadero de cada panelera de Ingapi (Electricidad). .....                                      | 40 |
| <b>Tabla 28.</b> Total de las emisiones en toneladas de CO <sub>2</sub> eq, por el consumo de electricidad de cada panelera del sector Ingapi. .... | 43 |
| <b>Tabla 29.</b> Total de las emisiones en toneladas de CO <sub>2</sub> eq, del consumo de electricidad de cada año. ....                           | 44 |
| <b>Tabla 30.</b> Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de cada panelera de Ingapi (Plástico). ....                             | 45 |
| <b>Tabla 31.</b> Total de las emisiones en toneladas de CO <sub>2</sub> eq, del consumo de plástico de cada año. ....                               | 47 |
| <b>Tabla 32.</b> Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de cada panelera de Ingapi (Papel). ....                                | 49 |
| <b>Tabla 33.</b> Puntuación para cada componente. ....  | 59 |
| <b>Tabla 34.</b> Medidas de reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero. ....   | 60 |
| <b>Tabla 35.</b> Resultados método de Scoring para las medidas de reducción. .  | 61 |
| <b>Tabla 36.</b> Medidas de reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero. ....   | 62 |
| <b>Tabla 37.</b> Resultados método de Scoring para las medidas de reducción. .  | 63 |
| <b>Tabla 38.</b> Selección de las medidas de reducción y mitigación más puntuadas .....   | 63 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

## PÁGINA

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Procedimiento para el desarrollo de la línea base .....  | 4  |
| <b>Figura 2.</b> Proceso de realización de la encuesta.....   | 6  |
| <b>Figura 3.</b> Diagrama de proceso de la panela. ....   | 20 |
| <b>Figura 4.</b> Representación porcentual paneleros que pertenecen a una asociación. ....  | 21 |
| <b>Figura 5.</b> Representación porcentual del conocimiento población sobre la huella de carbono.....                                       | 21 |
| <b>Figura 6.</b> Representación porcentual conocimiento población sobre GEI...  | 22 |
| <b>Figura 7.</b> Representación gráfica del medio de transporte que trasladan a las paneleras.....  | 23 |
| <b>Figura 8.</b> Representación gráfica del medio de transporte que se trasladan a las paneleras.....                                       | 23 |
| <b>Figura 9.</b> Representación porcentual el tipo de focos que las paneleras. ...  | 24 |
| <b>Figura 10.</b> Consumo de diesel de los trapiches. ....  | 27 |
| <b>Figura 11.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , emitidas por el consumo de Diesel de los trapiches de cada panelera. ....   | 29 |
| <b>Figura 12.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , por el consumo de Diesel de cada año. ....                          | 30 |
| <b>Figura 13.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , emitidas por el consumo de bagazo de los hornos de cada panelera. ....      | 32 |
| <b>Figura 14.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , por el consumo de bagazo de cada año. ....                          | 33 |
| <b>Figura 15.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , emitidas por el consumo de gasolina de los vehículos de cada panelera. .... | 36 |
| <b>Figura 16.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , por el consumo de gasolina de cada año.....                         | 36 |
| <b>Figura 17.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> de fuentes fijas y móviles de cada panelera de Ingapi. ....                   | 39 |
| <b>Figura 18.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , del Alcance 1. ....   | 40 |
| <b>Figura 19.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , emitidas por el consumo de electricidad de cada panelera. ....              | 42 |
| <b>Figura 20.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> consumo de cada panelera del sector Ingapi.....                               | 43 |
| <b>Figura 21.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , del Alcance 2. ....   | 44 |
| <b>Figura 22.</b> Consumo de plástico de las paneleras. ....  | 45 |
| <b>Figura 23.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , emitidas por el consumo de plástico de cada panelera. ....                  | 47 |
| <b>Figura 24.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , por el consumo de plástico de cada año.....                         | 48 |
| <b>Figura 25.</b> Consumo de papel de cada panelera. ....   | 48 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 26.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , emitidas por el consumo de papel de cada panelera. ....                           | 50 |
| <b>Figura 27.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , consumo de papel...   | 51 |
| <b>Figura 28.</b> Total de las emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> , del consumo de plástico y papel. ....                                | 53 |
| <b>Figura 29.</b> Emisiones totales en toneladas de CO <sub>2eq</sub> por alcance de cada panelera del sector Ingapi.....                         | 54 |
| <b>Figura 30.</b> Porcentaje de huella de carbono por alcance de paneleras de Ingapi. ....  | 55 |
| <b>Figura 31.</b> Emisiones en toneladas de CO <sub>2eq</sub> durante el período 2016 al 2018 de las paneleras del sector de Ingapi. ....         | 56 |
| <b>Figura 32.</b> Emisiones en toneladas CO <sub>2eq</sub> componentes que conforma la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi. .... | 57 |
| <b>Figura 33.</b> Diagrama de Pareto. ....  | 58 |

# ÍNDICE DE ANEXOS

|   | <b>PÁGINA</b> |
|---|---------------|
| <b>Anexo 1.</b> Mapa de ubicación de las paneleras del sector ingapi.....                     | 70            |
| <b>Anexo 2.</b> Encuesta realizadas a los propietarios de las paneleras de sector ingapi..... | 71            |
| <b>Anexo 3.</b> Encuesta a los trabajadores de las paneleras del sector ingapi. .             | 73            |
| <b>Anexo 4.</b> Ficha Técnica.....  | 74            |
| <b>Anexo 5.</b> Ficha de recolección de datos de los tres años de investigación.              | 75            |
| <b>Anexo 6.</b> Matriz de Leopold .....   | 77            |
| <b>Anexo 7.</b> Cálculo de para fuentes fijas (trapiche – diesel). .....                      | 78            |
| <b>Anexo 8.</b> Cálculo De Para Fuentes Fijas (Bagazo). .....                                 | 80            |
| <b>Anexo 9.</b> Cálculo de para fuentes móviles (vehículos).....                              | 82            |
| <b>Anexo 10.</b> Cálculo para el consumo de electricidad.....                                 | 84            |
| <b>Anexo 11.</b> Cálculo para el consumo de plástico.....                                     | 86            |
| <b>Anexo 12.</b> Cálculo para el consumo de papel. ....                                       | 88            |
| <b>Anexo 13.</b> Tabla de producción de panela de cada panelera de de Ingapi..                | 90            |
| <b>Anexo 14.</b> Resultados de la comprobación del consumo de bagazo. ....                    | 91            |
| <b>Anexo 15.</b> Cálculo de la huella de carbono. ....  | 92            |
| <b>Anexo 16.</b> Sumatoria de la huella de carbono total de cada panelera. ....               | 95            |
| <b>Anexo 17.</b> Sumatoria de la huella de carbono total por cada año. ....                   | 97            |
| <b>Anexo 18.</b> Mapa de la cobertura del suelo de la parroquia pacto-Ingapi. ...             | 98            |
| <b>Anexo 19.</b> Evidencia de la visita a las Paneleras del Sector Ingapi. ....               | 99            |

## RESUMEN

El presente estudio de investigación estima la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi parroquia de Pacto. Se utilizó la metodología de GHG Protocol o protocolo de gases de efecto invernadero, elaborado por (WRI) y (WBCSD), que contempla estándares del cálculo para los gases de efecto invernadero y define tres alcances para la estimación de la huella de carbono. El alcance 1, corresponde en las emisiones directas generadas por las fuentes fijas y fuentes móviles, el alcance 2 corresponde a las emisiones indirectas por el consumo de electricidad, también se realiza la cuantificación de otras emisiones que es el consumo de plástico y papel. Para la determinación de cada alcance se utilizó las fórmulas que proporciona el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) y los factores de emisión para cada parámetro de emisión que corresponde a cada alcances, de esta manera se puede conocer la cantidad de los gases de efecto invernadero. Se utilizó el potencial de calentamiento global para cada gas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ), obteniéndose la cantidad en toneladas de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  por cada año que corresponde a 174,13 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  durante el 2016; 166,04 toneladas de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  durante el 2017 y 180,99 toneladas de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  durante el año 2018, el alcance 1 obtuvo 509,71 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ , el alcance 2 de 6,89 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ , y en las otras emisiones de 4,56 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ , siendo el alcance 1 el de más elevadas emisiones en comparación con los otros alcances debido a las elevadas emisiones generadas por el bagazo con 169,01 toneladas  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ . Para la reducción y la mitigación de la huella de carbono se recomienda mantener en un lugar seco el bagazo y fomentar la reforestación en la zona.

**Palabras clave:** Huella de Carbono, gases de efecto invernadero, factor de emisión, reducción y mitigación.

## ABSTRACT

The present research study estimates the carbon footprint of the panelists of the Ingapi parish sector of Pacto, the GHG Protocol methodology or greenhouse gas protocol, developed by (WRI) and (WBCSD), used the standards of the Calculation of greenhouse gases, the methodology defines three scopes in which the estimation of the carbon footprint of the panelers is used two scopes, the scope 1, corresponds to direct emissions, generated by fixed sources and mobile sources, scope 2, which includes indirect emissions, due to the consumption of electricity, together with this work the quantification of other emissions is carried out, which is the consumption of plastic and paper. It was used to determine each scope, the formulas provided by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and the emission factors for each parameter of the scopes, in this way the amount of greenhouse gases can be known, subsequently the global warming potential was used for each gas (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O) and obtaining the amount in tons of CO<sub>2</sub> eq for each given year that are 174.13 tons of CO<sub>2</sub>eq during 2016, a 166.04 tons of CO<sub>2</sub>eq during In 2017 and 180.99 tons of CO<sub>2</sub>eq during 2018, scope 1 obtained 509.71 tons CO<sub>2</sub>eq, scope 2 of 6.89 tons CO<sub>2</sub>eq, and in the other emissions of 4.56 tons CO<sub>2</sub>eq, being scope 1 the With higher emissions, the bagasse has been compared with the other scopes with the 169.01 tonnes CO<sub>2</sub>eq. For the reduction and mitigation of the carbon footprint it is recommended to keep the bagasse and reforestation in a safe place to reduce the carbon footprint.

**Keywords:** Carbon footprint, greenhouse gases, emission factor, reduction and mitigation.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa en la actualidad una problemática que amenaza a los ecosistemas naturales, la biodiversidad y los procesos ecológicos, de los cuales depende la humanidad y toda la vida en el planeta para poder subsistir (MDMQ & S.A., 2013), el incremento de los gases de efecto invernadero (GEI) se debe al aumento de la población, el desarrollo industrial y unos de los mayores contribuyentes del calentamiento global que es la explotación de los recursos naturales , por esta razón el planeta experimenta un aumento en la temperatura media 0.85°C desde 1880 a 2012 (Naciones Unidas, 2018).

Según (Lauro, Toscano, & Vegni, 2008) , se pronostica que el cambio climático tendrá un impacto potencial en el mundo, ya que se prevé falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad debido a las inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor. En Ecuador el cambio climático es una prioridad en la agenda política y de desarrollo que se refleja en las políticas, programas y proyectos que el gobierno ha definido en los últimos años (MDMQ & S.A., 2013).

La huella de carbono es un indicador de la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), que contribuyen al cambio climático, son generados y emitidos por una actividades humanas, empresa o durante el ciclo de vida de un producto a lo largo de la cadena de producción (Frohmann, 2013). La cuantificación de la generación de los gases de efecto invernadero (GEI) permite establecer responsabilidades a nivel personal, académico e institucional (Rodas, 2014).

Las industrias pueden medir la huella de carbono para tener un conocimiento de las actividades que están generando mayor cantidad de GEI, poder disminuir de emisiones a un nivel que no se considere impacto ambiental, esto puede crear beneficios para las industrias, ya que permite identificar y planear acciones de mitigación para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (Viteri, 2013), la mitigación son acciones que reducen o evitan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), logrando atenuar los daños que causa a la vida y los bienes (González & Padill, 2011).

Por el compromiso ambiental que tiene el sector de Ingapi, se ha planteado evaluar la huella de carbono en la industria panelera, con el fin de implementar estrategias que ayuden al compromiso ambiental y reducción de los gases de efecto invernadero dentro del sector productivo de Pacto. Al estimar la huella de carbono de la industria panelera, se pretende contribuir con el Plan

Nacional de Desarrollo del Ecuador, objetivo 3 "*Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones*", estableciendo y promoviendo buenas prácticas que ayuden la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático (Gobierno Nacional del Ecuador, 2017).

Al establecer la huella de carbono de la industria panelera de la parroquia Pacto del sector Ingapi, se podrá cuantificar la cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente y determinar los procesos por los cuales la industria está emitiendo un elevado CO<sub>2</sub> y poder establecer estrategias para poder disminuir dichas emisiones a la atmósfera, usando la metodología Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) elaborada por World Resources Institute (WRI) and the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (WRI;WBCSD, 2004), es una herramienta internacional que nos permite realizar los cálculos de las emisiones directas e indirectas de los gases de efecto invernadero (GEI).

El objetivo general de este proyecto fue la Evaluación de la Huella de Carbono en la industria panelera y propuesta de estrategias para fortalecer la cultura ambiental en la parroquia de Pacto-Ingapi, y los objetivos específicos: a) Identificar las fuentes emisoras de gases de efecto invernadero de la industria panelera sector Ingapi, b) Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el cálculo de la huella de carbono a partir de los alcances de las actividades desarrolladas en la industria panelera utilizando el método GHG Protocol y c) Proponer medidas de reducción de gases de efecto invernadero en los puntos críticos de emisión.

## **2. METODOLOGÍA**



## **2. METODOLOGÍA**

Para el desarrollo del proyecto, se aplica investigación bibliográfica basada en fuentes de información primaria y secundaria, se realiza la metodología de GHG Protocol: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI elaborada por World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2004).

La evaluación de la huella de carbono de las paneleras de la parroquia de Pacto sector Ingapi, se realizará mediante las siguientes fases de investigación: a) definición del año base, b) determinación de los límites organizacionales y operacionales, c) identificación de las fuentes de emisión, d) recopilación de información para la aplicación de la herramienta de cálculo con la metodología de GHG Protocol, e) reporte de la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (toneladas), f) propuesta de medidas para la disminución de emisiones.

Para el desarrollo de la investigación se toma en cuenta las herramientas tecnológicas ArcGIS, el Diagrama de Pareto y el análisis multicriterio método de Scoring (Rojas, 2016) para la propuesta de reducción de las emisiones, el trabajo se realiza con trabajo de campo y de gabinete.

A continuación, se detalla los procedimientos para el desarrollo de cada objetivo.

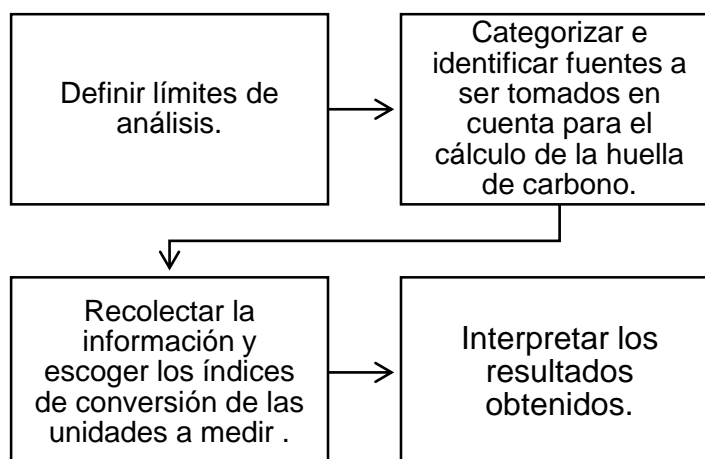
### **2.1. IDENTIFICAR LAS FUENTES EMISORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA INDUSTRIA PANELERA SECTOR INGAPI.**

Para el desarrollo de la huella de carbono de las ocho paneleras de la parroquia de Pacto sector Ingapi, se realizó un levantamiento de la línea base que consiste en la evaluación ambiental y recopilación de información base para cálculo de la huella de carbono en las paneleras, y la elección del año base, esto dependerá de la relevancia de los datos en el tiempo. Esta información permite la evaluación de las emisiones directas o indirectas de los gases de efecto invernadero GEI en la industria panelera del sector Ingapi (Viteri, 2013).

#### **2.1.1. LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE.**

Para la elaboración de la línea base de los recursos consumidos dentro de las paneleras del sector Ingapi, se realizó mediante estándares internacionales, los cuales contemplan el siguiente procedimiento.

A continuación se muestra los paso a seguir (Vásconez, 2015).



**Figura 1.** Procedimiento para el desarrollo de la línea base (Vásconez, 2015).

#### **2.1.1.1. Definir límites de análisis.**

Para el análisis de la huella de carbono, se realizó mediante la limitación y el análisis de los sectores que son la energía y el uso del suelo de las paneleras del sector Ingapi.

Se delimita los límites operacionales La delimitación del área de estudio se realizó a través de la ubicación geográfica mediante el uso del GPS (Global Positioning System), que se realizará en la parroquia de Pacto sector Ingapi, extremo noroccidental de DMQ, con una superficie 4.47 km<sup>2</sup>, como se muestra en el anexo 1, Ingapi posee 120 habitantes que se dedican a la elaboración de la panela (GESTNOVA Cía. Ltda, 2015).

En los límites organizaciones, las paneleras del sector Ingapi no tiene una organización definida, por esta razón se tomó la forma organizacional de la Asociaciones Cumbres de Ingapi.

#### **2.1.1.2. Categorizar e identificar fuentes a ser tomados en cuenta para el cálculo de la huella de carbono.**

Para categorizar las fuentes de emisiones para el cálculo de la huella de carbono, se necesita tomar en cuenta la información de las fuentes fijas y fuentes móviles, la categorización se realiza identificando la energía y el conocimiento del uso de suelo, como se muestra en la tabla 1 (Vásconez, 2015).

**Tabla 1.** Categorización de recursos usados en las paneleras.

|   |
|---|
| <b>ENERGÍA</b>  |
| Electricidad  |
| Combustible   |
| Plástico  |
| Papel   |
| <b>USO DE SUELO</b>   |
| Áreas verdes<br>Plantación de Caña                            |
| Área de procesamiento<br>(Área de procesamiento de la panela) |

La categorización de los recursos usados en las paneleras se realizó por medio de la Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la reducción de la huella de Carbono, propuesta por el (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016).

De igual manera para la identificación de las fuentes de emisiones se realiza mediante el Diagrama de Procesos, ya que, por ser un método práctico y dinámico, nos permite identificar los procesos que emiten más gases de efecto invernadero en la producción de la panela.

### **2.1.1.3. Recolectar la información y escoger los índices de conversión.**

#### **a. Recolección de información.**

Para la recopilación de la información se realizó encuestas para cuantificar los datos y determinar la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi, de igual manera se realizó una ficha técnica de recolección de datos totales del consumo de combustible (diésel, gasolina), electricidad, plásticos y papel las paneleras.

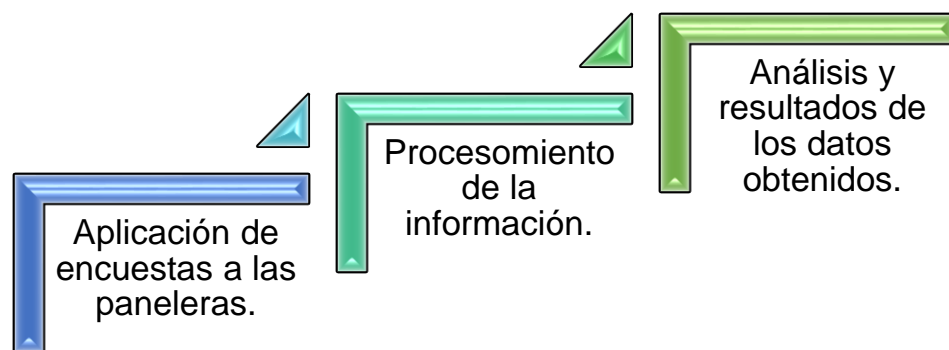
El diseño de la ficha técnica de recolección de datos totales está constituida por las siguientes partes:

- Los elemento que se van analizar (producción de panela, cantidad de materia prima que se utiliza para la producción de la panela, superficie ocupada por la panelera, cantidad de plástico y papel generado,

consumo de electricidad y el consumo de combustible para las fuentes fijas y móviles).

- Las unidades de los elementos.
- Tiempo de medición que está en forma anual (2016 a 2018).
- El dato obtenido del consumo de los elementos analizar.
- Observaciones que corresponde a los elementos que se van analizar y de las actividades de las paneleras (Vásconez, 2015), como se muestra en el anexo 4.

El diseño de la encuesta contiene ocho preguntas, de las cuales dos preguntas son cerradas y seis son abiertas, con el contenido informativo sobre el consumo de combustible (diésel, gasolina), electricidad, plásticos y papel, también incluye datos generales de los encuestadores (Sarabia, 2019), como se muestra en el anexo 2 y 3.



**Figura 2.** Proceso de realización de la encuesta.

### **Cálculo del tamaño de la muestra.**

Para la estimación del tamaño de la muestra de la encuesta del sector de Ingapi, se definió por la fórmula 1 descrita por (Taborga, Castellón, & Valdivieso, 2011).

Se realizó el cálculo para la aplicación de número de encuesta, a partir del conocimiento del número de habitantes que integran el área de estudio, los que corresponde a un total de 120 habitantes, así se puede obtener una muestra representativa que sea adecuada y válida para los resultados correspondientes.

En la ecuación 1, se muestra el cálculo del tamaño de la muestra para la realización de la encuesta a los paneleros de sector Ingapi.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z^2} \quad [1]$$

Dónde:

**N:** número de habitantes 120

**$\sigma$ :** Constante 0.5

**Z:** Nivel de confianza (coeficiente de 1,96 con grado de confianza de 95%).

Dato de adicional: **he:** límite aceptable de error 5%

$$n = \frac{120 * (0.5)^2 * (1.96)^2}{(0.005)^2(120 - 1) + (0.5)^2(1.96)^2}$$

$$n = 35$$

#### **b. Factores de conversión.**

El cálculo de la Huella de Carbono, fue realizado tomando en cuenta las fuentes de emisiones ( consumo de combustibles, consumo de electricidad y consumo de plástico y de papel) con su respectivas unidades de peso (kg), las cuales se deben transformar para el consumo de combustible y de bagazo de toneladas (t) y de galones (gal) a kilogramos (kg), para la energía se expresa en kilovatios horas a terajulio (TJ) y para el uso del uso se transformó las hectáreas (ha) a metros cuadrados (m<sup>2</sup>), para poder aplicar las fórmulas planteadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

Los factores conversión se realizó mediante el sistema internacional de unidades (SI).

#### **2.1.1.4. Interpretar los resultados obtenidos.**

Para la interpretación de los resultados obtenidos de las paneleras, se diseñó una ficha de recolección de datos en forma mensual, los obtenidos y con los paramentos necesarios para reportarlos datos, como se puede observar el al anexo 5, de igual manera se utilizará el Diagrama de Pareto que es una herramienta grafica que nos permite definir los problemas más significativos hasta el menos significativo, este método se le conoce como la ley 80-20, que significa que el 20% de las causas son ocasionadas por el 80% de los fenómenos, aunque en algunos casos difiere (Sanchez, 2015).

Para la elaboración del Diagrama de Pareto se siguieron los siguientes pasos.

1. Ordenar de mayor a menor los datos, generando su porcentaje y el porcentaje acumulado.
2. Graficar los ejes de las abscisas, en donde se colocan las actividades que aportan las emisiones de CO<sub>2</sub> eq, y el eje de las ordenadas se coloca los porcentajes.

3. Se generó un diagrama de barras con la información obtenida anteriormente.
4. Construir la línea de acumulación por medio el porcentaje acumulado de cada actividad que aporten las emisiones de CO<sub>2</sub> eq.
5. Se añade la información para la traficación del Diagrama de Pareto.

### 2.1.2. EVALUACIÓN AMBIENTAL.

La evaluación ambiental se realizó a través del método de causa – efecto, más conocido como la Matriz de Leopold. Este método nos permite analizar los factores a ser afectados de forma significativa.

Para la utilización de la matriz de Leopold, se tiene que cumplir los siguientes pasos:

- Identificar todos los factores ambientales.
- Cada celda se divide mediante una línea, en donde se coloca en la parte derecha la magnitud y en la parte izquierda la importancia, con los valores de 1 a 10 y la magnitud se acompaña con signo de (+ o -) de acuerdo al criterio de evaluación.
- Todos los valores de las filas y columnas se suman siendo positivos o negativos.
- La sumatoria de los productos de cada celda es analizado a nivel de filas y columnas.

### 2.1.3. ELECCIÓN DEL AÑO BASE

La elección de los año base se consideró tres años, desde el 2016 a 2018, está elección de años se basó en que las paneleras del sector Ingapi, se mantuvieron cambios importantes en la producción de la panela de esta manera se tiene una variedad de datos para el cálculo de la huella de carbono.

Según (Naranjo, 2013), la documentación que posee las la Asociación “Cumbres de Ingapi”, muestra el registro de producción de la panela en el sector Ingapi de los años 2016 a 2018, como se puede observar en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Producción de panela.

| PRODUCCIÓN DE<br>PANELA qq/año | AÑO  |
|--------------------------------|------|
| 1 378                          | 2016 |
| 1 157                          | 2017 |
| 1 407                          | 2018 |

## 2.2. CUANTIFICAR LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A PARTIR DE LOS ALCANCES DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA INDUSTRIA PANELERA UTILIZANDO EL MÉTODO GHG PROTOCOL (THE GREENHOUSE GAS PROTOCOL).

Se aplicará para el cálculo de la huella de Carbono el método GHG Protocol, elaborado por Word Resources Institute (WRI) and the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), que nos ayuda a proporcionar los estándares del cálculo de los gases de efecto invernadero (GEI) (WRI;WBCSD, 2004), a continuación se detalla los alcances a utilizar.

### 2.2.1. ALCANCE 1.- EMISIONES DIRECTAS DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LAS FUENTES FIJAS Y MÓVILES.

Las emisiones directas de los gases de efectos invernadero, ocurren en las fuentes que son propiedad o están controladas por la industria (WRI;WBCSD, 2004).

#### 2.2.1.1. FUENTES FIJAS.

Se aplicaron las herramientas de cálculo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), que mide las emisiones en toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub>, por combustibles consumidos a partir de fuentes fijas. A continuación de detallaran las ecuaciones descritas por Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006c).

La ecuación 2, muestra como calcular las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub>, por el consumo de combustibles de las fuentes fijas que posee la panelera (IPCC, 2006c).

$$Emisión_{GEI, combustible} = Consumo_{combustible} \times EF_{GEI, combustible} \quad [2]$$

Dónde:

**Emisión<sub>GEI, combustible</sub>** = emisiones de un GEI por el tipo de combustible (kg)

**Consumo<sub>combustible</sub>** = cantidad de combustible consumido (TJ)

**EF<sub>GEI, combustible</sub>** = factor de emisión por GEI por tipo de combustible (kg/TJ).

La ecuación 3, muestra como calcular las emisiones totales de los gases de efecto invernadero de las fuentes fijas (IPCC, 2006c).

$$Emisiones_{GEI} = \sum_{Combustible} Emisiones_{GEI.Combustible} \quad [3]$$

Dónde

**Emisiones<sub>GEI</sub>** = Emisiones totales de GEI.

**Emisiones<sub>GEI.Combustible</sub>** = Emisiones de GEI por tipo de combustible.

### 2.2.1.2. FUENTES MÓVILES.

Se aplicarán las herramientas de cálculo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), que mide las emisiones en toneladas de CO<sub>2</sub>, por combustibles consumidos a partir de fuentes móviles. A continuación de detallaran las ecuaciones descritas por Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006b).

La ecuación 4, se muestra como calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> por el consumo de combustible emitidas por las fuentes móviles de la panelera (IPCC, 2006b).

$$Emisión = \sum_a [combustible_a \times EF_a] \quad [4]$$

Dónde:

**Emisión** = Emisiones de CO<sub>2</sub> (kg)

**Combustible a** = consumo de combustible (TJ)

**EF<sub>a</sub>** = factor de emisión (kg/TJ).

**a** = tipo de combustible (gasolina.)

La ecuación 5, se muestra como calcular las emisiones de CH<sub>4</sub> o NO<sub>2</sub> por el consumo de combustible emitidas por las fuentes móviles de la panelera (IPCC, 2006b).

$$Emisión = \sum_a [combustible_a \times EF_a] \quad [5]$$

Dónde:

**Emisión** = Emisiones de CH<sub>4</sub> o NO<sub>2</sub> (kg)

**Combustible a** = consumo de combustible (TJ)

**EF<sub>a</sub>** = factor de emisión (kg/TJ).

**a** = tipo de combustible (gasolina.)



### 2.2.1.3. FACTORES DE EMISIÓN DEL ALCANCE 1 CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

En la tabla 3, se detallan los valores de los factores de emisión para las fuentes fijas y móviles, los factores se obtuvieron del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y del Factores de emisión y potenciales de calentamiento global Nacionales 2017.

**Tabla 3.** Factores de emisión de las fuentes fijas y móviles del Alcance 1.

| <b>GAS EFECTO INVERNADERO (GIE)</b> | <b>ACTIVIDAD</b> | <b>COMBUSTIBLE</b> | <b>FACTOR DE EMISIÓN</b> |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|--------------------------|
| CO <sub>2</sub>                     | Fuente móvil     | Gasolina Extra     | 69 300 kg/TJ             |
| CH <sub>4</sub>                     | Fuente móvil     | Gasolina Extra     | 25 kg/TJ                 |
| N <sub>2</sub> O                    | Fuente móvil     | Gasolina Extra     | 8 kg/TJ                  |
| CO <sub>2</sub>                     | Fuente Fija      | Diesel             | 74 100 kg/TJ             |
| CH <sub>4</sub>                     | Fuente Fija      | Diesel             | 3 kg/TJ                  |
| N <sub>2</sub> O                    | Fuente Fija      | Diesel             | 0,6 kg/TJ                |
| CO <sub>2</sub>                     | Fuente Fija      | Bagazo             | 100000 kg/TJ             |
| CH <sub>4</sub>                     | Fuente Fija      | Bagazo             | 30 kg/TJ                 |
| N <sub>2</sub> O                    | Fuente Fija      | Bagazo             | 4 kg/TJ                  |

(IPCC, 2006b; Liñán, 2017; Viteri, 2013).

### 2.2.1.4. CARACTERÍSTICAS CONSIDERABLES DE LA GASOLINA, DIESEL Y BAGAZO.

**Tabla 4.** Características importantes de la gasolina, diesel y bagazo.

| <b>COMBUSTIBLE</b> | <b>CARACTERÍSTICAS</b>  |
|--------------------|---|
| Gasolina           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad de 0,72g/ cm<sup>3</sup></li> </ul>   |
| Diesel             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad de 0,84 g/cm<sup>3</sup></li> </ul>   |
| Bagazo             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sub producto de la caña de azúcar.</li> <li>50% de humedad y un contenido residual de sacarosa de 4%.</li> <li>44% de celulosa, 27% de hemicelulosas, 22% de lignina y 10% de otros componentes como las cenizas.</li> </ul> |

(Encalada Cajisaca & Nauta Uzhca, 2010; Menna, 2018; Olmo et al., 2016).

## 2.2.2. ALCANCE 2.- EMISIONES INDIRECTAS POR LA COMPRA DE ENERGÍA.

Son las emisiones por la generación de electricidad adquirida y consumida por la industria (WRI;WBCSD, 2004).

### 2.2.2.1. CONSUME DE ELECTRICIDAD.

Para el cálculo del consumo de electricidad generada por los equipos eléctricos de las paneleras utilizamos la ecuación 6 que muestra como calcular las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de la electricidad consumida por las paneleras (IPCC, 2006a).

$$Emisiones = C_e * FE_{GEI} \quad [6]$$

Dónde:

**Emisiones** = Emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub> (kg).

**C<sub>e</sub>**= Consumo de electricidad CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub> (kWh).

**FE<sub>GEI</sub>**= Factor de emisión del gas de efecto invernadero (kg/kWh).

### 2.2.2.2. FACTORES DE EMISIÓN DEL ALCANCE 2 CONSUMO DE ELECTRICIDAD.

En la tabla 5, se detallan los valores de los factores de emisión del consumo de electricidad factores se obtuvieron del International Energy Agency (IEA, 2018).

Tabla 5. Factores de emisión del consumo de electricidad del Alcance 2.

| Gas efecto invernadero (GIE) | Actividad    | Factor de emisión                      |
|------------------------------|--------------|--|
| CO <sub>2</sub>              | Electricidad | 0,298220926 kg CO <sub>2</sub> / kWh   |
| CH <sub>4</sub>              | Electricidad | 0,00001060673 kg CH <sub>4</sub> / kWh |
| N <sub>2</sub> O             | Electricidad | 0,00000202231 kg N <sub>2</sub> O/ kWh |

(IEA, 2018; Viteri, 2013).

### 2.2.3. OTRAS EMISIONES.

Se consideró analizar del consumo de plástico y de papel de las paneleras. En la ecuación 7,8 muestra como calcular las emisiones que corresponde al consumo de plástico y de papel.

#### 2.2.3.1. Consumo de plástico

$$Emisiones = C_{pl} * FE_{GEI} \quad [7]$$

Dónde:

$C_{pl}$ = Consumo de plástico (kg)

$FE_{GEI}$ = Factor de emisión del gas de efecto invernadero (kg/kg)

#### 2.2.3.2. Consumo de papel

$$Emisiones = C_p * FE_{GEI} \quad [8]$$

Donde:

$C_p$ = Consumo de papel (kg)

$FE_{GEI}$ = Factor de emisión del gas de efecto invernadero (kg/kg)

#### 2.2.3.3. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL CONSUMO DE PLÁSTICO Y DE PAPEL.

En la tabla 6, se detallan los valores de los factores de emisión para el consumo de plástico y de papel.

**Tabla 6.** Factor de emisión para el consumo de plástico y papel.

| Gas de efecto invernadero (GIE) | Actividad           | Factor de emisión                               |
|---------------------------------|---------------------|---|
| CO <sub>2</sub>                 | Consumo de papel    | 0,991 kg CO <sub>2</sub> / kg papel             |
| CH <sub>4</sub>                 | Consumo de papel    | 0,0060 kg CH <sub>4</sub> / kg papel            |
| N <sub>2</sub> O                | Consumo de papel    | 0,0299 kg N <sub>2</sub> O / kg papel           |
| CO <sub>2</sub>                 | Consumo de plástico | 2,905 kg CO <sub>2</sub> / kg plástico          |
| CH <sub>4</sub>                 | Consumo de plástico | 0,00000134041 kg CH <sub>4</sub> / kg plástico  |
| N <sub>2</sub> O                | Consumo de plástico | 0,00000661386 kg N <sub>2</sub> O / kg plástico |

(Center for corporate climate leadership, 2018; EPA Victoria, 2013; INECC, 2014).

## 2.2.4. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO, POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL.

Con la ayuda del potencial de calentamiento global (PCG), se procederá a calcular las cantidades de CO<sub>2</sub> eq, con el fin de determinar la huella de carbono de la paneleras expresada en toneladas de CO<sub>2</sub> eq.

En la tabla 7, se muestra el potencial de calentamiento global de los principales gases de efecto invernadero de las paneleras, en un período de 20 años.

**Tabla 7.** Potencial de calentamiento global de los gases emitidos por las paneleras.

| <b>GAS EFECTO INVERNADERO (GIE)</b> | <b>POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (20 AÑOS)</b> |
|-------------------------------------|--|
| Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>  | 1  |
| Metano CH <sub>4</sub>              | 72   |
| Óxido nitroso N <sub>2</sub> O      | 289  |

(IPCC, 2007).

En la ecuación 9, muestra cómo transformar los gases de efecto invernadero (GEI) a t CO<sub>2</sub> eq. (Oña L., 2013).

$$\text{toneladas de CO}_2\text{eq} = \text{toneladas GEI} \times \text{PCG}_{20 \text{ año}} \quad [9]$$

Dónde:

**Toneladas de CO<sub>2</sub> eq** = total de toneladas de CO<sub>2</sub> eq.

**Toneladas de GEI** = valores totales de los GEI.

**PCG 20 años** = potencial de calentamiento global en 20 años.

## 2.3. PROPONER MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS PUNTOS CRÍTICOS DE EMISIÓN.

Para proponer y determinar las medidas de reducción y de mitigación de las emisiones emitidas por las diferentes actividades que se desarrollaron dentro de las paneleras, se realizó una búsqueda bibliográfica de diferentes medidas de reducción y mitigación dentro de investigaciones de proyectos similares que se han realizado.

Para las distintas medidas de reducción y de mitigación se basaron en el “INFORME FINAL DE LA HUELLA Y PLAN DE MITIGACIÓN EXTRACTORA EL ROBLE” (ecosistemas, 2016).

Se realizó el método de Scoring, dicho método nos permite elegir las medidas principales, bajo un sistema de evaluación, estas medidas para la reducción del CO<sub>2</sub> (Melo, 2018). Para el método de Scoring se debe conocer las actividades de consumo que tiene la panelera, luego se realizará una escala de puntuación del 1 al 5 como se muestra en la tabla 8, en donde 1 es irrelevante y 5 es muy importante.

**Tabla 8.** Escala de puntuación para el método de Scoring de las medidas de reducción.

| CRITERIO                | PUNTUACIÓN |
|-------------------------|------------|
| Irrelevante             | 1          |
| Poco Importante         | 2          |
| Medianamente Importante | 3          |
| Importante              | 4          |
| Importante              | 5          |

(Melo, 2018).

Para las distintas medidas de reducción y de mitigación se realizó una búsqueda bibliográfica de (ecosistemas, 2016).

En la tabla 9, se muestra los diferentes criterios para la evaluación las medidas de reducción y de mitigación.

**Tabla 9.** Descripción de los criterios de evaluación para la reducción y mitigación.

| CRITERIOS                                 | DESCRIPCIÓN   | INDICADOR   |
|---|---|---|
| Reducción de emisiones                    | Porcentaje de reducción de las emisiones  | Porcentaje de reducción de emisiones del total generadas  |
| Costos de implementación                  | Costo monetario   | Dólares   |
| Tiempo de implementación                  | Tiempo que se demora la medida en ser implementada  | Meses o Años.   |
| Transferencia de ciencia y tecnología     | Facilidad de transferencia del conocimiento para la medida implementada   | Facilidad de transferencia.   |
| Relevancia del factor de emisión atendido | Ponderación del impacto ambiental directo del factor emisión ligado a la actividad atendida al implementar la medida. | Factores de emisión que generen mayor impacto según el diagrama de Pareto para factores de emisión. |

**Nota:** Modificado de (Melo, 2018).

En la tabla 10 y 11, se observa la escala de puntuación de los criterios para las medidas de reducción y de mitigación.

**Tabla 10.** Escala de puntuación para los criterios de las medidas de reducción.

| CRITERIO                                   | INDICADOR  | ESCALA DE PUNTUACIÓN |              |                         |                |                    |
|--|--|----------------------|--------------|-------------------------|----------------|--------------------|
|  |  | 5                    | 4            | 3                       | 2              | 1                  |
| Reducción de emisiones                     | Porcentaje de reducción de emisiones del total generadas | < 5%                 | 40% - 50%    | 30%-40%                 | 20%-30%        | < 1%               |
| Costo de implementación.                   | Dólares  | < \$ 5000            | \$500-\$1000 | \$1000-\$2500           | \$2500-\$5000  | >\$5000            |
| Tiempo de implementación.                  | Meses  | 0-1                  | 1-3          | 3-6                     | 6-9            | 9-12               |
| Transferencia de ciencia y tecnología.     | Facilidad de transferencia                               | Muy fácil            | fácil        | Mediana mente fácil     | Difícil        | Muy difícil        |
| Relevancia del factor de emisión atendido. | Factores de emisión que generen mayor impacto            | Muy relevante        | Relevante    | Mediana mente Relevante | Poco relevante | Muy poco relevante |

**Nota:** Modificado de (Melo, 2018).

**Tabla 11.** Escala de puntuación para los criterios de las medidas de mitigación.

| CRITERIO                                   | INDICADOR  | ESCALA DE PUNTUACIÓN |                |                         |                 |                    |
|--|--|----------------------|----------------|-------------------------|-----------------|--------------------|
|  |  | 5                    | 4              | 3                       | 2               | 1                  |
| Reducción de emisiones                     | Porcentaje de reducción de emisiones del total generadas | < 50                 | 40% - 50%      | 30%-40%                 | 20%-30%         | <10%               |
| Costo de implementación.                   | Dólares  | < \$ 5000            | \$5000-\$10000 | \$10000-\$25000         | \$25000-\$50000 | >\$50000           |
| Tiempo de implementación.                  | Años   | 1                    | 2              | 3                       | 4               | 5                  |
| Transferencia de ciencia y tecnología.     | Facilidad de transferencia                               | Muy fácil            | fácil          | Mediana mente fácil     | Difícil         | Muy difícil        |
| Relevancia del factor de emisión atendido. | Factores de emisión que generen mayor impacto            | Muy relevante        | Relevante      | Mediana mente Relevante | Poco relevante  | Muy poco relevante |

**Nota:** Modificado de (Melo, 2018).

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. IDENTIFICAR LAS FUENTES EMISORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA INDUSTRIA PANELERA SECTOR INGAPI.

##### 3.1.1. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE.

##### 3.1.1.1. Resultados de la categorización e identificación de fuentes a ser tomados para el cálculo de la huella de carbono.

- **Recurso de Energía.**

Para el cumplimiento de la categorización e identificación de las fuentes, se identificaron las fuentes fijas que interviene en la elaboración de la panela, tenemos los hornos que funciona a base del bagazo que se obtiene de la molienda de la caña de azúcar, el trapiche que ayuda a la obtención del jugo de caña, su funcionamiento se realiza utilizando diesel, en la tabla 12, se muestra datos del consumo sobre la categorización de los recursos que conforme a las fuentes fijas que utilizan las paneleras de Ingapi.

La categorización de las fuentes fijas y móviles se basa en la categoría del alcance 1 del GHG Protocol.

**Tabla 12.** Categorización de los recursos que consume las fuentes fijas.

| PANELERAS  | HORNOS<br>Bagazo (t) |      |      |        | TRAPICHE<br>Diesel (gal) |      |      |       |
|------------|----------------------|------|------|--------|--------------------------|------|------|-------|
|            | 2016                 | 2017 | 2018 | Total  | 2016                     | 2017 | 2018 | Total |
| Años       |                      |      |      |        |                          |      |      |       |
| Panelera 1 | 32,5                 | 30,5 | 33,3 | 96,30  | 68                       | 54   | 74   | 196   |
| Panelera 2 | 17,4                 | 17   | 19,2 | 53,60  | 44                       | 24   | 66   | 134   |
| Panelera 3 | 27,5                 | 26,8 | 28   | 82,30  | 64                       | 48   | 70   | 182   |
| Panelera 4 | 31                   | 29,5 | 31,7 | 92,20  | 52                       | 48   | 72   | 172   |
| Panelera 5 | 43                   | 42,3 | 44   | 129,30 | 75                       | 56   | 84   | 215   |
| Panelera 6 | 17,3                 | 16,5 | 18,7 | 52,50  | 44                       | 26   | 70   | 140   |
| Panelera 7 | 34,9                 | 32,7 | 35,2 | 102,80 | 72                       | 56   | 78   | 206   |
| Panelera 8 | 27,9                 | 26,8 | 29,3 | 84,00  | 68                       | 54   | 72   | 194   |



El consumo de diesel varía por la cantidad de materia prima que se introduce al trapiche, se observó que al momento de introducir 2 cañas a la vez el motor tiende a realizar más esfuerzo y a consumir más combustible.

En las fuentes móviles, tenemos los vehículos de los propietarios de las paneleras que utilizan gasolina extra para su funcionamiento, en la tabla 13 se presenta las características de los vehículos de cada panelera.

**Tabla 13.** Características de los vehículos de las paneleras (fuentes móviles).

| <b>PANELERA</b>   | <b>TIPO DE VEHÍCULO</b> | <b>NÚMERO DE VIAJES POR SEMANA</b> | <b>MARCA Y MODELO</b>  | <b>CILINDRAJE</b>     | <b>GASTOS COMBUSTIBLE POR KM</b> |
|-------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| <b>Panelera 1</b> | Carro                   | 3                                  | Nissan Sentra (1994)   | 1 600 cm <sup>3</sup> | 6,8 L/ 100 km                    |
| <b>Panelera 2</b> | Carro                   | 3                                  | Nissan Sentra (2008)   | 1800 cm <sup>3</sup>  | 6,6 L/ 100 km                    |
| <b>Panelera 3</b> | Camioneta               | 3                                  | Chevrolet D-MAX (2010) | 2 300 cm <sup>3</sup> | 8,9 L/100 km                     |
| <b>Panelera 4</b> | Carro                   | 2                                  | Nissan Sentra (2006)   | 1 800 cm <sup>3</sup> | 6,7 L/ 100 km                    |
| <b>Panelera 5</b> | Camioneta               | 5                                  | Toyota Hilux (2012)    | 2 300 cm <sup>3</sup> | 8,4 L/100 km                     |
| <b>Panelera 6</b> | Camioneta               | 4                                  | Toyota Hilux (2009)    | 2 300 cm <sup>3</sup> | 8,2 L/100 km                     |
| <b>Panelera 7</b> | Motocicleta             | 2                                  | Tundra Motor (2010)    | 1 104 cm <sup>3</sup> | 2,2 L/100 km                     |
| <b>Panelera 8</b> | Camioneta               | 4                                  | Toyota Hilux (2008)    | 2 300 cm <sup>3</sup> | 8,4 L/100 km                     |

**Nota:** Los datos proporcionados el número de viajes que realizan por semana a la Parroquia de Pato, se les realizó mediante la encuesta.

- **Uso de suelo**

Para el uso de suelo, se dividió en área verde, lo que corresponde a la superficie ocupada por el cultivo de la caña que es la materia prima de la panela, el área de procesamiento que es la superficie ocupada para la elaboración de la panela, en la tabla 14, se muestra el área verde y de procesamiento de las paneleras.

**Tabla 14.** Distribución de las paneleras en área verde y área de procedimiento.

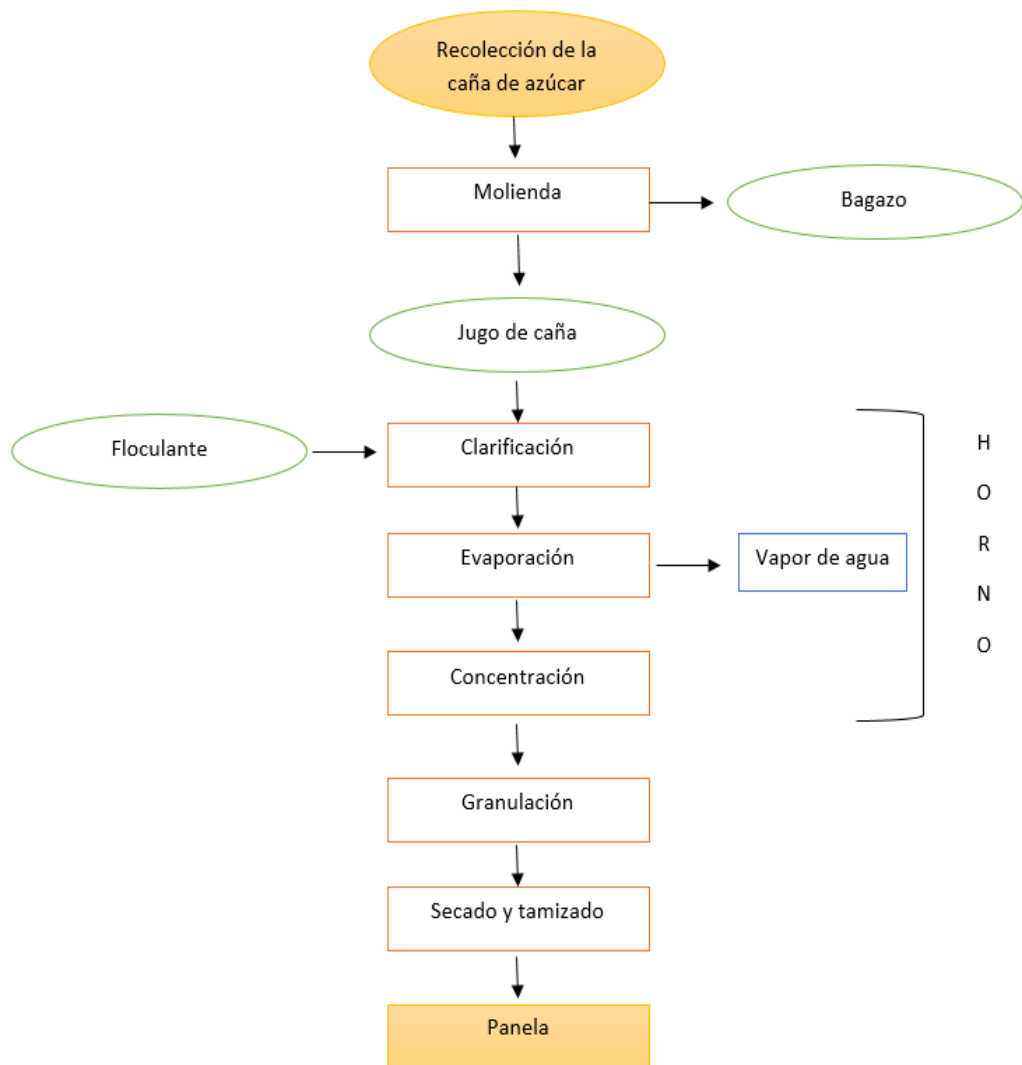
| <b>PANELERA</b>   | <b>ÁREA VERDE (área de cultivo) m<sup>2</sup></b> | <b>ÁREA DE PROCESAMIENTO m<sup>2</sup></b> |
|-------------------|---|--|
| <b>Panelera 1</b> | 40000 m <sup>2</sup>                              | 120 m <sup>2</sup>                         |
| <b>Panelera 2</b> | 50000 m <sup>2</sup>                              | 120 m <sup>2</sup>                         |
| <b>Panelera 3</b> | 60000 m <sup>2</sup>                              | 130 m <sup>2</sup>                         |
| <b>Panelera 4</b> | 50000 m <sup>2</sup>                              | 150 m <sup>2</sup>                         |
| <b>Panelera 5</b> | 70000 m <sup>2</sup>                              | 150 m <sup>2</sup>                         |
| <b>Panelera 6</b> | 50000 m <sup>2</sup>                              | 120 m <sup>2</sup>                         |
| <b>Panelera 7</b> | 50000 m <sup>2</sup>                              | 130 m <sup>2</sup>                         |
| <b>Panelera 8</b> | 60000 m <sup>2</sup>                              | 160 m <sup>2</sup>                         |

**Nota:** Los valores proporcionados en las unidades de hectáreas (ha), para mayor entendimiento se transformó a metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

En el área verde (área de cultivo de la caña de azúcar), por cada hectárea se cultiva 200 toneladas de caña de azúcar por año. Esto es un promedio general de las ocho paneleras analizadas en del sector Ingapi.

- **Diagrama de procesos.**

Se realizó un diagrama de procesos de las actividades que generan emisiones de los gases de efecto invernadero, se procedió a realizar un diagrama de proceso como se muestra a continuación.



**Figura 3.** Diagrama de proceso de la panela.

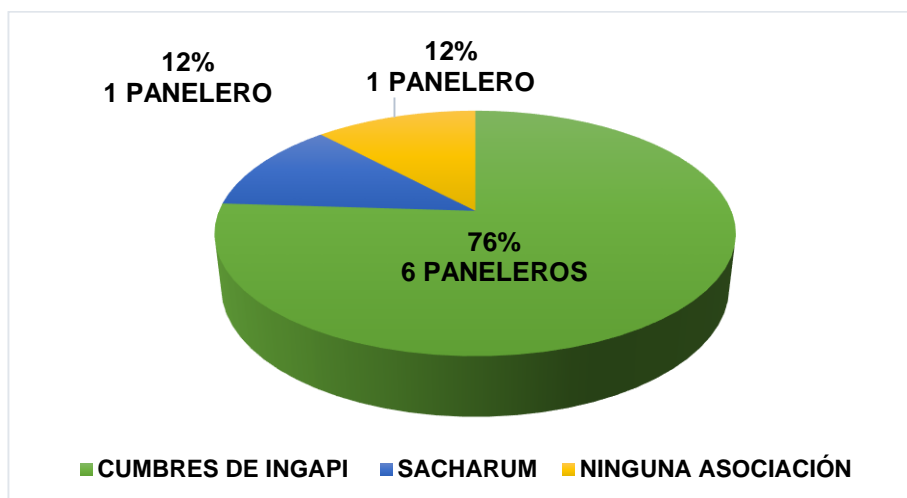
En la figura 3, vemos el proceso de la realización de la panela, se observa que al momento de la molienda que se obtiene por medio del trapiche que su funcionamiento es por diesel y nos da como resultados el bagazo. En la fase de clarificación, evaporación y concentración, lo que conforma el horno que funciona por la quema del bagazo obtenida por la caña.

### **3.1.1.2. Resultados de las encuestas y de los factores de conversión.**

- **Resultados de las encuestas.**

Los análisis estadísticos de las encuestas que se realizó en las paneleras del sector Ingapi, como se puede observar en el anexo 2 los encuestados tuvieron una edad de 15 a 65 años, de los cuales 16 fueron de género femenino y 19 de género masculino. Dicho esto, se procede a presentar los resultados de las encuestas realizadas.

#### **Asociación de paneleros.**



**Figura 4.** Representación porcentual de los paneleros que pertenecen a una asociación.

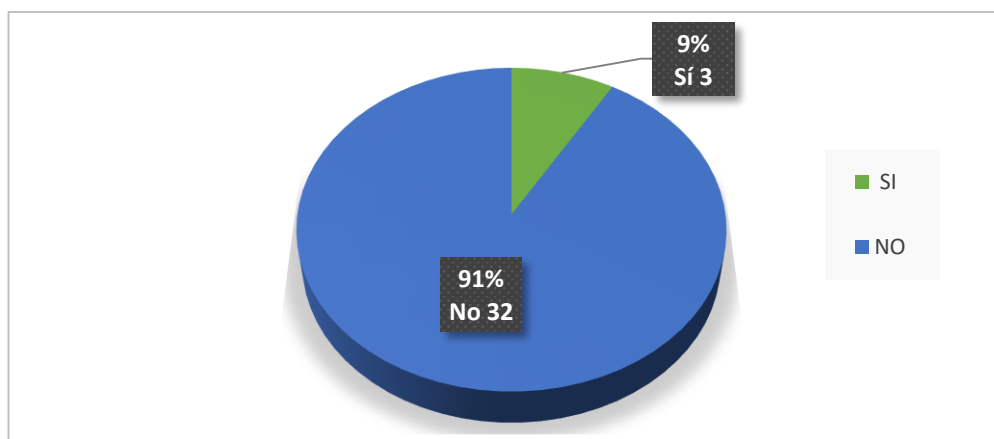
Análisis.

Se puede evidenciar que un 76 % de los paneleros de Ingapi, pertenecen a la Asociación de Paneleros Cumbres de Ingapi, el 12 % pertenece a la asociación de Sacharum, mientras que el 12 % no pertenece a una asociación, lo que nos permite evidenciar que la mayor población de paneleros de Ingapi pertenece a esta asociación Cumbres de Ingapi, como se muestra en figura 4.

### PREGUNTA 1.

¿Usted conoce que es la huella de carbono?

|           |           |
|-----------|-----------|
| <b>SÍ</b> | <b>3</b>  |
| <b>NO</b> | <b>32</b> |



**Figura 5.** Representación porcentual del conocimiento de la población sobre la huella de carbono.

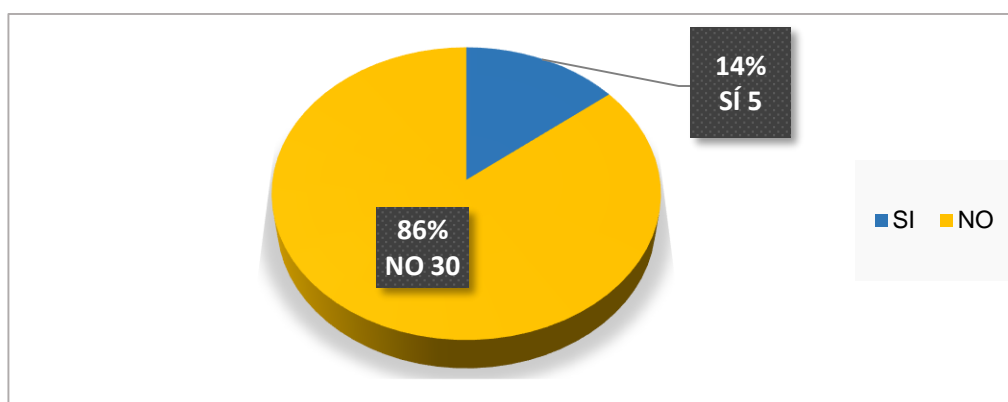
## Análisis

Los resultados con la respuesta SÍ fueron del 9 % del conocimiento de la huella de carbono y un 91 % fue de un NO al conocimiento de la huella de carbono, como se muestra en la figura 5.

### PREGUNTA 2.

**¿Usted conoce que son los gases de efecto invernadero (GEI)?**

|           |           |
|-----------|-----------|
| <b>SÍ</b> | <b>5</b>  |
| <b>NO</b> | <b>30</b> |



**Figura 6.** Representación porcentual del conocimiento de la población sobre los gases de efecto invernadero.

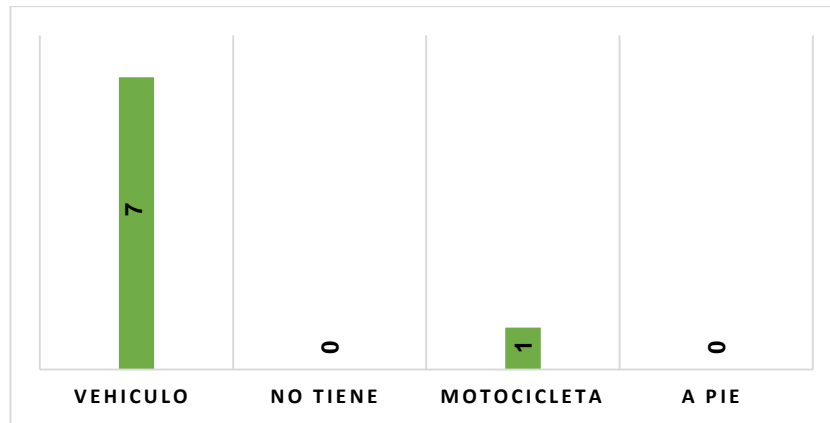
## Análisis

Los resultados con la respuesta SÍ fueron de 14 % del conocimiento de los gases de efecto invernadero y un 86 % fue de un NO al conocimiento de los gases de efecto invernadero, como se muestra en la figura 6.

### PREGUNTA 3.

**¿Cuál es el medio de transporte en el que usted se traslada a la panelera?**

- **Respuesta de los propietarios de las paneleras.**  
Número de encuestados 8.

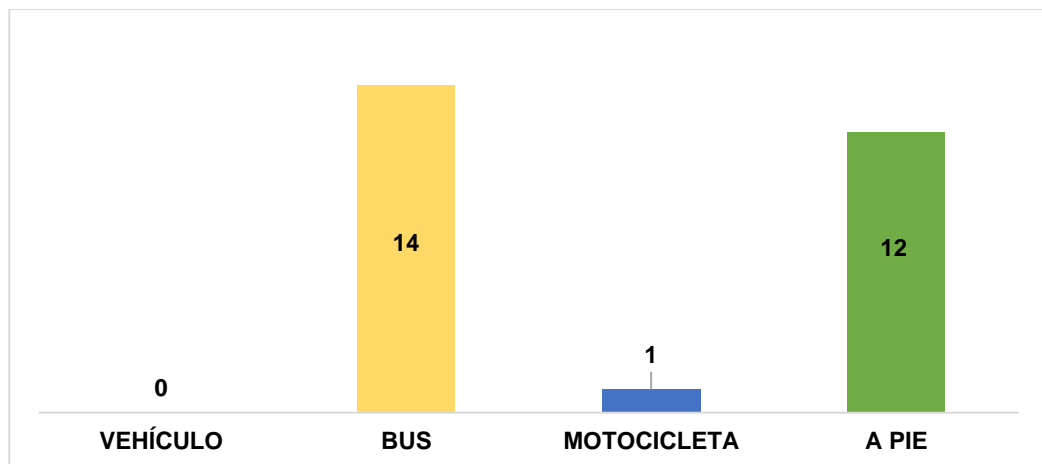


**Figura 7.** Representación gráfica del medio de transporte que se trasladan a las paneleras.

#### Análisis

Se muestra que 7 de los paneleros se trasladan en un vehículo a la panelera, mientras 1 panelero se transporta en motocicleta a la panelera, como se muestra en la figura 7.

- **Respuesta de los trabajadores de las paneleras.**  
Número de encuestados 27.



**Figura 8.** Representación gráfica del medio de transporte que se trasladan a las paneleras.

#### Análisis

Se muestra que 12 trabajadores se trasladan a pie a las paneleras por la razón que sus domicilios están cerca, 14 trabajadores su medio de transporte es el bus para llegar a las paneleras desde la parroquia de pacto a Ingapi, 1 trabajador el medio de transporte es la motocicleta para llegar a la panelera, como se muestra en la figura 8.

#### PREGUNTA 4.

¿Cuántos y que tipo de combustible utilizan los hornos y trapiches para la elaboración de la panela?

Análisis

- Cuántos hornos y trapiches utilizan

Se puede evidenciar que el 100% de los propietarios encuestados de cada panelera utilizan un horno y un trapiche para la elaboración de la panela.

- Tipo de combustible que utilizan

Se puede evidenciar que el 100% de los encuestados de cada panelera utilizan para los hornos bagazo y para el trapiche diesel.

#### PREGUNTA 5.

¿Cuánto focos (ahorradores y convencionales) hay en la panelera?

| Paneleras    | Ahorradores | Convencionales | Total     |
|--------------|-------------|----------------|-----------|
| Panelera 1   | 2           | 1              | 3         |
| Panelera 2   | 2           | 2              | 4         |
| Panelera 3   | -           | 4              | 4         |
| Panelera 4   | 2           | 2              | 4         |
| Panelera 5   | 1           | 4              | 5         |
| Panelera 6   | 2           | 2              | 4         |
| Panelera 7   | 3           | 1              | 4         |
| Panelera 8   | 3           | 2              | 5         |
| <b>Total</b> | <b>15</b>   | <b>18</b>      | <b>33</b> |

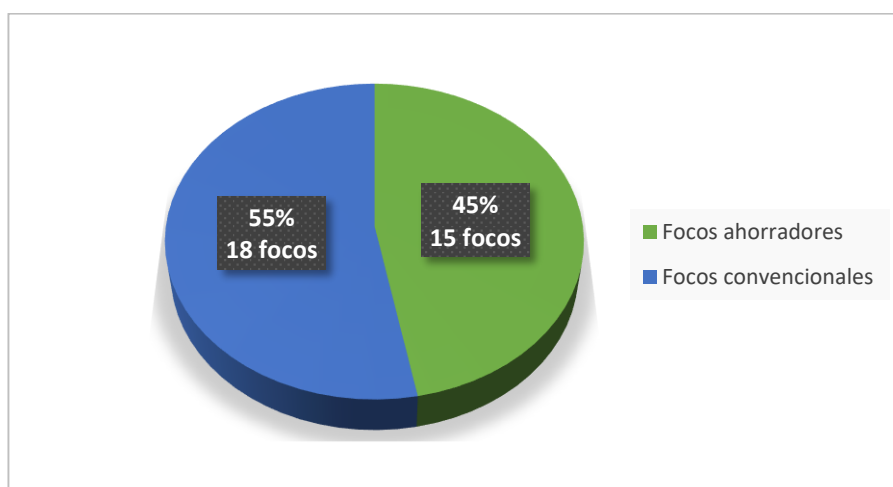


Figura 9. Representación porcentual el tipo de focos que posee las paneleras.

## Análisis

Los resultados muestran que un 47 % de las paneleras utilizan focos ahorradores, mientras que el 53 % de las paneleras utilizan focos convencionales, como se muestra en la figura 9.

### **PREGUNTA 6.**

**¿Cuántas veces a la semana y que tiempo se tarda en la realización de la panela?**

## Análisis

Se muestra que el 100 % de los propietarios encuestados de cada panelera, realizan de 1 vez cada semana y 4 veces por mes la producción de panela está depende de la cosecha de la materia prima que se obtenga, el tiempo de producción que se tarda en la realización de la panela es de 10 a 12 horas por producción.

### **PREGUNTA 7.**

**¿Qué utiliza para guardar el producto final?**

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| <b>Costales</b>               | <b>8</b> |
| <b>Fundas</b>                 | <b>0</b> |
| <b>Recipiente de plástico</b> | <b>0</b> |

## Análisis

Se muestra que el 100 % de los propietarios encuestados de cada panelera utilizan costales para guardar y distribuir la panela.

- **Resultados de los índices de conversión.**

Se transformó los galones (gal) de Gasolina consumidos a kilogramos (kg), tomando en cuenta el factor de conversión de que 1 gal es equivalente a 2,88 kg, y un 1 gal de Diesel es equivalente a 3.2245 kg de igual manera se realiza la transformación para el combustible de los hornos que es el bagazo, tomando en cuenta el factor de conversión de que 1 t es equivalente a 1000 kg, se tiene que tomar en cuenta que una tonelada de caña produce 250 kg.

Para la transformación del uso de suelo, que se divide en área verde y área de procesamiento, se transforma las hectáreas (ha) en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), tomando en cuenta que 1 ha es igual a 10000 m<sup>2</sup>.



### 3.1.2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL UTILIZANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD.

Los resultados de la evaluación ambiental con el apoyo de la matriz de Leopold que se encuentra en el anexo 6. A continuación se muestra los resultados de los impactos ambientales de los factores ambientales identificados.

En la tabla 15, se evidencia la valoración los resultados obtenidos de los impactos más significativos de la matriz de Leopold.

Tabla 15. Valoración de impactos.

| <b>Impactos de factores Ambientales negativos</b> | <b>Elemento</b> | <b>Componente</b>        | <b>Impacto Negativo</b> |
|---|-----------------|--------------------------|-------------------------|
| Emisiones de olores                               | Biótico         | Aire                     | -370                    |
| Degradación del suelo                             |                 | Suelo                    | -307                    |
| Calidad del suelo                                 |                 | Suelo                    | -268                    |
| <b>Impactos de factores ambientales positivos</b> | <b>Elemento</b> | <b>Componente</b>        | <b>Impacto Positivo</b> |
| Empleo  | socio-económico | Económico                | 510                     |
| <b>Impactos por actividades más significativo</b> |                 | <b>Actividades</b>       | <b>Impacto Negativo</b> |
| Fertilización                                     | -               | Actividades de cosecha   | -348                    |
| Disposición final de los desechos sólidos         | -               | Otras actividades        | -275                    |
| Disposición final de la cachaza                   | -               | Elaboración de la panela | -265                    |

## 3.2. CUANTIFICAR LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO MEDIANTE EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A PARTIR DE LOS ALCANCES DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA INDUSTRIA PANELERA UTILIZANDO EL MÉTODO GHG PROTOCOL (THE GREENHOUSE GAS PROTOCOL).

### 3.2.1. RESULTADOS DEL ALCANCE 1.- EMISIONES DIRECTAS DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LAS FUENTES FIJAS Y MÓVILES.

Se realizó el cálculo para el Alcance 1 de las paneleras, en el cual constan las emisiones directas, generas por las fuentes fijas (hornos, trapiches) y fuentes móviles (vehículos propios).

#### 3.2.1.1. Resultados de las emisiones de fuentes fijas.

Dentro del Alcance 1, se evidencio que las paneleras del sector Ingapi, poseen trapiches y hornos para la producción de la panela, las paneleras han proporcionado la información para estimar la cantidad de gases de efecto invernadero de las emisiones directa por las fuentes fijas.

- **Trapiche**

Las paneleras del sector Ingapi, cada mes consumieron un promedio 4 a 6 galones de diesel, y por semana 1 a 1,75 galones, en la figura 10, se muestra el consumo de diesel por año, de cada una de las paneleras.

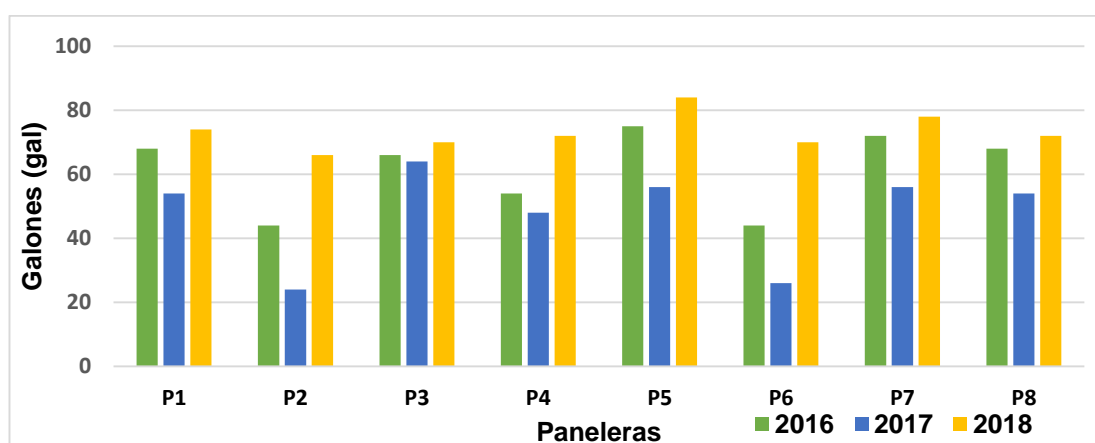


Figura 10. Consumo de diesel de los trapiches.

Con la información obtenida del consumo de diesel de cada panelera se obtiene las emisiones de gases de efecto invernadero de los 3 años (2016, 2017 y 2018), en la tabla 16, se muestra las toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> eq.

**Tabla 16.** Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de cada panelera de Ingapi (Diesel).

| Paneleras  | Años | Galones | t CO <sub>2</sub> | t CH <sub>4</sub>   | t N <sub>2</sub> O  | t CO <sub>2eq</sub> 20años |
|------------|------|---------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| Panelera 1 | 2016 | 68      | 0,74              | 2,99E <sup>-5</sup> | 5,98E <sup>-6</sup> | 0,74                       |
|            | 2017 | 54      | 0,59              | 2,37E <sup>-5</sup> | 4,75E <sup>-6</sup> | 0,59                       |
|            | 2018 | 74      | 0,80              | 3,25E <sup>-5</sup> | 6,51E <sup>-6</sup> | 0,80                       |
| Panelera 2 | 2016 | 44      | 0,48              | 1,93E <sup>-5</sup> | 3,87E <sup>-6</sup> | 0,48                       |
|            | 2017 | 24      | 0,26              | 1,05E <sup>-5</sup> | 2,11E <sup>-6</sup> | 0,26                       |
|            | 2018 | 66      | 0,72              | 2,90E <sup>-5</sup> | 5,80E <sup>-6</sup> | 0,72                       |
| Panelera 3 | 2016 | 64      | 0,69              | 2,81E <sup>-5</sup> | 5,63E <sup>-6</sup> | 0,69                       |
|            | 2017 | 48      | 0,52              | 2,11E <sup>-5</sup> | 4,22E <sup>-6</sup> | 0,52                       |
|            | 2018 | 70      | 0,76              | 3,08E <sup>-5</sup> | 6,15E <sup>-6</sup> | 0,76                       |
| Panelera 4 | 2016 | 54      | 0,59              | 2,37E <sup>-5</sup> | 4,75E <sup>-6</sup> | 0,59                       |
|            | 2017 | 48      | 0,52              | 2,11E <sup>-5</sup> | 4,22E <sup>-6</sup> | 0,52                       |
|            | 2018 | 72      | 0,78              | 3,16E <sup>-5</sup> | 6,33E <sup>-6</sup> | 0,78                       |
| Panelera 5 | 2016 | 75      | 0,81              | 3,30E <sup>-5</sup> | 6,59E <sup>-6</sup> | 0,81                       |
|            | 2017 | 56      | 0,61              | 2,46E <sup>-5</sup> | 4,92E <sup>-6</sup> | 0,61                       |
|            | 2018 | 84      | 0,91              | 3,69E <sup>-5</sup> | 7,38E <sup>-6</sup> | 0,91                       |
| Panelera 6 | 2016 | 44      | 0,48              | 1,93E <sup>-5</sup> | 3,87E <sup>-6</sup> | 0,48                       |
|            | 2017 | 26      | 0,28              | 1,14E <sup>-5</sup> | 2,29E <sup>-6</sup> | 0,28                       |
|            | 2018 | 70      | 0,76              | 3,08E <sup>-5</sup> | 6,15E <sup>-6</sup> | 0,76                       |
| Panelera 7 | 2016 | 72      | 0,78              | 3,16E <sup>-5</sup> | 6,33E <sup>-6</sup> | 0,78                       |
|            | 2017 | 56      | 0,61              | 2,46E <sup>-5</sup> | 4,92E <sup>-6</sup> | 0,61                       |
|            | 2018 | 78      | 0,85              | 3,43E <sup>-5</sup> | 6,86E <sup>-6</sup> | 0,85                       |
| Panelera 8 | 2016 | 68      | 0,74              | 2,99E <sup>-5</sup> | 5,98E <sup>-6</sup> | 0,74                       |
|            | 2017 | 54      | 0,59              | 2,37E <sup>-5</sup> | 4,75E <sup>-6</sup> | 0,59                       |
|            | 2018 | 72      | 0,78              | 3,16E <sup>-5</sup> | 6,33E <sup>-6</sup> | 0,78                       |

Ejemplo del cálculo de las fuentes fijas (Trapiche).

Aplicación de la fórmula 2 para las fuentes fijas.

- **Año 2016**

**68 gal – TJ**

Transformación de unidades.

$$68 \text{ gal de Diesel} \frac{0.00014652 \text{ TJ}}{1 \text{ gal de Diesel}} = 0,00996 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

$$Emisión_{GEI, combustible} = Consumo_{combustible} \times EF_{GEI, combustible}$$

CO<sub>2</sub>

$$Emisión_{GEI} \text{ combustible} = 0,00996 \text{ TJ} \times 74100 \text{ Kg/TJ}$$

$$= 738,036 \text{ Kg } CO_2$$

$$= 0.74 \text{ Toneladas de } CO_2$$

CH<sub>4</sub>

$$\text{Emisión GEI combustible} = 0,00996 \text{ TJ} \times 3 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}}$$

$$= 0,0298 \text{ Kg } CH_4$$

$$= 0.0000299 \text{ Toneladas de } CH_4$$

N<sub>2</sub>O

$$\text{Emisión GEI combustible} = 0,00996 \text{ TJ} \times 0.6 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}}$$

$$= 0,00598 \text{ Kg } N_2O$$

$$= 0,00000598 \text{ Toneladas de } N_2O$$

Ejemplo de cálculo de la huella de carbono.

### AÑO 2016

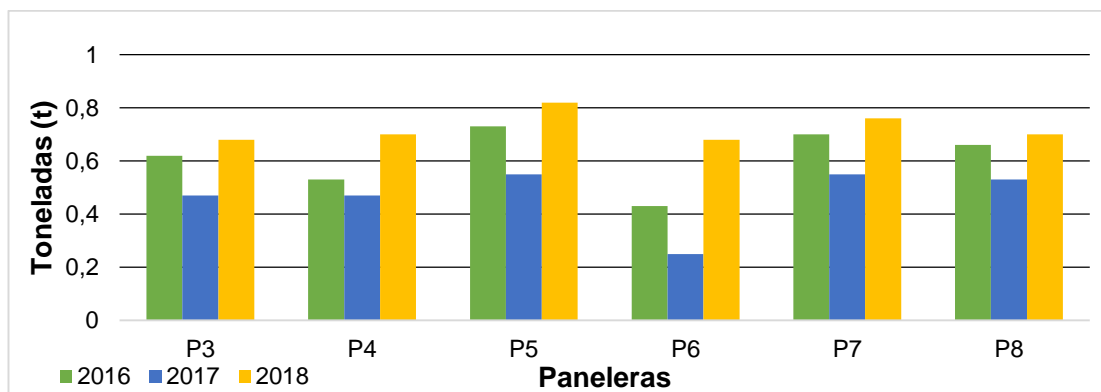
$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0.74 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,0000298 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,00000598 \text{ t } N_2O \times 289)$$

$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,74$$

La aplicación de las fórmulas 2 para el cálculo del consumo de diesel junto con el cálculo de la Huella de Carbono se puede observar en el anexo 7.

Se observa que el consumo de diesel que utilizaron los trapiches, depende de la producción de se ha realizado ese año, y mediante la observación que se realizó en la visita de campo, los trapiches realizan un esfuerzo adicional cuando se introduce en el trapiche dos cañas de azúcar para su molienda, lo que es motor del trapiche realiza un consumo más de diesel. En el anexo 13 se muestra el modelo y la potencia que ocupa cada trapiche.

En la figura 11, muestra la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de diesel de los trapiches de cada panelera del sector Ingapi.



**Figura 11.** Emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, emitidas por el consumo de Diesel de los trapiches de cada panelera.

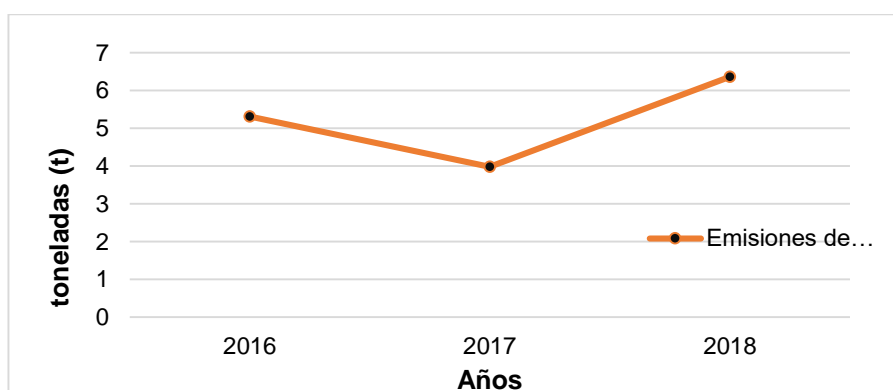
Se puede observar que la panelera 5 (Panelera del propietario Plutarco Durán), emite la mayor cantidad de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de diesel de los trapiches con relación a las otras paneleras.

En la tabla 17, se puede observar las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada año (2016, 2017 y 2018) de las 8 paneleras de Ingapi del consumo de diesel de los trapiches.

**Tabla 17.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por consumo de diesel de los trapiches de cada año

| AÑO  | TOTAL DE LAS EMISIONES DE t CO <sub>2eq</sub> |
|------|---|
| 2016 | 5,31  |
| 2017 | 3,98  |
| 2018 | 6,36  |

En la figura 12, se puede observar la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de diesel de los trapiches de cada año de las paneleras.



**Figura 12.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de Diesel de cada año.

Se puede evidenciar que en el año 2017, el que emite menor cantidad de CO<sub>2eq</sub>, debido a que la producción de panela de ese año bajo significativamente en relación con los años 2016 y 2018.

- **Hornos**

En la obtención de los datos del consumo de bagazo, se tomó encuentra la cantidad de materia prima que utilizan para la elaboración de la panela siendo un estándar para 2 quintales de panelas se utilizan 1 tonelada de caña de azúcar, se realizó a tomar una muestra significativa de caña de las ochos paneleras, de dimensiones de 4 cm de ancho y de peso 1,1 Kg, posteriormente pasó al proceso de molienda, obteniendo bagazo y el jugo extraído para poder en evaluar qué porcentaje de agua y de sacarosa que se evapora en la etapa de la evaporación que se realiza en la producción de

panela, en el anexo 14, se muestra los datos obtenidos de la comprobación del proceso.

En la tabla 18, se muestra las toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2eq</sub> de cada año.

**Tabla 18.** Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de cada panelera de Ingapi (Bagazo).

| Paneleras  | Años | t    | t CO <sub>2</sub> | t CH <sub>4</sub>   | t N <sub>2</sub> O  | t CO <sub>2eq</sub> 20años |
|------------|------|------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| Panelera 1 | 2016 | 32,5 | 22,93             | 6,88E <sup>-3</sup> | 9,17E <sup>-4</sup> | 22,94                      |
|            | 2017 | 30,5 | 21,52             | 6,46E <sup>-3</sup> | 8,61E <sup>-4</sup> | 21,52                      |
|            | 2018 | 33,3 | 23,49             | 7,05E <sup>-3</sup> | 9,40E <sup>-4</sup> | 23,50                      |
| Panelera 2 | 2016 | 17,4 | 12,28             | 3,68E <sup>-3</sup> | 4,91E <sup>-4</sup> | 12,28                      |
|            | 2017 | 17,0 | 11,99             | 3,60E <sup>-3</sup> | 4,80E <sup>-4</sup> | 12,00                      |
|            | 2018 | 19,2 | 13,55             | 4,06E <sup>-3</sup> | 5,42E <sup>-4</sup> | 13,55                      |
| Panelera 3 | 2016 | 27,5 | 19,40             | 5,82E <sup>-3</sup> | 7,76E <sup>-4</sup> | 19,41                      |
|            | 2017 | 26,8 | 18,91             | 5,67E <sup>-3</sup> | 7,56E <sup>-4</sup> | 18,91                      |
|            | 2018 | 28,0 | 19,75             | 5,93E <sup>-3</sup> | 7,90E <sup>-4</sup> | 19,76                      |
| Panelera 4 | 2016 | 31,0 | 21,87             | 6,56E <sup>-3</sup> | 8,75E <sup>-4</sup> | 21,88                      |
|            | 2017 | 29,5 | 20,81             | 6,24E <sup>-3</sup> | 8,32E <sup>-4</sup> | 20,82                      |
|            | 2018 | 31,7 | 22,36             | 6,71E <sup>-3</sup> | 8,95E <sup>-4</sup> | 22,37                      |
| Panelera 5 | 2016 | 43,0 | 30,34             | 9,10E <sup>-3</sup> | 1,21E <sup>-3</sup> | 30,35                      |
|            | 2017 | 42,3 | 29,84             | 8,95E <sup>-3</sup> | 1,19E <sup>-3</sup> | 29,85                      |
|            | 2018 | 44,0 | 31,04             | 9,31E <sup>-3</sup> | 1,24E <sup>-3</sup> | 31,05                      |
| Panelera 6 | 2016 | 17,3 | 12,20             | 3,66E <sup>-3</sup> | 4,88E <sup>-4</sup> | 12,21                      |
|            | 2017 | 16,5 | 11,64             | 3,49E <sup>-3</sup> | 4,66E <sup>-4</sup> | 11,64                      |
|            | 2018 | 18,7 | 13,19             | 3,96E <sup>-3</sup> | 5,28E <sup>-4</sup> | 13,20                      |
| Panelera 7 | 2016 | 34,9 | 24,62             | 7,39E <sup>-3</sup> | 9,85E <sup>-4</sup> | 24,63                      |
|            | 2017 | 32,7 | 23,07             | 6,92E <sup>-3</sup> | 9,23E <sup>-4</sup> | 23,08                      |
|            | 2018 | 35,3 | 24,90             | 7,47E <sup>-3</sup> | 9,96E <sup>-4</sup> | 24,91                      |
| Panelera 8 | 2016 | 27,9 | 19,68             | 5,90E <sup>-3</sup> | 7,87E <sup>-4</sup> | 19,69                      |
|            | 2017 | 26,8 | 18,91             | 5,67E <sup>-3</sup> | 7,56E <sup>-4</sup> | 18,91                      |
|            | 2018 | 29,3 | 20,67             | 6,20E <sup>-3</sup> | 8,27E <sup>-4</sup> | 20,68                      |

Ejemplo del cálculo de las fuentes fijas (hornos).

Aplicación de la fórmula 2 para las fuentes fijas.

- **Año 2016**

Transformación de unidades.

**32,5 t – TJ**

$$32,5 \text{ Tonelada} \frac{1684990 \text{ KCal}}{1 \text{ T Bagazo}} \cdot \frac{4,1868^{-9} \text{ TJ}}{1 \text{ KCal}} = 0,229 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

$$Emisión_{GEI, combustible} = Consumo_{combustible} \times EF_{GEI, combustible}$$

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} Emisión_{GEI} \text{ combustible} &= 0,229 \text{ TJ} \times 100000 \text{ Kg/TJ} \\ &= 22900 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 22,93 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} Emisión_{GEI} \text{ combustible} &= 0,229 \text{ TJ} \times 30 \text{ Kg/TJ} \\ &= 6,878 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,00688 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} Emisión_{GEI} \text{ combustible} &= 0,229 \text{ TJ} \times 4 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,917 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,000917 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

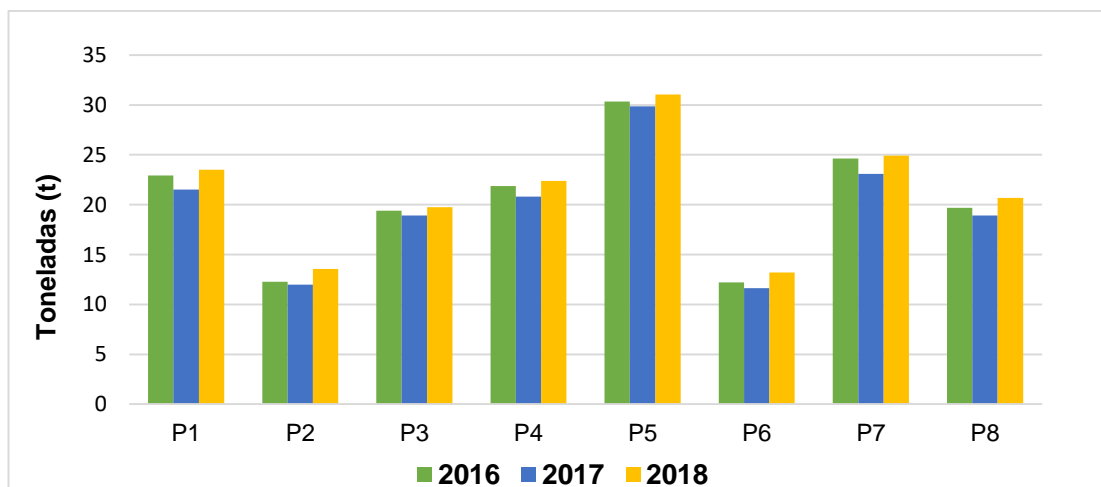
Ejemplo de cálculo de la huella de carbono.

### AÑO 2016

$$\begin{aligned} t \text{ de CO}_2 \text{ eq} &= (22,93 \text{ t CO}_2 \times 1) + (0,00688 \text{ t CH}_4 \times 78) + (0,000917 \text{ t N}_2\text{O} \times 289) \\ \text{toneladas dde CO}_2 \text{ eq} &= 22,94 \end{aligned}$$

La aplicación de las fórmulas 2 para el cálculo del bagazo junto con el cálculo de la Huella de Carbono se puede observar en el anexo 8.

En la figura 13, muestra la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del bagazo de cada panelera del sector Ingapi.



**Figura 13.** Emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, emitidas por el consumo de bagazo de los hornos de cada panelera.

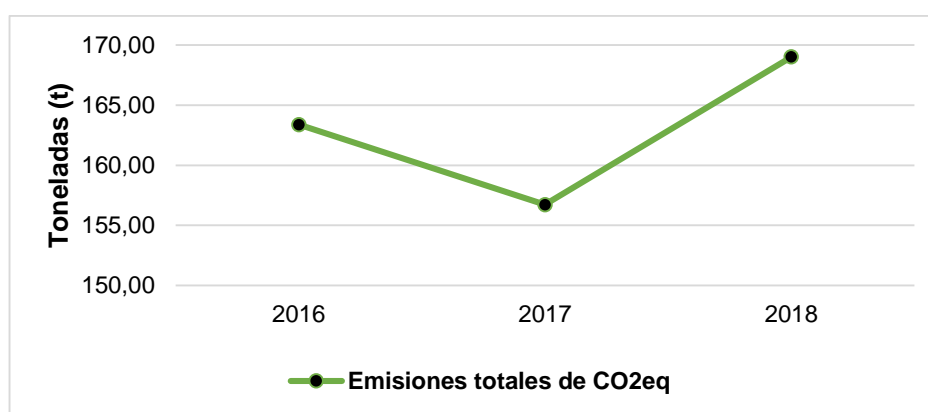
Se puede observar que la panelera 5 (propietario Plutarco Durán), posee la mayor cantidad de las emisiones de CO<sub>2eq</sub>, por el bagazo, por la cantidad de producción que realizó a comparación con las demás paneleras de Ingapi.

En la tabla 19, se puede observar las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada año (2016, 2017 y 2018) de las 8 paneleras de Ingapi de bagazo.

**Tabla 19.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del consumo de bagazo de cada año.

| AÑO  | TOTAL DE LAS EMISIONES DE t CO <sub>2eq</sub> |
|------|---|
| 2016 | 163,39  |
| 2017 | 156,73  |
| 2018 | 169,02  |

En la figura 14, se puede observar la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, provenientes de bagazo de los hornos de las paneleras.



**Figura 14.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de bagazo de cada año.

Se puede evidenciar que, en el año 2018, ha existido un aumento considerable de las emisiones totales expresadas en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, con relación a los anteriores años, esto se debe a la producción de panela realizada en ese año, ya que por semana de producción que realizaron se consume 2 a 3 toneladas de bagazo para mantener la temperatura adecuada para la elaboración de la panela.

### 3.2.1.1. Resultados de las emisiones de las fuentes móviles.

- **Vehículos propios.**

Se evidencio que poseen vehículos propios para la movilización y actividades de la panelera, los propietarios de los vehículos han proporcionado la



información necesaria y se ha estimado la cantidad de gases de efecto invernadero de las emisiones directas de las fuentes móviles.

El consumo de combustibles depende del tipo de vehículo que posee los dueños de cada panelera como se muestra anteriormente en la tabla 10, que muestra las características de los vehículos de las paneleras, de igual manera el consumo de gasolina difiere por la distancia recorrida del vehículo ya que se movilizan de 1 a 3 veces por semana.

Con la información obtenida del consumo de gasolina que utilizan los vehículos de cada panelera, se obtiene las emisiones de gases de efecto invernadero de los 3 años (2016, 2017, 2018), en la tabla 20, se muestra las toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> eq.

**Tabla 20.** Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de cada panelera de Ingapi (Gasolina).

| Paneleras  | Años | Galones | t CO <sub>2</sub> | t CH <sub>4</sub>   | t N <sub>2</sub> O  | t CO <sub>2</sub> eq 20años |
|------------|------|---------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|
| Panelera 1 | 2016 | 15,5    | 0,14              | 5,11E <sup>-5</sup> | 1,63E <sup>-5</sup> | 0,15                        |
|            | 2017 | 16,5    | 0,15              | 5,44E <sup>-5</sup> | 1,74E <sup>-5</sup> | 0,15                        |
|            | 2018 | 17      | 0,16              | 5,60E <sup>-5</sup> | 1,79E <sup>-5</sup> | 0,16                        |
| Panelera 2 | 2016 | 26      | 0,24              | 8,56E <sup>-5</sup> | 2,74E <sup>-5</sup> | 0,24                        |
|            | 2017 | 25      | 0,23              | 8,24E <sup>-5</sup> | 2,64E <sup>-5</sup> | 0,23                        |
|            | 2018 | 27      | 0,25              | 8,89E <sup>-5</sup> | 2,85E <sup>-5</sup> | 0,25                        |
| Panelera 3 | 2016 | 15,5    | 0,14              | 5,11E <sup>-5</sup> | 1,63E <sup>-5</sup> | 0,14                        |
|            | 2017 | 17      | 0,16              | 5,60E <sup>-5</sup> | 1,79E <sup>-5</sup> | 0,16                        |
|            | 2018 | 18      | 0,16              | 5,93E <sup>-5</sup> | 1,90E <sup>-5</sup> | 0,16                        |
| Panelera 4 | 2016 | 15      | 0,14              | 4,94E <sup>-5</sup> | 1,58E <sup>-5</sup> | 0,14                        |
|            | 2017 | 13      | 0,12              | 4,28E <sup>-5</sup> | 1,37E <sup>-5</sup> | 0,12                        |
|            | 2018 | 17      | 0,16              | 5,60E <sup>-5</sup> | 1,79E <sup>-5</sup> | 0,16                        |
| Panelera 5 | 2016 | 32      | 0,29              | 1,05E <sup>-4</sup> | 3,37E <sup>-5</sup> | 0,29                        |
|            | 2017 | 31      | 0,28              | 1,02E <sup>-4</sup> | 3,27E <sup>-5</sup> | 0,28                        |
|            | 2018 | 32      | 0,29              | 1,05E <sup>-4</sup> | 3,37E <sup>-5</sup> | 0,29                        |
| Panelera 6 | 2016 | 26      | 0,24              | 8,56E <sup>-5</sup> | 2,74E <sup>-5</sup> | 0,24                        |
|            | 2017 | 24      | 0,22              | 7,91E <sup>-5</sup> | 2,53E <sup>-5</sup> | 0,22                        |
|            | 2018 | 30      | 0,27              | 9,88E <sup>-5</sup> | 3,16E <sup>-5</sup> | 0,27                        |
| Panelera 7 | 2016 | 14      | 0,13              | 4,61E <sup>-5</sup> | 1,48E <sup>-5</sup> | 0,13                        |
|            | 2017 | 13      | 0,12              | 4,28E <sup>-5</sup> | 1,37E <sup>-5</sup> | 0,12                        |
|            | 2018 | 17      | 0,16              | 5,60E <sup>-5</sup> | 1,79E <sup>-5</sup> | 0,16                        |
| Panelera 8 | 2016 | 32      | 0,29              | 1,05E <sup>-4</sup> | 3,37E <sup>-5</sup> | 0,29                        |
|            | 2017 | 30      | 0,27              | 9,88E <sup>-5</sup> | 3,16E <sup>-5</sup> | 0,27                        |
|            | 2018 | 34      | 0,31              | 1,12E <sup>-4</sup> | 3,58E <sup>-5</sup> | 0,31                        |

Ejemplo del cálculo de las fuentes móviles (Vehículos- Gasolina).

Aplicación de la fórmula 2 para las fuentes móviles.

- **Año 2016**

Transformación de unidades.

**15,5 gal – TJ**

$$15,5 \text{ gal degasolina} \frac{0.00013176 \text{ TJ}}{1 \text{ gal degasolina}} = 0,00204 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

$$Emisión = \sum_a [combustible_a \times EF_a]$$

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} Emisión \text{ GEI combustible} &= 0,00204 \text{ TJ} \times 69300 \text{ Kg/TJ} \\ &= 141,37 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,14 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} Emisión \text{ GEI combustible} &= 0,00204 \text{ TJ} \times 25 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,051 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,0000511 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} Emisión \text{ GEI combustible} &= 0,00204 \text{ TJ} \times 8 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,016 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,0000163 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

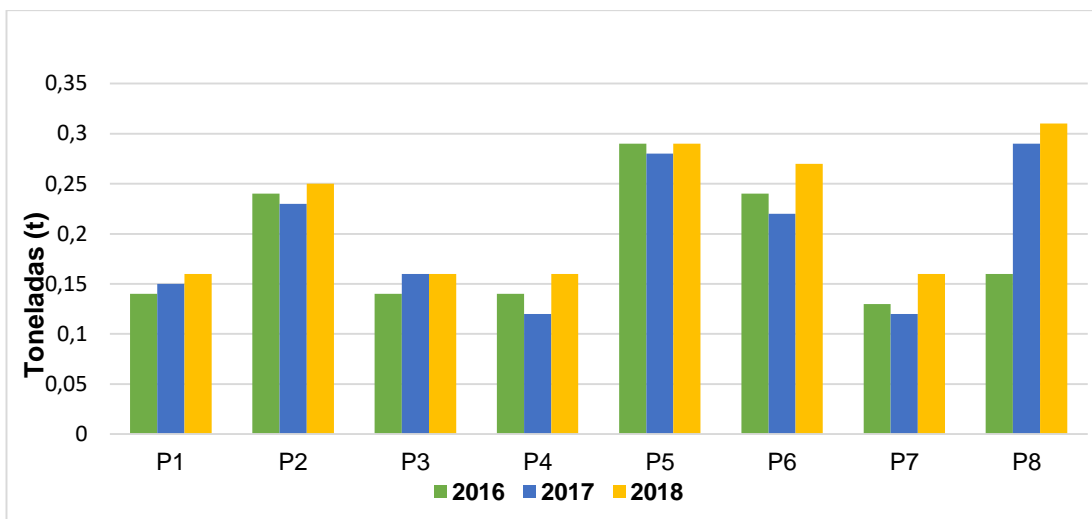
Ejemplo de cálculo de la huella de carbono.

**AÑO 2016**

$$\begin{aligned} t \text{ de CO}_2 \text{ eq} &= (0,14 \text{ t CO}_2 \times 1) + (0,0000511 \text{ t CH}_4 \times 78) + (0,0000163 \text{ t N}_2\text{O} \times 289) \\ \text{toneladas dde CO}_2 \text{ eq} &= 0,15 \end{aligned}$$

La aplicación de las fórmulas 4 para el cálculo del consumo de gasolina de los vehículos, junto con el cálculo de la Huella de Carbono se puede observar en el anexo 9.

En la figura 15, muestra la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de gasolina de los vehículos propios de cada panelera.



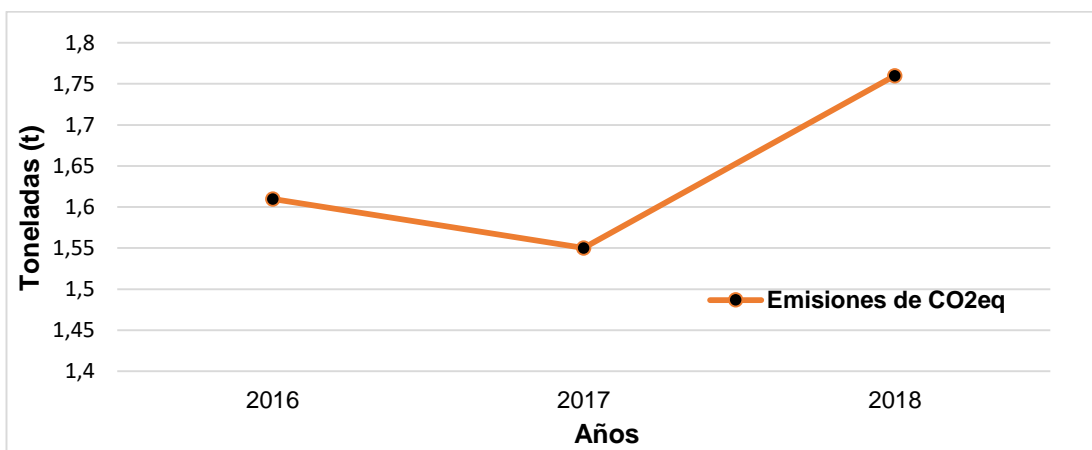
**Figura 15.** Emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, emitidas por el consumo de gasolina de los vehículos de cada panelera.

En la tabla 21, se puede observar las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada año (2016, 2017 y 2018) de las 8 paneleras de Ingapi, del consumo de gasolina de los vehículos.

**Tabla 21.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del consumo de gasolina de cada año.

| AÑO  | TOTAL DE LAS EMISIONES DE t CO <sub>2eq</sub> |
|------|---|
| 2016 | 1,61  |
| 2017 | 1,55  |
| 2018 | 1,76  |

En la figura 16, se puede observar la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo combustible gasolina de los vehículos propios de las paneleras.



**Figura 16.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de gasolina de cada año.

### 3.2.1.3. Resultados de las emisiones directas totales del Alcance 1 por las fuentes fijas y fuentes móviles de las paneleras de Ingapi.

En el Alcance 1, se cuantifican las emisiones directas de las fuentes fijas y fuentes móviles, que son propiedad o controladas por las paneleras del sector Ingapi.

En la tabla 23, se muestra la sumatoria de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de las fuentes fijas (trapiches y hornos) de cada año.

**Tabla 22.** Sumatoria de las emisiones de las fuentes fijas de las paneleras.

| AÑO  | SUMATORIA TOTAL DE LAS EMISIONES DE LAS FUENTES FIJAS t CO <sub>2eq</sub> DE CADA AÑO |               | TOTAL  |
|------|---|---------------|--------|
|      | Trapiches/Diesel  | Hornos/Bagazo |        |
| 2016 | 5,31  | 163,39        | 168,70 |
| 2017 | 3,98  | 156,73        | 160,71 |
| 2018 | 6,36  | 169,02        | 175,38 |

En la tabla 23, se muestra las emisiones totales en toneladas CO<sub>2eq</sub> de las fuentes móviles (vehículos propios) de cada año.

**Tabla 23.** Las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de las fuentes móviles de las paneleras.

| AÑO  | TOTAL DE LAS EMISIONES DE LAS FUENTES FIJAS t CO <sub>2eq</sub> DE CADA AÑO |
|------|---|
|      | Vehículos/Gasolina  |
| 2016 | 1,61  |
| 2017 | 1,55  |
| 2018 | 1,76  |

En la tabla 24, se observa la sumatoria total de los años 2016 a 2018, de las fuentes fijas y móviles en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, de cada panelera del sector Ingapi.

**Tabla 24.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada panelera.

| Paneleras  | Años | Trapiche Diesel | Hornos Bagazo | Vehículos Gasolina | Total de t CO <sub>2eq</sub> 20años |
|------------|------|-----------------|---------------|--------------------|-------------------------------------|
| Panelera 1 | 2016 | 0,74            | 22,94         | 0,14               | 23,82                               |
|            | 2017 | 0,59            | 21,52         | 0,15               | 22,26                               |
|            | 2018 | 0,8             | 23,5          | 0,16               | 24,46                               |
| Panelera 2 | 2016 | 0,48            | 12,28         | 0,24               | 13                                  |
|            | 2017 | 0,26            | 12            | 0,23               | 12,49                               |
|            | 2018 | 0,72            | 13,55         | 0,25               | 14,52                               |
| Panelera 3 | 2016 | 0,69            | 19,41         | 0,14               | 20,24                               |
|            | 2017 | 0,52            | 18,91         | 0,16               | 19,59                               |
|            | 2018 | 0,76            | 19,76         | 0,16               | 20,68                               |
| Panelera 4 | 2016 | 0,59            | 21,88         | 0,14               | 22,61                               |
|            | 2017 | 0,52            | 20,82         | 0,12               | 21,46                               |
|            | 2018 | 0,78            | 22,37         | 0,16               | 23,31                               |
| Panelera 5 | 2016 | 0,81            | 30,35         | 0,29               | 31,45                               |
|            | 2017 | 0,61            | 29,85         | 0,28               | 30,74                               |
|            | 2018 | 0,91            | 31,05         | 0,29               | 32,25                               |
| Panelera 6 | 2016 | 0,48            | 12,21         | 0,24               | 12,93                               |
|            | 2017 | 0,28            | 11,64         | 0,22               | 12,14                               |
|            | 2018 | 0,76            | 13,2          | 0,27               | 14,23                               |
| Panelera 7 | 2016 | 0,78            | 24,63         | 0,13               | 25,54                               |
|            | 2017 | 0,61            | 23,08         | 0,12               | 23,81                               |
|            | 2018 | 0,85            | 24,91         | 0,16               | 25,92                               |
| Panelera 8 | 2016 | 0,74            | 19,69         | 0,29               | 20,72                               |
|            | 2017 | 0,59            | 18,91         | 0,27               | 19,77                               |
|            | 2018 | 0,78            | 20,68         | 0,31               | 21,77                               |

En la tabla 25, se muestra las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, que fueron del consumo de diesel, gasolina y de bagazo que emiten las fuentes fijas y móviles de cada año de las ocho paneleras de Ingapi.

**Tabla 25.** Sumatoria del total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de las fuentes fijas y móviles de cada panelera de Ingapi.

| PANELERA   | SUMATORIA TOTAL DE LOS AÑOS 2016 A 2018 DE LAS EMISIONES t CO <sub>2eq</sub> POR PANELERA. |               |                    | TOTAL |
|------------|--|---------------|--------------------|-------|
|            | Trapiches/ Diesel  | Hornos Bagazo | Vehículos Gasolina |       |
| Panelera 1 | 1,81   | 67,96         | 0,45               | 70,22 |
| Panelera 2 | 1,46   | 37,83         | 0,72               | 40,01 |
| Panelera 3 | 1,80   | 58,08         | 0,46               | 60,34 |
| Panelera 4 | 1,89   | 65,07         | 0,42               | 67,38 |

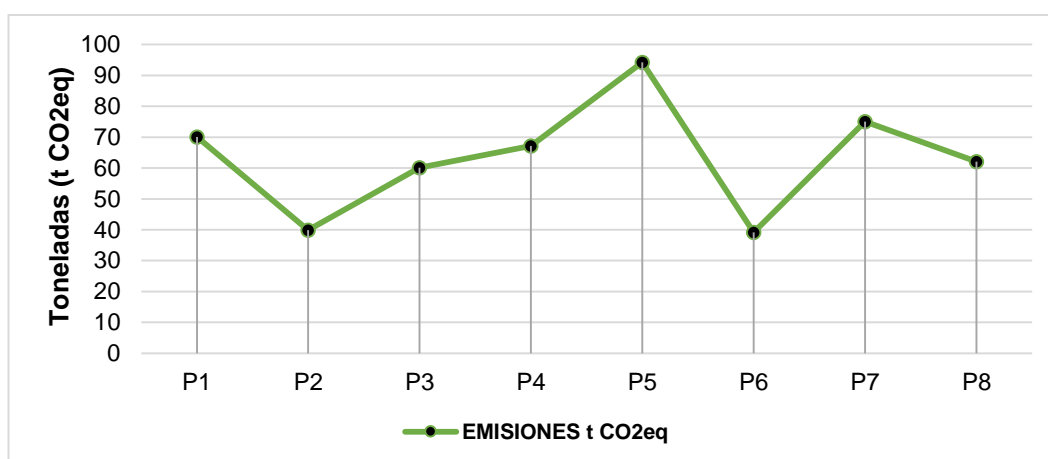
Continúa...

Continuación...

|            |      |       |      |       |
|------------|------|-------|------|-------|
| Panelera 5 | 2,33 | 91,25 | 0,86 | 94,44 |
| Panelera 6 | 1,52 | 37,05 | 0,73 | 39,30 |
| Panelera 7 | 2,24 | 72,62 | 0,41 | 75,27 |
| Panelera 8 | 2,11 | 59,28 | 0,87 | 62,26 |

Se evidencia que la mayor cantidad de emisiones CO<sub>2eq</sub>, del Alcance 1 fueron emitidas por la panelera 5 con un total de 94,44 toneladas de CO<sub>2eq</sub>.

En la figura 17, se observa las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de las fuentes fijas y móviles de cada panelera de Ingapi.



**Figura 17.** Emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de las fuentes fijas y móviles de cada panelera de Ingapi.

En la tabla 26, se muestra la sumatoria de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de las fuentes fijas y fuentes móviles de las paneleras de Ingapi de cada año.

**Tabla 26.** Sumatorio de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, de las fuentes fijas y móviles de las paneleras.

| AÑO  | SUMATORIA TOTAL DE LAS EMISIONES t CO <sub>2eq</sub> DE LAS FUENTES FIJAS Y MÓVILES DE CADA AÑO ALCANCE 1 |               |                    | TOTAL  |
|------|---|---------------|--------------------|--------|
|      | Trapiches Diesel  | Hornos Bagazo | Vehículos Gasolina |        |
| 2016 | 5,31  | 163,39        | 1,61               | 170,31 |
| 2017 | 3,98  | 156,73        | 1,55               | 162,26 |
| 2018 | 6,36  | 169,02        | 1,76               | 177,14 |

Se evidencia que en el año 2018, ha existido un aumento de las emisiones totales de CO<sub>2eq</sub>, con relación a los años 2016 y 2017, este aumento de las emisiones se dio, ya que el 75% de las paneleras han aumentado la producción de panela, el consumo de gasolina de los vehículos, y la quema

del bagazo para los hornos, son las actividades de más emisiones totales de CO<sub>2eq</sub> que tiene en el años 2018, a comparación a la actividad del consumo de Diesel de los trapiches que se mantiene en un constante del consumo de Diesel durante los años y de las paneleras, por lo tanto ha incrementado el nivel de la Huella de Carbono en el Alcance1, como se muestra en la Figura 18.

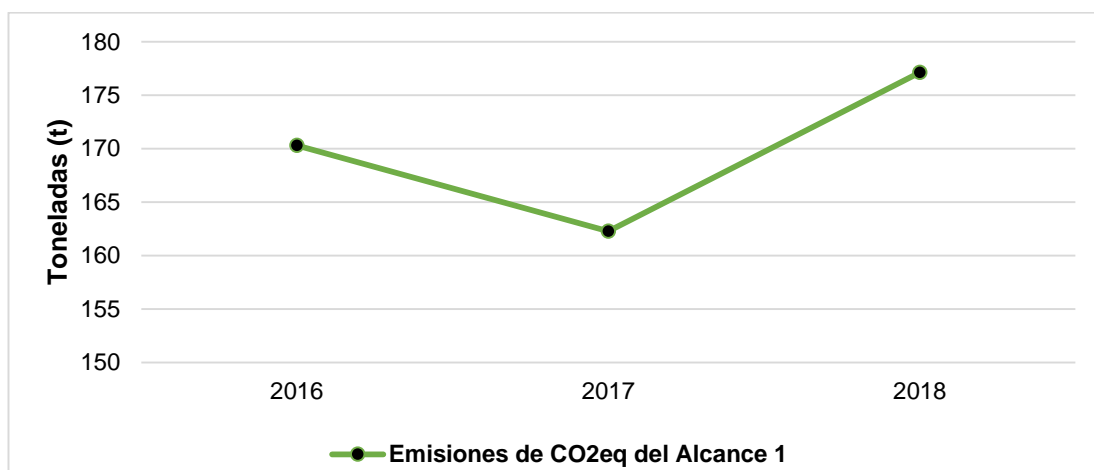


Figura 18. Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del Alcance 1.

### 3.2.2. RESULTADOS DEL ALCANCE 2.- EMISIONES INDIRECTAS POR LA COMPRA DE ENERGÍA.

Se realizó el cálculo para el Alcance 2 de las paneleras, en el cual constan las emisiones indirectas, por el consumo de electricidad.

#### 3.2.2.1. Resultados del consumo de energía.

Con la información obtenida de las planillas y de los medidores de luz de cada una de las paneleras se determinó del consumo de electricidad de cada panelera, se obtiene la emisión de gases de efecto invernadero de los 3 años (2016, 2017 y 2018), en la tabla 27, se muestra las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2eq</sub>.

Tabla 27. Emisiones de los gases de efecto invernadero de cada panelera de Ingapi (Electricidad).

| Paneleras  | Años | Kwh   | t CO <sub>2</sub> | t CH <sub>4</sub>   | t N <sub>2</sub> O  | t CO <sub>2eq</sub> 20años |
|------------|------|-------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| Panelera 1 | 2016 | 194   | 0,05              | 2,05E <sup>-6</sup> | 3,92E <sup>-7</sup> | 0,05                       |
|            | 2017 | 206   | 0,06              | 2,18E <sup>-6</sup> | 4,16E <sup>-7</sup> | 0,06                       |
|            | 2018 | 194   | 0,05              | 2,05E <sup>-6</sup> | 3,92E <sup>-7</sup> | 0,05                       |
| Panelera 2 | 2016 | 1 515 | 0,45              | 1,60E <sup>-5</sup> | 3,06E <sup>-6</sup> | 0,45                       |
|            | 2017 | 1 507 | 0,44              | 1,59E <sup>-5</sup> | 3,04E <sup>-6</sup> | 0,44                       |
|            | 2018 | 1 506 | 0,44              | 1,59E <sup>-5</sup> | 3,04E <sup>-6</sup> | 0,44                       |
| Panelera 3 | 2016 | 2 139 | 0,63              | 2,20E <sup>-5</sup> | 4,32E <sup>-6</sup> | 0,63                       |
|            | 2017 | 2 184 | 0,65              | 2,30E <sup>-5</sup> | 4,40E <sup>-6</sup> | 0,65                       |

Continúa...

Continuación...

|            |      |       |      |                     |                     |      |
|------------|------|-------|------|---------------------|---------------------|------|
|            | 2018 | 2 192 | 0,63 | 2,25E <sup>-5</sup> | 4,30E <sup>-6</sup> | 0,63 |
| Panelera 4 | 2016 | 1 194 | 0,34 | 1,26E <sup>-5</sup> | 2,41E <sup>-6</sup> | 0,34 |
|            | 2017 | 1 205 | 0,35 | 1,27E <sup>-5</sup> | 2,43E <sup>-6</sup> | 0,35 |
|            | 2018 | 1 203 | 0,35 | 1,27E <sup>-5</sup> | 2,44E <sup>-6</sup> | 0,35 |
| Panelera 5 | 2016 | 1 346 | 0,39 | 1,42E <sup>-5</sup> | 2,72E <sup>-6</sup> | 0,39 |
|            | 2017 | 1 381 | 0,40 | 1,46E <sup>-5</sup> | 2,79E <sup>-6</sup> | 0,40 |
|            | 2018 | 1 239 | 0,36 | 1,31E <sup>-5</sup> | 2,50E <sup>-6</sup> | 0,36 |
| Panelera 6 | 2016 | 187   | 0,05 | 1,98E <sup>-6</sup> | 3,78E <sup>-7</sup> | 0,05 |
|            | 2017 | 190   | 0,05 | 2,01E <sup>-6</sup> | 3,84E <sup>-7</sup> | 0,05 |
|            | 2018 | 196   | 0,05 | 2,07E <sup>-6</sup> | 3,96E <sup>-7</sup> | 0,05 |
| Panelera 7 | 2016 | 1 195 | 0,35 | 1,26E <sup>-5</sup> | 2,41E <sup>-6</sup> | 0,35 |
|            | 2017 | 1 203 | 0,35 | 1,27E <sup>-5</sup> | 2,43E <sup>-6</sup> | 0,35 |
|            | 2018 | 1 200 | 0,35 | 1,27E <sup>-5</sup> | 2,42E <sup>-6</sup> | 0,35 |
| Panelera 8 | 2016 | 128   | 0,03 | 1,35E <sup>-6</sup> | 2,58E <sup>-7</sup> | 0,03 |
|            | 2017 | 125   | 0,03 | 1,32E <sup>-6</sup> | 3,19E <sup>-7</sup> | 0,03 |
|            | 2018 | 148   | 0,04 | 1,56E <sup>-6</sup> | 2,99E <sup>-7</sup> | 0,04 |

Ejemplo del cálculo del consumo de electricidad.

Aplicación de la fórmula 6 para la determinación de los gases de efecto invernadero del consumo de electricidad.

- **Año 2016**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

$$Emisión = \sum_a [combustible_a \times EF_a]$$

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} Emisión\ GEI &= 194\ Kwh \times 0,298220926\ Kg/Kwh \\ &= 57,85\ Kg\ CO2 \\ &= 0,057\ Toneladas\ de\ CO2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} Emisión\ GEI &= 194\ Kwh \times 0,00001060673\ Kg/Kwh \\ &= 0,00205\ Kg\ CH4 \\ &= 0,00000205\ Toneladas\ de\ CH4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} Emisión\ GEI &= 194\ Kwh \times 0,00000202231\ Kg/Kwh \\ &= 0,000392\ Kg\ N2O \\ &= 0,000000392\ Toneladas\ de\ N2O \end{aligned}$$



Ejemplo de cálculo de la huella de carbono.

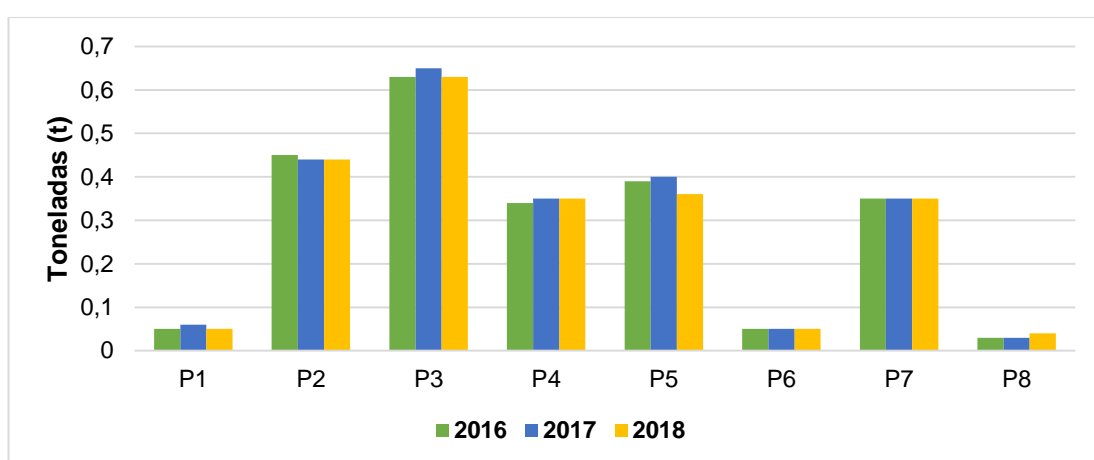
## AÑO 2016

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0,05 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,00000205 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,000000392 \text{ t } N_2O \times 289)$$

$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,05$$

La aplicación de las fórmulas 6 para el cálculo del consumo de electricidad junto con el cálculo de la Huella de Carbono se puede observar en el anexo 10.

En la figura 19, muestra la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de electricidad de cada panelera.



**Figura 19.** Emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, emitidas por el consumo de electricidad de cada panelera.

Se puede observar que la panelera 3 (propietario Andrango Luís), poseen la mayor cantidad de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de electricidad, con relación a las otras paneleras.

En la tabla 28, se puede observar las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada año (2016, 2017 y 2018) de las 8 paneleras de Ingapi, del consumo de electricidad.

**Tabla 28.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del consumo de electricidad de cada año.

| AÑO  | TOTAL DE LAS EMISIONES DE t CO <sub>2eq</sub> |
|------|---|
| 2016 | 2,29  |
| 2017 | 2,33  |
| 2018 | 2,27  |

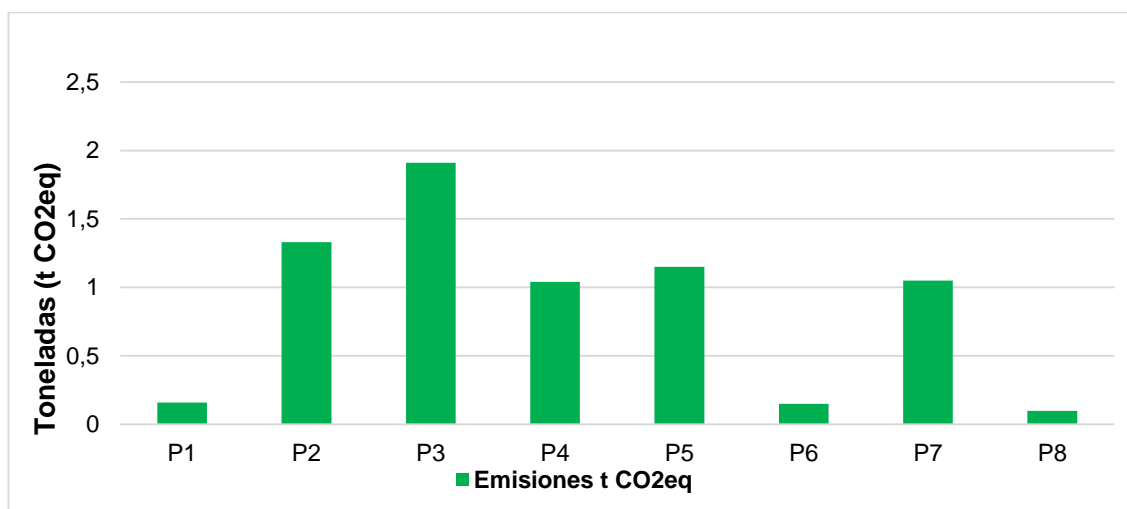
### 3.2.2.2. Resultados de las emisiones indirectas totales por el consumo de electricidad por las paneleras de Ingapi en el Alcance 2.

Para el Alcance 2, las emisiones indirectas por el consumo de electricidad, se cuantificaron, en la tabla 28, se muestra el total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de electricidad de cada panelera.

**Tabla 28.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de electricidad de cada panelera del sector Ingapi.

| AÑO        | SUMATORIA TOTAL DE LOS AÑOS 2016 A 2018 DE LAS EMISIONES t CO <sub>2eq</sub> POR PANELERA. |
|------------|--|
| Panelera 1 | 0,16   |
| Panelera 2 | 1,33   |
| Panelera 3 | 1,91   |
| Panelera 4 | 1,04   |
| Panelera 5 | 1,15   |
| Panelera 6 | 0,15   |
| Panelera 7 | 1,05   |
| Panelera 8 | 0,10   |

En la figura 20, se observa las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub> del consumo de electricidad de cada panelera del sector de Ingapi.



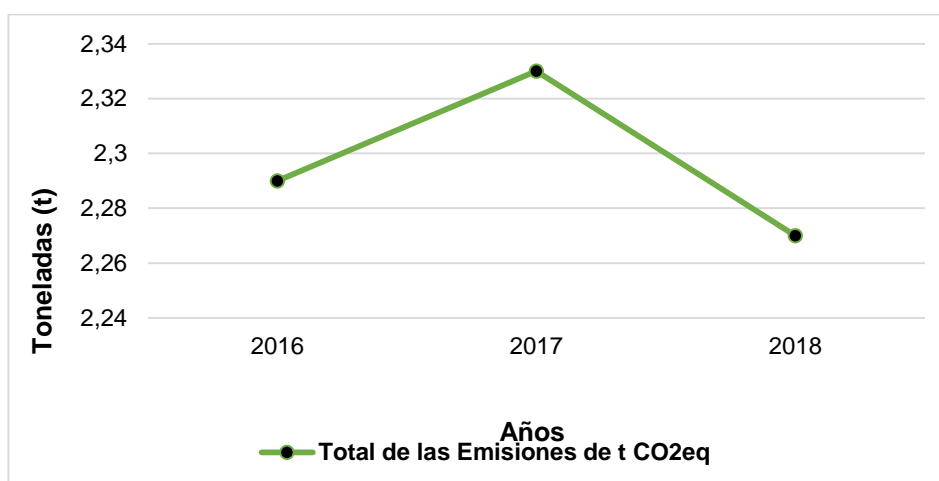
**Figura 20.** Emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub> del consumo de cada panelera del sector Ingapi.

En la tabla 29, las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, de cada año (2016,2017 y 2018).

**Tabla 29.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del consumo de electricidad de cada año.

| <b>AÑO</b> | <b>TOTAL DE LAS EMISIONES DE t CO<sub>2eq</sub> DE CADA AÑOS DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD ALCANCE 2</b> |
|------------|--|
| 2016       | 2,29   |
| 2017       | 2,33   |
| 2018       | 2,27   |

Se evidencia que en el año 2016 y 2017, ha existido un aumento de las emisiones totales de CO<sub>2eq</sub>, con relación al año 2018, este aumento de las emisiones de CO<sub>2eq</sub> por el consumo de electricidad, se debe a que las panelera compartían el medidor de sus hogares con las panelera, en el año 2018 más del 75% de las paneleras poseen medidor de luz independientemente de sus hogares, en la figura 21, se muestra el incremento de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, de cada año.



**Figura 21.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del Alcance 2.

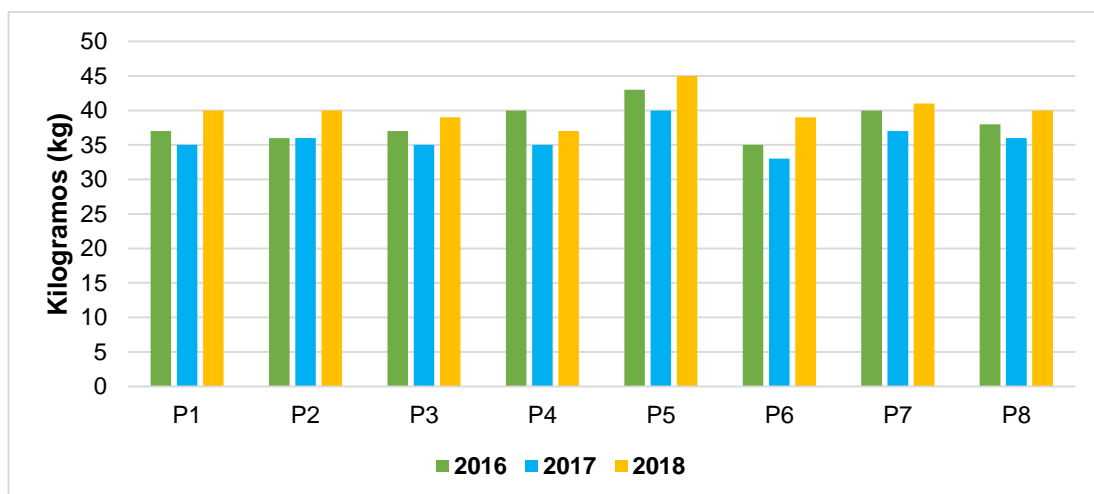
### 3.2.3. OTRAS EMISIONES.

Para el cálculo de estas emisiones se tomaron en cuenta el consumo de plástico (envases de fertilizantes, botellas, fundas, costales y baldes), y de papel (hojas de papel bond, cuadernos, papel de facturas), y se realizó una sumatoria total de cada año de estudio que genera emisiones en la panelera.

#### 3.2.3.1. Resultados del consumo de plástico.

Para la obtención de consumo del plástico, se procedió a medir los envases de plástico que utilizaban las paneleras y se analizó por la cantidad de producción de panela que produce, se determinó la cantidad de plástico que se genera por año de cada una de las paneleras.

En la figura 22, se puede observar el consumo de plástico que utilizan las paneleras, realizado desde el año 2016 hasta el año 2018.



**Figura 22.** Consumo de plástico de las paneleras.

Con la información obtenida del consumo de plástico de cada panelera se obtiene las emisiones de gases de efecto invernadero de los 3 años (2016, 2017 y 2018), en la tabla 30, se muestra las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2eq</sub>.

**Tabla 30.** Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de cada panelera de Ingapi (Plástico).

| Paneleras  | Años | kg | t CO <sub>2</sub> | t CH <sub>4</sub>   | t N <sub>2</sub> O  | t CO <sub>2eq</sub> 20años |
|------------|------|----|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| Panelera 1 | 2016 | 37 | 0,11              | 4,95E <sup>-8</sup> | 2,44E <sup>-6</sup> | 0,11                       |
|            | 2017 | 35 | 0,10              | 4,69E <sup>-8</sup> | 2,31E <sup>-6</sup> | 0,10                       |
|            | 2018 | 40 | 0,12              | 5,36E <sup>-8</sup> | 2,64E <sup>-6</sup> | 0,12                       |
| Panelera 2 | 2016 | 36 | 0,11              | 4,82E <sup>-8</sup> | 2,38E <sup>-6</sup> | 0,11                       |
|            | 2017 | 36 | 0,11              | 4,82E <sup>-8</sup> | 2,38E <sup>-6</sup> | 0,11                       |
|            | 2018 | 40 | 0,12              | 5,36E <sup>-8</sup> | 2,64E <sup>-6</sup> | 0,12                       |
| Panelera 3 | 2016 | 37 | 0,11              | 4,95E <sup>-8</sup> | 2,44E <sup>-6</sup> | 0,11                       |
|            | 2017 | 35 | 0,10              | 4,69E <sup>-8</sup> | 2,31E <sup>-6</sup> | 0,10                       |
|            | 2018 | 39 | 0,11              | 5,22E <sup>-8</sup> | 2,57E <sup>-6</sup> | 0,11                       |
| Panelera 4 | 2016 | 40 | 0,12              | 5,36E <sup>-8</sup> | 2,64E <sup>-6</sup> | 0,12                       |
|            | 2017 | 35 | 0,10              | 4,69E <sup>-8</sup> | 2,31E <sup>-6</sup> | 0,10                       |
|            | 2018 | 37 | 0,11              | 4,95E <sup>-8</sup> | 2,44E <sup>-6</sup> | 0,11                       |
| Panelera 5 | 2016 | 43 | 0,13              | 5,76E <sup>-8</sup> | 2,84E <sup>-6</sup> | 0,13                       |
|            | 2017 | 40 | 0,12              | 5,36E <sup>-8</sup> | 2,64E <sup>-6</sup> | 0,12                       |
|            | 2018 | 45 | 0,13              | 6,03E <sup>-8</sup> | 2,97E <sup>-6</sup> | 0,13                       |
| Panelera 6 | 2016 | 35 | 0,10              | 4,69E <sup>-8</sup> | 2,31E <sup>-6</sup> | 0,10                       |
|            | 2017 | 33 | 0,10              | 4,42E <sup>-8</sup> | 2,18E <sup>-6</sup> | 0,10                       |
|            | 2018 | 39 | 0,11              | 5,22E <sup>-8</sup> | 2,57E <sup>-6</sup> | 0,11                       |
|            | 2016 | 40 | 0,12              | 5,36E <sup>-8</sup> | 2,64E <sup>-6</sup> | 0,12                       |

Continúa...

Continuación...

|            |      |    |      |                     |                     |      |
|------------|------|----|------|---------------------|---------------------|------|
| Panelera 7 | 2017 | 37 | 0,11 | 4,95E <sup>-8</sup> | 2,44E <sup>-6</sup> | 0,11 |
|            | 2018 | 41 | 0,12 | 5,49E <sup>-8</sup> | 2,71E <sup>-6</sup> | 0,12 |
| Panelera 8 | 2016 | 38 | 0,11 | 5,09E <sup>-8</sup> | 2,51E <sup>-6</sup> | 0,11 |
|            | 2017 | 36 | 0,11 | 4,82E <sup>-8</sup> | 2,38E <sup>-6</sup> | 0,11 |
|            | 2018 | 40 | 0,12 | 5,36E <sup>-8</sup> | 2,64E <sup>-6</sup> | 0,12 |

Ejemplo del cálculo del consumo de plástico.

Aplicación de la fórmula 7 para la determinación de los gases de efecto invernadero del consumo de plástico.

- **Año 2016**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

$$Emisiones = C_e * FE_{GEI}$$

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} Emisión\ GEI\ combustible &= 37\ Kg \times 2,905\ Kg/Kg \\ &= 107,48\ Kg\ CO_2 \\ &= 0,107\ Toneladas\ de\ CO_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} Emisión\ GEI\ combustible &= 37\ Kg \times 0,000000134041\ Kg/Kg \\ &= 0,0000495\ Kg\ CH_4 \\ &= 0,000000495\ Toneladas\ de\ CH_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} Emisión\ GEI\ combustible &= 37\ Kg \times 0,00000661386\ Kg/Kg \\ &= 0,00244\ Kg\ N_2O \\ &= 0,0000244\ Toneladas\ de\ N_2O \end{aligned}$$

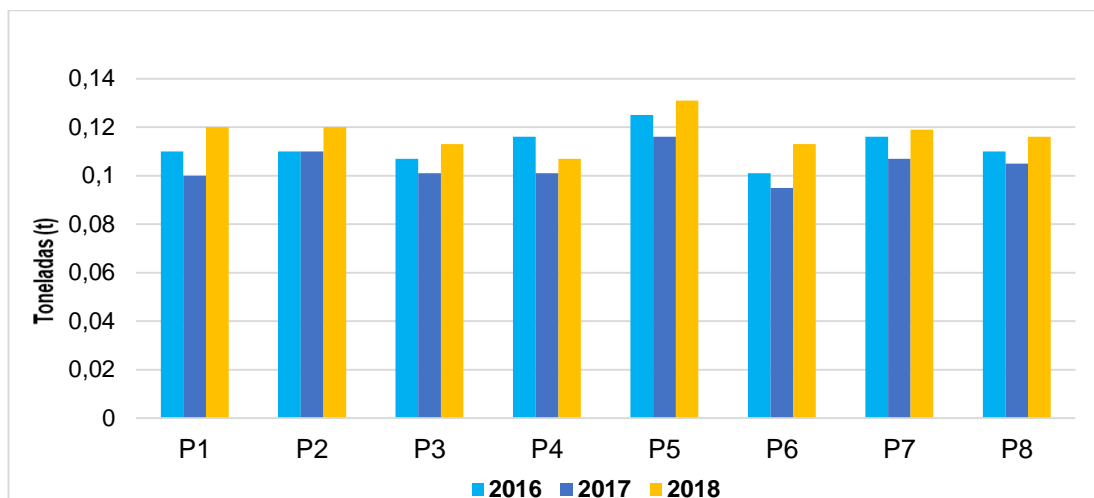
Ejemplo de cálculo de la huella de carbono.

### **AÑO 2016**

$$\begin{aligned} t\ de\ CO_2\ eq &= (0,11\ t\ CO_2 \times 1) + (0,000000495\ t\ CH_4 \times 78) + (0,00000244\ t\ N_2O \times 289) \\ toneladas\ dde\ CO_2\ eq &= 0,11 \end{aligned}$$

La aplicación de las fórmulas 7 para el cálculo del consumo de plástico junto con el cálculo de la Huella de Carbono se puede observar en el anexo 11.

En la figura 23, muestra la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de plástico de cada panelera.



**Figura 23.** Emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, emitidas por el consumo de plástico de cada panelera.

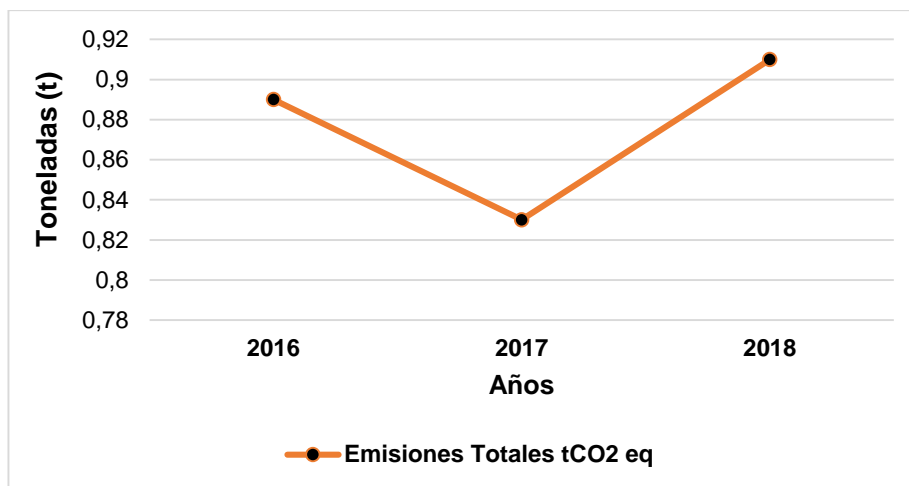
Se evidencia que el consumo de plástico, la panelera 5 (propietario Plutarco Durán), posee la mayor cantidad de las emisiones de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de plástico con relación a las otras paneleras.

En la tabla 31, se puede observar las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada año (2016, 2017 y 2018) del consumo de papel de las 8 paneleras de Ingapi.

**Tabla 31.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del consumo de plástico de cada año.

| AÑO  | TOTAL DE LAS EMISIONES DE t CO <sub>2eq</sub> |
|------|---|
| 2016 | 0,89  |
| 2017 | 0,83  |
| 2018 | 0,91  |

En la figura 24, se puede observar la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo plástico de las paneleras.

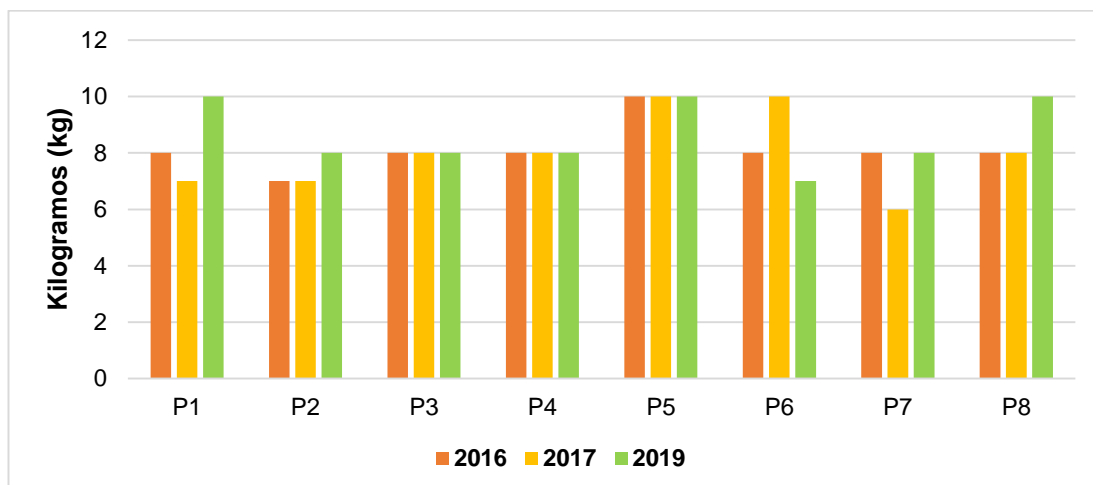


**Figura 24.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de plástico de cada año.

Se puede evidenciar que, en el año 2017, el consumo de plástico es bajo de plástico a comparación con los años 2016 y 2018, que el consumo de plástico es mayor.

### 3.2.3.2. Resultados del consumo de papel.

En la figura 25, se puede observar el consumo de papel que utilizan las paneleras, realizado desde el año 2016 hasta el año 2018.



**Figura 25.** Consumo de papel de cada panelera.

Para la obtención de consumo del papel, se procedió a medir el papel que se utilizaban las paneleras y se determinó la cantidad de papel que se genera por año de cada una de las paneleras.

Con la información obtenida del consumo de papel, se puede obtener las emisiones de los gases de efecto invernadero de los 3 años (2016, 2017 y 2018), en la tabla 32, se muestra las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2eq</sub>.

**Tabla 32.** Emisiones de los gases de efecto invernadero en toneladas, de cada panelera de Ingapi (Papel).

| Paneleras  | Años | kg | t CO <sub>2</sub> | t CH <sub>4</sub>   | t N <sub>2</sub> O  | t CO <sub>2eq</sub> 20años |
|------------|------|----|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| Panelera 1 | 2016 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2017 | 7  | 0,07              | 4,20E <sup>-5</sup> | 6,00E <sup>-4</sup> | 0,07                       |
|            | 2018 | 10 | 0,09              | 2,09E <sup>-5</sup> | 2,99E <sup>-4</sup> | 0,09                       |
| Panelera 2 | 2016 | 7  | 0,07              | 4,20E <sup>-5</sup> | 6,00E <sup>-4</sup> | 0,07                       |
|            | 2017 | 7  | 0,07              | 4,20E <sup>-5</sup> | 6,00E <sup>-4</sup> | 0,07                       |
|            | 2018 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
| Panelera 3 | 2016 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2017 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2018 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
| Panelera 4 | 2016 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2017 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2018 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
| Panelera 5 | 2016 | 10 | 0,09              | 2,09E <sup>-5</sup> | 2,99E <sup>-4</sup> | 0,09                       |
|            | 2017 | 10 | 0,09              | 2,09E <sup>-5</sup> | 2,99E <sup>-4</sup> | 0,09                       |
|            | 2018 | 10 | 0,09              | 2,09E <sup>-5</sup> | 2,99E <sup>-4</sup> | 0,09                       |
| Panelera 6 | 2016 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2017 | 10 | 0,09              | 2,09E <sup>-5</sup> | 2,99E <sup>-4</sup> | 0,09                       |
|            | 2018 | 7  | 0,07              | 4,20E <sup>-5</sup> | 6,00E <sup>-4</sup> | 0,07                       |
| Panelera 7 | 2016 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2017 | 6  | 0,06              | 3,60E <sup>-5</sup> | 1,79E <sup>-4</sup> | 0,06                       |
|            | 2018 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
| Panelera 8 | 2016 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2017 | 8  | 0,08              | 4,80E <sup>-5</sup> | 2,39E <sup>-4</sup> | 0,08                       |
|            | 2018 | 10 | 0,09              | 2,09E <sup>-5</sup> | 2,99E <sup>-4</sup> | 0,09                       |

Ejemplo del cálculo del consumo de papel.

Aplicación de la fórmula 8 para la determinación de los gases de efecto invernadero del consumo de papel.

- **Año 2016**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

$$Emisiones = C_e * FE_{GEI}$$

CO<sub>2</sub>

$$Emisión GEI combustible = 8 \text{ Kg} \times 0,991 \text{ Kg/Kg}$$

$$= 7,92 \text{ Kg CO}_2$$

$$= 0,00792 \text{ Toneladas de CO}_2$$



CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 8 \text{ Kg} \times 0,0060 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,048 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,000048 \text{ toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 8 \text{ Kg} \times 0,0299 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,239 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,000239 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

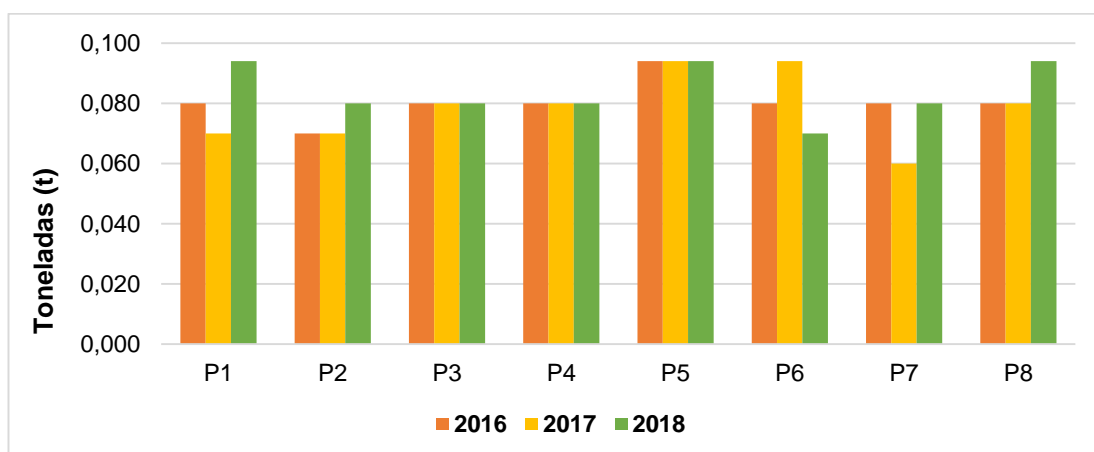
Ejemplo de cálculo de la huella de carbono.

### AÑO 2016

$$\begin{aligned} t \text{ de CO}_2 \text{ eq} &= (0,08 \text{ t CO}_2 \times 1) + (0,0000480 \text{ t CH}_4 \times 78) + (0,000239 \text{ t N}_2\text{O} \times 289) \\ \text{toneladas de CO}_2 \text{ eq} &= 0,08 \end{aligned}$$

La aplicación de las fórmulas 8 para el cálculo del consumo de papel junto con el cálculo de la Huella de Carbono se puede observar en el anexo 13.

En la figura 26, muestra la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de papel de cada panelera.



**Figura 26.** Emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, emitidas por el consumo de papel de cada panelera.

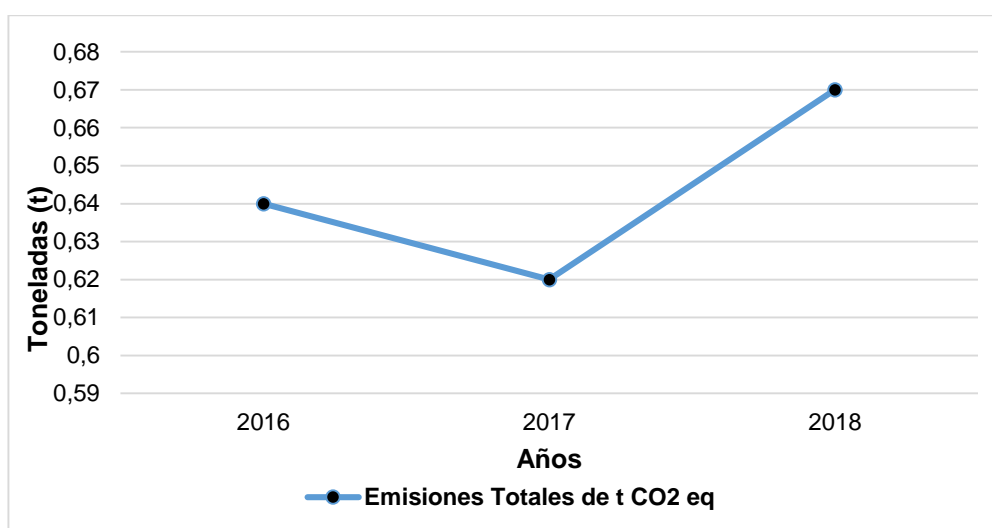
Se evidencia que el consumo de papel, la panelera 5 (propietario Plutarco Durán), posee la mayor cantidad de las emisiones de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de papel con relación a las otras paneleras.

En la tabla 33, se puede observar las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada año (2016, 2017 y 2018) de las 8 paneleras de Ingapi, del consumo de papel.

**Tabla 33.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del consumo de papel de cada año.

| AÑO  | TOTAL DE LAS EMISIONES DE t CO <sub>2eq</sub> |
|------|---|
| 2016 | 0,64  |
| 2017 | 0,62  |
| 2018 | 0,67  |

En la figura 28, se puede observar la evolución de las emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de papel.



**Figura 27.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del consumo de papel.

### 3.2.2.3. Resultados de las emisiones por el consumo de plástico y de papel

Se cuantifican las emisiones de CO<sub>2eq</sub> del consumo de plástico y de papel son generadas por las paneleras del sector Ingapi.

En la tabla 34, se muestra las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo que emite de plástico y papel de cada año de todas las paneleras del sector Ingapi.

**Tabla 34.** Las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo que emite de plástico y papel de cada año de todas las paneleras.

| Paneleras  | Año  | Plástico | Papel | Total |
|------------|------|----------|-------|-------|
| Panelera 1 | 2016 | 0,12     | 0,08  | 0,20  |
|            | 2017 | 0,11     | 0,07  | 0,18  |
|            | 2018 | 0,10     | 0,09  | 0,20  |
| Panelera 2 | 2016 | 0,11     | 0,07  | 0,18  |
|            | 2017 | 0,11     | 0,07  | 0,18  |
|            | 2018 | 0,12     | 0,08  | 0,20  |
| Panelera 3 | 2016 | 0,11     | 0,08  | 0,19  |

Continúa...

Continuación...

|            |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|
|            | 2017 | 0,10 | 0,08 | 0,18 |
|            | 2018 | 0,11 | 0,08 | 0,19 |
| Panelera 4 | 2016 | 0,12 | 0,08 | 0,20 |
|            | 2017 | 0,10 | 0,08 | 0,18 |
| Panelera 5 | 2018 | 0,11 | 0,08 | 0,19 |
|            | 2016 | 0,13 | 0,09 | 0,22 |
|            | 2017 | 0,12 | 0,09 | 0,21 |
| Panelera 6 | 2018 | 0,13 | 0,09 | 0,23 |
|            | 2016 | 0,10 | 0,08 | 0,18 |
|            | 2017 | 0,10 | 0,09 | 0,19 |
| Panelera 7 | 2018 | 0,11 | 0,07 | 0,18 |
|            | 2016 | 0,12 | 0,08 | 0,20 |
|            | 2017 | 0,11 | 0,06 | 0,17 |
| Panelera 8 | 2018 | 0,12 | 0,08 | 0,20 |
|            | 2016 | 0,11 | 0,08 | 0,19 |
|            | 2017 | 0,11 | 0,08 | 0,19 |
|            | 2018 | 0,12 | 0,09 | 0,21 |

En la tabla 35, se muestra la sumatoria las emisiones totales de CO<sub>2eq</sub>, de las emisiones del consumo de plástico y de papel de cada panelera.

**Tabla 35.** Sumatoria de las emisiones del consumo de plástico y de papel de cada panelera.

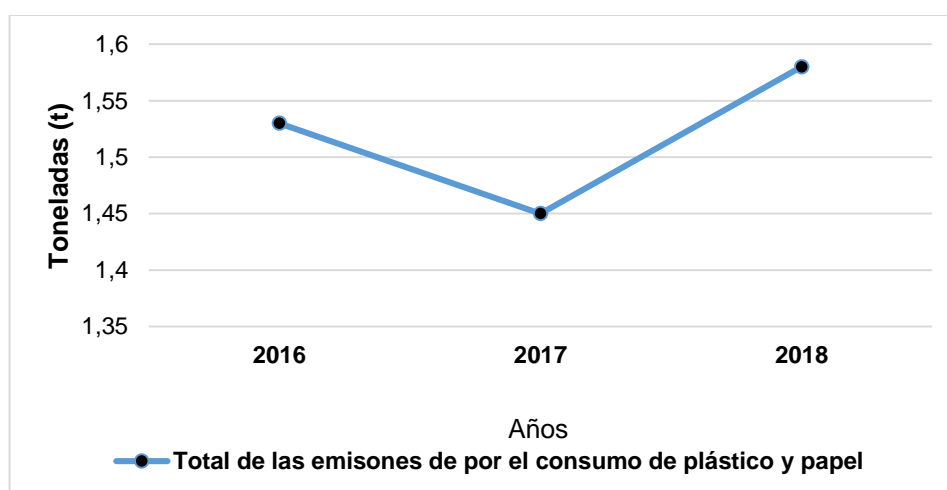
| PANELERA   | SUMATORIA TOTAL DE LAS EMISIONES t CO <sub>2eq</sub> DEL CONSUMO DE PLÁSTICO Y PAPEL DE CADA PANELERA |       | TOTAL |
|------------|---|-------|-------|
|            | Plástico  | Papel |       |
| Panelera 1 | 0,32  | 0,24  | 0,57  |
| Panelera 2 | 0,33  | 0,22  | 0,55  |
| Panelera 3 | 0,32  | 0,24  | 0,56  |
| Panelera 4 | 0,32  | 0,24  | 0,56  |
| Panelera 5 | 0,37  | 0,28  | 0,65  |
| Panelera 6 | 0,30  | 0,24  | 0,55  |
| Panelera 7 | 0,34  | 0,22  | 0,56  |
| Panelera 8 | 0,33  | 0,25  | 0,59  |

En la tabla 36, se muestra la sumatoria las emisiones totales de t CO<sub>2eq</sub>, de las emisiones del consumo de plástico y de papel de cada año.

**Tabla 36.** Sumatoria de las emisiones del consumo de plástico y de papel de cada año

| AÑO  | SUMATORIA TOTAL DE LAS EMISIONES t CO <sub>2eq</sub> DEL CONSUMO DE PLÁSTICO Y PAPEL DE CADA AÑO. |       | TOTAL |
|------|---|-------|-------|
|      | Plástico  | Papel |       |
| 2016 | 0,89  | 0,64  | 1,53  |
| 2017 | 0,83  | 0,62  | 1,45  |
| 2018 | 0,91  | 0,67  | 1,58  |

Se evidencia que en el año 2018, las emisiones totales de CO<sub>2eq</sub>, por el consumo de plástico y de papel son elevadas, a comparación con los años anteriores, este aumento se debe a que aumento la demanda de la panela, por la tanto aumento la producción de la materia prima, lo que corresponde a más consumo de los envases de fertilizantes, de los costales y fundas para la distribución de la panela, el consumo de papel, en la figura 29, se muestra la el aumento de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, de cada año.



**Figura 28.** Total de las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub>, del consumo de plástico y papel.

### 3.2.3. EMISIONES TOTALES DE CO<sub>2eq</sub> DE LAS PANELERAS DEL SECTOR INGAPI.

Conforme al resultado del inventario realizado de los alcances 1 y 2, junto con el inventario de otras emisiones (consumo de plástico y de papel), se ha evaluado la Huella de Carbono de las paneleras del sector Ingapi, durante el período 2016 al 2018.

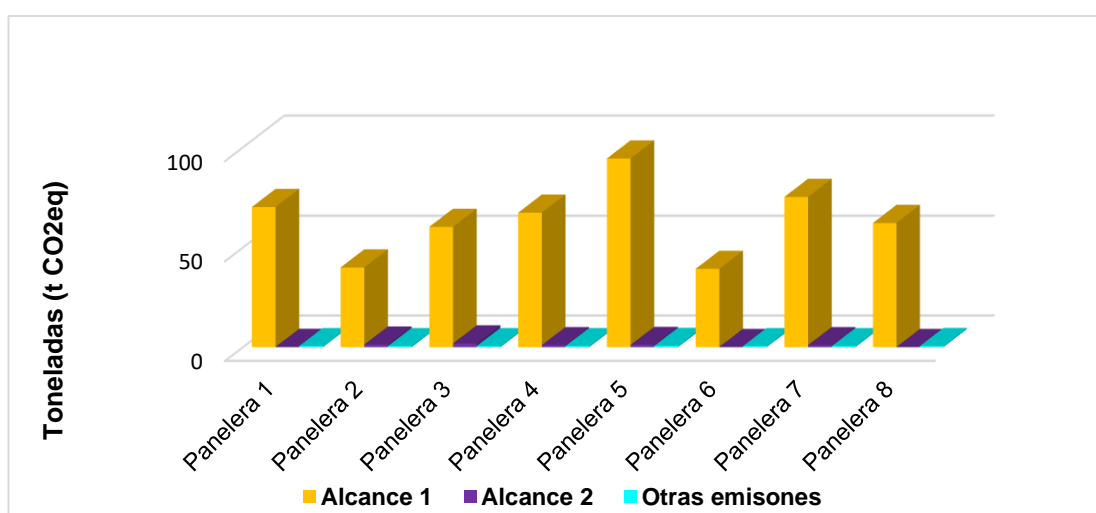
En la tabla 37, se puede apreciar las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada alcance y de otras emisiones (consumo de plástico y papel) de las paneleras del sector Ingapi.

**Tabla 37.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> durante el periodo 2016-2018 de cada panelera.

| Panelera                                     | Alcance 1             | Alcance 2             | Otras emisiones       | Total t CO <sub>2eq</sub> , | Porcentaje |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|------------|
|  | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , |                             |            |
| Panelera 1                                   | 70,22                 | 0,16                  | 0,57                  | 70,95                       | 13,63%     |
| Panelera 2                                   | 40,01                 | 1,33                  | 0,55                  | 41,89                       | 8,04%      |
| Panelera 3                                   | 60,34                 | 1,91                  | 0,56                  | 62,81                       | 12,06%     |
| Panelera 4                                   | 67,38                 | 1,04                  | 0,56                  | 68,98                       | 13,25%     |
| Panelera 5                                   | 94,44                 | 1,15                  | 0,65                  | 96,24                       | 18,48%     |
| Panelera 6                                   | 39,30                 | 0,15                  | 0,55                  | 40,00                       | 7,68%      |
| Panelera 7                                   | 75,27                 | 1,05                  | 0,56                  | 76,88                       | 14,76%     |
| Panelera 8                                   | 62,27                 | 0,10                  | 0,59                  | 62,96                       | 12,09%     |
| <b>Total t CO<sub>2eq</sub> por panelera</b> | 509,23                | 6,89                  | 4,59                  | 520,71                      |            |

Como se evidencia las emisiones de CO<sub>2eq</sub> son similares entre las panelera, a excepción de la panelera 5 (propietario Plutarco Durán), que es notable la elevada huella de carbono en esta panelera por el consumo de combustible perteneciente al alcance 1.

En la figura 30, se puede apreciar los resultados obtenidos de las emisiones de los alcances de cada panelera.



**Figura 29.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> por alcance de cada panelera del sector Ingapi.

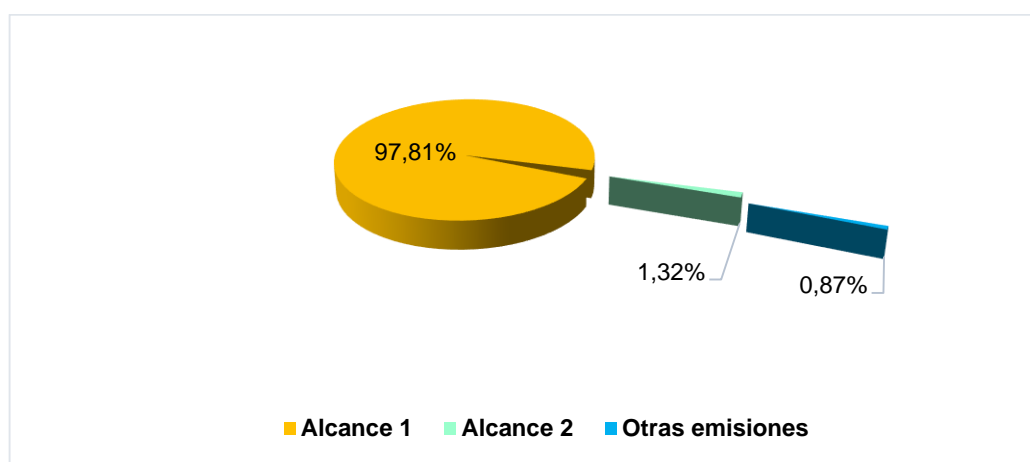
En la tabla 38, se puede observar las emisiones en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de cada alcance y de otras emisiones (consumo de plástico y papel), también se detalla el porcentaje de cada alcance en el período del 2016 al 2018.

**Tabla 38.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> durante el período 2016-2018.

| Año  | Alcance 1             | Alcance 2             | Otras emisiones       | Total t CO <sub>2eq</sub> , |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
|  | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , |                             |
| 2016   | 170,31                | 2,29                  | 1,53                  | 174,13                      |
| 2017   | 162,26                | 2,33                  | 1,45                  | 166,04                      |
| 2018   | 177,14                | 2,27                  | 1,58                  | 180,99                      |
| <b>Total t CO<sub>2eq</sub>. Por alcance</b> | 509,71                | 6,89                  | 4,56                  | 521,16                      |
| <b>Porcentaje</b>                            | 97,80%                | 1,32%                 | 0,87%                 |                             |

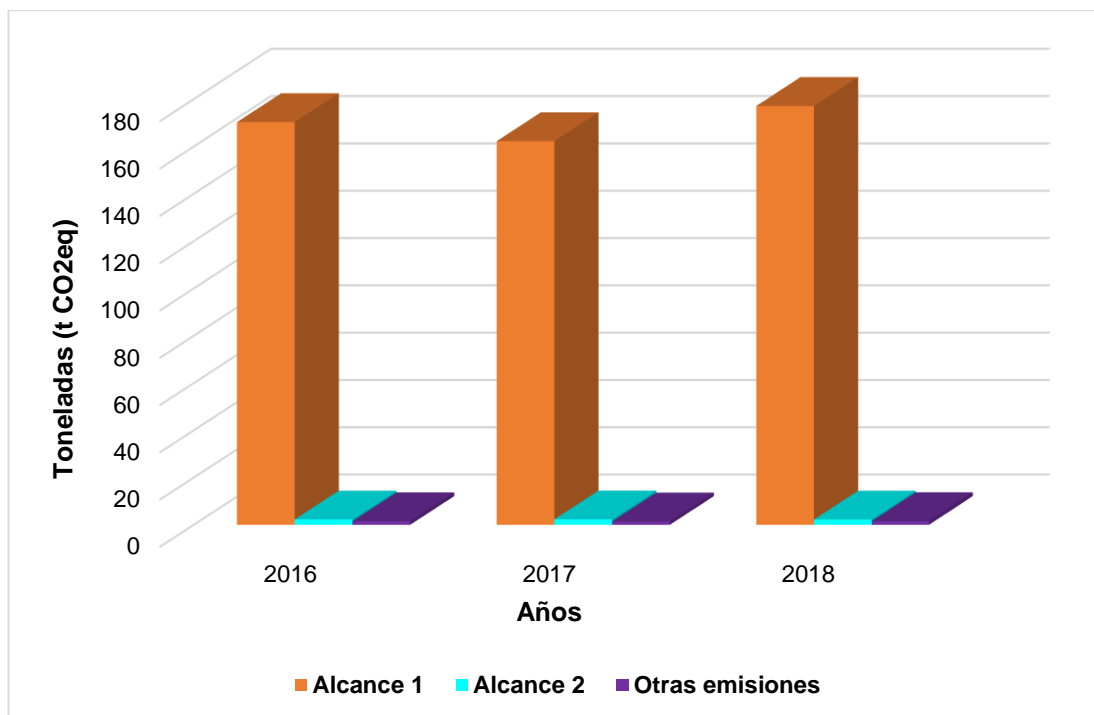
Se puede evidenciar que las emisiones de CO<sub>2eq</sub> han variado con un cambio significativo en el año 2017, que posee un nivel bajo de huella de carbono en comparación a los años 2016 y 2018, sin embargo, la huella de carbono más notable es en el año 2018.

El alcance 1, se evidencia que emite la mayor cantidad de CO<sub>2eq</sub> con un 97,80% de las emisiones totales de las paneleras con respecto a las emisiones del alcance 2 y otras emisiones, como se muestra en la figura 31.



**Figura 30.** Porcentaje de la huella de carbono por alcance de las paneleras del sector de Ingapi.

En la figura 32, se puede apreciar los resultados obtenidos de las emisiones CO<sub>2eq</sub> de los alcances durante el período 2016 al 2018.



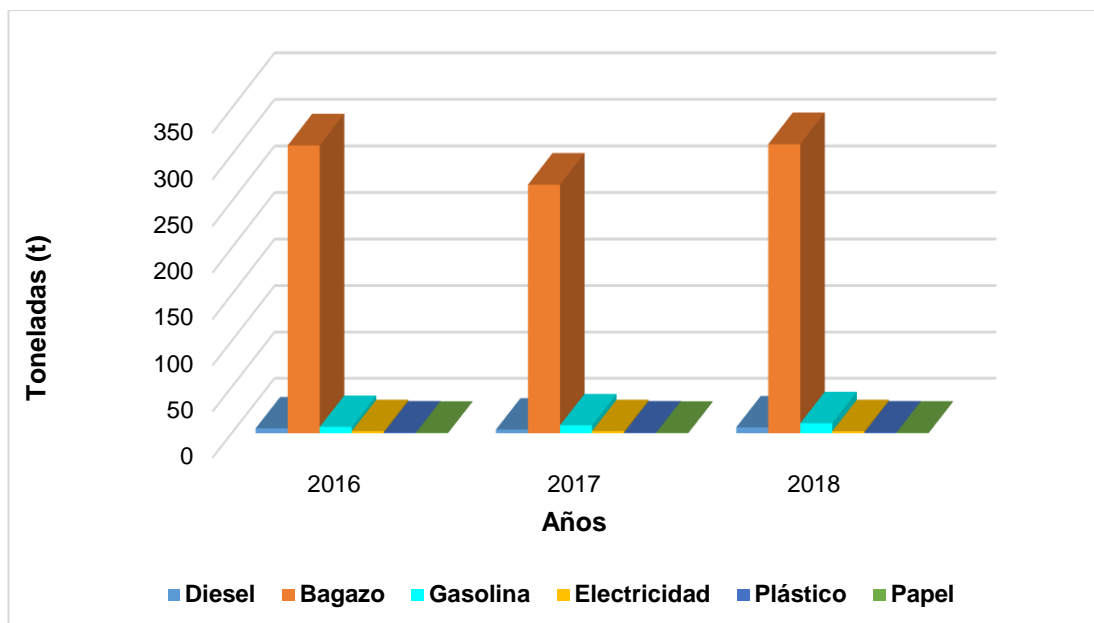
**Figura 31.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> durante el período 2016 al 2018 de las paneleras del sector de Ingapi.

En la tabla 39, en donde se puede observar los componentes que conforma la huella de carbono que emiten las paneleras del sector Ingapi.

**Tabla 39.** Emisiones totales en toneladas de CO<sub>2eq</sub> de los componentes de las paneleras del sector Ingapi.

| Año   | Diesel                | Bagazo                | Gasolina              | Electricidad          | Plástico              | Papel                 |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|       | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , | t CO <sub>2eq</sub> , |
| 2016  | 5,31                  | 163,39                | 1,61                  | 2,29                  | 0,89                  | 0,64                  |
| 2017  | 3,98                  | 156,73                | 1,55                  | 2,33                  | 0,83                  | 0,62                  |
| 2018  | 6,36                  | 169,02                | 1,76                  | 2,27                  | 0,91                  | 0,67                  |
| Total | 15,65                 | 169,02                | 4,492                 | 6,89                  | 2,63                  | 1,93                  |

En la figura 33, se puede valorar las emisiones en toneladas CO<sub>2eq</sub> de los componentes que conforma la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi.



**Figura 32.** Emisiones en toneladas CO<sub>2eq</sub> de los componentes que conforma la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi.

Se puede evidenciar que las emisiones provenientes de la quema del bagazo, son las más elevadas emisiones dentro del inventario de la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi.

En la tabla 40, se puede apreciar el porcentaje de los componentes que conforma la huella de carbono que emiten las paneleras del sector Ingapi.

**Tabla 40.** Porcentaje de las emisiones de CO<sub>2eq</sub> de los componentes de las paneleras del sector Ingapi.

| Año      | Diesel               | Bagazo               | Gasolina             | Electricidad         | Plástico             | Papel                |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|          | t CO <sub>2eq.</sub> | t CO <sub>2eq.</sub> | t CO <sub>2eq.</sub> | t CO <sub>2eq.</sub> | t CO <sub>2eq.</sub> | t CO <sub>2eq.</sub> |
| 2016     | 3,05%                | 93,83%               | 0,92%                | 1,32%                | 0,51%                | 0,37%                |
| 2017     | 2,40%                | 94,39%               | 0,93%                | 1,40%                | 0,50%                | 0,37%                |
| 2018     | 3,51%                | 93,39%               | 0,97%                | 1,25%                | 0,50%                | 0,37%                |
| Promedio | 3,00%                | 93,86%               | 0,94%                | 1,32%                | 0,50%                | 0,37%                |

En el análisis porcentual de los componentes de la huella de carbono de las paneleras del sector de Ingapi, se obtuvo que el componente más elevado es el bagazo con el 93,86% de las emisiones total de CO<sub>2eq.</sub>, y el menor es el consumo de plástico con un 0,37% de las emisiones, este valor es únicamente el plástico utilizados en las actividades de las paneleras.

### 3.2.4. RESULTADOS DEL DIAGRAMA DE PARETO.

En el Diagrama de Pareto se utilizó los datos finales de la estimación de las emisiones en toneladas de CO<sub>2 eq</sub> de cada actividad conjuntamente con su porcentaje, con este método se muestra las actividades que aportan el 80%



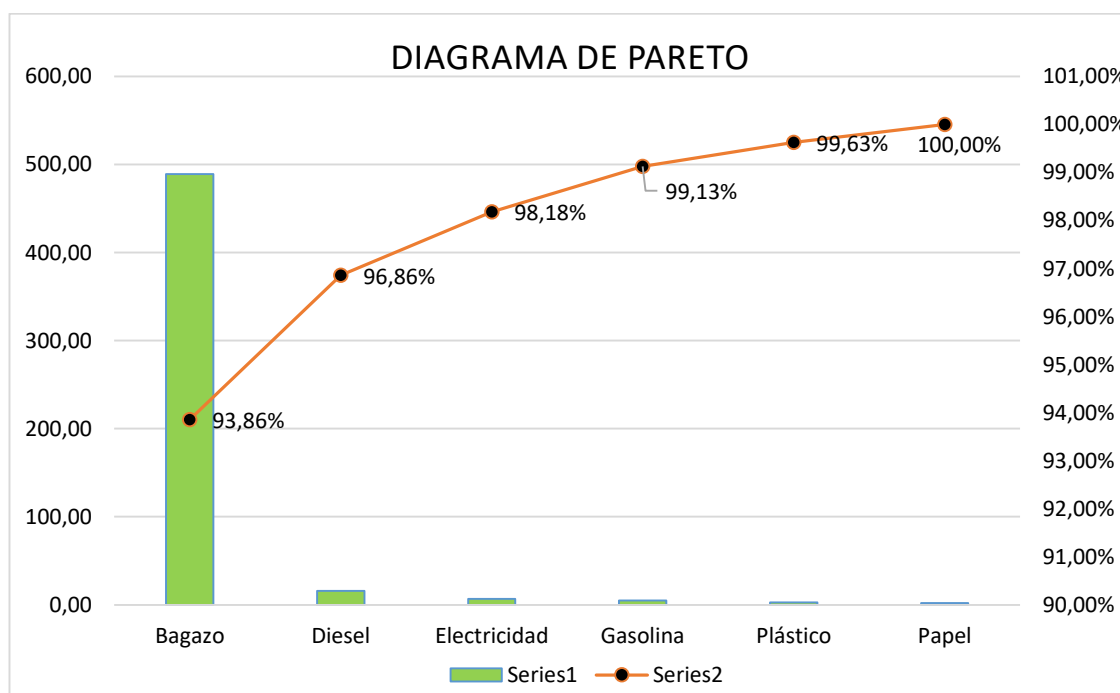
de las emisiones, así poder tomar acciones de reducción de las emisiones para estas actividades.

En la tabla 41, se puede observar los datos para la elaboración del Diagrama de Pareto.

**Tabla 41.** Datos para la elaboración del Diagrama de Pareto.

| CAUSAS       | TOTAL DE LAS EMISIONES DE CO <sub>2</sub> eq | PORCENTAJE | PORCENTAJE ACUMULADO |
|--------------|--|------------|----------------------|
| Bagazo       | 489,14                                       | 93,86%     | 93,86%               |
| Gasolina     | 15,65  | 3,00%      | 96,86%               |
| Diesel       | 6,89   | 1,32%      | 98,18%               |
| Electricidad | 4,92   | 0,94%      | 99,13%               |
| Plástico     | 2,63   | 0,50%      | 99,63%               |
| Papel        | 1,93   | 0,37%      | 100,00%              |
| Total        | 521,16                                       | 100%       |                      |

En la figura 34, se muestra gráficamente el resultado del Diagrama de Pareto con su eje horizontal con las actividades y los ejes de porcentajes de las emisiones, esto se encuentra dentro del 80% que es el de mayor porcentaje.



**Figura 33.** Diagrama de Pareto.

Se evaluó que la actividad que genera más impacto en sus emisiones de CO<sub>2</sub>eq y aporta más del 80% es el bagazo con un 93,86%.

### 3.3. PROPONER MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS PUNTOS CRÍTICOS DE EMISIÓN.

Para la determinación de las medidas de reducción de la huella de carbono, que fueron emitidas por las diferentes actividades que se realiza en la panelera.

#### 3.3.1. RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN y MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO.

##### 3.3.1.1. Medidas de reducción.

En la tabla 43, se realizará la puntuación de cada componente de las emisiones de las paneleras utilizando la puntuación de la tabla 7, del método de Scoring.

La puntuación se realiza mediante los resultados obtenidos de la parte anterior del cálculo de la huella de carbono y del resultado del Diagrama de Pareto, de tal manera que se les dio la calificación a las emisiones más alta de 5 y a las emisiones más bajas de 1.

**Tabla 33.** Puntuación para cada componente.

| COMPONENTE                       | PUNTUACIÓN |                         |
|----------------------------------|------------|-------------------------|
| Combustible Diesel (trapiche)    | 4          | Importante              |
| Generación de Bagazo (hornos)    | 5          | Muy importante          |
| Combustible Gasolina (vehículos) | 4          | Importante              |
| Consumo Energético               | 3          | Mediadamente importante |
| Plástico                         | 1          | Irrelevante             |
| Papel                            | 1          | Irrelevante             |

Se observa que la puntuación más alta es la generación de bagazo que se utiliza como combustibles para los hornos en la fabricación de la panela.

Para la realización de la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero, en la tabla 44, se toma en cuenta las siguientes medidas y se las da una puntuación de acuerdo a la importancia de reducción, para cada componente.

La propuesta de las medidas de reducción que se propone se basa por medio de los resultados obtenidos y de la observación que se realizó en la salida a campo.

**Tabla 34.** Medidas de reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero.

| <b>MEDIDA</b>   | <b>PUNTUACIÓN</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>INDICADOR</b>   |
|---|-------------------|--|--|
| <b>Combustible Diesel (trapiche)</b>  |                   |  |  |
| Mantenimiento periódico a los trapiches.  | 3                 | Verificar la eficiencia de los trapiches con respecto al consumo de diesel.  | Programa de vigilancia de eficiencia mensualmente, que incluya reporte de los mantenimientos de los trapiches.                       |
| <b>Generación de Bagazo (hornos)</b>  |                   |  |  |
| Mantener el bagazo en zonas aireadas y cubiertas para conservar seco para disminuir la humedad. | 5                 | Verificar y adecuar la zona de almacenamiento del bagazo, para conservar seco y disminuir la humedad y permitir mayor eficiencia en la combustión.       | Implementar un plan de mantenimiento mensualmente para los hornos.   |
| Mejoramiento estructural de los hornos.   | 4                 | Rediseñar la estructura de los hornos para no tener pérdidas de calor.   | Implementar un registro semestral del control que se realiza a la estructura de los hornos.  |
| Mantener un registro del consumo de bagazo para maximizar su rendimiento.                       | 3                 | Llegar a cabo un control del consumo que se utiliza en los hornos.   | El registro de consumo se tiene que realizar cada vez que se realice la producción de la panela.                                     |
| <b>Combustible Gasolina (vehículos)</b>   |                   |  |  |
| Mantenimiento de los vehículos.   | 4                 | Mantener un constante mantenimiento y renovación de los vehículos.   | Programa de vigilancia de eficiencia mensualmente, que incluya reporte de los mantenimientos de los vehículos.                       |
| <b>Consumo Energético</b>   |                   |  |  |
| Reemplazar los focos convencionales por ahorradores.  | 3                 | Siendo que la mayoría de las paneleras utilizan focos ahorradores más que los convencionales, es necesario que se cambie totalmente a focos ahorradores. | Programa de vigilancia de eficiencia mensualmente, que incluya reporte que se han cambiado los focos convencionales por ahorradores. |
| Usar la luz natural.  | 1                 | Usar la luz natural por más tiempo   | Programa de vigilancia de eficiencia mensualmente  |
| <b>Plástico</b>   |                   |  |  |

Continúa...

Continuación...

|                          |   |   |  |
|--------------------------|---|---|--|
| Reciclaje del plástico.  | 1 | Poner sitios en donde pueda depositar el plástico utilizado o disponer para otra actividad. | Programa de vigilancia de eficiencia mensual |
| <b>Papel</b>             |   |   |  |
| Reutilización del papel. | 1 | Utilizar al papel por completo.   | Programa de vigilancia de eficiencia mensual |
| Reciclaje del papel.     | 1 | Poner sitios en donde pueda depositar el papel utilizado.                                   | Programa de vigilancia de eficiencia mensual |

De acuerdo a lo explicado en la tabla 8, los criterios se puntuaron basándose en una escala del 1 al 5 como se explica en la tabla 9, los siguientes términos de referencia de las medidas, se realizó la puntuación de las medidas de reducción planteadas anteriormente, en la tabla 45, se muestra los resultados obtenidos por el método de Scoring.

**Tabla 35.** Resultados del método de Scoring para las medidas de reducción.

| Medidas   | Puntuación | Criterios |       |        |              |            | Total |
|---|------------|-----------|-------|--------|--------------|------------|-------|
|   |            | Reducción | Costo | Tiempo | Trasferencia | Relevancia |       |
| <b>Combustible Diesel (trapiche)</b>  |            |           |       |        |              |            |       |
| Mantenimiento periódicamente a los trapiches.   | 3          | 2         | 4     | 3      | 3            | 3          | 45    |
| <b>Generación de Bagazo (hornos)</b>  |            |           |       |        |              |            |       |
| Mantener el bagazo en zonas aireadas y cubiertas para conservar seco para disminuir la humedad. | 5          | 3         | 4     | 3      | 3            | 4          | 85    |
| Mejoramiento estructural de los hornos.   | 4          | 2         | 3     | 3      | 3            | 3          | 56    |
| Mantener un registro del consumo de bagazo para maximizar su rendimiento.                       | 3          | 1         | 5     | 5      | 5            | 1          | 51    |
| <b>Combustible Gasolina (vehículos)</b>   |            |           |       |        |              |            |       |
| Mantenimiento de los vehículos.   | 4          | 2         | 4     | 3      | 3            | 3          | 60    |
| <b>Consumo Energético</b>   |            |           |       |        |              |            |       |

Continúa...

Continuación...

|  |   |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|---|----|
| Reemplazar los focos convencionales por ahorradores. | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2 | 54 |
| Usar la luz natural.                                 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2 | 18 |
| <b>Plástico</b>                                      |   |   |   |   |   |   |    |
| Reciclaje del plástico.                              | 1 | 1 | 5 | 4 | 4 | 2 | 16 |
| <b>Papel</b>   |   |   |   |   |   |   |    |
| Reutilización del papel.                             | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 1 | 17 |
| Reciclaje del papel.                                 | 1 | 1 | 5 | 5 | 4 | 1 | 16 |

### 3.3.1.2. Medidas de mitigación.

Para la realización de la mitigación de las emisiones de los gases de efecto invernadero de las actividades de las paneleras, se analizó de una forma general las actividades que producen los gases, en la tabla 46, se realiza mediante un proceso de puntuación de 1 al 5 para la calificación de las medidas de mitigación presentadas.

Las propuestas de las medidas de reducción que se propone se basan por medio de los resultados obtenidos y de la observación que se realizó en la salida a campo.

**Tabla 36.** Medidas de reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero.

| MEDIDA  | PUNTUACIÓN | DESCRIPCIÓN   |
|---|------------|---|
| Reforestación con plantas nativas de la zona.             | 5          | Reforestar las áreas de procesamiento y aledaños de las paneleras.                  |
| Cambio del uso de combustible por el uso de electricidad. | 5          | Mejorar el uso de una unidad de combustible por el uso de unidades de electricidad. |
| Campañas educativas y de sensibilización.                 | 3          | Sobre los gases de efecto invernadero y el uso y de la eficiencia de los equipos.   |

De acuerdo a lo explicado en la tabla 8, los criterios se puntuaron basándose en una escala de 5 como se explica en la tabla 9 como los siguientes términos de referencia de las medidas, se realizó la puntuación de las medidas de reducción planteadas anteriormente, en la tabla 47, se muestra los resultados obtenidos por el método de Scoring.

**Tabla 37.** Resultados del método de Scoring para las medidas de reducción.

| Medidas   | Puntuación | Criterios |       |        |              |            | Total |
|---|------------|-----------|-------|--------|--------------|------------|-------|
|   |            | Reducción | Costo | Tiempo | Trasferencia | Relevancia |       |
| Reforestación<br>Con plantas<br>nativas de la<br>zona.                | 5          | 4         | 3     | 2      | 4            | 5          | 90    |
| Cambio del<br>uso de<br>combustible<br>por el uso de<br>electricidad. | 5          | 2         | 2     | 2      | 4            | 4          | 70    |
| Realizar<br>campañas<br>educativas                                    | 3          | 1         | 3     | 5      | 4            | 3          | 48    |

En la tabla 48, se puede observar las medidas de reducción y mitigación que obtuvieron mayor puntaje en el método de Scoring.

**Tabla 38.** Selección de las medidas de reducción y mitigación más puntuadas

| MEDIDA DE REDUCCIÓN  | PUNTUACIÓN |
|--|------------|
| Mantener el bagazo en zonas aireadas y cubiertas para conservar seco para disminuir el la humedad. | 85         |
| Mantenimiento de los vehículos.  | 60         |
| Mejoramiento estructural de los hornos.  | 56         |
| MEDIDA DE MITIGACIÓN   | PUNTUACIÓN |
| Reforestación con plantas nativas de la zona.  | 90         |
| Cambio del uso de combustible por el uso de electricidad.  | 70         |

El resultado obtenido de las medidas de reducción de las emisiones de la huella de carbono por el método de Scoring, se puntuó como la mejor alternativa en mantener el bagazo en zonas aireadas y cubiertas para conservar seco para disminuir la humedad, con un puntaje de 85, ya que es un aspecto muy importante, ya que posee un 4% de reducción de las emisiones por cada proceso de elaboración de la panela, durante al año de elaboración un 48% de reducción de las emisiones de igual madera en los criterios de tiempo de implementación, costo, transferencia y relevancia se puntuaron con mayor puntuación, se toman en cuenta las demás alternativas más puntuadas de reducción, para la disminución de las emisiones más elevadas que son el bagazo y el consumo de electricidad.

Para las medidas de mitigación de las emisiones de la huella de carbono, con una puntuación de 90 es la reforestación con plantas nativas de la zona como una medida de aplicación aceptable con un nivel de compensación de las emisiones de un 40% a 50%, junto con cambio del uso de combustible por el uso de electricidad con un puntaje de 80 que posee un nivel de compensación de las emisiones del 20% a 30%.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 4.1. CONCLUSIONES:

- Se evaluó las emisiones de las fuentes fijas y móviles de la industria panelera de Ingapi, se evidencia que las fuentes fijas (trapiches y hornos) emiten una cantidad total de 504,79 toneladas de CO<sub>2eq</sub> en los tres años de estudio, con respecto a las fuentes fijas (vehículos), que emiten una cantidad total de 4,92 toneladas de CO<sub>2eq</sub> en los tres años de estudio. Con respecto a la cantidad de emisiones de las fuentes fijas y móviles en el año 2017, hubo una disminución en la huella de carbono a 162,26 toneladas de CO<sub>2eq</sub> debido a la baja producción de panela en ese año, el factor climático de la zona y la calidad de la materia prima son otros causantes de las bajas emisiones en ese año.
- Los resultados obtenidos de la huella de carbono de las paneleras de Ingapi, evidencian que uno de los principales alcances que aporta más emisiones de CO<sub>2eq</sub> es el alcance 1 con una cantidad de 509,71 toneladas de CO<sub>2eq</sub>, esto se debe a la quema de alrededor de 2 a 4 toneladas de bagazo al mes, lo que representa un 93,86 % de las emisiones totales de la huella de carbono en la industria panelera.
- Las medidas de reducción y de mitigación propuestas en este proyecto se orientan a la disminución de las emisiones producidas por el bagazo. Para lograr esta reducción se debe mantener el bagazo en zonas aireadas y cubiertas, que permitan disminuir la humedad. Otra medida de reducción y mitigación es el mejoramiento de la infraestructura de los hornos, estos mecanismos ayudarán a mantener un nivel de 48 % de compensación de las emisiones de CO<sub>2eq</sub> por cada año.

## **4.2. RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda la implementación de un software de fácil manejo y de libre acceso, que permita que las asociaciones a las que pertenecen las paneleras puedan registrar datos y cuantificar la huella de carbono para mantener un control de las emisiones que se están generando en el sector de la industria panelera.
- Proponer programas de capacitación a los dueños y trabajadores de las paneleras sobre temas relacionados con la huella de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero, para que cuenten con conocimiento sobre las actividades que realiza emisiones que generan y el aporte que podrían proporcionar para su control.
- Se recomienda cambiar los trapiches que consumen diesel, por trapiches eléctricos que consuman menos electricidad y una eficiencia alta. También se recomienda realizar actividades de monitoreo y estudios de captura de los principales gases de efecto invernadero en la zona.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- Center for corporate climate leadership, E. (2018). Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories, 2017(March), 1–5.
- ecosSistemas. (2016). Informe final huella de carbono y plan de mitigación extractora el roble.
- Encalada Cajisaca, F. R., & Ñauta Uzhca, P. G. (2010). Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6115/1/UPS-CT001690.pdf>
- EPA Victoria. (2013). Greenhouse Gas Emission Factors, (May), 1–2.
- Frohmann, A. (2013). Cálculo y etiquetado de la huella de carbono. *Seminario CEPAL - PromPerú*. Retrieved from <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/calidad/431471990rad78322.pdf>
- GESTNOVA Cía. Ltda. (2015). *“Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial De La Parroquia de Pacto*. <https://doi.org/10.1360/zd-2013-43-6-1064>
- Gobierno Nacional del Ecuador. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. *Proceedings of the IEEE Conference on Decision and Control*, 3757–3764. <https://doi.org/10.1109/CDC.2014.7039974>
- González, J., & Padill, V. (2011). *Cambio Climático*.
- IEA. (2018). Emission Factors 2018.
- INECC. (2014). Factores de emision para los diferentes tipos de combustibles fosiles que se consumen en México., 52(5000), 1–62.
- IPCC. (2006a). 2 Energía. *Orientación Del IPCC Sobre Las Buenas Prácticas y La Gestión de La Incertidumbre En Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, 1–103.
- IPCC. (2006b). CAPÍTULO 3. Combustión Móvil. *Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, 78.
- IPCC. (2006c). Combustión estacionaria. *Directrices Del IPCC de 2006 Para*

*Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, 1–47. Retrieved from [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_2\\_Ch2\\_Stationary\\_Combustion.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf)

IPCC. (2007). Informe aceptado por el Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático pero no aprobado en detalles. Retrieved from <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-ts-sp.pdf>

Lauro, S. E., Toscano, A., & Vegni, L. (2008). *Analysis of polarizing properties of birefringent negative indexed materials at optical frequencies. Proceedings of the Mediterranean Electrotechnical Conference - MELECON*. <https://doi.org/10.1109/MELCON.2008.4618473>

Liñán, T. (2017). Factores de emisión y potenciales de calentamiento global Nacionales abril 2017 Módulo II Diplomado ANIQ Tiburcio Liñán Mora Extraído de acuerdo del RENE del DOF Factores de emisión y potenciales de calentamiento global Nacionales abril 2017 Módulo II Dip.

MDMQ, & S.A., S. A. (2013). Evaluación de la huella de carbono y huella hídrica del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), 52, 1–6.

Melo, G. (2018). “MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR MATRIZ QUITO,” III, 80–86.

Menna. (2018). DIESEL (combustible) | Características, propiedades, ventajas y usos. Retrieved July 3, 2019, from <http://como-funciona.co/el-diesel/>

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). Guía de buenas prácticas ambientales.

Naciones Unidas. (2018). Cambio climático | Naciones Unidas. Retrieved July 2, 2019, from <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>

Naranjo, J. (2013). ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA MÓVIL PARA PANELA GRANULADA EN EL CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR. *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/NEJMe0902377>

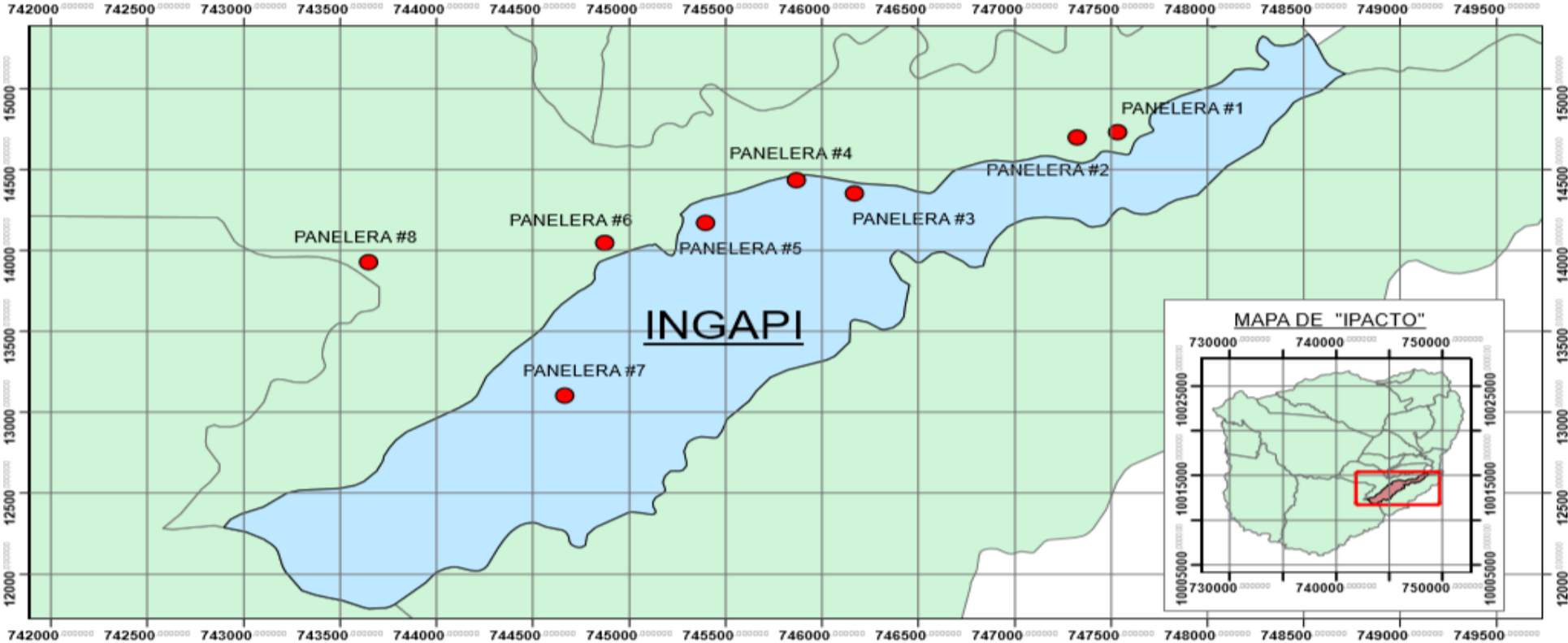
Olmo, O. A. del, Gutierrez, A. H., Herrera, M. A. B., Cabo, O. C., Polo, G. N.

- A., & Rodriguez, N. F. (2016). Bagazo De La Caña De Azuca Propiedades. *Icidca*, 3, 87. Retrieved from [http://karin.fq.uh.cu/acc/2016/CIENCIAS\\_TECNICAS/032/New/Documentación/Parte V/Parte V.pdf](http://karin.fq.uh.cu/acc/2016/CIENCIAS_TECNICAS/032/New/Documentación/Parte V/Parte V.pdf)
- Oña L. (2013). DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, SEDE QUITO, CAMPUS SUR. *Tesis*, 1–100. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Rodas, S. (2014). ESTIMACIÓN Y GESTIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR CAMPUS CENTRALGUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2014. SOFÍA GABRIELA RODAS SAMAYOA CARNET 30652-05 TESIS DE GRADO. *Lincoln Arsyad*, 3(2), 1–46.
- Rojas, C. (2016). PROBLEMA DE DECISIÓN MULTICRITERIO.
- Sanchez, S. (2015). Aplicación De Las 7 Herramientas De La Calidad a Través Del Ciclo De Mejora Continua De Deming En La Sección De Hilandería En La Fábrica Pasamanería S.a, 20–25.
- Sarabia, D. (2019). CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN LA ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS (ESFOT). *Tesis*.
- Taborga, C., Castellón, R., & Valdivieso, O. (2011). DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL MEDIANTE EL USO DE ÁRBOLES DE DECISIÓN, *176*(July), 148–176.
- Vásconez, J. (2015). “PROPUESTA DE MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA SU USO EN EL CAMPUS OCCIDENTAL DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL” TRABAJO, 0–264.
- Viteri, F. (2013). Proyecto De Grado Previo a La Obtención Del Título De : Magister En Sistemas De Gestión Ambiental Tema: Tecnológica Equinoccial . Quito – Ecuador . *Tesis*.
- WRI;WBCSD. (2004). A Corporate Accounting and Reporting Standard(Revised Version), 116.

**ANEXOS**

ANEXO 1.

MAPA DE UBICACIÓN DE LAS PANELERAS DEL SECTOR INGAPI.





## ANEXO 2.

# ENCUESTA REALIZADAS A LOS PROPIETARIOS DE LAS PANELERAS DEL SECTOR INGAPI.



UNIVERSIDAD UTE  
ENCUESTA

Nº: \_\_\_\_

**Objetivo:** Cuantificar y cualificar datos para determinar la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi, para desarrollar medidas de mitigación y reducción de los Gases de Efecto Invernadero.

**Responsable:** Madelyne Priscilla Benavides Osorio.

### Instrucción

Lea detenidamente cada una de las preguntas y marque con una (X) la respuesta.

**Nombre del propietario de la panelera:** \_\_\_\_\_

**Asociación de paneleros:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_ **Género:** M \_\_\_ F \_\_\_

Para recolectar la información se requiere de su ayuda, contestando las siguientes preguntas:

1. ¿Usted conoce que es la Huella de Carbono?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

2. ¿Usted conoce que son los Gases de Efecto Invernadero (GEI)?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

3. ¿Cuál es el medio de transporte en el que usted se traslada a la panelera?

Vehículo ( ) Motocicleta ( ) Bus ( )

A pie ( ) Taxi ( )

4. ¿Qué tipo y caracterización del vehículo posee?

| Tipo de Vehículo | Número de Vehículo | Modelo del Vehículo | Tipo de Combustible | Galones que utiliza en el vehículo (mes) | Número de veces que se moviliza en el vehículo (mes) | Kilómetros recogidos del vehículo |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--|--|-----------------------------------|
| Carro            |                    |                     |                     |  |  |                                   |
| Camioneta        |                    |                     |                     |  |  |                                   |
| Camión           |                    |                     |                     |  |  |                                   |
| Motocicleta      |                    |                     |                     |  |  |                                   |

5. ¿Cuántos y que tipo de combustible utilizan los hornos y trapiches para la elaboración de la panela?

| Hornos              | Trapiche            |
|---------------------|---------------------|
| Entre 1 ( )         | Entre 1 ( )         |
| Entre 2 ( )         | Entre 4 ( )         |
| Más ( )             | Más ( )             |
| Tipo de combustible | Tipo de combustible |

6. ¿Cuántos focos (ahorradores y convencionales) hay en la panelera?

| Tipo de foto   | Número de fotos |
|----------------|-----------------|
| Convencionales |                 |
| Ahorradores    |                 |

7. ¿Cuántas veces y que tiempo se demora en realizar la producción de panela?

Producción semanalmente

tiempo

Entre 1 ( )  
 Entre 2 ( )  
 Entre 3 ( )  
 Más de 4 ( )

|  |
|--|
|  |
|--|

8. ¿Qué utiliza para guardar la panela final?

Costal ( )  
 Fundas ( )  
 Recipiente plástico ( )

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## ANEXO 3.

# ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DE LAS PANELERAS DEL SECTOR INGAPI.



UNIVERSIDAD UTE  
ENCUESTA

Nº: \_\_\_\_

**Objetivo:** Cuantificar y cualificar datos para determinar la huella de carbono de las paneleras del sector Ingapi, para desarrollar medidas de mitigación y reducción de los Gases de Efecto Invernadero.

**Responsable:** Madelyne Priscilla Benavides Osorio.

### Instrucción

Lea detenidamente cada una de las preguntas y marque con una (X) la respuesta.

Personal que trabaja en la panelera.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Género: M \_\_\_ F \_\_\_

Para recolectar la información se requiere de su ayuda, contestando las siguientes preguntas:

1. ¿Usted conoce que es la Huella de Carbono?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

2. ¿Usted conoce que son los Gases de Efecto Invernadero (GEI)?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

3. ¿Cuál es el medio de transporte en el que usted se traslada a la panelera?

Vehículo propio ( ) Motocicleta ( ) Bus ( )  
Bus ( ) A pie ( ) Taxi ( )

4. ¿Qué tipo y caracterización del vehículo posee? ( solo responder si posee vehículo propio)

| Tipo de Vehículo | Número de Vehículo | Modelo del Vehículo | Tipo de Combustible | Galones que utiliza en el vehículo | Número de veces que se moviliza en el vehículo (días) | Kilómetros recogidos |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---|----------------------|
| Carro            |                    |                     |                     |                                    |   |                      |
| Camioneta        |                    |                     |                     |                                    |   |                      |
| Camión           |                    |                     |                     |                                    |   |                      |
| Motocicleta      |                    |                     |                     |                                    |   |                      |

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## ANEXO 4. FICHA TÉCNICA.

| FICHA TECNICA PARA LA RECOLECCION DE DATOS DE LAS PANELERAS DEL SECTOR INGAPI |                  |                  |          |      |      |  |
|---|------------------|------------------|----------|------|------|--|
| Nombre del recolector: Madelyne Priscilla Benavides Osorio.                   |                  |                  |          |      |      |  |
| Nombre de la panelera: _____ No. _____  |                  |                  |          |      |      |  |
| Fecha: _____  |                  |                  |          |      |      |  |
| ELEMENTOS   | UNIDADES         | TIPO DE MEDICION | CANTIDAD |      |      | OBSERVACION  |
|   |                  |                  | 2016     | 2017 | 2018 |  |
| Producción de panela  | Kilogramos       | Anual            |          |      |      | El valor a registrar, corresponde a la producción de panela que producen en cada panelera.                                       |
| Cantidad de materia prima   | Kilogramos       | Anual            |          |      |      | El valor a registrar, corresponde a la cantidad de materia prima (caña de azúcar) que utilizan para la elaboración de la panela. |
| Superficie ocupada por la panelera  | Metros cuadrados | -                |          |      |      | El valor a registrar, corresponde a toda el área ocupada por la panelera.  |
| Cantidad de plástico generado   | Kilogramos       | Anual            |          |      |      | El valor a registrar, corresponde a la cantidad de plástico generada en la panelera.   |
| Cantidad de papel Consumido   | Kilogramos       | Anual            |          |      |      | El valor a registrar, corresponde a la cantidad de papel generada en la panelera.  |
| Consumo de Electricidad   | Kilovatios hora  | Anual            |          |      |      | El valor a registrar, corresponde a la cantidad de electricidad mostrado en la planilla de luz en la panelera.                   |
| Consumo de Combustible en fuentes móviles                                     | Galones          | Anual            |          |      |      | El valor a registrar, corresponde al número de galones ocupados por las fuentes móviles (vehículos)                              |
| Consumo de Combustible en fuentes fijas hornos                                | Kilogramos       | Anual            |          |      |      | El valor a registrar, corresponde al número de kilogramos de bagazo y leña ocupados por las fuentes fijas.                       |
| Consumo de Combustible en fuentes fijas Trapiche                              | Galones          | Anual            |          |      |      | El valor a registrar, corresponde al número de galones ocupados por las fuentes fijas (trapiche).                                |

## ANEXO 5.

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS TRES AÑOS DE INVESTIGACIÓN.

|              | Producción de panela | Cantidad de materia prima | Superficie cosechada por la panelera | Cantidad de plátano generado | Cantidad de papel Consumido | Consumo de Electricidad | Consumo de Combustible en Bombas molinos Gasolina | Consumo de Combustible en Fuentes Fijas Hornos Bagazo | Consumo de Combustible en Fuentes Fijas Tríplice Diesel |
|--------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---|---|---|
| <b>2015</b>  |                      |                           |                                      |                              |                             |                         |   |   |   |
| ENERO        | 35 qq                | 15,5 TON                  |                                      | 4 kg                         |                             | 17 kWh                  | 1,5 gal   | 2,2 TON   | 6 gal   |
| FEBRERO      | 38 qq                | 16,3 TON                  |                                      | 4 kg                         |                             | 13 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 6 gal   |
| MARZO        | 38 qq                | 16,3 TON                  | Plantación                           | 4 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,1 TON   | 6 gal   |
| ABRIL        | 37 qq                | 15,4 TON                  | de cultivo                           | 3 kg                         |                             | 10 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 6 gal   |
| MAYO         | 37 qq                | 15,4 TON                  | 4 kg                                 | 3 kg                         | 6 kg                        | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,1 TON   | 6 gal   |
| JUNIO        | 37 qq                | 15,4 TON                  |                                      | 4 kg                         | plátano                     | 10 kWh                  | 1,5 gal   | 2,0 TON   | 6 gal   |
| JULIO        | 38 qq                | 15,5 TON                  | Extracción                           | 4 kg                         |                             | 16 kWh                  | 1 gal   | 2,1 TON   | 6 gal   |
| AGOSTO       | 38 qq                | 15,5 TON                  | 1,20 m <sup>2</sup>                  | 4 kg                         |                             | 16 kWh                  | 1,5 gal   | 2,1 TON   | 6 gal   |
| SEPTIEMBRE   | 36 qq                | 15 TON                    |                                      | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| OCTUBRE      | 36 qq                | 15 TON                    |                                      | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| NOVIEMBRE    | 37 qq                | 15,3 TON                  |                                      | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 2 gal   | 2,0 TON   | 6 gal   |
| DICIEMBRE    | 37 qq                | 15,3 TON                  |                                      | 3 kg                         |                             | 14 kWh                  | 2 gal   | 2,0 TON   | 6 gal   |
| <b>TOTAL</b> | <b>443 qq</b>        | <b>185,3 TON</b>          | <b>-</b>                             | <b>40 kg</b>                 | <b>6 kg</b>                 | <b>109 kWh</b>          | <b>15 gal</b>                                     | <b>26,9 TON</b>                                       | <b>60 gal</b>   |
| <b>2017</b>  |                      |                           |                                      |                              |                             |                         |   |   |   |
| ENERO        | 35 qq                | 13,5 TON                  |                                      | 3 kg                         |                             | 17 kWh                  | 1,5 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| FEBRERO      | 35 qq                | 13,5 TON                  |                                      | 3 kg                         |                             | 13 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| MARZO        | 35 qq                | 13,5 TON                  | Plantación                           | 3 kg                         |                             | 10 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| ABRIL        | 36 qq                | 13,7 TON                  | de cultivo                           | 3 kg                         | 3 kg de                     | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| MAYO         | 35 qq                | 13,5 TON                  | 4 kg                                 | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| JUNIO        | 35 qq                | 13,5 TON                  | Extracción                           | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| JULIO        | 34 qq                | 13,3 TON                  | 1,20 m <sup>2</sup>                  | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| AGOSTO       | 35 qq                | 13,5 TON                  |                                      | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| SEPTIEMBRE   | 34 qq                | 13,3 TON                  |                                      | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| OCTUBRE      | 35 qq                | 13,5 TON                  |                                      | 3 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 4 gal   |
| NOVIEMBRE    | 35 qq                | 13,5 TON                  |                                      | 3 kg                         |                             | 14 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 6 gal   |
| DICIEMBRE    | 35 qq                | 13,5 TON                  |                                      | 4 kg                         |                             | 15 kWh                  | 1 gal   | 2,0 TON   | 6 gal   |
| <b>TOTAL</b> | <b>419 qq</b>        | <b>161,3 TON</b>          |                                      | <b>27 kg</b>                 | <b>7 kg de</b>              | <b>206 kWh</b>          | <b>16 gal</b>                                     | <b>25,3 TON</b>                                       | <b>54 gal</b>   |

|              |       |           |                    | 2018  |         |         |          |        |
|--------------|-------|-----------|--------------------|-------|---------|---------|----------|--------|
| ENERO        | 3899  | 14,6 TON  |                    |       |         |         |          |        |
| FEBRERO      | 3899  | 14,6 TON  |                    | 4 kg  | 14 kWh  | 1,5 gal | 2,2 TON  | 6 gal  |
| MARZO        | 3899  | 14,6 TON  |                    | 3 kg  | 14 kWh  | 1,5 gal | 2,2 TON  | 6 gal  |
| ABRIL        | 3899  | 14,6 TON  | Montevideo         | 3 kg  | 19 kWh  | 1 gal   | 2,2 TON  | 6 gal  |
| MAYO         | 3899  | 14,6 TON  | 4 ha               | 4 kg  | 16 kWh  | 2 gal   | 2,2 TON  | 6 gal  |
| JUNIO        | 3899  | 14,6 TON  |                    | 11 kg | 15 kWh  | 2 gal   | 2,3 TON  | 6 gal  |
| JULIO        | 3799  | 14,2 TON  | Estrecho           | 11 kg | 15 kWh  | 1 gal   | 2,2 TON  | 6 gal  |
| AGOSTO       | 3899  | 14,6 TON  | 120 m <sup>2</sup> | 2 kg  | 19 kWh  | 1 gal   | 2,3 TON  | 6 gal  |
| SEPTIEMBRE   | 3799  | 14,2 TON  |                    | 2 kg  | 14 kWh  | 1 gal   | 2,2 TON  | 6 gal  |
| OCTUBRE      | 3899  | 14,6 TON  |                    | 3 kg  | 16 kWh  | 1 gal   | 1,9 TON  | 6 gal  |
| NOVIEMBRE    | 3999  | 15 TON    |                    | 3 kg  | 15 kWh  | 1 gal   | 2,2 TON  | 6 gal  |
| DICIEMBRE    | 3999  | 15 TON    |                    | 4 kg  | 19 kWh  | 2 gal   | 2,3 TON  | 7 gal  |
| <b>TOTAL</b> | 45699 | 196,4 TON |                    | 40 kg | 18 kWh  | 7 gal   | 2,4 TON  | 7 gal  |
|              |       |           |                    |       | 191 kWh | 17 gal  | 26,5 TON | 79 gal |

## ANEXO 6. MATRIZ DE LEOPOLD

|                       |             |                        | MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES |         |               |         |                             |  |                                 |   |                           |                               |                                       |    |    |                       |                       |       |
|-----------------------|-------------|------------------------|--|---------|---------------|---------|-----------------------------|--|---------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----|----|-----------------------|-----------------------|-------|
| ELEMENTOS             | COMPONENTES | IMPACTOS / ACTIVIDADES | ACTIVIDADES DE CAMPO                         |         |               |         | ELABORACIÓN DE LA PANELA    |  |                                 |   | OTRAS ACTIVIDADES         |                               |                                       |    |    | Actividades positivas | Actividades negativas | TOTAL |
|                       |             |                        | Adecuación del terreno                       | Siembra | Fertilización | Cosecha | Extracción del jugo de caña | Clarificación, evaporación y concentración | Disposición final de la cachaza | Lavado de instalaciones, equipos y utensilios | Distribución de la panela | Almacenamiento de combustible | Disposición final de desechos sólidos |    |    |                       |                       |       |
| M<br>E<br>D<br>I<br>O | ABÓTICO     | AIRE                   | 5 / 3  | 2 / 6   | 6 / 5         | 7 / 8   | 6 / 8                       | 5 / 6                                      | 3 / 6                           |   | 4 / 8                     | 2 / 5                         |                                       | 0  | 9  | -251                  |                       |       |
|                       |             | EMISIÓN DE OLORES      | 2 / 3  | 2 / 4   | 8 / 7         | 2 / 5   | 6 / 7                       | 9 / 7                                      | 8 / 8                           | 2 / 4   | 5 / 6                     | 7 / 5                         | 8 / 6                                 | 0  | 11 | -370                  |                       |       |
|                       | SUELO       | CALIDAD DEL SUELO      | 5 / 8  | 7 / 5   | 7 / 8         | 5 / 4   | 1 / 4                       | 3 / 6                                      | 7 / 5                           |   |                           | 1 / 4                         | 7 / 8                                 | 0  | 9  | -268                  |                       |       |
|                       |             | DEGRADACIÓN DEL SUELO  | 6 / 7  | 6 / 8   | 7 / 5         | 5 / 6   |                             | 2 / 4                                      | 7 / 8                           | 2 / 4   |                           | 4 / 6                         | 8 / 7                                 | 0  | 9  | -307                  |                       |       |
|                       | AGUA        | CALIDAD DE AGUA        | 2 / 5  | 5 / 6   | 5 / 7         | 4 / 6   |                             | 4 / 6                                      | 4 / 7                           | 7 / 5   |                           |                               |                                       | 0  | 7  | -186                  |                       |       |
| BIÓTICO               | FLORA       | CUBIERTA VEGETAL       | 6 / 4  | 4 / 3   | 5 / 6         | 5 / 6   |                             |  | 4 / 4                           |   |                           |                               | 5 / 7                                 | 0  | 6  | -147                  |                       |       |
|                       | FAUNA       | DIVERSIDAD BIOLÓGICA   |  |         | 3 / 4         |         |                             |  | 4 / 6                           |   |                           | 2 / 4                         | 2 / 5                                 | 0  | 4  | -54                   |                       |       |
| SOCIO<br>ECONÓMICO    | ECONÓMICO   | EMPLEO                 | 9 / 7  | 7 / 8   | 7 / 7         | 8 / 6   | 5 / 7                       | 7 / 7                                      | 5 / 6                           | 7 / 8   | 8 / 9                     | 2 / 5                         | 6 / 7                                 | 11 | 0  | 510                   |                       |       |
|                       | SOCIAL      | SALUD                  |  | 4 / 7   | 5 / 8         | 2 / 7   | 4 / 7                       |  |                                 | 3 / 6   |                           |                               | 6 / 7                                 | 0  | 6  | -170                  |                       |       |
|                       |             | PAISAJE                | 3 / 4  | 2 / 5   |               | 4 / 6   |                             |  | 4 / 6                           |   |                           |                               | 7 / 4                                 | 0  | 5  | -98                   |                       |       |
| EVALUACIONES          |             | Actividades positivas  | 1  | 1       | 1             | 1       | 1                           | 1  | 1                               | 1   | 1                         | 1                             | 1                                     | 11 |    |                       |                       |       |
|                       |             | Actividades negativas  | 7  | 8       | 8             | 8       | 4                           | 5  | 8                               | 4   | 2                         | 5                             | 7                                     |    | 66 |                       |                       |       |
|                       |             | MAGNITUD / IMPORTANCIA | -170   | -191    | -398          | -163    | -122                        | -143                                       | -265                            | -69   | -62                       | -81                           | -275                                  |    |    | -1341                 |                       |       |

# ANEXO 7.

## CÁLCULO DE PARA FUENTES FIJAS (TRAPICHE – DIESEL).

Ejemplo del cálculo de las fuentes fijas de la primera panelera.

Aplicación de la fórmula 2 para las fuentes fijas.

- Año 2016

68 gal – TJ

Transformación de unidades.

$$68 \text{ gal de Diesel} \frac{0.00014652 \text{ TJ}}{1 \text{ gal de Diesel}} = 0,00996 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00996 \text{ TJ} \times 74100 \text{ Kg/TJ} \\ &= 738,28 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0.74 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00996 \text{ TJ} \times 3 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,0298 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0.0000299 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00996 \text{ TJ} \times 0.6 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,00598 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,00000598 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- Año 2017

54 gal – TJ

Transformación de unidades.

$$54 \text{ gal de Diesel} \frac{0.00014652 \text{ TJ}}{1 \text{ gal de Diesel}} = 0,00791 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00791 \text{ TJ} \times 74100 \text{ Kg/TJ} \\ &= 586,28 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,59 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\text{Emisión GEI combustible} = 0,00791 \text{ TJ} \times 3 \text{ Kg/TJ}$$



$$= 0,0237 \text{ Kg CH}_4$$

$$= 0.0000237 \text{ Toneladas de CH}_4$$

N<sub>2</sub>O

$$\text{Emisión GEI combustible} = 0,00791 \text{ TJ} \times 0.6 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}}$$

$$= 0,00475 \text{ Kg N}_2\text{O}$$

$$= 0,00000475 \text{ Toneladas de N}_2\text{O}$$

- **Año 2018**

**74 gal – TJ**

Transformación de unidades.

$$48 \text{ gal de Diesel} \frac{0.00014652 \text{ TJ}}{1 \text{ gal de Diesel}} = 0.1084 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\text{Emisión GEI combustible} = 0.1084 \text{ TJ} \times 74100 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}}$$

$$= 803,42 \text{ Kg CO}_2$$

$$= 0.80 \text{ Toneladas de CO}_2$$

CH<sub>4</sub>

$$\text{Emisión GEI combustible} = 0.1084 \text{ TJ} \times 3 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}}$$

$$= 0,0325 \text{ Kg CH}_4$$

$$= 0.0000325 \text{ Toneladas de CH}_4$$

N<sub>2</sub>O

$$\text{Emisión GEI combustible} = 0.1084 \text{ TJ} \times 0.6 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}}$$

$$= 0,00651 \text{ Kg N}_2\text{O}$$

$$= 0,00000651 \text{ Toneladas de N}_2\text{O}$$

## Anexo 8.

### CÁLCULO DE PARA FUENTES FIJAS (BAGAZO).

Ejemplo del cálculo de las fuentes fijas de la primera panelera.

Aplicación de la fórmula 2 para las fuentes fijas.

- Año 2016

Transformación de unidades.

$$\begin{aligned} & \mathbf{32,5 \text{ t} - TJ} \\ 32,5 \text{ Tonelada} & \frac{1684990 \text{ KCal}}{1 \text{ T Bagazo}} \cdot \frac{4,1868^{-9} \text{ TJ}}{1 \text{ KCal}} = 0,229 \text{ TJ} \end{aligned}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,229 \text{ TJ} \times 100000 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 22900 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 22,93 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,229 \text{ TJ} \times 30 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 6,878 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,00688 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,229 \text{ TJ} \times 4 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 0,917 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,000917 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- Año 2017

$$\begin{aligned} & \mathbf{30,5 \text{ t} - TJ} \\ 30,5 \text{ toneladas} & \frac{1684990 \text{ KCal}}{1 \text{ T Bagazo}} \cdot \frac{4,1868^{-9} \text{ TJ}}{1 \text{ KCal}} = 0,215 \text{ TJ} \end{aligned}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,215 \text{ TJ} \times 100000 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 21500 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 21,52 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,215 \text{ TJ} \times 30 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 6,455 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,00646 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N2O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,215 \text{ TJ} \times 4 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,860 \text{ Kg N2O} \\ &= 0,000861 \text{ Toneladas de N2O} \end{aligned}$$

- **Año 2018**

Transformación de unidades.

**33,3 t – TJ**

$$33,3 \text{ toneladas} \frac{1684990 \text{ KCal}}{1 \text{ T Bagazo}} \cdot \frac{4,1868^{-9} \text{ TJ}}{1 \text{ KCal}} = 0,235 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO2

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,235 \text{ TJ} \times 100000 \text{ Kg/TJ} \\ &= 23500 \text{ Kg CO2} \\ &= 23,50 \text{ Toneladas de CO2} \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,235 \text{ TJ} \times 30 \text{ Kg/TJ} \\ &= 7,04 \text{ Kg CH4} \\ &= 0,00705 \text{ Toneladas de CH4} \end{aligned}$$

N2O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,235 \text{ TJ} \times 4 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,939 \text{ Kg N2O} \\ &= 0,000940 \text{ Toneladas de N2O} \end{aligned}$$

## ANEXO 9.

### CÁLCULO DE PARA FUENTES MÓVILES (VEHÍCULOS).

Ejemplo del cálculo de las fuentes móviles de la primera panelera.

Aplicación de la fórmula 4 para las fuentes móviles.

- **Año 2016**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

**15,5 gal – TJ**

$$15,5 \text{ gal de gasolina} \frac{0,00013176 \text{ TJ}}{1 \text{ gal de gasolina}} = 0,00204 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00204 \text{ TJ} \times 69300 \text{ Kg/TJ} \\ &= 141,53 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,14 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00204 \text{ TJ} \times 25 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,051 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,0000511 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00204 \text{ TJ} \times 8 \text{ Kg/TJ} \\ &= 0,016 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,00001,63 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- **Año 2017**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

**16,5 t – TJ**

$$16,5 \text{ gal de gasolina} \frac{0,00013176 \text{ TJ}}{1 \text{ gal de gasolina}} = 0,00217 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00217 \text{ TJ} \times 69300 \text{ Kg/TJ} \\ &= 150,66 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,15 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00217 \text{ TJ} \times 25 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 0,054 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,0000544 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00217 \text{ TJ} \times 8 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 0,0174 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,0000174 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- **Año 2018**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

**17 gal – TJ**

$$17 \text{ gal de gasolina} \frac{0,00013176 \text{ TJ}}{1 \text{ gal de gasolina}} = 0,00224 \text{ TJ}$$

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00224 \text{ TJ} \times 69300 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 155,22 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,16 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00224 \text{ TJ} \times 25 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 0,056 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,0000560 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 0,00224 \text{ TJ} \times 8 \frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \\ &= 0,0179 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,00000179 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

## ANEXO 10.

### CÁLCULO PARA EL CONSUMO DE ELECTRICIDAD.

Ejemplo del cálculo del consumo de electricidad de la primera panelera.

Aplicación de la fórmula 6 para la determinación de los gases de efecto invernadero del consumo de electricidad.

- **Año 2016**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI} &= 194 \text{ Kwh} \times 0,298220926 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 57,85 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,057 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI} &= 194 \text{ Kwh} \times 0,00001060673 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 0,00205 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,00000205 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI} &= 194 \text{ Kwh} \times 0,00000202231 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 0,000392 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,000000392 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- **Año 2017**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI e} &= 206 \text{ Kwh} \times 0,298220926 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 61,43 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,061 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI} &= 206 \text{ Kwh} \times 0,00001060673 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 0,00218 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,00000218 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI} &= 206 \text{ Kwh} \times 0,00000202231 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 0,000416 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,000000416 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- **Año 2018**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI} &= 194 \text{ Kwh} \times 0,298220926 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 57,85 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,057 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI} &= 194 \text{ Kwh} \times 0,00001060673 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 0,00205 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,00000205 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI} &= 194 \text{ Kwh} \times 0,00000202231 \text{ Kg/Kwh} \\ &= 0,000392 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,000000392 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

## ANEXO 11.

### CÁLCULO PARA EL CONSUMO DE PLÁSTICO.

Ejemplo del cálculo del consumo de plástico de la primera panelera.

Aplicación de la fórmula 7 para la determinación de los gases de efecto invernadero del consumo de plástico.

- **Año 2016**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 40 \text{ Kg} \times 2,905 \text{ Kg/Kg} \\ &= 116,2 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,11 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 40 \text{ Kg} \times 0,000000134041 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,000034 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,000000534 \text{ oneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 40 \text{ Kg} \times 0,00000661386 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,00244 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,00000244 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- **Año 2017**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 37 \text{ Kg} \times 2,905 \text{ Kg/Kg} \\ &= 107,48 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,107 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 37 \text{ Kg} \times 0,000000134041 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,0000495 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,000000495 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 37 \text{ Kg} \times 0,00000661386 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,00244 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,0000244 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$



- **Año 2018**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 35 \text{ Kg} \times 2,905 \text{ Kg/Kg} \\ &= 101,67 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,101 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 35 \text{ Kg} \times 0,000000134041 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,0000469 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,000000469 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 35 \text{ Kg} \times 0,00000661386 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,00231 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,0000231 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

## ANEXO 12.

### CÁLCULO PARA EL CONSUMO DE PAPEL.

Ejemplo del cálculo del consumo de papel de la primera panelera.

Aplicación de la fórmula 8 para la determinación de los gases de efecto invernadero del consumo de papel.

- **Año 2016**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 8 \text{ Kg} \times 0,991 \text{ Kg/Kg} \\ &= 7,92 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,00792 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 8 \text{ Kg} \times 0,0060 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,048 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,000048 \text{ oneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 8 \text{ Kg} \times 0,0299 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,239 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,000239 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- **Año 2017**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 7 \text{ Kg} \times 0,991 \text{ Kg/Kg} \\ &= 6,93 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,00693 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 7 \text{ Kg} \times 0,0060 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,0420 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,0000420 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 7 \text{ Kg} \times 0,0299 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,2093 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,0002093 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

- **Año 2018**

Cálculo de los gases de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 10 \text{ Kg} \times 0,991 \text{ Kg/Kg} \\ &= 9,911 \text{ Kg CO}_2 \\ &= 0,0099 \text{ Toneladas de CO}_2 \end{aligned}$$

CH<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 10 \text{ Kg} \times 0,0060 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,06 \text{ Kg CH}_4 \\ &= 0,0000600 \text{ Toneladas de CH}_4 \end{aligned}$$

N<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned} \text{Emisión GEI combustible} &= 10 \text{ Kg} \times 0,0299 \text{ Kg/Kg} \\ &= 0,299 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ &= 0,000299 \text{ Toneladas de N}_2\text{O} \end{aligned}$$

## ANEXO 13.

### TABLA DE PRODUCCIÓN DE PANELA DE CADA PANELERA DEL SECTOR DE INGAPI.

En las ocho paneleras del sector Ingapi, se recolecto los datos de la producción de panela de los años 2016 al 2018, es importante conocer la producción, ya que se necesita para tener una guía de consumo de diesel para los trapique y la quema del bagazo para el funcionamiento de los hornos.

| PANELERAS           | 2016 | 2017 | 2018 | TOTAL |
|---------------------|------|------|------|-------|
| <b>Quítales (q)</b> |      |      |      |       |
| Panelera 1          | 447  | 419  | 456  | 1322  |
| Panelera 2          | 378  | 368  | 390  | 1136  |
| Panelera 3          | 239  | 234  | 267  | 740   |
| Panelera 4          | 426  | 405  | 429  | 1260  |
| Panelera 5          | 591  | 581  | 600  | 1772  |
| Panelera 6          | 238  | 227  | 261  | 726   |
| Panelera 7          | 480  | 450  | 492  | 1422  |
| Panelera 8          | 384  | 371  | 408  | 1163  |

#### Tipos de trapiches que utilizan las paneleras del sector Ingapi.

| PANELERAS         | MODELO                                   | POTENCIA |
|-------------------|--|----------|
| <b>Panelera 1</b> | Trapiche horizontal de dos masas Dafigo  | 5 HP     |
| <b>Panelera 2</b> | Trapiche horizontal de dos masas Dafigo  | 5 HP     |
| <b>Panelera 3</b> | Trapiche horizontal de tres masas Dafigo | 12 HP    |
| <b>Panelera 4</b> | Trapiche horizontal de dos masas Dafigo  | 5 HP     |
| <b>Panelera 5</b> | Trapiche horizontal de tres masas Dafigo | 12 HP    |
| <b>Panelera 6</b> | Trapiche horizontal de tres masas Dafigo | 12 HP    |
| <b>Panelera 7</b> | Trapiche horizontal de dos masas Dafigo  | 5 HP     |
| <b>Panelera 8</b> | Trapiche horizontal de tres masas Dafigo | 12 HO    |

## ANEXO 14.

### RESULTADOS DE LA COMPROBACIÓN DEL CONSUMO DE BAGAZO.

|               | PESO<br>CAÑA kg | BAGAZO<br>kg | JUGO<br>kg | AGUA<br>kg | SACAROSA<br>kg | PORCENTAJE COMPONENTES DE<br>CAÑA |            |                |
|---------------|-----------------|--------------|------------|------------|----------------|-----------------------------------|------------|----------------|
|               |                 |              |            |            |                | BAGAZO<br>kg                      | AGUA<br>kg | SACAROSA<br>kg |
| MUESTR<br>A 1 | 1,1             | 0,15         | 0,95       | 0,84       | 0,11           | 14%                               | 76%        | 10%            |
| MUESTR<br>A 2 | 1,3             | 0,23         | 1,07       | 0,94       | 0,12           | 18%                               | 73%        | 10%            |
| MUESTR<br>A 3 | 1,3             | 0,26         | 1,04       | 0,90       | 0,14           | 20%                               | 69%        | 11%            |
| MUESTR<br>A 4 | 1,4             | 0,25         | 1,15       | 1,01       | 0,14           | 18%                               | 72%        | 10%            |
| MUESTR<br>A 5 | 1,1             | 0,17         | 0,94       | 0,84       | 0,10           | 15%                               | 76%        | 9%             |
| MUESTR<br>A 6 | 1,2             | 0,19         | 1,01       | 0,89       | 0,12           | 16%                               | 74%        | 10%            |
| MUESTR<br>A 7 | 1,4             | 0,21         | 1,19       | 1,01       | 0,18           | 15%                               | 72%        | 13%            |
| MUESTR<br>A 8 | 1,2             | 0,17         | 1,03       | 0,86       | 0,17           | 14%                               | 72%        | 14%            |
|               |                 |              |            |            |                | 16%                               | 73%        | 11%            |

Para la comprobación de la información que fue proporcionada por los propietarios de las paneleras, se realizó mediante una muestra de caña de las ocho paneleras, se determinó su peso de la caña, posteriormente se realizó la molienda de la caña obteniendo el peso del bagazo y se procedió a realizar el proceso de fabricación de la panela obteniendo resultados de porcentaje de jugo, agua y de sacarosa. Con estos valores se pudo determinar el valor que se quema de bagazo para el funcionamiento de los hornos.

## ANEXO 15.

### CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO.

Ejemplo de cálculo de la huella de carbono de la primera panelera.

#### FUENTES FIJAS (TRAPICHE – DIESEL).

##### AÑO 2016

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0.74 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,0000298 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,00000598 \text{ t } N_2O \times 289)$$

$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,74$$

##### AÑO 2017

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0.59 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,0000237 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,00000475 \text{ t } N_2O \times 289)$$

$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,59$$

##### AÑO 2018

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0.80 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,0000325 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,00000651 \text{ t } N_2O \times 289)$$

$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,80$$

Ejemplo de cálculo de la huella de carbono de la primera panelera.

### **FUENTES FIJAS (HORNOS – BAGAZO).**

#### **AÑO 2016**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (22,93 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,00688 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,000917 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 22,94$$

#### **AÑO 2017**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (21,52 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,00646 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,000861 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 21,52$$

#### **AÑO 2018**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (23,49 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,00705 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,000940 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 23,50$$

Ejemplo de cálculo de la huella de carbono de la primera panelera.

### **FUENTES MÓVILES (VEHÍCULO - GASOLINA).**

#### **AÑO 2016**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0,14 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,0000511 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,0000163 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,14$$

#### **AÑO 2017**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0,15 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,0000544 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,0000174 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,15$$

#### **AÑO 2018**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0,16 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,0000560 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,0000179 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,16$$

### **ALCANCE 2 (CONSUMO DE ELECTRICIDAD).**

#### **AÑO 2016**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0,05 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,00000205 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,000000392 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,05$$

#### **AÑO 2017**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0,06 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,00000218 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,000000416 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,06$$

#### **AÑO 2018**

$$t \text{ de } CO_2 \text{ eq} = (0,05 \text{ t } CO_2 \times 1) + (0,00000205 \text{ t } CH_4 \times 78) + (0,000000392 \text{ t } N_2O \times 289)$$
$$\text{toneladas dde } CO_2 \text{ eq} = 0,05$$

### OTRAS EMISIONES (CONSUMO DE PLÁSTICO).

#### AÑO 2016

$$t \text{ CO2 eq} = (0,11 \text{ t CO2} \times 1) + (0,0000000495 \text{ t CH4} \times 78) + (0,00000244 \text{ t N2O} \times 289)$$

*toneladas dde CO2 eq = 0,11*

#### AÑO 2017

$$t \text{ CO2 eq} = (0,10 \text{ t CO2} \times 1) + (0,0000000469 \text{ t CH4} \times 78) + (0,00000231 \text{ t N2O} \times 289)$$

*toneladas dde CO2 eq = 0,10*

#### AÑO 2018

$$t \text{ CO2 eq} = (0,12 \text{ t CO2} \times 1) + (0,0000000536 \text{ t CH4} \times 78) + (0,00000264 \text{ t N2O} \times 289)$$

*toneladas dde CO2 eq = 0,12*

### OTRAS EMISIONES (CONSUMO DE PAPEL).

#### AÑO 2016

$$t \text{ de CO2 eq} = (0,08 \text{ t CO2} \times 1) + (0,0000480 \text{ t CH4} \times 78) + (0,000239 \text{ t N2O} \times 289)$$

*toneladas dde CO2 eq = 0,08*

#### AÑO 2017

$$t \text{ de CO2 eq} = (0,07 \text{ t CO2} \times 1) + (0,0000420 \text{ t CH4} \times 78) + (0,000600 \text{ t N2O} \times 289)$$

*toneladas dde CO2 eq = 0,007*

#### AÑO 2018

$$t \text{ de CO2 eq} = (0,09 \text{ t CO2} \times 1) + (0,0000209 \text{ t CH4} \times 78) + (0,000299 \text{ t N2O} \times 289)$$

*toneladas dde CO2 eq = 0,09*



## ANEXO 16.

### SUMATORIA DE LA HUELLA DE CARBONO TOTAL DE CADA PANELERA.

Panelera 1

$$\begin{aligned} &= (\text{Alcance 1}) + (\text{Alcance 2}) + (\text{Otras Emisiones}) \\ &= (70,22) + (0,16) + (0,57) \\ &\text{toneladas de CO2 eq} = 70,95 \end{aligned}$$

Panelera 2

$$\begin{aligned} &= (\text{Alcance 1}) + (\text{Alcance 2}) + (\text{Otras Emisiones}) \\ &= (40,01) + (1,33) + (0,55) \\ &\text{toneladas dde CO2 eq} = 41,89 \end{aligned}$$

Panelera 3

$$\begin{aligned} &= (\text{Alcance 1}) + (\text{Alcance 2}) + (\text{Otras Emisiones}) \\ &= (60,34) + (1,04) + (0,56) \\ &\text{toneladas dde CO2 eq} = 62,81 \end{aligned}$$

Panelera 4

$$\begin{aligned} &= (\text{Alcance 1}) + (\text{Alcance 2}) + (\text{Otras Emisiones}) \\ &= (67,38) + (1,04) + (0,56) \\ &\text{toneladas de CO2 eq} = 68,98 \end{aligned}$$

Panelera 5

$$\begin{aligned} &= (\text{Alcance 1}) + (\text{Alcance 2}) + (\text{Otras Emisiones}) \\ &= (94,44) + (1,05) + (0,65) \\ &\text{toneladas dde CO2 eq} = 96,24 \end{aligned}$$

Panelera 6

$$\begin{aligned} &= (\text{Alcance 1}) + (\text{Alcance 2}) + (\text{Otras Emisiones}) \\ &= (39,30) + (0,15) + (0,55) \\ &\text{toneladas dde CO2 eq} = 40,00 \end{aligned}$$

Panelera 7

$$\begin{aligned} &= (\text{Alcance 1}) + (\text{Alcance 2}) + (\text{Otras Emisiones}) \\ &= (75,27) + (1,05) + (0,56) \\ &\text{toneladas dde CO2 eq} = 76,88 \end{aligned}$$

Panelera 8

$$\begin{aligned} &= (\text{Alcance 1}) + (\text{Alcance 2}) + (\text{Otras Emisiones}) \\ &= (62,27) + (0,10) + (0,59) \\ &\text{toneladas dde CO2 eq} = 62,96 \end{aligned}$$

## ANEXO 17.

### SUMATORIA DE LA HUELLA DE CARBONO TOTAL POR CADA AÑO.

#### AÑO 2016

$$\begin{aligned} &= (\textit{Alcance 1}) + (\textit{Alcance 2}) + (\textit{Otras Emisiones}) \\ &= (170,31) + (2,29) + (1,53) \\ &\textit{toneladas de CO2 eq} = 174,13 \end{aligned}$$

#### AÑO 2017

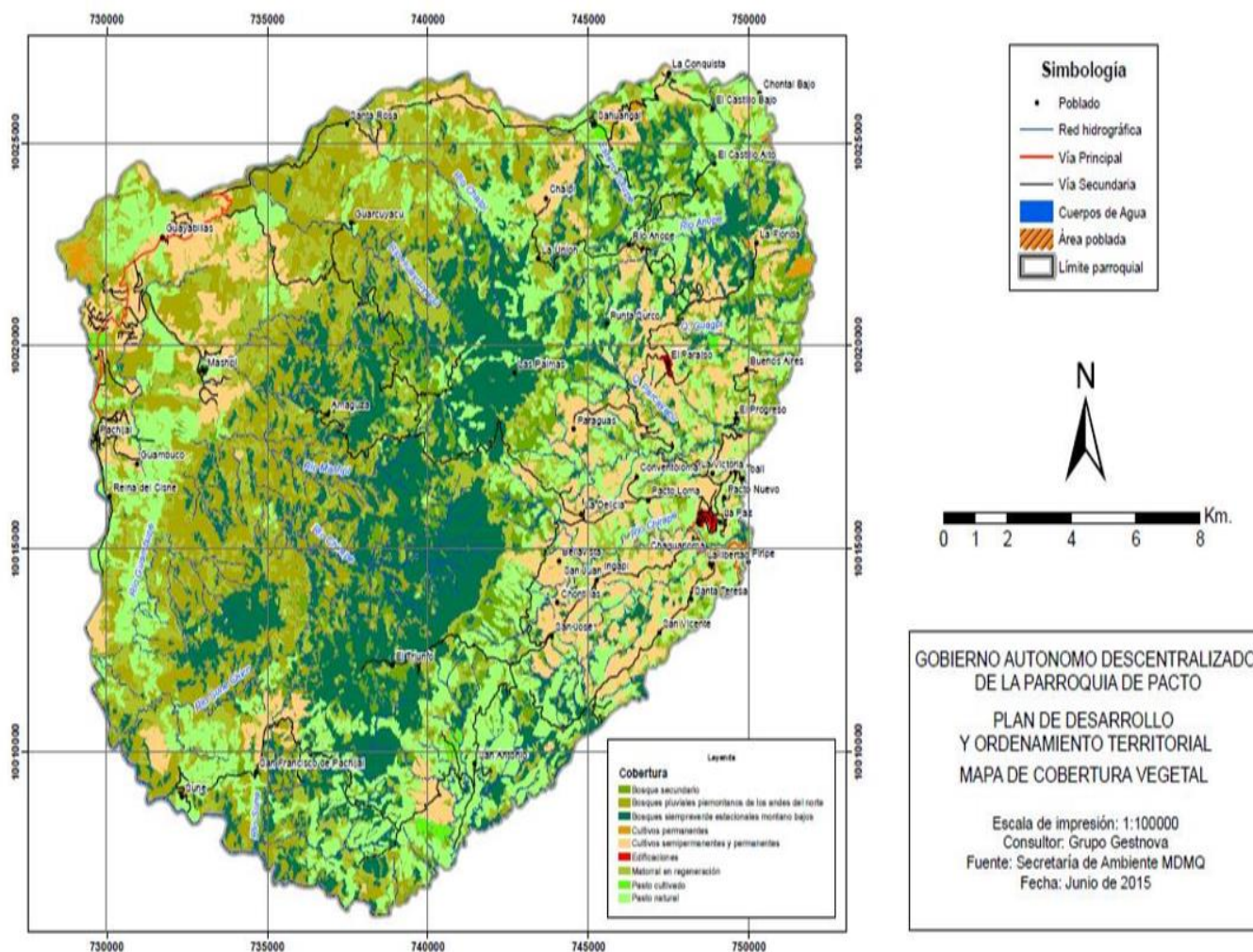
$$\begin{aligned} &= (\textit{Alcance 1}) + (\textit{Alcance 2}) + (\textit{Otras Emisiones}) \\ &= (162,26) + (2,33) + (1,45) \\ &\textit{toneladas dde CO2 eq} = 166,04 \end{aligned}$$

#### AÑO 2018

$$\begin{aligned} &= (\textit{Alcance 1}) + (\textit{Alcance 2}) + (\textit{Otras Emisiones}) \\ &= (177,14) + (2,27) + (1,58) \\ &\textit{toneladas dde CO2 eq} = 180,99 \end{aligned}$$

## ANEXO 18.

### MAPA DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO DE LA PARROQUIA PACTO SECTOR INGAPI.



**Fuente:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Pacto (GESTNOVA Cía. Ltda, 2015).

**ANEXO 19.**  
**EVIDENCIA DE LA VISITA A LAS PANELERAS DEL**  
**SECTOR INGAPI.**



**Figura 1.** Vía de acceso al sector de Ingapi.



**Figura 2.** Infraestructura de la panelera 1.



**Figura 3.** Infraestructura de los hornos para la elaboración de la panela.



**Figura 4.** Medio de transporte de la caña de azúcar.



**Figura 5.** Elaboración de la panela.



**Figura 6.** Zona de almacenamiento del bagazo.



**Figura 7.** Proceso de la molienda de la caña de azúcar



**Figura 8.** Proceso de tamizado de la panela.



**Figura 9.** Propietario de la panelera del sector de Ingapi



**Figura 10.** Realización de las encuestas a los propietarios de las paneleras.



**Figura 11.** Peso de la caña (proceso de comprobación).



**Figura 12.** Peso del bagazo caña (proceso de comprobación).



**Figura 13.** Peso del jugo de la caña (proceso de comprobación).



**Figura 14.** Peso de la panela caña (proceso de comprobación).



**Figura 15.** Peso del plástico.



**Figura 16.** Peso del papel.