

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE POSGRADOS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES COHORTE 2021

Tema: ECONOMÍA CIRCULAR Y EL IMPACTO EN LA HUELLA ECOLÓGICA
DEL SECTOR INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DEL PUYO.

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Energías
Renovables

Modalidad del Trabajo de Titulación: Trabajo de Titulación con Componente de
Investigación Aplicada

Autor: Ingeniero Bryan Alexander Robalino Barrera

Director: Ingeniero Pablo Israel Amancha Proaño, Magister

Ambato – Ecuador

2023

A la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: Ingeniero Héctor Fernando Gómez Alvarado. PhD, e integrado por los señores: *Ingeniero, Carlos Diego Gordón Gallegos PhD.*; *Ingeniero Danny Javier Trujillo Sandoval Magister*, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: “*Economía circular y el impacto en la huella ecológica del sector industrial de la ciudad del Puyo*” elaborado y presentado por el señor Ingeniero Bryan Alexander Robalino Barrera, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Energías Renovables; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Héctor Fernando Gómez Alvarado PhD.
Presidente y Miembro del Tribunal

Ing. Carlos Diego Gordón Gallegos PhD.
Miembro del Tribunal

Ing. Danny Javier Trujillo Sandoval Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: Economía circular y el impacto en la huella ecológica del sector industrial de la ciudad del Puyo, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Bryan Alexander Robalino Barrera, Autor bajo la Dirección del Ingeniero Pablo Israel Amancha Proaño Magister, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ingeniero Bryan Alexander Robalino Barrera
c.c.:1600623290
AUTOR

Ingeniero Pablo Israel Amancha Proaño, Magister
c.c.: 1803341864
DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ingeniero Bryan Alexander Robalino Barrera
c.c.:160062329-0

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada.....	i
A la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA	x
RESUMEN EJECUTIVO.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos	3
CAPITULO II	4
MARCO TEORICO.....	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Estado del arte	6
2.2.1. Indicadores de economía circular.....	6
2.2.2. Huella ecológica (HE).....	8

2.2.3. Cálculo de la HE	8
2.2.4. Intensidad energética.....	9
2.2.5. Políticas ambientales.....	9
2.2.6. Regresión lineal.....	12
2.2.7. Mínimos Cuadrados Ordinarios	12
CAPITULO III	13
MARCO METODOLÓGICO.....	13
3.1. Ubicación	13
3.2. Equipos y materiales	13
3.3. Tipo de investigación.....	13
3.4. Prueba de Hipótesis.....	15
3.5. Población o muestra	15
3.5.1. Muestra.....	16
3.6. Recolección de información.....	17
3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico	18
3.8. Variables respuesta.....	21
CAPITULO IV	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Resultados	22
CAPÍTULO V	46
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS	46
5.1. Conclusiones	46
5.2. Recomendaciones.....	47
Bibliografía	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Indicadores para la medición de la economía circular	7
Tabla 2 Industria manufacturera de la ciudad del Puyo	16
Tabla 3 Alpha de Cronbach cuatro opciones de respuesta.....	25
Tabla 4 Alpha de Cronbach dos opciones de respuesta	25
Tabla 5 Consumo eléctrico anual	38
Tabla 6 Emisiones de CO2 por cada MW.....	38
Tabla 7 Factor de equivalencia	39
Tabla 8 Huella ecológica por consumo eléctrico	39
Tabla 9 Consumo de combustible anual en dólares	40
Tabla 10 Consumo de combustible en galones y terajulio.....	40
Tabla 11 Factores de conversión de CO ₂ de combustible.....	41
Tabla 12 Toneladas de CO2 de combustible.....	41
Tabla 13 Huella ecológica por consumo de combustibles	41
Tabla 14 Huella ecológica total de las empresas investigadas.....	42
Tabla 15 Ventas del sector	42
Tabla 16 Matriz de cálculo.....	43
Tabla 17 Coeficiente de correlación en Gretl.....	43
Tabla 18 Coeficiente de correlación múltiple	43
Tabla 19 Modelado en Gretl.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de cálculo	20
Figura 2 Actividades económicas de la ciudad del Puyo.....	22
Figura 3 Industria Puyo.....	23
Figura 4 Conocen que es la economía circular	26
Figura 5 Aplican la economía circular	27
Figura 6 Reparar o reutilizar sus productos	28
Figura 7 Los productos son reciclables.....	28
Figura 8 Reciclaje en la empresa	29
Figura 9 Desperdicios de materia prima	30
Figura 10 Conoce sobre la huella ecológica	31
Figura 11 Tipos de vehículos del sector.....	32
Figura 12 Gasto en combustible mensual	33
Figura 13 Gasto en energía eléctrica.....	34
Figura 14 Área construida.....	35
Figura 15 Área de terreno	36
Figura 16 Mapa de Infraestructura eléctrica de E.E. Ambato.....	37

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida, quienes siempre han creído en mí, dándome ejemplo de superación, sacrificio y humildad; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A ustedes Jorge, Karina, Cristina y Paulita, gracias por confiar en mí.

La familia y a todos quienes fueron parte de esta maravillosa etapa de mi vida, este logro es para ustedes.

Bryan

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi madre Karina, tu bendición de todos los días a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el buen camino, por tu paciencia y tu amor incomparable.

A mi padre Jorge, por ser quien me ha apoyado siempre motivándome a superarme y a nunca darme por vencido. Por el amor y por las ganas de salir adelante que has sembrado en mí.

A mi hermana Cristina por todo el amor y el apoyo total, por nunca dejarme solo y alentarme cuando más lo he necesitado, por ser mi ejemplo. Familia esto es por y para ustedes, los amo.

Bryan

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES
COHORTE 2021

TEMA:

ECONOMÍA CIRCULAR Y EL IMPACTO EN LA HUELLA ECOLÓGICA DEL SECTOR INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DEL PUYO

MODALIDAD DE TITULACIÓN: *Trabajo de Titulación con Componente de Investigación Aplicada.*

AUTOR: *Ingeniero Bryan Alexander Robalino Barrera*

DIRECTOR: *Ingeniero Pablo Israel Amancha Proaño Magister.*

FECHA: *trece de febrero del dos mil veinte y tres*

RESUMEN EJECUTIVO

El incremento de la productividad del Ecuador en todas sus áreas económicas a provocado un aumento de los impactos ambientales, por lo cual es necesario generar estudios que promuevan a una responsabilidad social y ambiental. La importancia de la investigación radica en el visualizar sobre la aplicación de la economía circular y su impacto en la HE, para lo cual se planteó el objetivo de determinar si la economía circular incide en la huella ecológica del sector industrial de la ciudad del Puyo, para lo cual la investigación tiene un enfoque mixto, es decir, cualitativo y cuantitativo, y para su desarrollo se utilizó la investigación documental, se optó por la investigación correlacional en el desarrollo del mismo, ya que esta pretende establecer lo que es la economía circular, sus principales características y componentes, y la relación que existe con la huella ecológica, para ello también se debe detallar en su totalidad o describir sobre dichas variables, para tener un conocimiento amplio sobre las dos variables de estudio. La información obtenida para el desarrollo de la investigación fue de tipo primaria por medio de la encuesta aplicada a

propietarios, administrativos o personal encargado de la toma de decisiones de las empresas del sector industrial del Puyo y secundaria por medio de la observación se seleccionó información adecuada para el desarrollo de la investigación y el cumplimiento de los objetivos, siendo estas de fuentes validadas y oficiales, una vez analizada y procesada la información se plantea el modelo matemático por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), el cual permita establecer una relación entre la economía circular y la huella ecológica siendo la variable dependiente ventas y como variables independientes energía eléctrica, diésel y gasolina extra, estableciendo que las variables de consumo de energía eléctrica y consumo de combustible diésel son variables altamente relacionadas con la variable dependiente ventas, despreciando la variable de consumo de gasolina al no existir valores considerables, finalmente se concluyó que existe una relación entre la economía circular y la huella ecológica.

DESCRIPTORES: *ECONOMÍA CIRCULAR, HUELLA ECOLÓGICA, IMPACTO AMBIENTAL, MCO, SECTOR PRODUCTIVO*

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El incremento de la productividad del Ecuador en todas sus áreas económicas a provocado un aumento de los impactos ambientales, por lo cual es necesario generar estudios que promuevan a una responsabilidad social y ambiental. Lo cual se visualiza en los datos presentados por el Banco Central del Ecuador (2022) indicando que el Producto Interno Bruto (PIB) creció 4,2% en 2021, superando la proyección más reciente de 3,55% presentada por el Banco Central del Ecuador (BCE), este aumento respondió a la variación de 10,2% del Gasto de Consumo Final de los Hogares, cuyo nivel superó el período de prepandemia, este resultado refleja una recuperación de las actividades económicas y productivas en el país. En lo que respecta al impacto ambiental el comportamiento de las emisiones de CO₂ por cada 1.000 dólares de PIB, que mide, para un mismo país, la eficiencia medioambiental con la que se produce a lo largo del tiempo, en el último periodo, Ecuador, ha emitido 0,22 kilos por cada 1.000\$ de PIB, más que en 2020 (ORBYT, 2021).

La Huella Ecológica (HE) indica que la superficie de producción o ecosistema requerido para cumplir los requerimientos humanos y absorber la basura producida por su dependencia directa con los estilos de vida de los humanos, se aplica para determinar las fluctuaciones en el consumo de recursos y la disponibilidad a lo largo del tiempo. Para comprender la tolerancia de la HE, debemos referirnos a la biocapacidad de un ecosistema para producir recursos biológicos útiles y procesar desechos generados por humanos, comparar la HE con la biocapacidad nos permite examinar la situación ecológica de una región en particular, el resultado es un superávit si la huella ecológica es mayor que la biocapacidad y un déficit si la huella ecológica es menor que la biocapacidad (Jiménez et al., 2017, p. 180).

El principal problema que afecta el medio ambiente y limitan las oportunidades de un desarrollo sostenible son la progresiva demanda de recursos naturales destinados a sostener el estilo de vida de la población mundial creciente, los mismos que generan altos volúmenes de residuos que deben tener una disposición final adecuada. Incluso con los orígenes del calentamiento global y la actual pandemia de COVID-19, los caminos de desarrollo actuales han llegado a un punto en el que amenazan la supervivencia de los ecosistemas, y los patrones actuales de producción y consumo son fundamentales para este tema. Por lo tanto, las estructuras productivas deben reducir el consumo de materias primas, centrarse en sectores intensivos en conocimiento con un alto crecimiento de la demanda, y redirigir la acción hacia cambios de modelo que protejan los recursos naturales y el medio ambiente, implementando modelos de economía circular (Martínez et al., 2021, pp. 9 -11).

1.2. Justificación

La exigencia de productos y servicios de varios tipos para satisfacer necesidades de las personas ocasiona que, existan industrias que no consideren el impacto ambiental que genera su actividad económica, ni las medidas o estrategias que deben aplicar para que la huella ecológica sea mínima solo buscan el bienestar económico de las mismas para lo cual una solución es el implementar el modelo de la economía circular. La economía circular es de naturaleza restaurativa y regenerativa, que manifiesta una responsabilidad social con un enfoque de sostenibilidad, con base en la innovación sistemática, redefinimos productos y servicios para eliminar el desperdicio y minimizar los impactos negativos. Un modelo de economía circular sustentado en la transición a las energías renovables genera capital económico, natural y social (Torresano, 2020, pp. 21 - 22).

La importancia de la investigación radica en el visualizar sobre la aplicación de la economía circular y su impacto en la HE, para lo cual se cuenta con los conocimientos necesarios para su normal desarrollo, así como los recursos y la predisposición de los empresarios el sector en facilitar con la información necesaria, para el cumplimiento de los objetivos planteados.

La HE es un índice biofísico que integra todos los impactos que una comunidad, ciudad, región o país, región normalmente tiene sobre su entorno, teniendo en cuenta los recursos necesarios. Desde una perspectiva de sostenibilidad, la HE es una herramienta analítica esencial para comprender algunos aspectos fundamentales del comportamiento biofísico de los sistemas económicos (Pérez et al., 2015, p. 96).

Al establecer métodos mediante el cual se pretende disminuir el impacto ambiental al menorar la HE los beneficiarios no solo son las empresas y su personal, ya que esto tienen una connotación mayor siendo este el país al mejorar su calidad del medio ambiente.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Determinar si la economía circular incide en la huella ecológica del sector industrial de la ciudad del Puyo.

1.3.2. Específicos

- Analizar los componentes de la economía circular mediante una revisión teórica y su adaptación al sector industrial del Puyo.
- Establecer la huella ecológica del sector industrial del Puyo.
- Realizar un modelo matemático el cual permita establecer una relación entre la economía circular y la huella ecológica.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

La economía circular consideró diseños y tecnologías que minimizaron los residuos generados durante la producción de bienes o servicios, donde impera el uso sostenible de los recursos, la adopción de este concepto ha permitido obtener resultados que resaltan los beneficios de la economía ciudadana: beneficios ambientales y económicos e innovación y beneficios sociales (Anzules, 2021, pp. 3, 50). La economía circular adoptó paradigmas de desarrollo sostenible y responsabilidad social empresarial aplicables a todo tipo de organizaciones, independientemente de la industria a la que pertenezcan (Salmerón, 2021, pp. 1-2). La cultura de consumo inmediato o de desechar sin preocuparse por las consecuencias, esto es lo que diferencia el modelo europeo construyendo sobre sus pilares fundamentales, el crear nuevas oportunidades de negocio y aplicar las nuevas tecnologías derivadas de este nuevo modelo económico siendo uno de estos la economía circular el cual pretende utilizar un producto el mayor tiempo posible y después reciclarlo (Castelos, 2020, p. 4).

La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende. En la práctica, implica reducir los residuos al mínimo. Cuando un producto llega al final de su vida, sus materiales se mantienen dentro de la economía siempre que sea posible gracias al reciclaje. Estos pueden ser productivamente utilizados una y otra vez, creando así un valor adicional (Parlamento Europeo, 2023).

La contaminación plástica es una amenaza silenciosa que pone al planeta en alerta máxima, la basura marina continúa creciendo afectando los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana (Suazo, 2017, p. 99). El modelo realizado sobre la base de la dinámica del sistema económico, supone que un escenario de economía

circular traerá mayores beneficios al sector economizando recursos, sin ignorar la protección del medio ambiente a través de estrategias basadas en la sostenibilidad de recursos no renovables (Mata, 2019, pp. 124-127).

Ecuador ocupa el puesto 67 de 151 países en el ranking de la Huella Ecológica (HE) mundial con 2,2 hectáreas, estos resultados indican que la HE tiene una correlación positiva con 99% de confianza entre la dimensión de un país consumidor y las variables que influyen en la huella ecológica (López & Villamarin, 2021, p. 8). La HE es una medida del consumo de recursos que usamos para saber cuántos recursos naturales de un ecosistema tenemos y cuántos podemos usar, sin embargo, la liberalización del comercio juega un papel importante en la reducción del impacto del crecimiento económico en la degradación ambiental, esto dará a los países acceso a tecnologías más limpias, reduciendo así la contaminación (Martinez, 2020, p. 3). Es factible calcular HE y la biocapacidad para determinar sostenibilidad urbana, es por esto que al crear políticas públicas en Ecuador se recomienda que las mismas contengan presupuestos, legislación, y prácticas de educación ambiental, así como la colaboración interinstitucional, a su vez políticas que incentiven el uso de alternativas sostenibles para que estas sean económicamente atractivas (Wendy & Joyce, 2021, p. 10).

Al tener como propósito establecer la sustentabilidad ambiental de una entidad mediante el cálculo de la HE, la prueba de correlación de Pearson concluye estadísticamente que existe una asociación entre la sostenibilidad ambiental y la huella ecológica (Valdivia, 2020, p. 10). Al analizar escenarios en el Ecuador mediante técnicas de observación directa, como grupos focales, entrevistas en profundidad y semiestructuradas a través de participación comunitaria e investigación documentada; y se obtuvo que el parque automotor es el sector causante de la mayor cantidad de dióxido de carbono (CO₂) (Chafla, 2016, p. 17).

El declive de los ecosistemas, además de la contaminación ambiental, es un problema de rápido crecimiento, el consumo de recursos naturales de diferentes campos para realizar sus actividades es real, existe un mayor impacto en el medio ambiente, creado por las actividades productivas de las empresas, es por esto que es importante

el cálculo de la HE, para visualizar y crear conciencia de dicha afectación ambiental (Acurio, 2020, p. 8).

2.2. Estado del arte

La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica cambios en los estándares productivos, con un procesamiento sostenible de las materias primas. Crea ciudades más habitables con una mejor distribución del valor económico, innovación, reducción tanto de la contaminación, pérdida de biodiversidad en los ecosistemas marinos y terrestres, como de los riesgos para la salud. La economía circular no es una opción, sino una necesidad, pero estos cambios requieren modificar patrones de consumo, lo que afectará no solo los tipos de productos que consumimos, sino también cómo los consumimos (Jiménez L. , 2020, p. 8).

Una economía circular que es inherentemente, restauradora y regeneradora, tiene como objetivo utilizar siempre productos, componentes y materiales al más alto nivel, lo que distingue entre ciclos biológicos y tecnológicos. La economía circular, tal como la concibieron sus creadores, preserva y mejora el capital natural, optimiza el rendimiento de los recursos, minimiza los riesgos sistémicos y gestiona suministros finitos y flujos renovables, que puede ser aplicado eficazmente a cualquier escala (Cerdeira & Khalilova, 2017, pp. 11 - 12).

2.2.1. Indicadores de economía circular

Para el Programa de Economía Circular del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (2020), los indicadores de la economía circular se basan en los flujos de materiales de toda la empresa, las mismas que determinan sus capacidades y objetivos para minimizar la extracción y el desperdicio de recursos. Estos flujos dentro de los límites de la empresa se evalúan en tres puntos centrales de intervención.:

- Entradas: ¿Qué tan cíclicos son los materiales adquiridos por la empresa?
- Salidas: ¿Cómo diseña y procesa la empresa los materiales para hacerlos técnicamente utilizables?

- Balance: ¿Cuánto de la producción de la empresa se ha recuperado realmente? (p. 15)

Para Van, Núñez, & de Miguel (2022, p. 22) las diversas categorías y subcategorías de indicadores demuestran que la economía circular es un concepto multidimensional y multinivel. Para implementar una metodología que evalúe oportunidades para la economía circular, se detallan indicadores aplicables en la tabla 1.

Tabla 1 Indicadores para la medición de la economía circular

Categoría	Subcategoría
Economía y negocio	<ul style="list-style-type: none"> • Valor agregado • Negocio • Eficiencia económica • Estructura económica • Ganancias e ingresos • Inversiones • Productividad Ahorros
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia en uso de recursos • Emisiones CO2 • Materiales de salida • Producción y consumo • Ahorros en materiales y recursos • Uso • Otros
Gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> • Conciencia • Fortalecimiento de capacidades • Colaboración • Educación • Financiamiento • Innovación • Monitoreo y evaluación • Contratación pública • Regulación • Involucramiento de grupos de interés • Estrategia e iniciativas • Otros
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de tecnología

	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos • Facilidades • Productos y servicios • Otros
Empleos	<ul style="list-style-type: none"> • Empleos y recursos humanos

Nota: OCDE (2020)

2.2.2. Huella ecológica (HE)

Desde una perspectiva de sostenibilidad, la HE es una herramienta analítica esencial para comprender algunos aspectos fundamentales del comportamiento biofísico de los sistemas económicos. Se basa en el cálculo del impacto de la actividad humana sobre el abastecimiento y la capacidad regenerativa de los recursos de la Tierra. Para ilustrar el concepto, Gómez (2009, p. 22) analizó la biocapacidad del océano, mediante la relación entre el inventario de recursos marinos o peces, con las capturas humanas y su capacidad regenerativa. Indicó que, a escala mundial, las poblaciones de peces están disminuyendo drásticamente, con técnicas de pesca más agresivas, lo que resulta en una disminución de la capacidad reproductiva de las especies y un déficit entre lo que produce el océano y lo que se captura.

Gracias a las energías renovables y a los procesos neguentrópicos (como resultado de la fotosíntesis) de la tierra, y de hecho de la energía solar, esta situación se puede contrarrestar en cierta medida centrando el análisis en el consumo de la biocapacidad disponible, haciendo una contradicción existente entre la economía, el modelo dominante de desarrollo basado en el crecimiento, y los límites físicos del planeta (Pérez et al., 2015, p. 94).

2.2.3. Cálculo de la HE

Representa la superficie de la Tierra necesaria para absorber los efectos de la actividad del modelo de vida analizado y se expresa en hectáreas por persona-año (aunque actualmente es la hectárea/persona/más probable global en años), la huella de la población está determinada por el número de miembros, el consumo y la

intensidad del uso de recursos para proporcionar bienes y servicios tal como se menciona en la ecuación (1). (Leiva et al., 2011, p. 49)

De acuerdo con Leiva (2011) la fórmula para la huella ecológica es la siguiente:

$$Huella \left(\frac{ha}{año} \right) = \frac{Emisiones (tCO_2)}{C.fijación \frac{tCO_2}{\frac{ha}{año}}} + Superficie Campus \frac{ha}{año} \quad (1)$$

2.2.4. Intensidad energética

La energía eléctrica es un componente importante para el desenvolvimiento económico tanto por su importancia como sector como por su carácter vital para el desarrollo productivo, y está directamente ligado a la felicidad de las personas, sin embargo, el consumo de energía también es uno de los principales contribuyentes a la liberación de contaminantes a la atmósfera, un tema muy importante dado que uno de los retos actuales a los que se enfrenta la humanidad es la lucha contra el calentamiento global (Cardenete et al., 2008, pp. 35 - 36).

Para esto, es claro que las normativas, reglamentos y políticas energéticas deben diseñarse de forma que los objetivos de seguridad energética, protección del medio ambiente y competitividad en el mercado energético sean compatibles con un crecimiento sostenible así, por intensidad energética entendemos la demanda energética directa e indirecta necesaria para desarrollar una unidad neta de requerimiento final de cada recurso. La intensidad energética permite establecer la medida de la demanda neta total de energía (directa e indirecta) de cada bien (Cardenete et al., 2008, pp. 36, 45).

2.2.5. Políticas ambientales

Las políticas ambientales nacen de la necesidad de regular la extracción discriminada de recursos, así como el uso indebido de materiales que tienen un impacto ambiental significativo, por lo que los gobiernos y organismos internacionales ven necesario establecer estas políticas con el propósito de preservar estos recursos.

Los países necesitan leyes consistentes que habiliten la producción limpia para encontrar alternativas que resuelvan y prevengan los resultados de un ecosistema cada vez más descompuesto. La responsabilidad ambiental surgió en el estado ecuatoriano al reconocer la influencia de sus procesos en el ecosistema, reconociendo estos impactos, comenzaron a investigar formas de actuar de manera ambientalmente responsable y tienen el derecho soberano de utilizar sus propios bienes de acuerdo con sus propias legislaciones ambientales y de mejora sostenible que tengan en cuenta las necesidades de la población futura. Para lograr una producción más limpia, se tiene la responsabilidad de garantizar que las actividades realizadas dentro del territorio o bajo el control de este no dañen el medio ambiente en otros estados o áreas fuera del territorio (Alaña et al., 2017).

La ISO 14001 es un método de gestión ambiental implantado a nivel mundial como un método para disminuir la contaminación ambiental de una empresa. Las empresas certificadas con esta norma están reduciendo la carga al mejorar sus procesos productivos. En la gestión empresarial, las empresas no legalizadas buscan combatir la preservación del capital ambiental a través de procesos organizacionales y funcionales que no cuentan con sistemas de gestión ambiental, lo mismo ocurre con el creciente impacto sobre el medio ambiente. Por otro lado, es importante destacar otros factores empresariales que en última instancia exacerban la situación, como la competitividad de las empresas, la dimensión del mercado y la entrada de empresas grandes y medianas, destruyendo aún más su medio ambiente, de ahí la importancia de la norma (Valencia et al., 2021, pp. 7,14).

El modelo EMAS se basa en 21 artículos y 5 anexos que especifican los requisitos para los sistemas ambientales, pero requiere la publicación de una declaración ambiental y una verificación independiente para garantizar el cumplimiento de los requisitos legales. Elementos que componen la estructura general de la gestión ambiental (Constanza, 2009, p. 77).

La riqueza natural del Ecuador es de enorme biodiversidad se encuentra en una encrucijada donde se debe optar por uno u otro, es decir, o pueden ser explotados

para generar ingresos a partir de la explotación de estas riquezas que les permitan mejorar las condiciones sociales de sus compatriotas, sumado a este dilema saliente, seguirán existiendo exportadores de productos básicos (temporales) que luego regresan como productos finales, pero a precios más altos, lo cual una alternativa sería al apostar por la industria, tecnología o turismo (Zambrano et al., 2018). Por estas y otras razones en el Ecuador se establecieron políticas las cuales regulen el uso de recursos naturales, así como tratan de su conservación y la disminución del impacto ambiental.

La ley ambiental de Ecuador se ha mantenido dispersa durante décadas, con esfuerzos aislados para codificarla. Con la expedición del Código Orgánico del Ambiente, el Ecuador cuenta con normas profesionales que dan cumplimiento a las disposiciones constitucionales que contribuyen a garantizar un ambiente sano y proteger los derechos de la naturaleza, sin embargo, este trabajo apenas comienza, ya que es necesario establecer lineamientos de coordinación entre las agencias ambientales nacionales y los gobiernos locales para garantizar que estas medidas se incluyan en sus respectivos planes de desarrollo y ordenamiento territorial. Son eficaces y respetan los derechos de conservación (Martínez A. , 2019).

Desde la promulgación de la constitución de 2008, se ha producido un cambio de paradigma en el orden ambiental constitucional de Ecuador. Es parte de la concepción actual de un nuevo constitucionalismo latinoamericano que reconoce como eje central la consagración de la protección ambiental de la política estatal. En este sentido, el estado ecuatoriano amerita un estudio pormenorizado de las normas constitucionales que regulan el tema ambiental, partiendo del concepto de naturaleza como entidad jurídica, aspecto que engloba un conjunto de principios y valores constitucionales, existe una peculiaridad. Los que exigen la protección y restauración integral del medio ambiente y la interpretación de normas a favor de la naturaleza (Mila & Yáñez, 2020, pp. 1,3).

2.2.6. Regresión lineal

Se conoce como regresión simple el cálculo de la ecuación correspondiente a la línea que mejor describe la relación entre la respuesta y la variable que la explica, dicha ecuación representa la línea que mejor se ajusta a los puntos en un gráfico de dispersión. El modelo de regresión múltiple es la extensión del modelo de regresión simple a k variables explicativas. (Carrasquilla et al., 2016, pp. 37, 41)

Según Carrasquilla et al. (2016) establece el modelo de regresión múltiple a través de la siguiente formula (2):

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (2)$$

2.2.7. Mínimos Cuadrados Ordinarios

El método de los mínimos cuadrados ordinarios consiste en la obtención de un hiperplano de forma que se minimice la suma de los cuadrados de las distancias entre cada una de las observaciones de la variable y dicho hiperplano (residuos). Vayamos por partes con las explicaciones. El interés es encontrar una recta (hiperplano si tienes tres o más variables explicativas) que pase lo más cerca posible de todos los puntos, midiendo la distancia vertical desde la observación a la recta, se puede medir la distancia en horizontal entre la observación y la recta, se puede trazar la perpendicular a la recta por cada observación y medir la distancia en esa dirección, se puede medir la distancia en vertical pero añadirle un peso para que ciertas observaciones sean más relevantes que otras en el ajuste, es decir, muchas formas. En el método de los MCO se escoge medir la distancia en vertical desde el punto a la recta. (Chirivella, s.f.)

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

La presente investigación se desarrolló en el territorio ecuatoriano en la ciudad del Puyo, provincia de Pastaza.

El Puyo es uno de los cuatro cantones de la provincia de Pastaza, limita al norte con el cantón Arajuno, al sur con la provincia de Morona Santiago, al este con la república el Perú, y al oeste con los cantones Mera y Santa Clara. El cantón tiene una superficie de 19944,86 Km² y 14 parroquias (13 urbanas y 1 rural), las proyecciones oficiales según el INEC para el año 2020 es de 84.377 habitantes (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza, 2020, p. 11).

3.2. Equipos y materiales

Para el desarrollo de la investigación se necesitó de recursos de internet como repositorios web, los cuales permitieron recabar información bibliográfica documental, de sitios validos como son Scopus, Redalyc, Scielo entre otros, así como sitios oficiales como la Superintendencia de Compañías, INEC entre otras, para lo cual fue necesario de una computadora o laptop con acceso a internet, una impresora y materiales de oficina.

Para la redacción del documento fue necesario el uso de un editor de texto, el programa Word, para el desarrollo de los gráficos y tablas estadísticas el programa Excel y para el cálculo estadístico el programa Gretl.

3.3. Tipo de investigación

La información a procesar en la investigación fue de tipo cualitativa y cuantitativa, es por esto que tuvo un enfoque mixto, siendo cualitativo al indagar con la encuesta sobre temas cualitativos, como por ejemplo aspectos relacionados al conocimiento sobre la economía circular, si lo aplican, así como información referente a la huella ecológica, pero a su vez es cuantitativo ya que las mismas preguntas a las respuestas obtenidas

se las analizó mediante rangos y frecuencias, convirtiéndolas en cuantitativas, y esta información se interpretó mediante el uso de tablas y gráficos estadísticos. Pereira (2011) señala que los diseños mixtos permiten a los investigadores combinar paradigmas para elegir mejores formas de abordar cuestiones de investigación importantes, en este sentido, señalaron que los estudios mixtos se mejoraron para incluir datos como la imaginación del actor, la narrativa y la verbalización, dando de alguna manera más peso a los datos numéricos, lo que permite obtener una mejor evidencia y comprensión de los fenómenos, facilitando así el fortalecimiento de los conocimientos teóricos y prácticos. (p. 19)

Para establecer teorías, conceptos o experiencias de otros autores sobre las variables de investigación planteadas, lo cual promoverá el conocimiento detallado de las mismas y de distintos puntos de vista es necesario aplicar la investigación documental, lo cual se lo plasmó en principalmente en el marco teórico de la investigación.

La investigación documental tiene la particularidad de utilizarla como fuente primaria de entrada, pero no es la única y exclusiva fuente de documentación escrita en una variedad de formatos, incluida la documentación impresa, electrónica y audiovisual. En el proceso de investigación documental, esencialmente, se dispone de documentos que son resultado de otras investigaciones, reflexiones de teóricos que constituyen la base teórica del campo de estudio, por lo que el conocimiento es la lectura, análisis y reflexión de estos documentos. y una interpretación. La lectura y la escritura viven como procesos de creación de significado que se encuentran en las funciones sociales. (Rizo, 2015)

La investigación tipo correlacional tiene como objetivo medir y describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado. Este tipo de investigación también describe, pero se basa en las relaciones existentes. Este diseño permite medir la relación entre variables en un tiempo determinado. (Hernández Sampieri, 1994, p. 193)

La investigación tiene un alcance tipo correlacional, se optó por la investigación correlacional en el presente proyecto, ya que la misma pretende establecer lo que es la economía circular, sus principales características, componentes, y la relación que existe con la huella ecológica, para lo cual también se debe detallar en su totalidad la

relación de dichas variables, para tener un amplio conocimiento sobre las dos variables de estudio. Tiene un diseño transversal debido a que se recoge los datos en un solo momento y por una sola vez, ya que la información obtenida se calcula en un tiempo determinado para alcanzar la mayor veracidad de la información, así como la temporalidad más adecuada para la misma, con esto se pretende que la investigación sea actual y se adapta a la realidad más próxima a la presentación de resultados. Esta investigación se la aplicó a los propietarios o personas administrativas de las empresas del sector industrial de la ciudad del Puyo.

3.4. Prueba de Hipótesis

H₀= La economía circular disminuye la huella ecológica del sector industrial de la ciudad del Puyo.

H₁= La economía circular **NO** disminuye la huella ecológica del sector industrial de la ciudad del Puyo.

3.5. Población o muestra

La población de la presente investigación fue la del sector industrial de la ciudad del Puyo, que según datos del INEC (2021) la industria manufacturera es de 291 empresas o industrias. La CIIU es una división estándar de la actividad económica organizada de modo que pueda categorizarse de acuerdo con las actividades realizadas por una empresa. En el nivel más detallado (clase), las categorías de la CIIU se delimitan según la combinación de la mayoría de las actividades de los países descritas en las unidades estadísticas, teniendo en cuenta la importancia relativa de las actividades contenidas en estas clases. Los grupos y departamentos, que son sucesivos niveles más amplios de clasificación, resumen la actividad de una unidad productiva en base a la tecnología de producción. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2021)

Tabla 2 Industria manufacturera de la ciudad del Puyo

Industria	Número	Porcentaje
C10: Elaboración de productos alimenticios	82	28,18%
C14: Fabricación de prendas de vestir	66	22,68%
C16: Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles.	32	11,00%
C25: Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinarias y equipos.	32	11,00%
C31: Fabricación de muebles	23	7,90%
C23: Fabricación de otros productos minerales no metálicos	17	5,84%
C33: Reparación e instalación de maquinaria y equipo	9	3,09%
C13: Fabricación de productos textiles	8	2,75%
C32: Otras industrias manufactureras	6	2,06%
C11: Elaboración de bebidas	5	1,72%
C18: Impresión y reproducción de grabaciones	5	1,72%
C27: Fabricación de equipo eléctrico	2	0,69%
C28: Fabricación de maquinaria y equipo	2	0,69%
C20: Fabricación de sustancias y productos químicos	1	0,34%
C30: Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	1	0,34%

Nota: Elaborado por el autor a partir de datos del INEC (2021)

3.5.1. Muestra

De estas empresas antes mencionadas se seleccionaron las más representativas, las que cuentan con toda la información y lo más importante las que aceptaron dar información para la investigación, basándose en el muestreo no probabilístico, por conveniencia que según Otzen y Manterola (2017) “*Permite seleccionar aquellos*

casos accesibles que acepten ser incluidos esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (p. 230).

En base a estos preceptos y a la realidad de las empresas la mayoría de empresas si en verdad se encuentran registradas en la ciudad del Puyo pero sus oficinas administrativas se encuentran en otras ciudades lo cual dificulto la indagación de las mismas pero las seleccionadas son de diversos estratos, es decir, se obtuvo muestras de empresas grandes, medianas y pequeñas lo cual permiten que la investigación tenga una idea clara del sector, la muestra fue de 20 empresas las cuales ayudaron con la información necesaria para la elaboración de la investigación.

3.6. Recolección de información

La recolección de la información será de fuentes primarias y secundarias mediante fichas de observación y encuestas, las fuentes de donde se obtendrá la información secundaria serán de fuentes oficiales.

Las fuentes primarias. - Estos tipos de fuentes contienen información única, es decir, ideas, conceptos, teorías y resultados directos de la investigación. Contienen información directa antes de que haya sido interpretada o evaluada por otros. Las fuentes primarias de información primaria son los libros, monografías, revistas, informes oficiales o técnicos de organismos públicos o privados, artículos, conferencias en congresos o seminarios, testimonios de expertos, artículos periodísticos, videos documentales, Foro. (Maranto & González, 2015)

La información con la que se desarrolló la investigación fue de tipo primaria ya que la misma se la tomó mediante una encuesta a las personas encargadas de la toma decisiones sobre temas ambientales en sus empresas.

La encuesta. - Los métodos de encuesta se utilizan ampliamente como métodos de investigación, ya que permiten una adquisición y procesamiento de datos rápidos y eficientes. Además de otras ventajas, este método de investigación tiene el potencial para la aplicación a gran escala y la adquisición simultánea de información sobre una amplia gama de temas. Dado que la información se obtuvo mediante la observación indirecta de hechos a través de las declaraciones de los encuestados, la información obtenida no necesariamente refleja la realidad. (Casas et al., 2003)

La encuesta se desarrolló en base a la información requerida para poder establecer una huella ecológica y factores relacionados con la economía circular, y la validación de la misma se la realizó mediante el coeficiente Alpha de Cronbach. Según la confiabilidad de una medición o de un instrumento, según Quero (2010) el coeficiente de consistencia interna de Cronbach expresa el grado en que los ítems miden la misma variable: homogeneidad, de tal manera que su utilidad original se orienta a calcular la confiabilidad de un instrumento cuyos ítems o reactivos conformen un único dominio, esto es, una variable o rasgo único (p. 251).

Fuentes secundarias. - Contienen información primaria, sintetizada y reorganizada, están específicamente diseñados para facilitar y maximizar el acceso a fuentes primarias o su contenido, comienzan con datos preparados, como datos de anuarios estadísticos, internet, medios de comunicación, bases de datos tratadas para otros fines, artículos y documentos sobre la materia, libros, artículos, informes oficiales, etc. (Miranda & Acosta, 2009)

De la misma forma que la información primaria, la información secundaria fue necesaria para la investigación, esta se la obtuvo de la investigación a los propietarios o personal administrativo de las empresas indagadas mediante la encuesta y la información secundaria para argumentar de mejor manera dicha investigación, la cual se obtuvo del INEC y de la Superintendencia de compañías del Ecuador, esta información se la extrajo mediante la técnica de la observación.

La observación. - La observación es un elemento fundamental de cualquier proceso de investigación, se basa en que los investigadores obtengan la máxima cantidad de datos, gran parte del conocimiento que constituye la ciencia se obtuvo mediante la observación. Observar científicamente significa observar un objetivo bien definido y preciso, los investigadores saben lo que quieren observar y por qué quieren observarlo, esto significa que las observaciones deben prepararse cuidadosamente. (Díaz, 2011)

3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico

El análisis de la información será mediante la tabulación y la presentación de gráficos estadísticos, para establecer la relación entre las variables independientes y dependiente se establecerá el modelo matemático estadístico de los mínimos

cuadrados ordinarios (MCO), estableciendo las variables adecuadas para el modelo mediante el coeficiente de correlación, es decir, observando que variables independientes tienen mayor grado de relación o de predicción de la variable dependiente.

Los **Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)**, los parámetros o coeficientes β_1 , se obtienen estimadores de, β_K y K para cada uno, sean los parámetros estimados $\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_K$, en forma matricial, el vector de parámetros estimados es $\hat{\beta}$ ($K \times 1$), ambos denotados por $\hat{\beta}$. El estimador de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) consiste en minimizar, suma de residuos al cuadrado el resultado de aplicar el criterio de MCO a un modelo de regresión lineal general da estimaciones K , y el estimador muestral da la estimación K para cada parámetro desconocido. (Esteban, 2008)

Los mínimos cuadrados ordinarios, en la investigación se aplicaron para establecer un modelo el cual permita establecer una relación entre la variable dependiente y las variables independientes.

El coeficiente de correlación es una medida muy utilizada en diversos campos de la investigación científica, desde la investigación técnica, econométrica o de ingeniería. En la investigación de las ciencias sociales, del comportamiento o de la salud, además de indicar la dirección de las relaciones lineales entre variables, los coeficientes de correlación son medidas de la fuerza con la que estas están vinculadas, y coeficientes como las muestras que son estadísticas bien establecidas en la teoría, el tamaño, la no linealidad o la variabilidad de las características de interés pueden cambiar significativamente en la magnitud de esta medida (Hernández et al., 2018).

Figura 1 Proceso de cálculo



3.8. Variables respuesta

Variable dependiente= Componentes de la economía circular (Ventas)

Variable independiente= Huella ecológica (Energía eléctrica, diésel y gasolina extra)

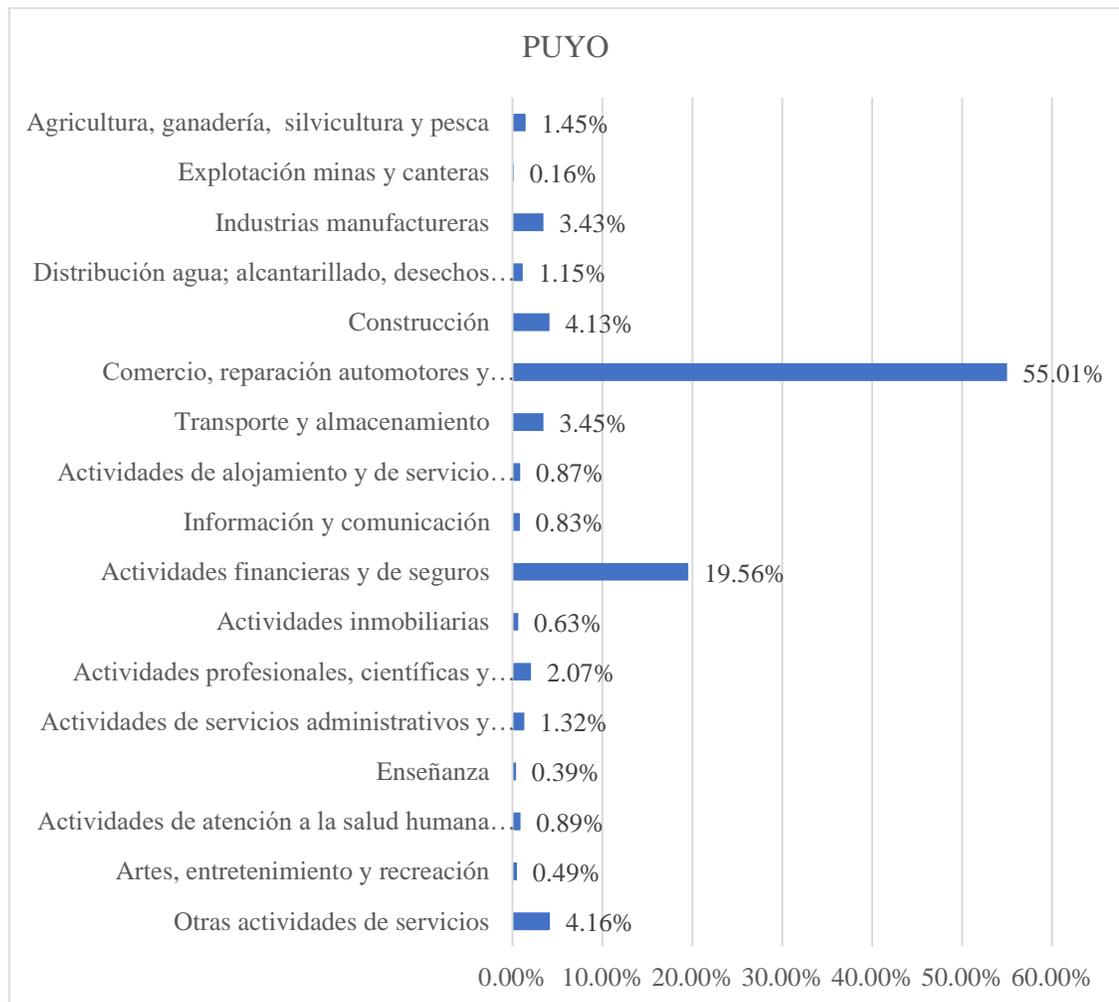
CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Al analizar el sector industrial de la ciudad del Puyo es importante conocerlo al mismo por lo cual se lo caracterizó en términos económicos que se relacionan con la industria del Puyo, posteriormente se indagó datos relevantes y la aplicación de una encuesta los cuales permitieron establecer la realidad de las empresas del sector con respecto a la economía circular y a la huella ecológica.

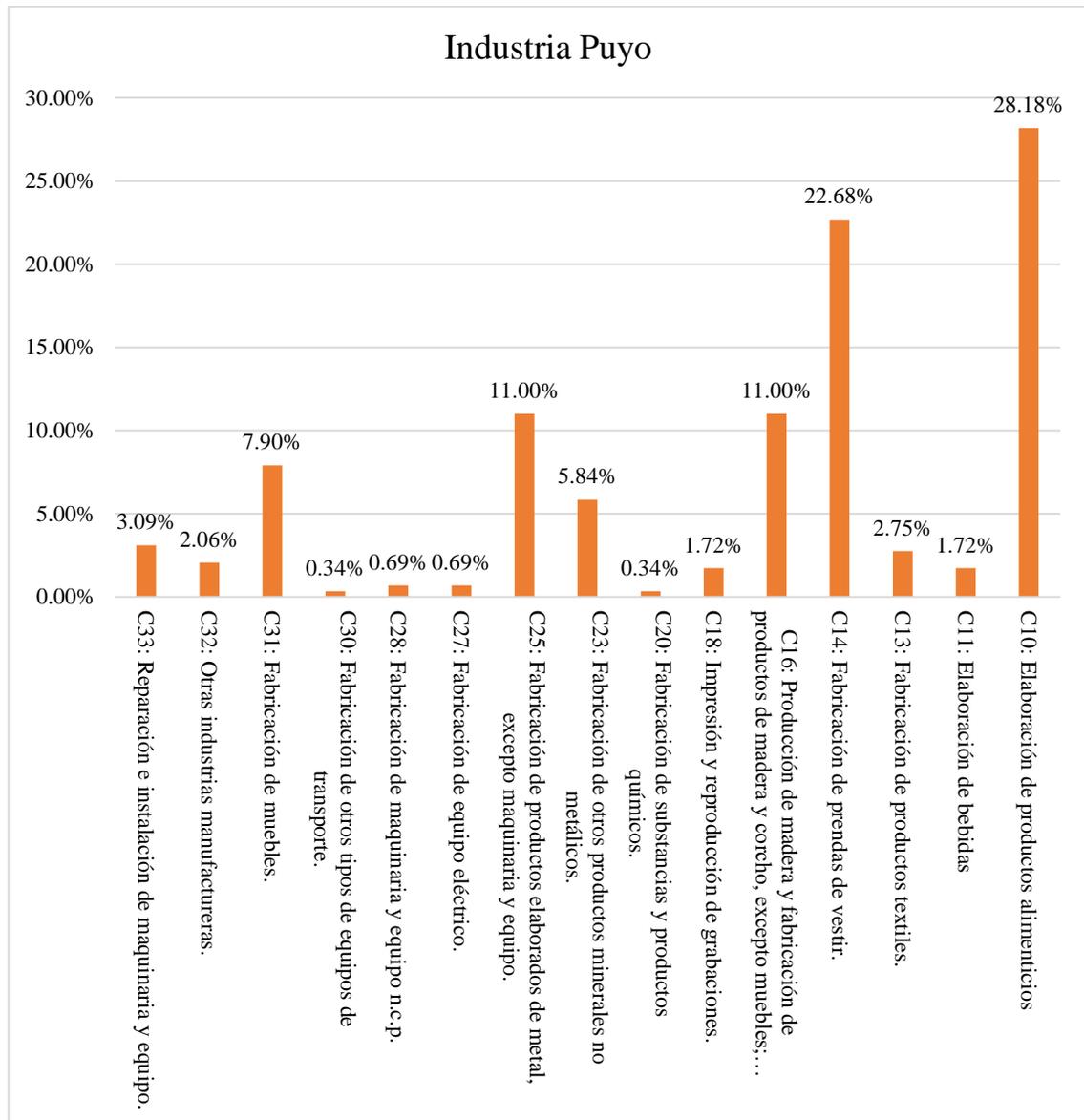
Figura 2 Actividades económicas de la ciudad del Puyo



Nota: Elaborado por el autor a partir de datos del INEC (2021)

En la figura anterior se observa la conformación de establecimientos de la ciudad del Puyo por actividad económica en el cual, el sector manufacturero representa el 3,43% del total de establecimientos, lo cual es un sector para considerar en la ciudad y determinar la huella ecológica de dicho sector.

Figura 3 Industria Puyo



Nota: Elaborado por el autor a partir de datos del INEC (2021)

Continuando con el análisis en la figura 2 se observa la conformación del sector de la industria por número de empresas según la actividad económica que realizan acorde a la clasificación industrial internacional uniforme (CIIU) de las Naciones Unidas, según la Organización Internacional de Trabajo [ILO] (2022).

En la ciudad del Puyo en empresas que pertenecen al sector de industrias, como subdivisión de esta, se observa como las más representativas, la industria de elaboración de productos alimenticios con un 28,18%, fabricación de prendas de vestir con un 22,68%, producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles, y fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipos, ambos con un 11,00%, el resto de empresas se encuentra en porcentajes menores al 10%.

Para el levantamiento de la información se aplicó una encuesta (Anexo 1) a las distintas industrias, la misma que fue validada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, para lo cual, para lo cual se consideró una muestra de 5 empresas para establecer estadísticamente la validez del instrumento el cual tiene la siguiente formula:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum Si^2}{ST^2} \right]$$

Donde:

K= Es el número de preguntas

$\sum Si^2$ = Sumatoria de Varianzas de las opciones de respuesta

ST² = Varianza de la suma de las preguntas

α= Coeficiente de Alpha de Cronbach

Tabla 3 Alpha de Cronbach cuatro opciones de respuesta

Opciones	Preguntas							
	3	4	5	6	9	10	11	12
Opción 1	2	0	2	3	2	2	3	4
Opción 2	1	2	1	2	1	1	1	1
Opción 3	1	2	1	0	1	1	1	0
Opción 4	1	1	1	0	1	1	0	0

K= 8

$\sum Si^2 = 7,00$

$ST^2 = 24,50$

$\alpha = 0,82$



Tabla 4 Alpha de Cronbach dos opciones de respuesta

Opciones	Preguntas		
	1	2	7
Opción 1	2	1	2
Opción 2	3	4	3

K= 3

$\sum Si^2 = 6,06$

$ST^2 = 17,19$

$\alpha = 0,97$



En los dos tipos de opciones de respuesta se obtuvieron valores del Alpha de Cronbach cercanos a 1, siendo estos 0,82 y 0,97 por lo cual se puede concluir que la encuesta tiene un nivel de confianza de aceptable a elevada, es decir, que la encuesta tiene una validez estadística.

Una vez realizado el análisis del cantón Puyo, se procede con el análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a propietarios o administradores de las empresas analizadas, dichos resultado se muestra a continuación:

1. ¿Conocen que es la economía circular?

Figura 4 Conocen que es la economía circular

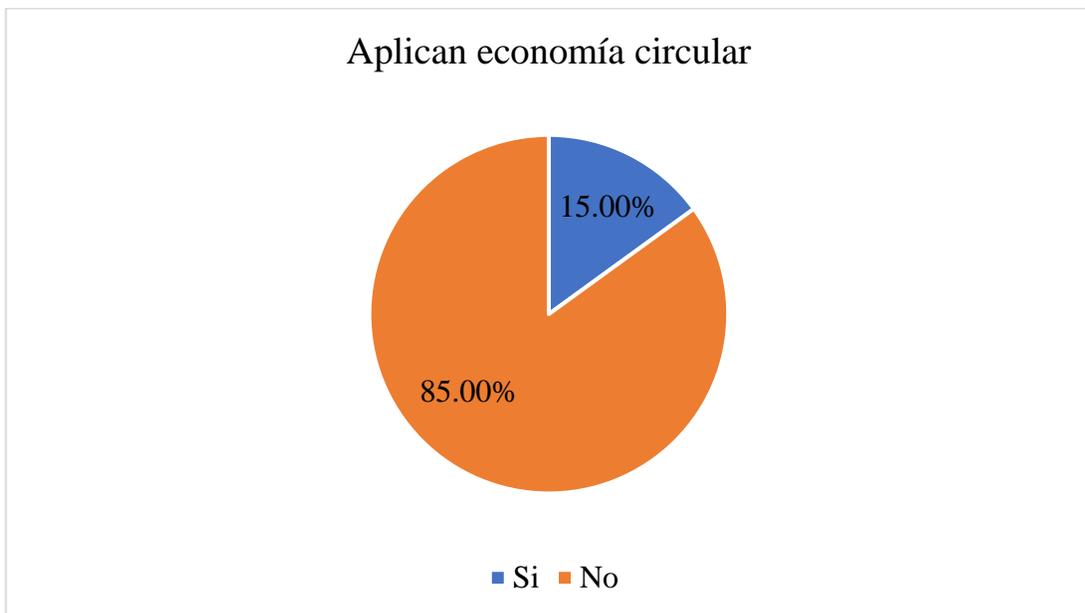


Al incursionar en el ámbito de la economía circular en los propietarios de las empresas pertenecientes al sector en la ciudad del Puyo, se establece según la gráfica anterior que su conocimiento sobre dicha temática es vaga o casi nula, ya que en su mayoría manifestaron que no conocen sobre economía circular, obteniéndose un 70% del total de respuestas. Dichos resultados no difieren con lo mencionado por Almeida & Díaz (2020) quienes indican que la Asamblea Nacional promulgó la Ley de Economía Circular, y el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de la Producción trabajaron en conjunto

para publicar el Libro Blanco de Economía Circular, Economía Circular Actual, Sistema de Gestión de Proyectos de Economía Circular, Requisitos y Lineamientos. Sin embargo, no existe una estrategia clara ni una política pública para que las organizaciones ecuatorianas replanteen de manera holística la gestión de los recursos a lo largo del ciclo de vida del producto/servicio y superen los problemas que puedan surgir dentro del marco económico lineal imperante.

2. ¿Aplican la economía circular en la empresa?

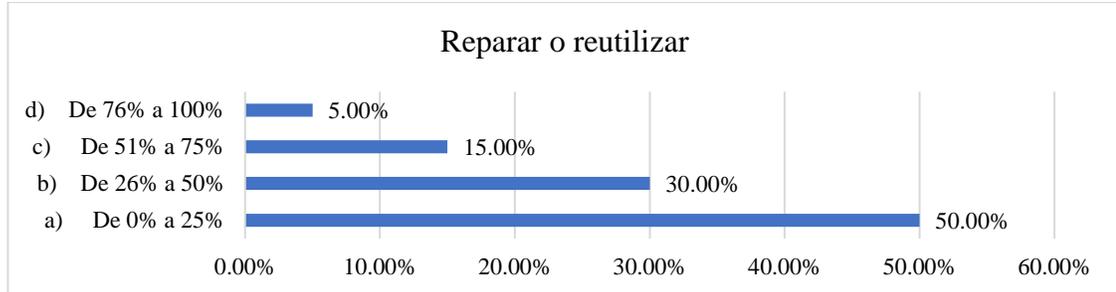
Figura 5 Aplican la economía circular



Continuando con la indagación sobre la economía circular, al mencionarles si aplican esta metodología en sus empresas, la tendencia es similar a la pregunta anterior ya que en la figura 4, se muestra que una mayoría marcada no aplican la economía circular en sus empresas, lo cual es perjudicial para el medio ambiente.

3. ¿En qué rango se pueden reparar o reutilizar sus productos?

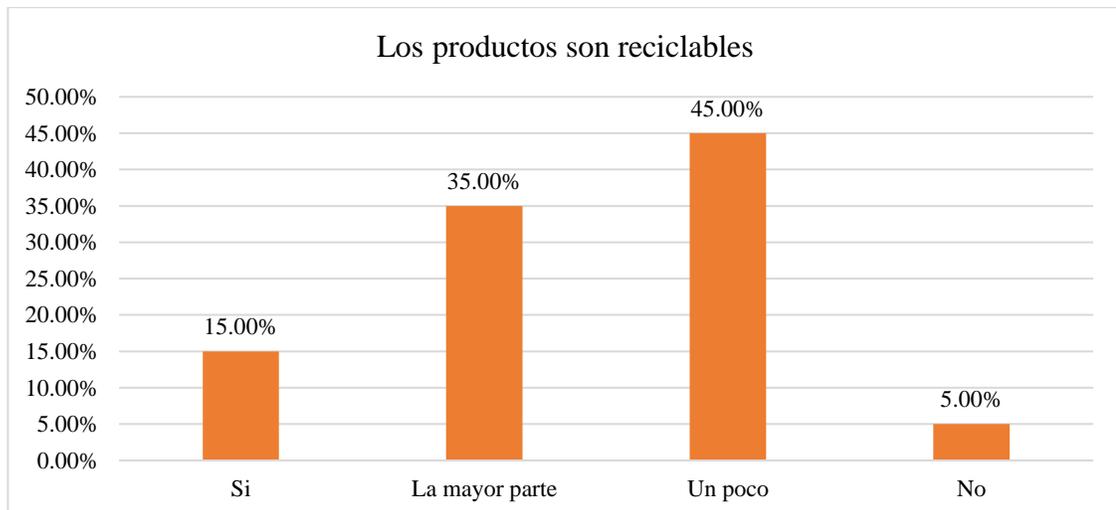
Figura 6 Reparar o reutilizar sus productos



Al investigar sobre los productos que elaboran las empresas del sector, y al indagar sobre si estos en que porcentaje estos se pueden reutilizar o reparar, las respuestas obtenidas muestran que mayoritariamente los productos se pueden reparar o reutilizar no en su totalidad, pero si en una parte siendo esta menor que la mitad, lo cual no es amigable con el medio ambiente y no contribuyen a una economía circular, sino por el contrario se mantienen en una economía lineal.

4. ¿Sus productos son reciclables?

Figura 7 Los productos son reciclables

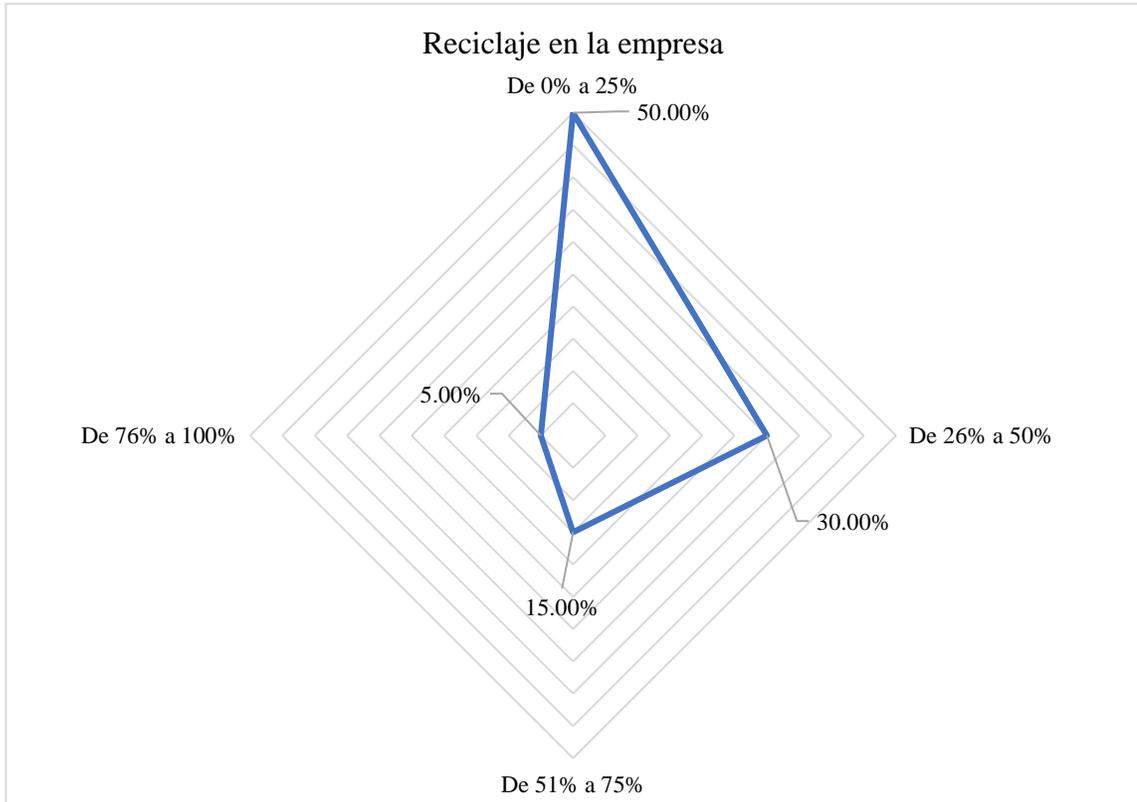


Con respecto a los productos que una vez finalizados su uso son reciclables o no, un 45% de las personas indagadas manifestaron que un poco, un 35% la mayor parte y apenas un

15% si se lo recicla, lo cual incrementa el nivel de desecho y contribuye a la contaminación ambiental, por lo cual en los posible se debe tratar de incrementar los porcentajes del sí, mediante políticas públicas para salvaguardar el medio ambiente.

5. ¿En qué porcentaje reciclan en la empresa?

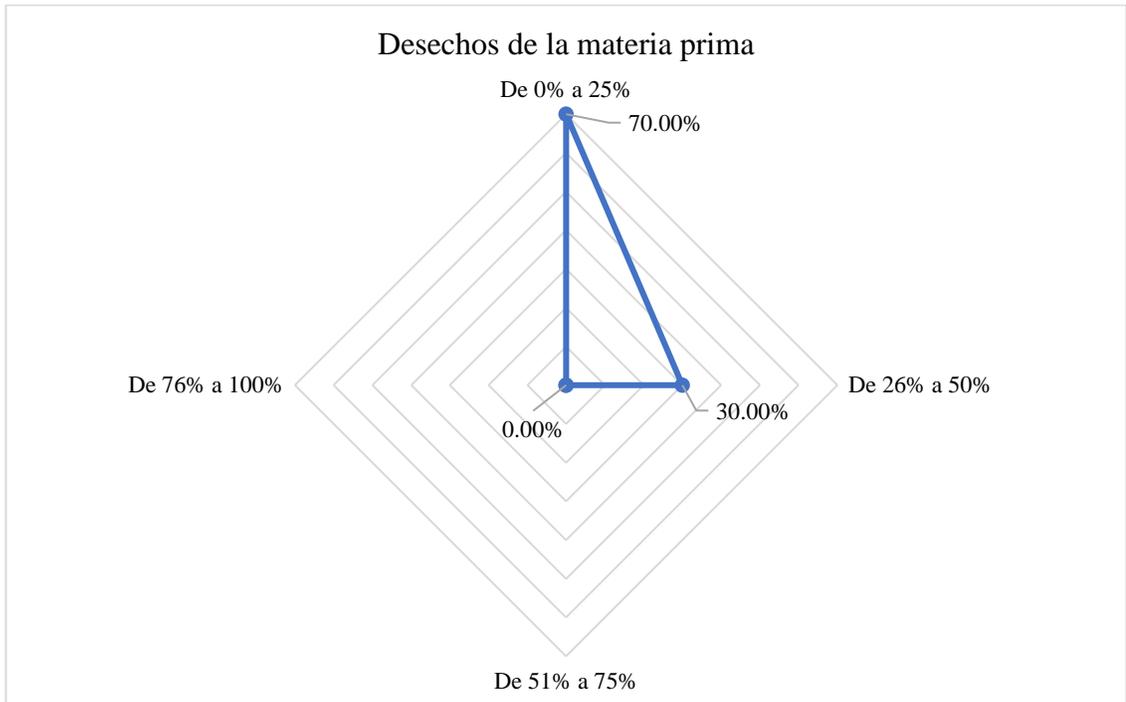
Figura 8 Reciclaje en la empresa



En términos de reciclaje de las empresas averiguadas manifestaron la mayoría que el 50% se encuentra en el rango de 0% a 25% seguido del 26% a 50%, con el 30%, lo cual demuestra que el reciclaje todavía no se tiene unos valores aceptables, es decir, que el reciclaje es bajo.

6. ¿En qué porcentaje se tiene desechos o desperdicios después de la producción de la materia prima?

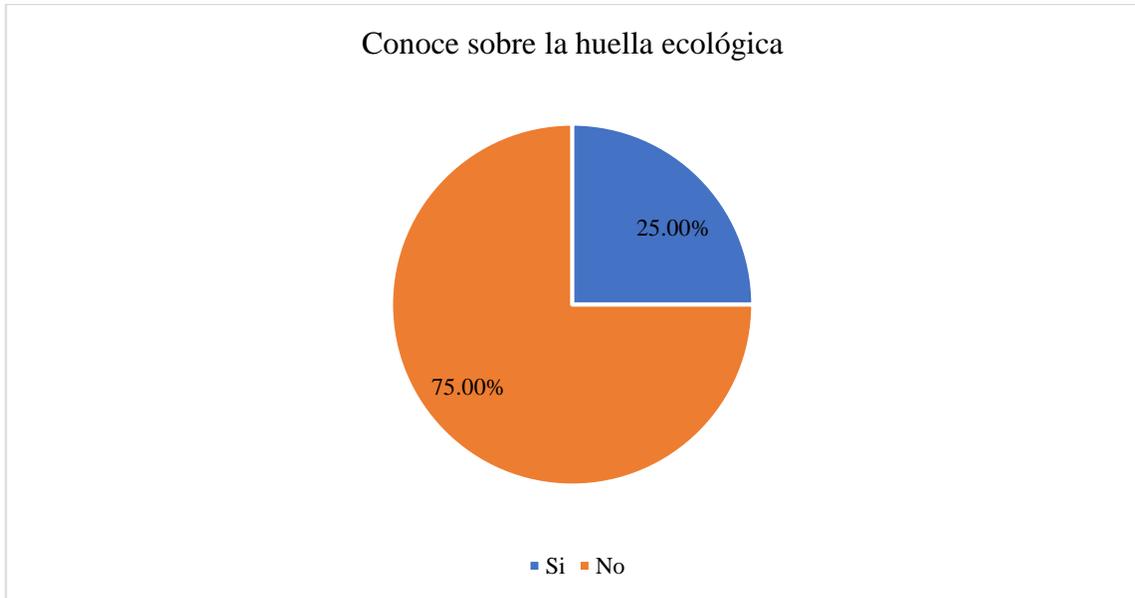
Figura 9 Desperdicios de materia prima



Al analizar las respuestas obtenidas al preguntar a los encargados de las empresas seleccionadas se observa que, una vez utilizada la materia prima en cada proceso de producción, se visualiza que la mayoría tiene un desperdicio entre el rango del 0% al 25% lo cual lo mencionó un 70% de dicho personal indagado.

7. ¿Conoce acerca de la huella ecológica?

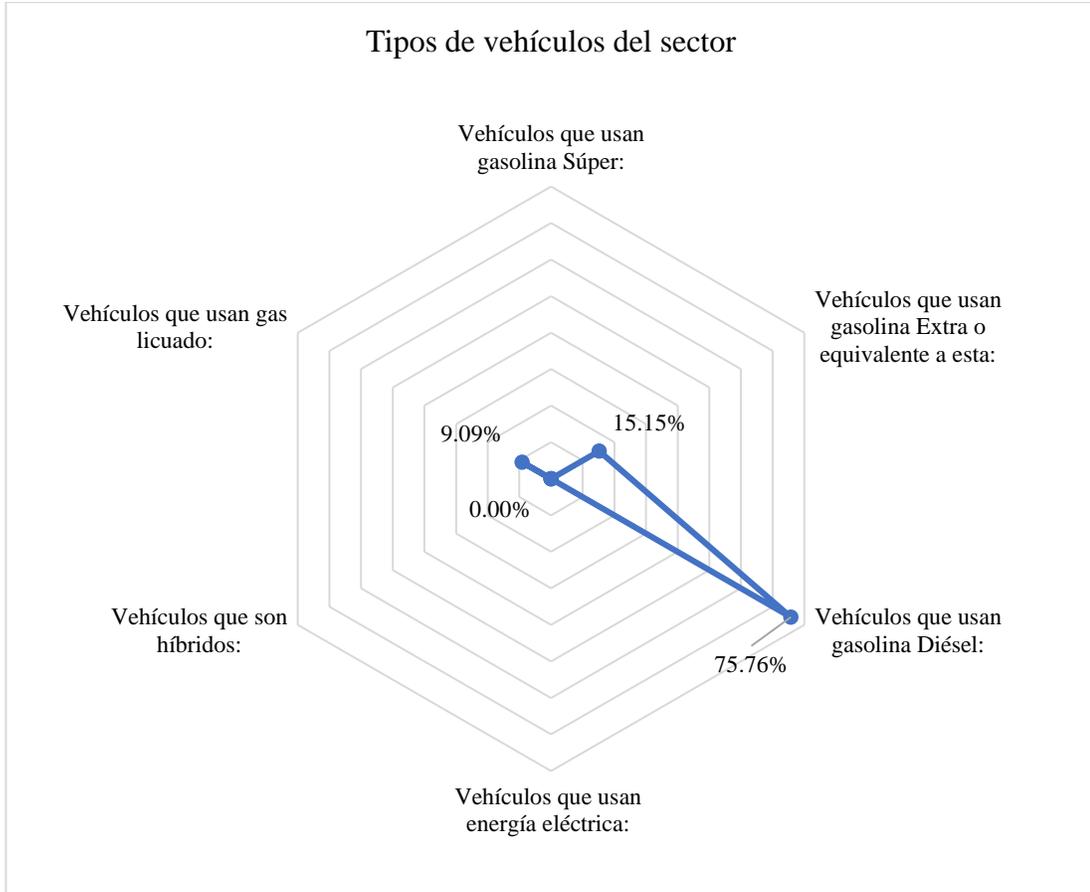
Figura 10 Conoce sobre la huella ecológica



Al investigar sobre el conocimiento que tienen los empresarios, propietarios o encargados de las empresas, sobre la huella ecológica, el resultado es preocupante ya que, de no estar consciente del efecto de la actividad económica, incide en la contaminación en la tierra, por lo cual se debe crear campañas acerca de concientización de lo importante que es la huella ecológica para subsistencia del medio ambiente.

8. ¿Cuántos vehículos cuenta en la empresa y que tipo de combustible usan?

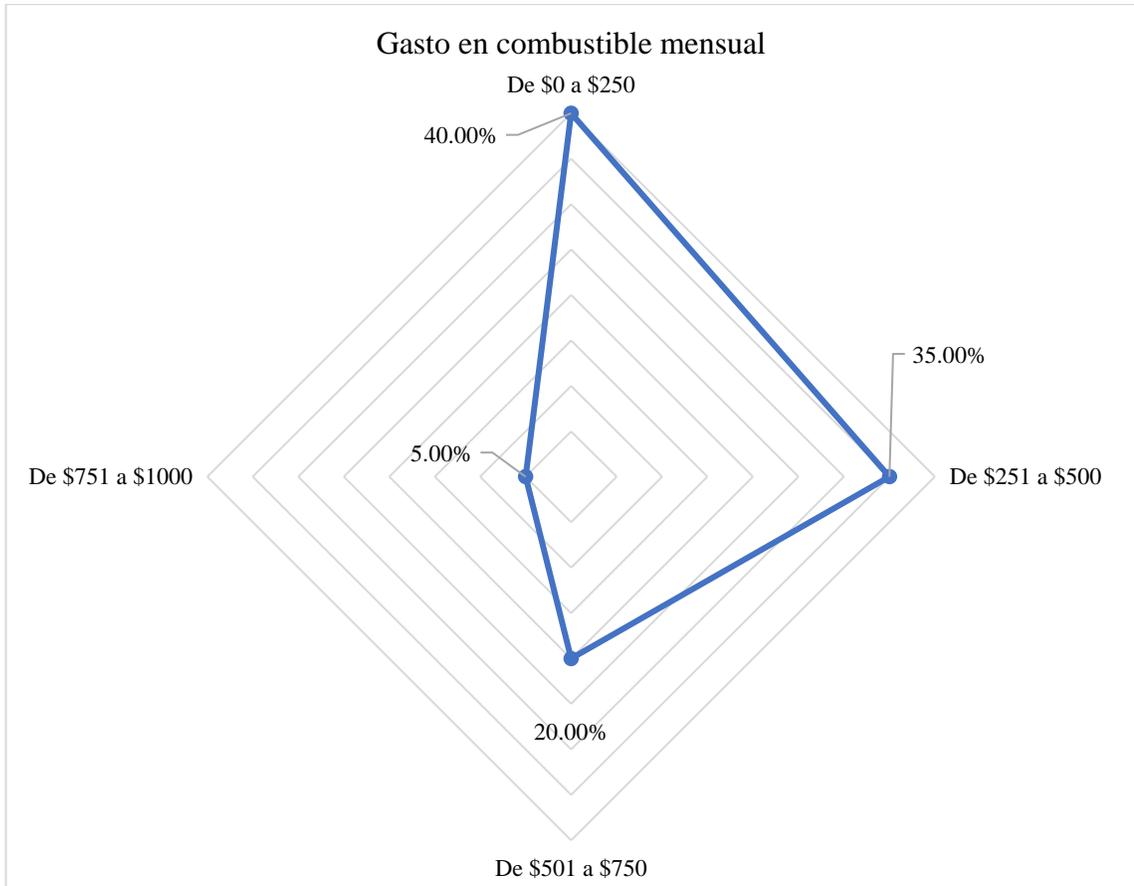
Figura 11 Tipos de vehículos del sector



Al indagar sobre el parque automotor de la industria de la ciudad del Puyo y el tipo de combustible que utilizan se observa que, la preferencia mayoritariamente de este sector es por los vehículos que usan como combustible el diésel, donde se obtuvo un 75,76% del total del parque automotor, esto respondería al alto costo de los combustibles, siendo el de menor valor el diésel, en lo que respecta a vehículos de gas licuado estos no se los utiliza para movilizaciones largas o fuera de las fábricas o bodegas ya que la mayoría que usa este tipo de combustible son los monta cargas.

9. ¿Qué monto destina al pago de combustible en promedio al mes?

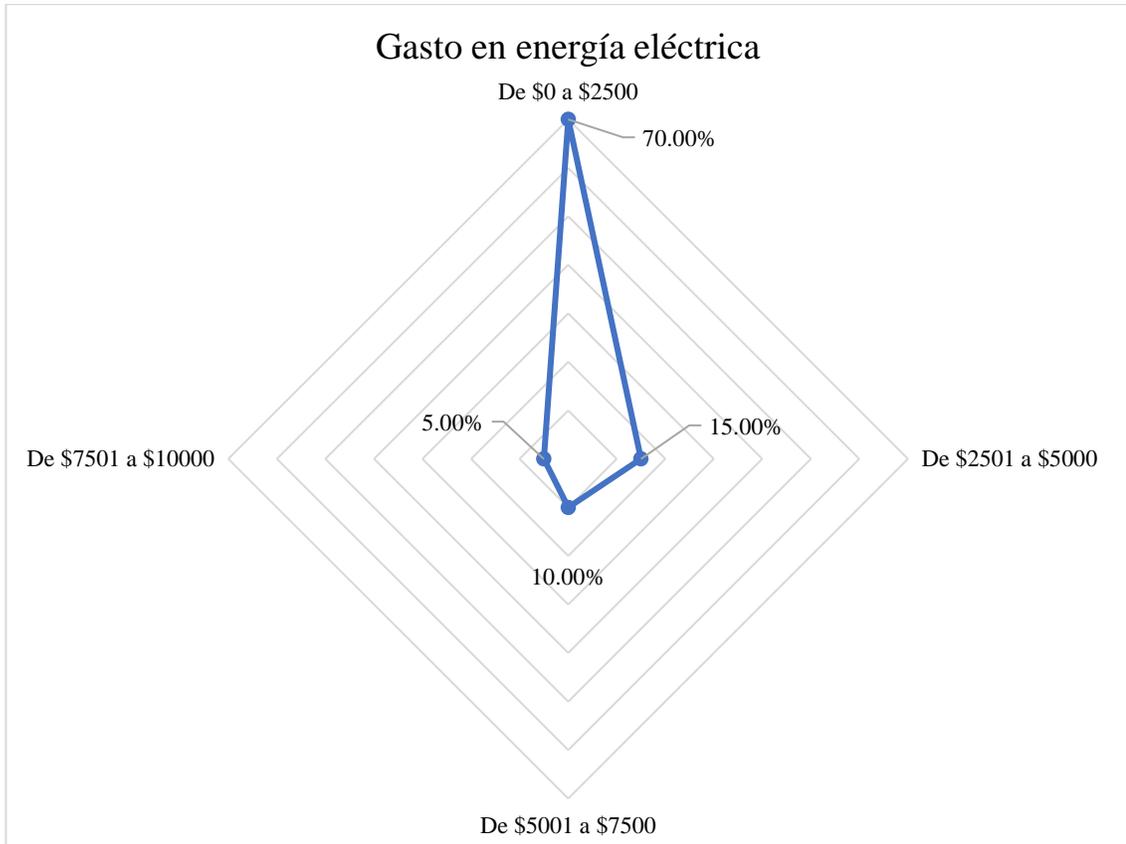
Figura 12 Gasto en combustible mensual



En lo que respecta al gasto en combustible en promedio mensual el personal investigado manifestaron que, estos gastos se sitúan en el rango de 0 a \$250, con un 40% seguido de \$251 a \$500 con un 35%.

10. ¿Qué monto destina al pago de energía eléctrica en promedio al mes?

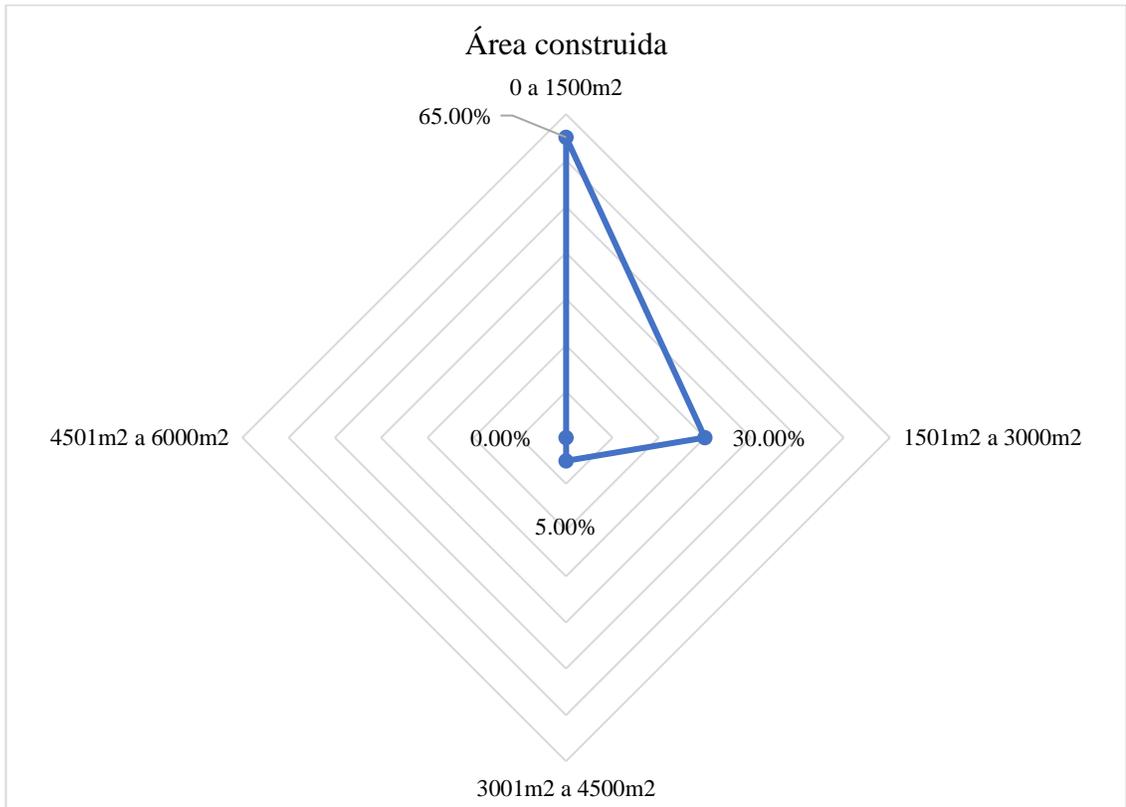
Figura 13 Gasto en energía eléctrica



Al igual que el combustible es necesario establecer el gasto en la energía eléctrica al igual como el gasto de combustible, en lo cual las personas encuestadas manifestaron que la mayoría destina un gasto mensual promedio en energía eléctrica de 0 a \$2500 donde se registró un 70% del total de repuestas obtenidas.

11. ¿Qué área aproximada construida destina para el funcionamiento de la empresa?

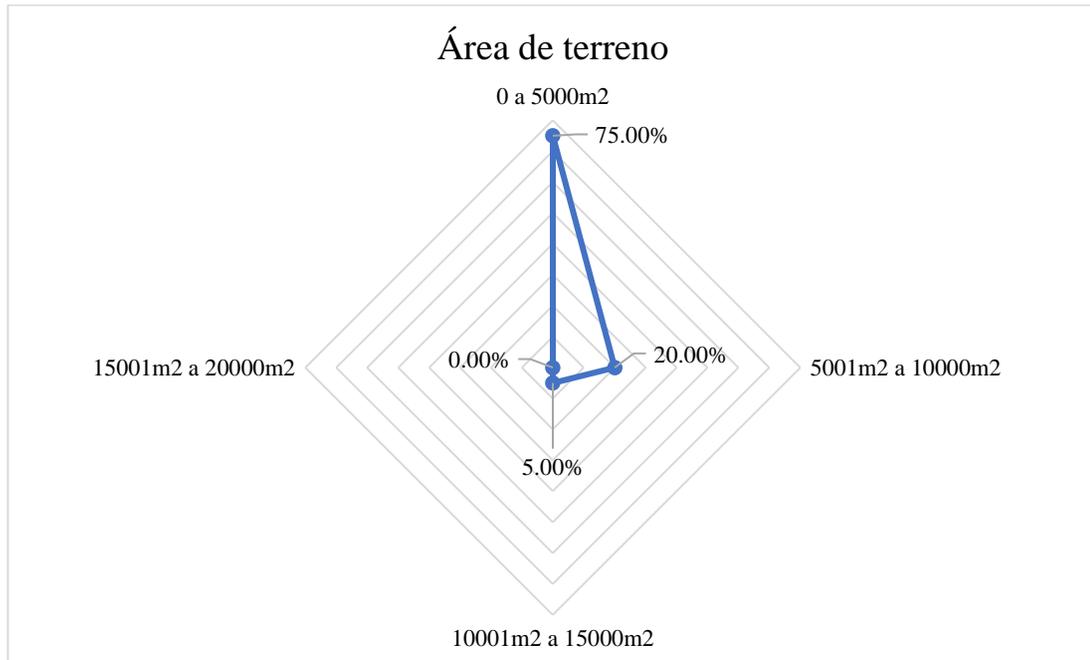
Figura 14 Área construida



Al considerar el área construida que utilizan u ocupan las empresas para el giro de su negocio, el personal consultado indicó mayoritariamente que dicha área se encuentra dentro del rango de 0 a 1500m², con un 65% dicha área es considerable y lo cual genera un impacto ambiental.

12. ¿Qué área aproximada de terreno destina para el funcionamiento de la empresa?

Figura 15 Área de terreno



En lo que respecta al área de terreno que se utilizan u ocupan las empresas del sector, las respuestas obtenidas establecen que la mayor parte se encuentra en el rango de 0 a 5000m² donde se concentró un porcentaje del 75% del total de las respuestas.

Cálculo de la huella ecológica

Para el cálculo de la huella ecológica es necesario establecer el valor de varios factores los cuales se detallan a continuación:

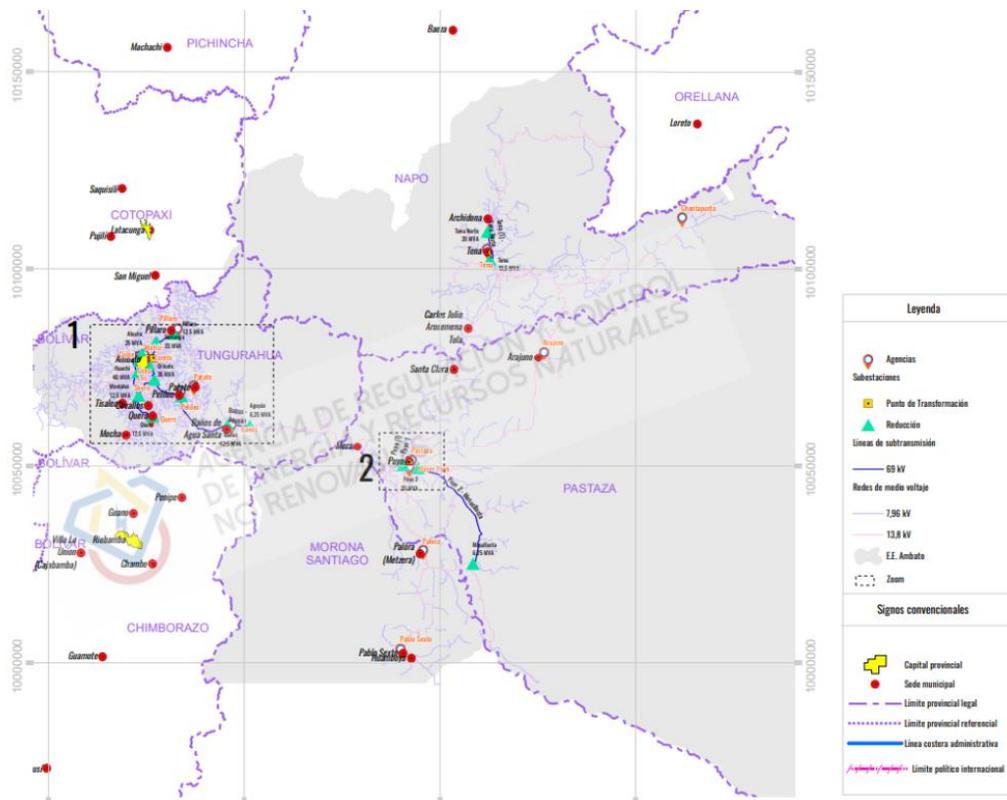
Para establecer los rangos de energía eléctrica se los catalogará a dichas empresas en los siguientes nuevos rangos para su cálculo, se tomarán los valores promedios de gastos y con eso se establecerá el consumo kWh, siendo estos valores los siguientes:

- De \$0 a \$2500 = \$1250
- De \$2501 a \$5000 = \$3750

- De \$5001 a \$7500 = \$6250
- De \$7501 a \$10000 = \$8750

Para convertir en (kWh) es necesario establecer la tarifa promedio, en el horario que la mayoría de las empresas funcionan de 6am a 6pm, siendo esta tarifa de 8,00 centavos de dólar por cada kWh, según los datos obtenidos de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR) (2022).

Figura 16 Mapa de Infraestructura eléctrica de E.E. Ambato



Nota: Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (2022)

Tabla 5 Consumo eléctrico anual

Gasto eléctrico mensual	kW mensual	kW anual	mW anual
\$1.250	15625	187500	187,50
\$3.750	46875	562500	562,50
\$6.250	78125	937500	937,50
\$8.750	109375	1312500	1312,50

Para establecer las emisiones de CO₂ por cada megavatio (MW) producido es necesario multiplicar el uso de MW anual por un factor de conversión o factor de emisión de CO₂, que para la Corporación Centro Nacional de Energía del Ecuador (2020), es la masa estimada de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera, por cada unidad de MWh de energía eléctrica generada en base a la combustión de combustible fósil, que para el Ecuador en el año 2020 es de 0,3834 tCO₂/MW.

Tabla 6 Emisiones de CO₂ por cada MW.

MW anual	tCO₂
187,50	71,89
562,50	215,66
937,50	359,44
1312,50	503,21

Para establecer la huella ecológica (HE) en hectáreas (ha) es necesario dividir la cantidad obtenida en tCO₂ por un factor de equivalencia, el cual se lo tomo como referencia por los factores de equivalencia establecidos por el Global Footprint Network siendo estos los siguientes:

Tabla 7 Factor de equivalencia

Tipo de uso de suelo	Factor Equivalencia
Combustible fósil	1.28
Tierra cultivable	2.50
Pastizal	0.46
Bosques	1.28
Área construida	2.50
Marino	0.37

Nota: Elaborado por el autor a partir de datos de Global Footprint Network (2017)

Para fines de cálculo se considerará que todas las industrias son industrias ya establecidas en el mercado y que no son nuevos proyectos, y que las mismas no generarán nuevos espacios o nuevas construcciones por lo que se considerará el factor de equivalencia de área construida, es decir, el factor de equivalencia será de 2.50

Tabla 8 Huella ecológica por consumo eléctrico

tCO ₂	HE
71,89	28,76
215,66	86,27
359,44	143,78
503,21	201,29

Combustibles

El petróleo es hoy el combustible más importante y un recurso natural no renovable que proporciona la mayor proporción de la energía consumida a nivel mundial. Es una mezcla de hidrocarburos oscura y de fuerte olor que se encuentra de forma natural en los sedimentos subterráneos de las capas superiores de la corteza terrestre, como sabemos no hay vida sin petróleo. Del crudo se obtienen gasolinas y gasoil para automóviles y autobuses, búnkeres y queroseno para barcos y aviones, se utiliza para generación de

energía y energía térmica en fábricas, hospitales, oficinas, etc., y como diversos lubricantes para maquinarias y equipos. (La Dirección de Movilidad y Transporte de México, 2014)

Tabla 9 Consumo de combustible anual en dólares

Gasto combustible mensual	Diésel	Gasolina extra	Gas
\$125	\$95	\$19	11,36
\$375	\$284	\$57	34,09
\$625	\$474	\$95	56,81
\$875	\$663	\$133	79,54

En base a las respuestas obtenidas en la encuesta del personal de las empresas investigadas, se pudo establecer los valores de consume de cada tipo de combustible como se observa en la tabla 19.

El precio de los combustibles por galón en Ecuador, según Petroecuador (EP) (2022) vigente hasta la presente fecha (octubre/2022) es el que se muestra en el siguiente listado:

- **Súper** \$4.27
- **Extra** \$2.40
- **Eco** \$2.40
- **Diésel** \$1.75
- **Eco Plus** \$3.36

Tabla 10 Consumo de combustible en galones y terajulio

Diésel (gl)	Gasolina extra (gl)	Diesel (tj)	Gasolina extra (tj)
54,11	7,89	0,00713	0,00104
162,34	23,67	0,02139	0,00312
270,57	39,45	0,03565	0,00520
378,80	55,23	0,04991	0,00728

Una vez estableció los valores de terajulios, para determinar la huella de carbono es necesario multiplicar dichos valores por un factor de conversión siendo estos los siguientes:

Tabla 11 Factores de conversión de CO₂ de combustible

Combustible	(tCO₂/TJ)
Gasolina extra	75,5
Diésel	72,6

Nota: Datos obtenidos de Petroecuador (2019)

Tabla 12 Toneladas de CO₂ de combustible

Diésel (tCO₂)	Gasolina extra (tCO₂)
0,51765	0,07849
1,55294	0,23548
2,58823	0,39247
3,62352	0,54946

Para calcular la huella ecológica de combustible, se divide lo obtenido por el factor de equivalencia de la tabla 17, el de combustible fósil siendo este 1,28, y de esta manera se obtiene la huella ecológica siendo esta:

Tabla 13 Huella ecológica por consumo de combustibles

Diésel (HE)	Gasolina extra (HE)
0,404	0,061
1,213	0,184
2,022	0,307
2,831	0,429

Para establecer la huella ecológica de las empresas indagadas por variables de consumo tanto de combustible como de energía eléctrica se observa que es la siguiente:

Tabla 14 Huella ecológica total de las empresas investigadas

Energía eléctrica (HE)	Diesel (HE)	Gasolina extra (HE)	
28,76	0,404	0,061	Total
86,27	1,213	0,184	
143,78	2,022	0,307	
201,285	2,831	0,429	
460,08	6,471	0,981	467,53

Para relacionar con el impacto de la economía circular, es necesario relacionar los principales factores contaminantes, es decir, la huella ecológica que estos producen por las ventas, catalogándolas de las siguientes maneras.

Tabla 15 Ventas del sector

Ventas en miles de dólares	Frecuencia de relativa
0 - 500	54,88%
501 - 1000	3,66%
1001 - 2000	4,88%
2001 - 3000	34,15%

Con estos datos se establece la matriz con la cual se procederá a realizar el análisis mediante los mínimos cuadrados ordinarios en el programa Gretl.

Tabla 16 Matriz de cálculo

Energía eléctrica (HE)	Diésel (HE)	Gasolina extra (HE)	Ventas
28,76	0,404	0,061	54,88%
86,27	1,213	0,184	3,66%
143,28	2,022	0,307	4,88%
201,29	2,831	0,429	34,15%

Con estos datos primero se analizó el cálculo del coeficiente de correlación el cual se lo realizó mediante el programa estadístico Gretl obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 17 Coeficiente de correlación en Gretl

Energía eléctrica (HE)	Diésel (HE)	Gasolina extra (HE)	Ventas	
<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	<i>0,3183</i>	Energía eléctrica (HE)
	<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	<i>0,3183</i>	Diésel (HE)
		<i>1,00</i>	<i>0,3183</i>	Gasolina extra (HE)
			<i>1,00</i>	Ventas

Nota: Coeficientes de correlación, usando las observaciones 1 – 4 Valor crítico al 5% (a dos colas) =0,9500 para n = 4

Tabla 18 Coeficiente de correlación múltiple

Rangos	Interpretación
0 < 0,10	Correlación nula
0,10 < 0,30	Correlación débil
0,30 < 0,50	Correlación moderada

0,50 < 1 Correlación fuerte

Nota: Hernández et al. (2018)

Al relacionar la variable dependiente (Ventas) y con las variables independientes que permiten establecer la HE (Energía eléctrica, diésel y gasolina extra), se puede observar que dicho coeficiente es de 0,31 el cual nos indica que existe una correlación moderada.

Comprobación de la hipótesis

Al comprobar la hipótesis mediante el coeficiente de correlación, se puede decir que, la misma se comprobó ya que existe una correlación moderada por lo cual se establece que, la economía circular disminuye la huella ecológica del sector industrial de la ciudad del Puyo, pero de una forma moderada y no en gran medida.

Modelación Gretl

Al existir una correlación moderada, es decir, existe relación por ende se procede a modelar en Gretl, estos datos son de la tabla 16 considerando como variable dependiente ventas y como variables independientes energía eléctrica, diésel y gasolina extra, estos datos se lo procesaron y se los modelaron mediante un modelo de regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios MCO en el programa estadístico Gretl obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 19 Modelado en Gretl

	<i>Coeficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>
<i>Constante</i>	0,365854	0,29426	1,24	0,3397
<i>Energía eléctrica</i>	-0,00106	0,002233	-0,4748	0,6817

Nota: R-cuadrado= 0,101297

De estos datos se puede establecer que los factores que mayor incidencia son: el de consumo de energía eléctrica y el consumo de combustible diésel, omitiendo el consumo de gasolina extra ya que en dicho consumo no se registraron valores significativos. Al

observar al modelo también se puede establecer que en verdad existe un ajuste lineal pero el mismo no es fuerte lo cual se lo puede visualizar en el R-cuadrado ya que el valor no es cercano de 1, y como lo manifiesta Martínez (2005) un R- cuadrado igual a 1 significa un ajuste lineal perfecto esto es la diferenciación total de la variable Y es revelada por el modelo de regresión, R-cuadrado es una medida adimensional, debido a su recorrido acotado entre cero y uno, lo que conduce a una profusa utilización de la misma.

A pesar de estos datos existe evidencia científica que nos permite establecer la relación entre las variables de estudio propuesta, como tenemos que en el modelo propuesto de Georg (2002) el componente crecimiento económico señala depende del volumen de emisiones provenientes de la producción y de los coeficientes de emisiones de los distintos sectores de la economía (relación entre el volumen de emisiones y la producción sectoriales), es decir, la tasa de crecimiento del volumen de las emisiones sería igual a la tasa de crecimiento del producto interno bruto real.

Ahora bien, la economía circular pretende solucionar los problemas ambientales sin afectar la economía de las empresas, es por esto que se debe establecer los factores que más inciden en esto y según el modelo planteado estos son consumo de energía eléctrica para este sector industrial de la ciudad del Puyo ya dicho rubro es el que mayor peso tiene en relación con los combustibles fósiles como son el diesel y la gasolina a pesar de que dicho rubros generan una huella ecológica considerable, para este caso es despreciable debido a que sus gastos mensuales son menores en relación al gasto en energía eléctrica, es decir, es el factor que en este sector tienen alta dependencia con el desarrollo económico de las empresas.

A pesar de que existe evidencia científica de que estos factores son altamente contaminantes, en el modelo planteado no se consiguió un nivel de significancia adecuado, lo que puede aducirse a que la muestra se debe ampliar y se debe considerar mayores factores para el establecimiento de la huella ecológica como los tipos de materiales que usan en las industrias, pero esta investigación ya deja un precedente y un punto de partida para futuras investigaciones puedan profundizar en dicho análisis.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS

5.1. Conclusiones

Al analizar los componentes de la economía circular mediante una revisión teórica, se establecieron que la misma parte de la premisa de alargar su vida útil lo máximo posible en pro de un desarrollo sostenible esto va acorde a lo que mencionan Mata (2019), Castelos (2020), Anzules (2021), Salmarón (2021), es decir, estos componentes serían según el Parlamento Europeo (2023), compartir, alquilar, reutilizar, renovar y reciclar los productos, para tener una producción amigable con el medio ambiente, a lo que al indagar en el sector industrial del Puyo, se estableció mediante la encuesta que la mayoría no conoce o está familiarizado con la economía circular, por ende no la aplican, en otras palabras las empresas del sector no logran alargar la vida de sus productos como fuese el adecuado y a su vez un porcentaje menor al 50% en su mayoría se puede reciclar o reutilizar de sus productos, para cuantificarlo de esta manera se lo analizó en base a las ventas de las empresas del sector analizado a estar altamente relacionado la producción con las ventas.

Para establecer la huella ecológica del sector industrial del Puyo, se realizaron varios cálculos y conversiones, obteniéndose como resultado de las empresas indagadas una huella de 467,53, siendo este el total de sus factores teniendo una HE de la energía eléctrica 460,08, del diesel una HE de 6,47 y finalmente de la gasolina extra 0,98.

Al realizar un modelo matemático el cual permita establecer una relación entre la economía circular y la huella ecológica, se observó que el mismo solo estableció la variable de consumo de energía eléctrica está relacionada con la variable dependiente, despreciando la variable de consumo de gasolina y diesel al no existir valores considerables, a pesar de que las tres variables independientes (Energía eléctrica, diesel y gasolina extra) obtuvieron un coeficiente de correlación de 0,31 con la variable dependiente (Ventas), es decir, una correlación moderada.

Es necesario que, para futuras investigaciones se considere mayores variables independientes para poder obtener mejores valores de correlación y de niveles de significancia para que el modelo con lo cual se pueda lograr niveles de probabilidad del 95% de ocurrencia.

5.2. Recomendaciones

Al observar los resultados en las empresas investigadas es necesario realizar campañas de concientización de lo importante que es el medio ambiente y las consecuencias que tienen las actividades económicas en el desmejoramiento del medio ambiente.

A las autoridades y personas encargadas del control ambiental en el país deberían realizar análisis de huellas ecológicas periódicas para ver si estas disminuyen favoreciendo de esta manera al medio ambiente, y crear políticas públicas o incentivos tributarios que promuevan la aplicación de economías circulares o modelos de producción amigables con el medio ambiente, así como crear impuestos adicionales a empresas que tengan modelos de producción que no son amigables con el medio ambiente.

En investigaciones futuras considerar las variables independientes como la de tipos de materias primas que usan en la industria y preferencias y costumbres del personal dentro de la empresa ya que según la investigación realizada esto generan una huella ecológica, considerando que cualquier actividad humana o productiva genera una huella ecológica.

Bibliografía

- Acurio, J. (2020). *La huella ecológica en la contabilidad ambiental de las empresas textil. Un estudio al barrio La Joya de la ciudad de Ambato*. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31353/1/T4785i.pdf>
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (2022). *Pliego tarifario del servicio público de energía eléctrica*. Corporación Nacional de Electricidad (CNEL). https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/05/Pliego-Tarifario-Servicio-Publico-de-Energia-Electrica_-Ano-2022.pdf
- Alaña, T., Capa, L., y Sotomayor, J. (2017). Desarrollo sostenible y evolución de la legislación ambiental en las MIPYMES del Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 9(1), 91-99. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus13117.pdf>
- Almeida, M., y Díaz, C. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. *Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*(8), 35-57. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2407/2317>
- Anzules, E. (2021). *Economía circular como alternativa de desarrollo sostenible del Ecuador*. Universidad Estatal del Sur de Manabí "UNESUM", Facultad de Ciencias Económicas. Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí "UNESUM". <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3176/1/TESISERICKFINAL.pdf>
- Banco Central del Ecuador [BCE]. (Marzo de 2022). *La economía ecuatoriana creció 4,2% en 2021, superando las previsiones de crecimiento más recientes*. Banco Central del Ecuador: <https://www.bce.fin.ec/boletines-de-prensa-archivo/la-economia-ecuatoriana-crecio-4-2-en-2021-superando-las-previsiones-de-crecimiento-mas-recientes>
- Cardenete, A., Fuentes, P., & Polo, C. (2008). Análisis de intensidades energéticas y emisiones de CO2 a partir de la matriz de contabilidad social de Andalucía del año

2000. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 8(2), 31 - 48.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2702993.pdf>
- Carrasquilla, A., Chacón, A., Núñez, K., Gómez, O., Valverde, J., & Guerrero, M. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: Aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Tecnología en Marcha, Encuentro de Investigación y Extensión*, 33-45.
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29s5/0379-3982-tem-29-s5-33.pdf>
- Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. *Aten Primaria*, 31(8), 527 - 538. <https://core.ac.uk/download/pdf/82245762.pdf>
- Castelos, L. (2020). *Economía circular y residuos plásticos, El caso de la directiva (UE) 2019/904*. Universidad del País Vasco.
https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/47870/TFG_LeireCastelosCuevas.pdf?sequence=4
- Cerda, E., & khalilova, A. (2017). *Economía circular*. Ministro de industria comercio y turismo de España.
<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOV A.pdf>
- Chafla, D. (2016). *Evaluación de la huella de carbono de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en cantón Guano*. Facultad de ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/9300/1/236T0349.pdf>
- Chirivella, V. (s.f.). *Hipótesis en el modelo de regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53302/Hip%F3tesis%20en%20el%20modelo%20de%20regresi%F3n%20lineal%20por%20M%EDnimos%20Cuadrados%20Ordinarios.pdf?sequence=1>
- Comisión Técnica de determinación de Factores de Emisión de Gases de efecto invernadero –CTFE. (2019). *Factor de emisión de CO2 del sistema nacional interconectado de Ecuador*. Ministerio de Energía y Recursos Naturales No

- Renovables MERNNR. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/11/factor_de_emision_de_co2_del_sistema_nacional_interconectado_de_ecuador_-_informe_2019.pdf
- Constanza, S. (2009). Realidad de los sistemas de gestión ambiental. *Investigación*, 68 - 79.
https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/17368/mod_resource/content/0/1618-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5541-1-10-20101012%20%281%29.pdf
- Díaz, L. (2011). *La Observación*. Universidad Nacional Autónoma de México.
http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf
- Esteban, V. (2008). *Estadística Actuarial: Regresión Lineal*. Universidad del país Vasco.
<https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/12484/03-08sarriko-on.pdf?sequence=1>
- Georg, K. (2002). Factores determinantes de la contaminación ambiental y del uso de los recursos naturales. <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v12n20/v12n20a07.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza. (2020). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Pastaza 2020 - 2030*. Puyo, Ecuador: GADMP. <https://puyo.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/departamentos/planificacion/pdot/pdot-pastaza-2020-2030.pdf>
- Gómez, D. (2009). La huella ecológica y los países andinos, una reflexión sobre la sustentabilidad y la biocapacidad. *Letras verdes*(5), 21 - 23.
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/1546/2/08.%20A.%20La%20huella%20ecol%C3%B3gica%20y%20los%20pa%C3%ADses%20andinos%20%80%a6%20Deyanira%20G%C3%B3mez.pdf>
- Haro, L. (2020). *Factor de emisión de CO2 del sistema nacional interconectado de Ecuador*. Coporación Centro Nacional de Energía del Ecuador CENACE .
https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/11/emision_de_co2_del_sistema_nacional_interconectado_de_ecuador_informe_2020.pdf
- Hernández Sampieri, R. (1994). Metodología de la investigación.

- Hernández, J., Espinosa, F., & Rodríguez, J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Sociedad Venezolana de Farmacología y de Farmacología Clínica y Terapéutica*, 37(5), 587 - 595. <https://www.redalyc.org/journal/559/55963207025/>
- Hernández, J., Espinosa, F., Rodríguez, J., Chacón, J., Toloza, C., Arenas, M., . . . Bermúdez, V. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(5). <https://www.redalyc.org/journal/559/55963207025/55963207025.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2021, Octubre 28). *Visualizador de estadísticas empresariales 2020*. <https://public.tableau.com/app/profile/instituto.nacional.de.estad.stica.y.censos.in.ec./viz/VisualizadordeEstadsticasEmpresariales2020/Dportada>
- Jiménez, J., Iñiguez, M., Cajamarca, D., Massa, P., & Martínez, V. (2017). Modelos Matemáticos para el Estudio del Medio Ambiente, Salud y Desarrollo Humano. . *Análisis de la huella ecológica del Ecuador: una comparación con América Latina. Impacto en la biodiversidad y la incidencia del desarrollo turístico sostenible*, 16(3), 179 - 187. https://www.researchgate.net/publication/313847319_Analisis_de_la_huella_ecologica_del_Ecuador_una_comparacion_con_America_Latina_Impacto_en_la_biodiversidad_y_la_incidencia_del_desarrollo_turistico_sostenible
- Jiménez, L. (2020). *La economía circular una opción inteligente*. Economistas sin Fronteras. <https://ecosfron.org/wp-content/uploads/2020/03/Dossieres-EsF-37-La-Econom%C3%ADa-Circular.pdf>
- La Dirección de Movilidad y Transporte de México. (2014). *Derivados del petróleo*. CONUEE : <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/253452/GasolinaFT.pdf>
- Leiva, J., Rodríguez, I., & Quintana, C. (2011). Cálculo de la huella ecológica de la universidad central "Marta Abreu" de las Villas. *Tecnología Química*, 31(1), 47 - 52. <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543772006.pdf>

- López, A., & Villamarin, A. (2021). *Determinación de la huella ecológica mediante datos estadísticos durante la pandemia por el Covid - 19 en la provincia de Cotopaxi, en el período 2020 - 2021*. Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera en Medio Ambiente, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales, Latacunga. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7840/1/PC-001074.pdf>
- Maranto, M., y González, M. (2015). *Fuentes de Información*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>
- Martínez, A. (2019). El nuevo marco jurídico en materia ambiental en Ecuador, estudio sobre el código orgánico del ambiente. *Actualidad Jurídica Ambiental*(89).
- Martinez, D. (2020). *Huella Ecológica y Crecimiento Económico: Un análisis con datos de panel para América Latina y la Unión Europea*. Facultad Jurídica, Social y Administrativa . Universidad Nacional de Loja. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23704/1/Diana%20Vanness_a_Martinez%20Valdiviezo.pdf
- Martínez, E. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*(38). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1143023.pdf>
- Martínez, K., de Miguel, C., Pereira, M., & Kohout, M. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423_es.pdf
- Mata, A. (2019). *La Economía Circular como modelo para la Mejora Económico-Productiva en el Sector Manufacturero de la Zona 2 Y 9 del Ecuador, Priorizando Procesos Ecológicos y Uso Eficiente de Recursos*. Quito: Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20013/1/T-UCE-0011-ICF-183.pdf>
- Mila, F., y Yáñez, K. (2020). El constitucionalismo ambiental del Ecuador. *Actualidad Jurídica Ambiental*(97). <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp->

content/uploads/2020/01/2020_01_07_Mila_Constitucionalismo-ambiental-Ecuador.pdf

- Miranda, U., y Acosta, Z. (2009). *Fuentes de información para la recolección de información cuantitativa y cualitativa*. DGPP. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/06/885032/texto-no-2-fuentes-de-informacion.pdf>
- ORBYT. (2021). *Ecuador sube sus emisiones de CO2*. expansion.com/ Datosmacro.com: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/ecuador>
- Organización Internacional de Trabajo (ILO). (2022). *Clasificación Industrial Inernacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIU)*. ILO: <https://ilostat.ilo.org/es/resources/concepts-and-definitions/classification-economic-activities/>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227-232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Parlamento Europeo. (2023). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. Parlamento europeo: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20es%20un,de%201os%20productos%20se%20extiende>.
- Pereira , Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 15 - 29. <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194118804003.pdf>
- Pérez, D., de Marco, O., & Álvarez, P. (2015). La huella ecológica de las naciones. Reflexiones globales, particularidades ecuatorianas. *Revista Ciencia UNEMI*, 8(14), 93 - 103. https://www.researchgate.net/publication/325697935_La_huella_ecologica_de_las_naciones

- Pérez, D., Marco, O., & Álvarez, P. (2015). La huella ecológica de las naciones. Reflexiones globales, particularidades ecuatorianas. *Revista Ciencia UNEMI*, 8(14), 93 - 103. https://www.researchgate.net/publication/325697935_La_huella_ecologica_de_las_naciones
- Petroecuador. (2022). *EP Petroecuador lanza súper premium de 95 octanos a escala nacional*. bnamericas: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/ep-petroecuador-lanza-super-premium-de-95-octanos-a-escala-nacional#:~:text=Desde%20hoy%2C%2026%20de%20octubre,de%204.27%20%C3%B3lares%20por%20gal%C3%B3n>.
- Programa de Economía Circular del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD). (2020). *Indicadores de transición circular, Métricas para empresas, realizadas por empresas*. Ginebra, Suiza: KPMG. <https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/11123/164399/1>
- Quero, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 12(2), 248-252. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99315569010.pdf>
- Rizo, J. (2015). *Técnicas de investigación documental*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/12168/1/100795.pdf>
- Salmerón, K. (2021). *Implementación de un modelo de economía circular en la Unidad Educativa Bilingüe Particular Teja*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/54246/1/TESIS%20SALMER%20C3%93N%20RUIZ%20revisada%20II.pdf>
- Suazo, B. (2017). *Economía Circular en Chile: Alcances, problemas y desafíos en la gestión de la ley REP*. Seminario para optar al título de Ingeniero Comercial, Mención Administración, Universidad de Chile, Facultad de Economía y Negocios, Santiago de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146815/Tesis%20Econom%C3%ADa%20Circular%20%28Boris%20Suazo%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torresano, M. (2020). *La economía circular en el entorno empresarial*. UNACEM Ecuador. <https://pactoglobal-ecuador.org/wp-content/uploads/2020/01/La->

Econom%C3%ADa-Circular-en-el-Entorno-Empresarial_UNACEM-
Ecuador.pdf

- Valdivia, P. (2020). *La sostenibilidad ambiental mediante le cálculo de la huella ecológica en los alumnos de la gran unidad escolar Leoncio Prado de la ciudad de Huanuco, 2019.* Universidad de Huanuco.
<http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2613;jsessionid=F3D306870019BEE093FDCF96BEE86A7B>
- Valencia, V., Rodríguez , T., y Rincón, M. (2021). ISO 14001 una alternativa de gestión ambiental en las empresas colombianas a favor de la calidad del agua, 2013-2019. (U. d. Cartagena, Ed.) *Revista de jóvenes investigadores Ad Valorem*, 4(1), 7-32.
<https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/advalorem/article/view/3432/2898>
- Van, B., Núñez, G., & de Miguel, C. (2022). *Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe.* CEPAL.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47975/1/S2200477_es.pdf
- Wendy, A., & Joyce, S. (2021). *Huella ecológica y biocapacidad de la población, como indicadores de sostenibilidad, en la ciudad de Potoviejo.* Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López".
<https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1634/TTMA55D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zambrano, S., Goyas, L., & Serrano, J. (2018). Políticas públicas en defensa de la naturaleza casuística y penalidad en Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 10(2), 234-242. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v10n2/2218-3620-rus-10-02-234.pdf>

Anexos

Anexo 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



Encuesta

Objetivo:

Determinar si la economía circular incide en la huella ecológica del sector industrial de la ciudad del Puyo

Instrucciones:

- Leer detenidamente las preguntas y responder de la forma más veraz y objetiva posible

Cuestionario:

1. ¿Conocen que es la economía circular?

Si ___ No ___

2. ¿Aplican la economía circular en la empresa?

Si ___ No ___

3. ¿En qué rango se pueden reparar o reutilizar sus productos?

- a) De 0% a 25%
- b) De 26% a 50%
- c) De 51% a 75%
- d) De 76% a 100%

4. ¿Sus productos son reciclables?

Si ___ La mayor parte ____ Un poco ____ No ___

5. ¿En qué porcentaje reciclan en la empresa?

- a) De 0% a 25%
- b) De 26% a 50%
- c) De 51% a 75%
- d) De 76% a 100%

6. ¿En qué porcentaje se tiene desechos o desperdicios después de la producción de la materia prima?

- a) De 0% a 25%
- b) De 26% a 50%
- c) De 51% a 75%
- d) De 76% a 100%

7. ¿Conoce acerca de la huella ecológica?

Si ___ No ___

8. ¿Cuántos vehículos cuenta en la empresa y que tipo de combustible usan?

Vehículos que usan gasolina Súper: _____
 Vehículos que usan gasolina Extra o equivalente a esta: _____
 Vehículos que usan gasolina Diésel: _____
 Vehículos que usan energía eléctrica: _____
 Vehículos que son híbridos: _____
 Vehículos que usan gas licuado: _____
 Otros: indique cual _____

9. ¿Qué monto destina al pago de combustible en promedio al mes?

De \$0 a \$250 _____
 De \$251 a \$500 _____
 De \$501 a \$750 _____
 De \$751 a \$1000 _____

10. ¿Qué monto destina al pago de energía eléctrica en promedio al mes?

De \$0 a \$2500 _____
 De \$2501 a \$5000 _____
 De \$5001 a \$7500 _____
 De \$7501 a \$10000 _____

11. ¿Qué área aproximada construida destina para el funcionamiento de la empresa?

0 a 1500m² _____
 1501m² a 3000m² _____
 3001m² a 4500m² _____
 4501m² a 6000m² _____

12. ¿Qué área aproximada de terreno destina para el funcionamiento de la empresa?

0 a 5000m² _____
 5001m² a 10000m² _____
 10001m² a 15000m² _____
 15001m² a 20000m² _____

Gracias por su colaboración