



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista**

**Tema:**

---

**“La producción manufacturera y generación de aguas residuales del Ecuador”**

---

**Autora:** Guevara Bermúdez, Michelle Dayana

**Tutor:** Econ. Carrión Gavilanes, Geovanny Ángel

**Ambato-Ecuador**

2024

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Econ. Geovanny Ángel Carrión Gavilanes con cédula de ciudadanía No. 1803701778, en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación sobre el tema: **“LA PRODUCCIÓN MANUFACTURERA Y GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL ECUADOR”**, desarrollado por Michelle Dayana Guevara Bermúdez, de la Carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación de este ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Febrero 2024

TUTOR



.....  
Econ. Geovanny Ángel Carrión Gavilanes

C.C. 1803701778

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Michelle Dayana Guevara Bermúdez con cédula de ciudadanía No. 1850341858, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto de investigación, bajo el tema: **“LA PRODUCCIÓN MANUFACTURERA Y GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL ECUADOR”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos, conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Proyecto de Investigación.

Ambato, Febrero 2024

**AUTORA**



.....  
Michelle Dayana Guevara Bermúdez

C.C. 1850341858

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Febrero 2024

**AUTORA**



.....  
Michelle Dayana Guevara Bermúdez

C.C. 1850341858

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el proyecto de investigación, sobre el tema: “**LA PRODUCCIÓN MANUFACTURERA Y GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL ECUADOR**”, elaborado por Michelle Dayana Guevara Bermúdez estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero 2024



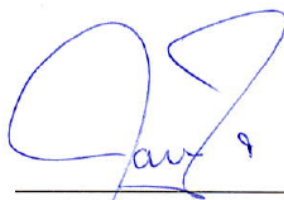
---

Dra. Tatiana Valle Ph. D.  
**PRESIDENTE**



---

Ing. Darwin Aldas Mg.  
**MIEMBRO CALIFICADOR**



---

Econ. Nelson Lascano Mg.  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

*Esta tesis está dedicada con amor y gratitud a las personas que han sido mi fuente constante de inspiración y apoyo a lo largo de este viaje académico. A mi familia, por su inquebrantable amor, comprensión y sacrificio. A mi abuela, Teresa Vayas por confiar en mí y susurrarme en el oído “Que te vaya bien mi economista” palabras que marcaron mi mente y corazón al ser las últimas palabras que escuche de su voz.*

*A mi persona especial, por compartir mis logros y ser incondicional en todo momento, su cariño ha hecho cada paso más significativo. A mis amigos, por compartir risas, alegrías y momentos. A mis profesores y mentores, por su guía experta y por compartir sus conocimientos, contribuyendo de manera invaluable a mi crecimiento académico. A todas las personas que participaron en este estudio, cuyas experiencias y aportes enriquecieron esta investigación.*

*Esta tesis es un testimonio de la dedicación y el esfuerzo colectivo de aquellos que creyeron en mí.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a los seres más importantes de mi vida, Javier Guevara y Greis Bermúdez, mis padres, quienes desde el momento que nací han velado por mi bienestar, me han inculcado valores con su amor y firmeza, me han brindado su apoyo en cada paso que doy, gracias al cuidado de estas personas maravillosas quienes tengo la dicha de decir "papi" y "mami" es el motivo en dónde estoy y el motor de quién quiero llegar hacer. Agradezco a mi compañera de vida, María de los Ángeles por su tiempo, paciencia, amor, dedicación que me ha regalado 22 años, a quien yo admiro y siempre la he visto como un ejemplo a seguir.*

*Envío un beso de agradecimiento al cielo en memoria de mis abuelos, quienes llenaron de mucho cariño y consejos mi niñez y adolescencia. Agradezco a mi persona especial por ser un apoyo constante durante en este proceso de investigación y estar presto ayudar en lo que necesite. Agradezco a mis amigos por dejar una huella en mi corazón en este viaje llamado "universidad". Agradezco a los docentes por el enriquecimiento académico durante todo el proceso universitario, en especial a mi tutor de tesis Econ. Geovanny Carrión, a mi profesor de desarrollo de proyectos Dr. Marcelo Mantilla, Ing. Darwin Aldas y Econ. Juan Pablo Martínez por ser guías en este proceso. Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato por ofrecerme la oportunidad de estudiar en sus instalaciones bajo la tutela de profesores excepcionales y beneficiándome de oportunidades que han aportado en a mi crecimiento profesional. Me doy gracias a mí por ser una mujer fuerte, responsable y perseverante, pues he dedicado mi máximo esfuerzo en este proceso universitario. Por, sobre todo, agradezco a Dios por darme una vida plena, sin el nada pudo ser posible.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>A. PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>B. CONTENIDO</b>	
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica .....	3
1.2.2. Formulación del problema de investigación .....	7
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos .....	7
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>8</b>



<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Revisión de literatura.....	8
2.1.1 Antecedentes investigativos.....	8
2.1.2 Fundamentos teóricos .....	12
2.2. Hipótesis (opcional) y/o preguntas de investigación .....	26
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>27</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>27</b>
3.1 Recolección de la información .....	27
3.2 Tratamiento de la información .....	28
3.3 Operacionalización de las variables.....	36
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>39</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
4.1 Resultados y discusión.....	39
4.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación .....	61
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
5.1 Conclusiones .....	63
5.2 Limitaciones del estudio.....	64
5.3 Futuras temáticas de investigación.....	64
<b>C. MATERIAL DE REFERENCIA.....</b>	<b>65</b>
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Tabla No. 1</b> Actividades asociadas a las industrias manufactureras.....	18
<b>Tabla No. 2</b> Interpretación del grado de relación del coeficiente de correlación.....	34
<b>Tabla No. 3</b> Operacionalización de la variable aguas residuales .....	36
<b>Tabla No. 4</b> Operacionalización de la variable producción .....	37
<b>Tabla No. 5</b> Valor agregado bruto (VAB) por tamaño de empresas.....	42
<b>Tabla No. 6</b> Actividad económica y total de aguas residuales m <sup>3</sup> /año.....	50
<b>Tabla No. 7</b> Prueba de normalidad.....	53
<b>Tabla No. 8</b> Correlación de aguas residuales y valor agregado bruto.....	54
<b>Tabla No. 9</b> Independencia de los errores .....	58
<b>Tabla No. 10</b> No colinealidad .....	59
<b>Tabla No. 11</b> Estimación del modelo de regresión simple.....	60
<b>Tabla No. 12</b> Coeficiente de correlación.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Figura No. 1</b> Curva de Kuznets considerando impacto o degradación ambiental ....	14
<b>Figura No. 2</b> Objetivos de desarrollo sostenible .....	16
<b>Figura No. 3</b> Clasificación de las industrias .....	17
<b>Figura No. 4</b> Maneras de definir manufactura .....	20
<b>Figura No. 5</b> Empresas manufactureras por tamaño de empresa .....	40
<b>Figura No. 6</b> Concentración del valor agregado bruto (VAB) por provincia .....	41
<b>Figura No. 7</b> Valor agregado bruto (VAB) según la actividad económica principal	43
<b>Figura No. 8</b> Generación de aguas residuales en el proceso productivo.....	44
<b>Figura No. 9</b> Concentración de empresas que generaron aguas residuales por provincias .....	45
<b>Figura No. 10</b> Concentración de empresas que generó aguas residuales por tamaño de empresa.....	46
<b>Figura No. 11</b> Cantidad de empresas según la actividad económica principal.....	47
<b>Figura No. 12</b> Aguas residuales generadas por tamaño de empresa.....	48
<b>Figura No. 13</b> Aguas residuales generadas por provincia y tamaño de empresa.....	49
<b>Figura No. 14</b> Aguas residuales tratadas según el destino de descarga .....	51
<b>Figura No. 15</b> Aguas residuales no tratadas según el destino de descarga .....	52
<b>Figura No. 16</b> Correlación: Total de aguas residuales, aguas tratadas y no tratadas y VAB .....	55
<b>Figura No. 17</b> Correlación de aguas residuales y Valor Agregado Bruto.....	56
<b>Figura No. 18</b> Linealidad .....	57
<b>Figura No. 19</b> Homocedasticidad .....	58
<b>Figura No. 20</b> Normalidad .....	59

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**TEMA:** “LA PRODUCCIÓN MANUFACTURERA Y LA GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN EL ECUADOR”

**AUTORA:** Michelle Dayana Guevara Bermúdez

**TUTOR:** Econ. Geovanny Ángel Carrión Gavilanes

**FECHA:** Febrero, 2024

**RESUMEN EJECUTIVO**

El impacto ambiental es una amenaza a nivel global, el cual, mayoritariamente, es ocasionado por las industrias, cuya producción, consumo y desechos provenientes de sus mismas actividades, provoca una considerable contaminación, en el aire, agua y el suelo. El recurso hídrico, por ejemplo, es afectado por el tratamiento inadecuado de las aguas residuales, mismas que son producto de las actividades urbanas, agrícolas e industriales, y que, como consecuencia, desemboca en una disminución de la calidad de agua. Por esta razón, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo analizar la producción manufacturera y la generación de aguas residuales del Ecuador en el año 2020. Se trata de una investigación con un nivel descriptivo, correlacional y explicativo, con datos de corte transversal, perteneciente al modelo de información económico-ambiental de la encuesta ENESEM, obtenido del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Entre los principales resultados se puede diferenciar que existe mayor concentración de generación de aguas residuales y aportación al Valor Agregado Bruto (VAB) en las grandes empresas, especialmente, en las provincias de Guayas y Pichincha; por otro lado, las variables: aguas residuales y Valor Agregado Bruto tiene una correlación significativa media por el análisis Rho de Spearman. Asimismo, se ejecutó un modelo de regresión simple, donde el VAB explica en un ocho por ciento la generación de aguas residuales. Por consiguiente, como el mundo está sujeto a constantes cambios; son las compañías, tanto pequeñas, medianas o grandes, que están en la obligación de tomar conciencia y evolucionar con relación a la sostenibilidad del ecosistema natural y a un consumo responsable.

**PALABRAS DESCRIPTORAS:** INDUSTRIA MANUFACTURERA, AGUAS RESIDUALES, VALOR AGREGADO BRUTO, PRODUCCIÓN.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDIT**  
**ECONOMICS CAREER**

**TOPIC:** “MANUFACTURING PRODUCTION AND WASTEWATER GENERATION IN ECUADOR”

**AUTHOR:** Michelle Dayana Guevara Bermúdez

**TUTOR:** Econ. Geovanny Ángel Carrión Gavilanes

**DATE:** February, 2024

**ABSTRACT**

The environmental impact is a global threat, which is mostly caused by industries, whose production, consumption and waste from their same activities causes considerable pollution in the air, water and soil. The water resource, for example, is affected by the inadequate treatment of wastewater, which is the product of urban, agricultural and industrial activities, and which, as a consequence, leads to a decrease in water quality. For this reason, the objective of this research project is to analyze manufacturing production and wastewater generation in Ecuador in 2020. This is a research with a descriptive, correlational and explanatory level, with cross-sectional data, belonging to the economic-environmental information model of the ENESEM survey, obtained from the Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Among the main results it can be distinguished that there is a greater concentration of wastewater generation and contribution to the gross value added (GVA) in big companies, especially in Guayas and Pichincha provinces. Furthermore, the variables: wastewater and gross value added have a significant average correlation by Spearman's Rho analysis. Likewise, a simple regression model was executed, where the GVA explains the generation of wastewater by eight percent. Consequently, as the world is subject to constant changes; They are companies, whether small, medium or large, that are obliged to become aware and evolve in relation to the sustainability of the natural ecosystem and responsible consumption.

**KEYWORDS:** MANUFACTURING INDUSTRY, WASTEWATER, GROSS VALUE ADDED, PRODUCTION.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

El crecimiento exponencial del accionar humano ha sido el generador de problemáticas ambientales a escala global. A causa, de la alteración en la relación entre la sociedad y el ambiente, como el uso descontrolado de los recursos naturales, el incremento de desechos provenientes de la producción y tecnología poco eficiente (Hernández, 2020). Un punto crucial, por considerar, son las actividades llevadas a cabo por las industrias, compañías transnacionales y los negocios que, a pesar de desempeñar un rol indispensable en la economía de un país, han contribuido al deterioro del medio ambiente (Barilari et al., 2020), esto se evidencia, en la generación de contaminantes en el aire, el agua y el suelo, como consecuencia trae consigo diversas implicaciones negativas para la salud humana y el bienestar del ecosistema, el cual perjudica el futuro de las posteriores generaciones (Grijalva Endara et al., 2020). En lo que respecta al cuerpo hídrico, se ha visto afectada por el impacto adverso causado por la liberación de aguas residuales que son vertidas al entorno sin ningún tipo de tratamiento (Duarte Díaz, 2016).

A nivel mundial, el grado de tratamiento que se proporciona a las aguas residuales industriales y municipales en una nación suele estar en relación con su nivel de ingresos, el promedio, en las naciones con ingresos: altos, se tiende a tratar aproximadamente el 70% de las aguas residuales producidas, mientras que esta cifra disminuye alrededor del 38% en medianos-altos, en medianos-bajos hasta un 28% y tan solo el 8% en repúblicas con ingresos bajos (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP], 2017). Tal estimación, corrobora el dato donde se menciona que 80% de las aguas residuales, tanto de origen municipal como industrial, son liberadas nuevamente al entorno (lagos, ríos y océanos) sin ser sometidas a procesos de tratamiento (WWAP, 2019), además, dicha situación contribuye al cambio climático, ya que, produce gases de efecto invernadero que constituyen alrededor del 3% y un 7% de todas las emisiones de sustancias contaminantes (Naciones Unidas [ONU], 2020).

Bajo este contexto, surge la necesidad de optar por medidas para la conservación del ecosistema, en el cual la Organización de las Naciones Unidas (ONU), juega un papel importante, al publicar la Agenda 2030 con 17 objetivos de Desarrollo Sostenible, es así como se plasma una ruta para integrar las dimensiones económicas, sociales y ambientales (ONU, 2018). En particular, el ODS 6.3 tiene como finalidad:

Mejorar la calidad del agua, reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, con el objetivo de reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y provocar así un aumento considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial (ONU, 2018, p. 35)

Dicha agenda nace para acaparar las resoluciones de las problemáticas mundiales, en el que la alianza entre naciones conducirá a los distintos países a un desarrollo sostenible.

En América Latina y el Caribe (ALC), disponen de una asignación de recursos hídricos por individuo cerca de  $28,000 m^3$  que excede en cuatro veces la media global de  $6,000 m^3$ , se debe agregar que, existen casos de alto estrés hídrico, especialmente en zonas pobladas, las cuales albergan una gran cantidad de actividad económica y territorios desérticos, por ejemplo, el valle central de Chile, la región del Cuyo en Argentina, la costa de Perú, el noreste brasileño, el sur de Ecuador, el altiplano de Bolivia, entre otros casos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, [UNESCO], 2021). Además, se observa la degradación de los distintos cuerpos hídricos, a causa del incremento de contaminación en los distintos entornos acuáticos y áreas costeras (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, [CEPAL], 2022). Motivo por el cual, es imprescindible, buscar una sostenibilidad ambiental, con un enfoque que permita una proyección positiva para las próximas generaciones (Gligo et al., 2020). Por lo tanto, las ODS se convirtieron en una oportunidad para la ALC de alcanzar un desarrollo sostenible.

Ecuador por su parte, es el protagonista de significativos impactos ambientales como resultado del inadecuado tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos, consecuencia de las erróneas actividades urbanas, agrícolas e industriales, además de la deforestación y urbanización (Márquez Andrea, 2021). Esto se debe, de igual

manera, a la gestión ineficiente por la falta de suficientes instalaciones físicas en las principales ciudades, como es el caso de Quito, cuyas aguas servidas son arrojadas al río Machángara, cabe recalcar que únicamente el 2% de la misma, recibe algún tipo de tratamiento en la planta ubicada en Quitumbe (Paz, 2020). Por tal motivo, el mundo se ha visto en constantes cambios, y las compañías tanto pequeñas, medianas y grandes están en la obligación de evolucionar con relación a la sostenibilidad del ecosistema natural y un consumo responsable (Revista Líderes, 2020). Esto desembocó que, para en el año 2019, aproximadamente el 62% de las compañías en la nación estén involucradas en el proceso de tratamiento de sus aguas residuales productivas y para el año 2021 dicha cifra cambiaría a un 84% (Instituto Nacional de Estadística y Censos, [INEC], 2019).

Por otro lado, la industria manufacturera es uno de los sectores más relevantes del Ecuador, la razón principal radica en su papel en cuanto a la contribución monetaria total de la producción, mientras que el segundo motivo se debe a que uno de cada 10 trabajadores formales se emplea en esta industria (Maldonado, 2019). Esto es evidente en el hecho de que, en el año 2019, representó el 12,53% del PIB, destacándose como el sector de mayor contribución a la economía del país, logró generar una suma de 9 mil millones de dólares a lo largo del mismo año (Lucero, 2020); sin embargo, se encuentra dentro de las actividades económicas con mayor impacto ambiental, esta industria, ocupó el segundo puesto, donde representó el 52.95%. De otro lado, para el 2021, esta actividad descendió en la jerarquía, situándose en quinto lugar en términos de impacto ambiental (Revista Gestión, 2022). Este cambio se debe a que el sector manufacturero cuenta con la mayor proporción de empresas que logran tratar sus aguas residuales, donde alcanzó un 48.59%, en comparación con otros sectores. (INEC, 2023).

## **1.2 Justificación**

### ***1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica***

La industria manufacturera desempeña un papel fundamental en varias economías globales al impulsar la transición de economías tradicionales a modernas. Como es natural, en Ecuador, dicho sector ha destacado gracias a su aportación al Valor Agregado Bruto (VAB) y a la contribución al Producto Interno Bruto (PIB), cabe



resaltar que en el año 2014 tuvo un alto peso en el PIB, en el cual representó el 11,68% quien mayor aportó fue metales comunes y productos derivados del metal con un 38% (Solano et al., 2017). Otro dato interesante es en el año 2019, cuya cifra fue del 12,53% del PIB, destacándose como el sector de mayor contribución a la economía del país; logró generar una suma de 9 mil millones de dólares a lo largo del mismo año (Lucero, 2020); sin embargo, la industrialización ha traído consigo la degradación del medio ambiente, con impactos negativos perceptibles, como se observa en el agua, suelo y aire.

El crecimiento económico, desde antes de la Revolución Industrial hasta la actualidad, siempre ha guardado relación con el medio ambiente. Debido a que, la explotación de recursos naturales es fundamental para la producción de bienes y servicios que han respondido a las necesidades humanas (Andrade Rojas et al., 2019); sin embargo, las actividades productivas de varias empresas presentan carencias y restricciones en la gestión de vertidos y residuos (Rueda-Punina, 2022). En función de lo anterior, en Latinoamérica, incluso Ecuador, no realizan un control eficaz de la trata de residuos industriales (Solórzano Chamorro et al., 2022). De modo que, las industrias crean afectaciones ambientales que impactan al entorno y a los pueblos aledaños; por ejemplo, las zonas hídricas cercanas a las empresas son fuente de descarga de aguas residuales sin ser sometidas a ningún tipo de tratamiento (Rodríguez-Guerra & Martínez, 2020). Como consecuencia, 842,000 personas fallecen cada año a causa de las condiciones insalubres del suministro de agua (Córdoba Adame & Vera Solano, 2019).

Uno de los conceptos más usados para entender la relación existente entre crecimiento económico y el medio ambiente es la curva ambiental de Kuznets (Freire-Vinueza et al., 2021; Macas Lituma & Macas Acosta, 2023; Quinde Rosales et al., 2021; L. Sánchez & Caballero, 2019). Dicho de otro modo, a medida que la economía presenta un incremento, existe mayor deterioro en el entorno medioambiental (Ortiz-Paniagua & Gómez, 2021); sin embargo, al alcanzar un cierto crecimiento, la degradación ambiental tiende a declinar (Gómez et al., 2011). En esta perspectiva surgen diversas investigaciones que abordaron tal problemática, tal es el caso de Grossman y Krueger (1995) quienes se enfocaron en evaluar el PIB y la polución ambiental (Cenes et al., 2021). La cual está representada por 4 tipos de contaminantes: en primer lugar, el aire;

segundo, la calidad de agua de los ríos; tercero, la patogénica a través de los indicadores de coliforme fecal y total. Por último, vertimiento de los metales pesados a las aguas por las operaciones mineras y otras actividades de tipo industrial y urbana (Correa et al., 2005). En este sentido, si existe una relación en forma de U invertida entre las variables antes mencionadas (Ceballos Pérez & Flores-Xolocotzi, 2022; Flores-Xolocotzi & Ceballos Pérez, 2022).

La sostenibilidad ambiental se convirtió en una necesidad en la actualidad. Esto se debe, a los desafíos causados por las actividades industriales, además de las normas propuestas por las partes interesadas y entes políticos, como consecuencia la obligación imperativa de aplicar estrategias de sostenibilidad en cada una de las empresas, enfocados en tres aspectos: ambientales, económicos y sociales (Jum'a et al., 2021), donde, las métricas ambientales son un aspecto clave para la gobernanza, ya que otorgan información sobre el estado del ecosistema, factores detrás de los problemas ambientales, seguimiento de la eficacia y eficiencia de las políticas ambientales (Capetillo-Piñar et al., 2022); sin embargo, los países carecen de indicadores robustos que muestren el desempeño ambiental (Usubiaga-Liaño & Ekins, 2021).

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo evaluar la producción manufacturera y la generación de aguas residuales del Ecuador. Para llevar a cabo esta investigación, se recopiló datos de fuentes secundarias, específicamente del Módulo Ambiental de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) correspondiente al año 2020; dicha información recopilada se obtuvo a través de sitios web del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Además, se complementó la investigación con información proveniente de artículos de revista como Scopus o Woos, libros e informes, lo que enriqueció la comprensión de cada concepto y facilitó el acceso a una base sólida de conocimiento.

Este estudio es de tipo cuantitativa y se caracteriza por su nivel descriptivo, correlacional y explicativo. En una primera etapa, su enfoque principal radicó en proporcionar una descripción detallada del comportamiento de la producción y la generación de aguas residuales en el sector manufacturero de Ecuador. A través de un análisis exhaustivo de los datos, se buscó ofrecer una visión comprensiva de estos

aspectos. En una segunda instancia, se orientó en determinar la relación entre la producción y la generación de aguas residuales, con la finalidad de identificar posibles conexiones y dependencias entre las variables estudiadas, lo que contribuyó a una comprensión más profunda de los factores que influyen en este contexto.

Finalmente, en la fase explicativa de la investigación, se buscó evaluar el efecto de la producción y generación de aguas residuales en el sector manufacturero, que permitió comprender cómo y por qué se producen ciertos efectos en función de la información recopilada. En conjunto, estas tres fases proporcionan un enfoque integral para abordar el tema de estudio. Es esencial destacar que el presente estudio forma parte de un proyecto de investigación desarrollada en la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato, carrera de Economía. Dicho proyecto fue aprobado por la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) de la universidad, mediante la Resolución Nro. UTACONIN-2023-0038-R, titulado "Estrategias de sostenibilidad ambiental bajo los Principios de Economía Circular en la Industria Manufacturera del Ecuador: Un modelo de optimización".

El presente estudio radicó en la necesidad apremiante de abordar el impacto ambiental que se enfrenta actualmente. Con la finalidad de comprender y analizar la relación entre la producción y generación de aguas residuales en el sector manufacturero del Ecuador, por lo tanto, está dirigida a las empresas de dicho sector, ya que, al proporcionar un panorama claro y conciso de los desafíos ambientales, estas empresas estarán en posición de identificar oportunidades para adoptar prácticas de producción más limpias y sostenibles desde el punto de vista ambiental. De esta manera, no solo mejorarán su imagen corporativa sino también contribuirán de manera significativa a la preservación del medio ambiente. Además, de su relevancia para las empresas, este estudio aporta un valioso conocimiento al campo académico. La información recopilada y analizada en este proyecto se convierte en un recurso valioso para futuras investigaciones relacionadas con el desarrollo sostenible de la industria manufacturera. La disponibilidad de datos sólidos y análisis sustanciales contribuye a la base de conocimiento en el área de la sostenibilidad ambiental y la mitigación de la contaminación, para promover un enfoque más consciente y responsable hacia la producción industrial en el Ecuador.

### ***1.2.2. Formulación del problema de investigación***

¿Cómo se relaciona la producción manufacturera con la generación de aguas residuales del sector manufacturero del Ecuador?

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Analizar la producción manufacturera y la generación de aguas residuales para la mitigación del impacto ambiental en el Ecuador

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Describir el comportamiento de la producción del sector manufacturero y generación de aguas residuales en el Ecuador
- Determinar la relación de la producción del sector manufacturero manufacturera y generación de aguas residuales del sector manufacturero del Ecuador
- Evaluar el efecto de la producción del sector manufacturero y generación de aguas residuales del sector manufacturero del Ecuador

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1 Revisión de literatura**

##### ***2.1.1 Antecedentes investigativos***

Diversos artículos científicos buscan analizar varios puntos, como el crecimiento industrial, crecimiento económico, contaminación ambiental, contaminación en cuencas de agua e impacto ambiental, dichos estudios utilizan diversas metodologías, los cuales, permitirá generar una idea clara en el desarrollo del presente estudio. En este contexto, se conseguirá brindar una idea global sobre los resultados alcanzados y las posibles conclusiones que se obtendrán:

En el estudio desarrollado por Muyibi et al. (2019) evalúa la polución ambiental provocada por el desarrollo en Malasia, la investigación analiza la relación entre la contaminación del agua y el desarrollo económico, como la urbanización y el crecimiento industrial en dicho país, en su metodología, empleó un análisis de regresión múltiple, donde concluyeron que las variables predictoras explican la contaminación en las cuencas fluviales, además los autores mencionan que, si las herramientas de política ambiental controlan solo los contaminantes del agua de una sola fuente, estos no serían efectivos. Mientras las recomendaciones que se aluden son el uso de tecnología adecuada para el tratamiento de aguas en las industrias, ya que es muy necesario para solucionar el problema del estrés hídrico (Ortega Ramírez & Sánchez Rodríguez, 2021a).

Para el análisis elaborado por Chen et al (2020), se usó la curva ambiental de Kuznets (CKA) con la finalidad de mostrar la interrelación entre el crecimiento económico, la industria y la calidad hídrica en el río Xiangjiang en China, los resultados demostraron que existe autocorrelación espacial en las poluciones de aguas arriba y abajo, además, que las variables: concentración de contaminantes y crecimiento económico presentan una relación de manera de N invertida. Bajo el mismo fundamento teórico, Quinde Rosales et al., (2021) analizan la relación de entre el PIB per cápita y emisiones de dióxido de carbono, cuya conclusión plasma la premisa de N invertida de CKA en la asociación de las variables antes mencionadas, además dichos autores sugieren que hay que tomar en cuenta el efecto de diversos contaminantes al momento de crear políticas públicas.

En el estudio desarrollado por Hettige et al., (2000) buscó medir el efecto de crecimiento del ingreso sobre los siguientes determinantes: la intervención de la manufactura en la producción nacional, la contribución de los sectores contaminantes y la intensidad de polución de este, en este caso, los autores resaltan que la participación de la industria sigue un recorrido tipo Kuznets, pero los otros determinantes no, por otro lado, concluyen que el rechazo de la hipótesis de CKA para la degradación de las aguas industriales: incrementa de forma rápida a través del estatus de ingresos medios y persiste constante a partir de entonces.

El crecimiento económico no debe lograrse a costa del medio ambiente y los recursos (Solórzano Chamorro et al., 2022). Añádase a este un estudio desarrollado por Hu et al. (2022) en el cual busca estudiar el mecanismo bidireccional entre la contaminación del medio acuático y la calidad del crecimiento económico, cuyo estudio se basa en datos de 30 provincias y ciudades de China, entre los principales resultados de la investigación señalan que la contaminación ambiental y la calidad del crecimiento de la economía regional tienen una fuerte naturaleza histórica; y que la contaminación ambiental del agua y el desarrollo de la economía regional muestran una relación de retroalimentación bidireccional.

En el estudio desarrollado por Huang & Wang, (2022) investiga la relación de causa entre la polución del agua, el crecimiento económico y la aglomeración industrial en 11 provincias de China, los resultados muestran una correlación de largo plazo entre las tres variables antes mencionadas, por otro lado, el crecimiento económico y la aglomeración industrial desempeñan un papel importante cuando se habla del incremento de la degradación de los cuerpos hídricos. De igual forma, en el estudio desarrollado por Taguchi et al. (2023) centra su objetivo en la degradación de los recursos hídricos de China, los resultados muestran en primer lugar, la relación entre la degradación acuática y los ingresos en forma de U invertida, en segundo lugar, el grado de contaminación del agua se encuentra asociado con la urbanización y la industrialización, esto se debe a la falta de capacidad para el monitoreo de la contaminación y finalmente, dicho país tiene una gran capacidad para mitigar la contaminación de los recursos hídricos a través de políticas y capacitación de los recursos humanos.

La explotación ambiental a partir del intercambio de recursos desde la periferia hacia el centro tiene un carácter desigual, esto se debe, a que el primero, por medio de la extracción, abastece de materia prima al socio industrializado, lo que ha conllevado externalidades ambientales (Peinado et al., 2020). De igual modo, el artículo propuesto por Lilia et al., (2020) plasma que las naciones más avanzadas poseen un sistema de producción más eficiente y sostenible con respecto a los países emergentes, quienes tienen una tecnificación menos limpia, afectan al cuerpo hídrico. Este es el caso de Chile, donde en una investigación por Dextre & Bergamini (2021) afirman que, al ser un país exportador de recursos provenientes del ecosistema, genera efectos negativos al medio ambiente, tales como la polución en el agua, aire y suelo. Por tal motivo, es necesario transformar los patrones de producción, control y consumo a una vía de desarrollo sustentable, como el uso de las aguas residuales industriales tratadas con fines agrícolas, ya que aporta micro y macronutrientes beneficiosos para el crecimiento de las plantas (Panhwar et al., 2022).

La relación del medio ambiente con la sociedad es inevitable; por lo que, alguna modificación puede acarrear varios efectos. Como, la polución de las aguas que causa daños perjudiciales no solo a la salud humana, sino también a la calidad de vida del ecosistema (Grijalva Endara et al., 2020). Por ejemplo, el impacto negativo al Lago Junín, Perú, se debe al vertimiento de desechos provenientes de sustancias industriales, tóxicas y químicas resultantes de las necesidades productivas, además de aguas negras y lixiviado, siendo un peligro para la vida acuática (Cusiche Pérez & Miranda Zambrano, 2019).

Siguiendo el hilo de la exploración, en el caso de Colombia, el servicio de cobertura del sistema de alcantarillado es ineficiente en la región del Valle del Magdalena, los datos muestran que la población y las actividades económicas de la zona descargan aguas servidas sin ser sometidas a ningún tipo de tratamiento a la cuenca del río Magdalena, esto provocó la afectación de la calidad del cuerpo hídrico, lo que desembocó en una vulnerable vegetación y animales aledaños al mismo, además limita la posibilidad de usar la fuente fluvial como fuente de trabajo o uso directo (Blanco-Corredor et al., 2021). De igual forma, las cuencas costeras en el país antes mencionado se encuentran afectadas por las descargas de aguas residuales, debido a la

presencia de organismos patógenos y bacterias como vibrio y aeromonas que ponen en riesgo la salud pública y acuática (Sáenz-Arias et al., 2023).

El proceso productivo implica afectar al ecosistema natural, por lo que, se debe impulsar el progreso tecnológico ambiental por parte de las industrias. A pesar de ello, en el año 2015 en Colombia se evidencia que las industrias manufactureras presentan un valor bajo, menor al 70% de eficiencia técnica, por lo que se palpa las limitaciones en términos de producción y ambiente (Valderrama Santibañez et al., 2015). Conviene distinguir, la situación en México presenta una situación similar, ya que analizaron a 1047 empresas del sector equipo de transporte, donde los resultados indican que el número de establecimientos donde invierten y gastan en mitigar la polución del agua y aire, son muy escasas, además se evidenció un bajo porcentaje de negocios que reciclan, tratan las aguas residuales y contratan capital humano dedicado a la protección del ambiente (González Acolt et al., 2019).

De otro lado, este caso contrasta mucho con el autor antes citado, pues el análisis llevado a cabo por Gonzáles & Díaz (2021) muestran que las empresas de la Región Centro Occidente de México cuentan con empleados comprometidos con la conservación del medio ambiente, invierten en equipos y realizan gastos corrientes en materiales-servicios con el fin de reducir la contaminación de aguas residuales, emisiones de CO<sub>2</sub> y el uso de recursos reciclados. En definitiva, este artículo nos ayuda a comprender ciertos determinantes "ambientales" y su influencia en la innovación empresarial en un país periférico como lo es México, además del progreso en términos de tecnología, en donde la región estudiada tiene gran dinamismo económico y una importante influencia de actividades manufactureras.

Para el estudio desarrollado por Torres & Polanco (2018) buscaron analizar el efecto de la contaminación industrial y la especialización en el sector de la manufactura en Colima, los resultados muestran que las industrias con mayor producción son los más afectados por la polución, dicha externalidad se extiende a otras actividades económicas, es decir, al incluir la variable que evalúa la degradación causada por el resto de las empresas, se evidencia que las que sufren mayor daño son las compañías y municipios con menor movimiento. En el caso de Colombia, se puede observar un fenómeno similar, ya que se evidencia que las pequeñas y medianas empresas



(PYMES) son las más vulnerables en enfrentar el control, regularización en materia ambiental debido a la carencia de infraestructura física y tecnología para el tratamiento del agua causada por su actividad o de otro sector (Ramírez-Rodríguez, 2023).

Para el estudio desarrollado por Aldas et al. (2022) donde su punto de estudio es Ecuador, utiliza datos que corresponden al valor agregado bruto (VAB), producto interno bruto (PIB) y el índice de producción de la industria (IPI), además del consumo de energía, generación de residuos y gastos en protección medioambiental, como principales resultados, obtuvieron que VAB presenta una correlación alta con la generación de residuos, es decir, a medida que las industrias crecen producen mayor cantidad de desechos. Por otro lado, mencionan que el IPI y los residuos tiene una correlación del 98,4%, en otras palabras, cuando el IPI aumenta, la generación de residuos también lo hace.

La industrialización tiene un efecto de carácter dramático, ya que genera pérdidas al bienestar del ecosistema en términos de impactos toxicológicos al medio ambiente (Devda et al., 2021). Tal es el caso, del sector textil, pues es una de las que mayor consumo y contaminación en el cuerpo hídrico presentan, pues, descarga una variedad de componentes dañinos al agua como tintes sintéticos, bases, detergentes, sales, grasas, dispersantes, aceites y entre otros compuestos (Chicatto et al., 2018). Como en el caso, de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, donde se demostró los altos niveles de toxicidad en el agua por el uso de aditivos y colorantes no biodegradables vertidos por las textilerías, de manera que causa daños a los seres bióticos que forman parte del ecosistema (Núñez Moreno et al., 2023). A resumidas cuentas, se determina que no se promueve medidas para la mitigación de aguas residuales en dicho sector.

### ***2.1.2 Fundamentos teóricos***

Antes de ingresar de lleno en el desarrollo de este proyecto de investigación, es crucial considerar y comprender las teorías y conceptos fundamentales que son pilares en el transcurso de la investigación:

#### **Teorías**

##### ***Economía Circular***

La teoría de economía circular no es un tema nuevo, pues el mismo tuvo sus inicios en 1920, sin embargo, es un fundamento que hace muy poco, tanto los gobiernos como los académicos han centrado su atención como la solución a un desarrollo más sustentable (Kant & Pedersen, 2019). En el transcurso de los años, el concepto de este ha tenido diversos antecedentes históricos, como es el caso de Stahel y Reday-Mulvey (1981) los cuales mencionaron que la economía lineal debería convertirse en una economía circular, donde se reduzca la importancia económica de la extracción y centrarse en gestionar los residuos para la mitigación ambiental. Para el año 1990 la aportación de Pearce y Turner establecen que el sistema circular en una economía es un requisito necesario para sostenibilidad de la vida en el ecosistema, en fin, la economía tradicional no utiliza sistemas de reciclaje, por lo que debe existir una transición a un sistema de bucle, dicho en otras palabras, alargar el ciclo de vida de los productos (Pearce & Turner, 1990).

La economía circular tomó un gran impulso gracias a la Fundación Ellen MacArthur, ya que, promueve un proceso productivo más sostenible, donde se diseñan productos con la finalidad de que tenga un uso más prolongado, además de ser bienes reciclables y reutilizables para que de este modo se evite el uso de nuevos recursos, por lo que se convierte en una oportunidad para los negocios (Ellen Macarthur Foundation, 2014). Por lo tanto, el marco de la economía de bucle se caracteriza por tener tres principios fundamentales, las 3Rs, que se refiere al reducir, reutilizar y reciclar, las mismas son aplicadas a lo largo del ciclo de producción, consumo y devolución de residuos, donde exista la participación de todos los agentes económicos (Grillo-Méndez et al., 2022).

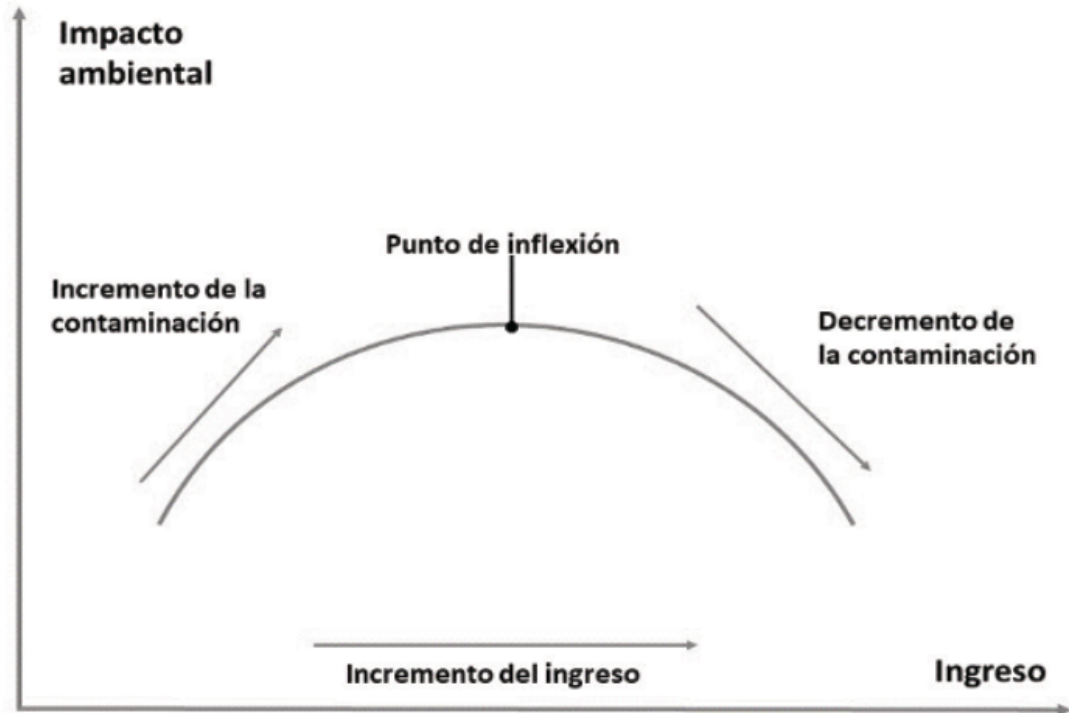
### *Curva de Kuznets*

En 1995, el economista Simon Kuznets publicó un artículo titulado “Economic Growth and Income Inequality”, cuya investigación plasma la relación entre el crecimiento económico, el cual es medido por el PIB per cápita y la distribución de los ingresos, donde concluye que la variable crecimiento económico y desigualdad tiene una relación que sigue una forma de U invertida, es decir, a medida que el ingreso per cápita aumente también lo hará la desigualdad, sin embargo, a partir de un punto, cualquier aumento en el ingreso conduce a la disminución de la desigualdad (Correa et al., 2005; Hettige et al., 2000; Ortiz-Paniagua & Gómez, 2021). Con el pasar del tiempo, la teoría de Kuznets promovió nuevas líneas de estudio, como el caso de

Grossman y Kruger (1995) quienes estudiaron el crecimiento económico y la contaminación ambiental, donde aluden la existencia de una relación de U invertida, a la cual denominaron la curva medioambiental de Kuznets, como se muestra en la figura 1 (Astudillo et al., 2022; Ike et al., 2020; Ortiz-Paniagua & Gómez, 2021).

**Figura 1**

*Curva de Kuznets considerando impacto o degradación ambiental*



*Nota.* Relación entre el ingreso y el impacto ambiental. Fuente: Ceballos Pérez & Flores Xolocotzi (2022)

En la figura 1 se visualiza que una primera instancia, tanto el ingreso como la contaminación tiende a aumentar, hasta llegar a un punto límite en donde la variable correspondiente al PIB per cápita sigue en aumento y, por otro lado, la contaminación pasa todo lo contrario, disminuye debido a que las personas incrementan sus ingresos, su educación y su exigencia por un ambiente limpio (Ceballos Pérez & Flores Xolocotzi, 2022).

### ***Metabolismo social***

El metabolismo social permite comprender la relación de entradas-salidas entre las sociedades humanas y su entorno natural, cabe considerar que, se encuentra integrado por tres dimensiones principales: urbano, rural e industrial (Flores et al., 2014). Este

último se basa en el análisis del uso de los materiales obtenidos por parte del medio ambiente y de la manera en que dichos recursos fluyen en la transformación, consumo y posterior generación de desechos (Luna-Nemecio, 2022). En este sentido, se comprende que las grandes industrias requieren enormes cantidades de recursos y energía para la transformación, distribución, consumo y la excreción de residuos (Lagüela et al., 2017). Como consecuencia lógica, se convierten en uno de los principales generadores de desechos hacia la naturaleza.

### ***Huella hídrica***

La Huella Hídrica (HH) propuesta por Hoerksatra (2002) permite asociar la cantidad de consumo del fluido hídrico con la producción de bienes y oferta de servicios (Chavarría-Solera et al., 2020; Rojas et al., 2019). Donde, no solo se toma en cuenta el agua consumida y el volumen de contaminación, sino también, se distingue geográfica, temporal y el tipo que era: verde para referirse a las lluvias; azul alude a los fluidos superficiales y subterráneas y, por último, el gris empleado para asimilar contaminantes (Arboleda-Tabares et al., 2022; Mariani et al., 2022). En lo que respecta a la HH de los procesos industriales, se debe tomar en cuenta la utilización, consumo y polución del agua a lo largo de la elaboración de un bien final (Arroyo & Cervantes, 2018). La importancia del agua para la vida diaria ha llevado a la necesidad de cuidado y mantenimiento de este recurso, donde medir su estado de calidad es esencial.

### **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

Los objetivos de desarrollo sostenible o por sus siglas ODS, son también conocidos como objetivos globales, los cuales surgen en el 2015 por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), con la finalidad de asegurar la sostenibilidad ambiental, equidad, abastecimiento de necesidades básicas para que en el año 2030 todos gocemos de un planeta de prosperidad (UNESCO, 2017). Por lo tanto, surge la Agenda 2030 con 17 objetivos de Desarrollo Sostenible (ver figura 2), donde plasma una ruta para integrar las dimensiones económicas, sociales y ambientales, las cuales son aplicadas por todas las naciones desde el año 2016 (ONU, 2018), las cuales son:

**Figura 2**

*Objetivos de desarrollo sostenible*



*Nota.* El objetivo 6 de desarrollo sostenible (ODS 6), es de gran relevancia para el estudio. Fuente: ONU (2018).

### ***Objetivo de desarrollo sostenible 6***

El mundo actual enfrenta una crisis hídrica, debido a la escasez del agua que ha sido producto del crecimiento de la población y la generación de aguas residuales provocados por los desechos humanos, prácticas industriales y agrícolas (CEPAL, 2022). Por lo tanto, la ODS 6 le pone especial énfasis al agua, ya que tiene como objetivo “garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” (ONU & OMS [Organización Mundial de la Salud], 2021, p. 4). En particular, la meta 6.3 se basa en:

Mejorar la calidad del agua, reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, con el objetivo de reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y provocar así un aumento considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial (ONU, 2018, p. 35).

En definitiva, las empresas tienen la responsabilidad de fomentar y aplicar procesos para la sostenibilidad de los recursos hídricos en todo su proceso productivo.

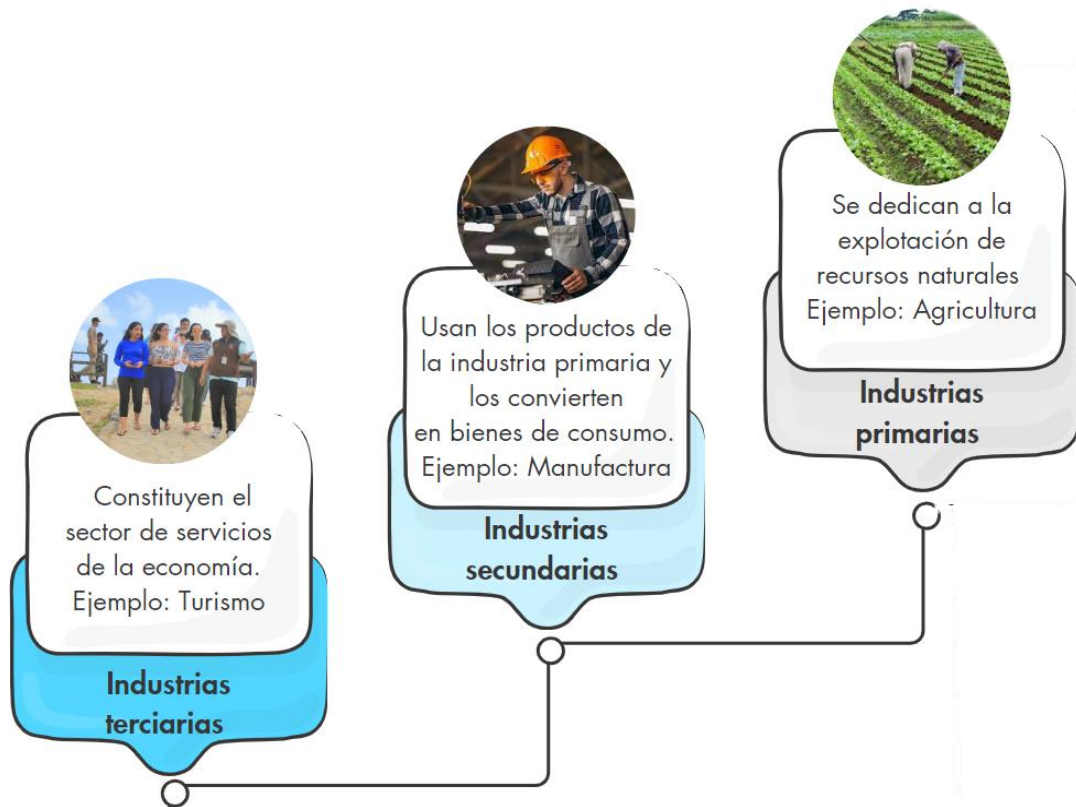
## Industria Manufacturera

### Industrias

Las industrias se refieren a todas las organizaciones, transnacionales, empresas o negocios que abastecen o transforman bienes y servicios a los seres humanos para satisfacer las necesidades (Groover, 2007). Las industrias se clasifican en primarias, secundarias y terciarias, como se observa en la figura 3:

**Figura 3**

*Clasificación de las industrias*



Nota. La clasificación de las industrias permite comprender la estructura económica de un país. Fuente: Elaboración propia basada de Groover (2010).

### Sector manufacturero

El sector manufacturero es importante en la economía de un país, debido a su aporte al PIB, además es fuente de empleo e innovación (Aguar, 2013). El mismo pertenece a la categoría secundaria y se define como la industria dedicada a la transformación,

ya sea física o química, de los bienes que se ha obtenido de las industrias primarias como la silvicultura, pesca, ganadería, petróleo, agricultura, entre otros (Méndez, 2012). Por tal motivo, se convierte en una oportunidad para las empresas debido a la transición y desarrollo de un recurso primario a un producto con mayor valor agregado (Aguiar, 2013). En un contexto ecuatoriano, el mismo se ha regido por una estructura económica basada en la extracción del petróleo y productos alimenticios, por lo que se consideró como un sector primario, sin embargo, la manufactura ha tomado gran protagonismo, por lo que se considera como los sectores más relevantes de dicho país, ya que aporta a la estructura productiva y ofrece fuentes de trabajo a la población (Lovato Torres et al., 2019).

### ***Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (CIIU)***

Es relevante tener claro el contexto relacionado con la “Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas” o por sus siglas CIIU que surgió en 1948, este es considerado un clasificador de los tipos de actividades económicas, los cuales se catalogan por categorías y subcategorías codificadas por número y letras, además es posible usarlo en el plano nacional e internacional (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2017). Dentro de este contexto, las naciones tomaron como punto de partida el CIIU para la formulación de clasificaciones nacionales, de modo que se convierta en una herramienta que aporta a la comparación de carácter internacional en relación con los datos estadístico de las diferentes actividades productivas de un país (ONU, 2009).

Dentro de CIIU de la república del Ecuador, el sector que pertenece a las industrias manufactureras corresponde al literal C (Superintendencia de Bancos, 2022). Estas son (ver tabla 1):

#### **Tabla 1**

##### *Actividades asociadas a las industrias manufactureras*

---

#### **Lista de actividades dentro de la industria de manufactura**

---

Elaboración de productos alimenticios

Elaboración de bebidas

---

---

Elaboración de productos de tabaco  
Fabricación de productos textiles  
Fabricación de prendas de vestir  
Fabricación de cueros y productos conexos  
Producción de madera y fabricación de productos de madera, etc.  
Fabricación de papel y de productos de papel  
Impresión y reproducción de grabaciones  
Fabricación de coque y de productos de la refinación del petróleo  
Fabricación de sustancias y productos químicos  
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas, etc.  
Fabricación de productos de caucho y plástico  
Fabricación de otros productos minerales no metálicos  
Fabricación de metales comunes  
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo  
Fabricación de productos de informática, electrónica y óptica  
Fabricación de equipo electrónico  
Fabricación de maquinaria y equipo N.C.P.  
Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques  
Fabricación de otros tipos de equipos de transporte  
Fabricación de muebles  
Otras industrias manufactureras  
Reparación e instalación de maquinaria y equipo

---

*Nota.* Actividades que pertenecen al CIU 4.0. Fuente: Elaboración propia basada en INEC (2012).

### ***Procesos de manufactura***

Es importante conocer dos términos individuales: proceso y manufactura, el primero se refiere al grupo de recursos y actividades que van interconectadas para la elaboración de un producto final con valor agregado y entrega hasta el consumidor; Por otro lado, el término manufactura se deriva del latín “manus” que significa mano y por “factus” que se refiere a la acción hacer, juntos forman “hecho a mano”, sin embargo, a partir de la era industrial la definición se amplió a “hecha a mano o por soporte de máquinas” (Barbosa Moreno et al., 2019). En definitiva, los procesos

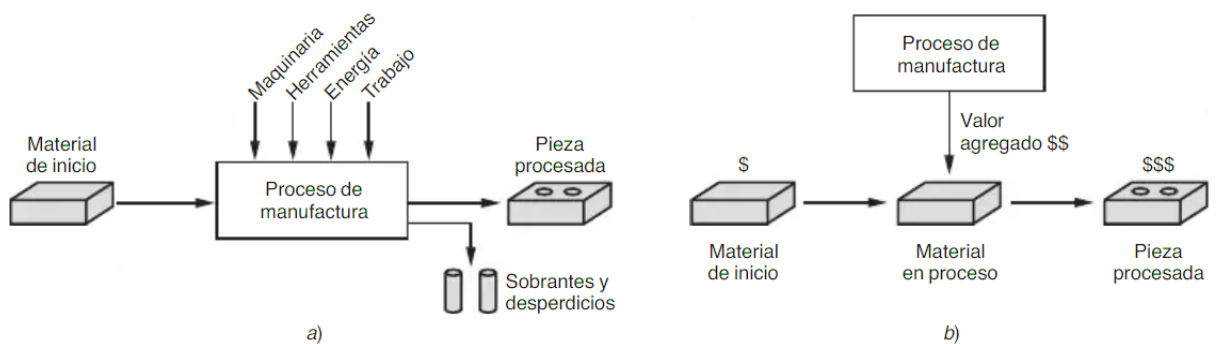


manufactureros son una sucesión de operaciones por medio de herramientas como capital humano, máquinas, servicios básicos; que en conjunto llevan a la creación de un bien deseado (Groover, M 2007).

En definitiva, la manufactura se alude de dos formas (ver figura 4): como proceso técnico al conjunto de operaciones físicas y químicas para alterar la apariencia de un material y también como proceso económico al modificar las propiedades o combinar los recursos ya transformados de un bien (Groover, M. 2010), de tal forma que se crea un valor agregado al producto una vez sea procesado, por lo tanto, es de suma importancia considerar los inputs que se harán uso para obtener un output (Mayorga et al., 2015).

**Figura 4**

*Maneras de definir manufactura*



*Nota.* Existen dos formas de definir manufactura: a) como proceso tecnológico y b) como proceso económico. Fuente: Groover (2007)

### ***Productos manufacturados***

Una vez que se concluye el proceso productivo, se obtiene un producto final, el cual se divide en dos tipos de clases: el primero son los bienes de consumo, los cuales corresponden a todos artículos adquiridos por el consumidor de forma directa; mientras que el segundo se alude a los bienes de capital, es decir, la compra de los recursos manufacturados por parte de otras empresas para la creación de un bien o servicio (Groover, 2007).

### **Valor Agregado Bruto**

Según el Banco Mundial citado por Felipe Brito-Gaona et al., (2019) se refiere “al valor añadido elaborado por cada industria o sector en los procesos productivos de servicios y bienes finales producidos en un periodo determinado y un área específica” (p. 2). Por otro lado, el Banco Central del Ecuador (2021) menciona que corresponde al valor que se calcula a través de la resta del valor de la producción total de bienes y servicios con el consumo intermedio de las industrias. Es importante recalcar, que el VAB, es uno de los más importantes indicadores macroeconómicos, ya que es un componente esencial del PIB el cual tiene la finalidad de valorar la actividad económica, puede ser de distintos sectores productivos o en sí de toda lo que conforma la economía (Sánchez et al., 2019).

### **Aguas residuales**

El agua es de uso vital para la existencia del ser humano y para el desarrollo del ecosistema. En la actualidad el uso de las fuentes acuáticas se incrementó debido al aumento de la población, en consecuencia, se origina la aparición de agentes perjudiciales para el agua, esto se debe a la contaminación por parte de los desechos provocados por las familias y las industrias (Pozo-Mera et al., 2022), estos agentes se muestran bajo la existencia de desechos colorados, sustancias químicas y vertimientos orgánicos (Ortega Ramírez & Sánchez Rodríguez, 2021b). Bajo este contexto, a causa de los contaminantes, aparecen las aguas residuales.

Las aguas residuales es el resultado del uso del agua en diversas actividades, la cual se combina con distintas sustancias, ya sea de manera disuelta o no, dando lugar a una compleja forma de elementos que comúnmente se denomina contaminantes y son transportadas mediante un sistema de alcantarillado, donde finalmente son vertidas en ríos, lagos y océanos (Valencia Monedero, 2016). En consecuencia, estas aguas resultantes no son aptas para el uso directo por parte de las personas, ya que presenta alteraciones químicas, biológicas, físicas o su composición se encuentra modificada de tal manera que pierde la potabilidad para el consumo cotidiano o para otras actividades (Osorio-Rivera et al., 2021). Dicho de otro modo, se caracteriza por modificaciones antropogénicas, al cambiar sus propiedades originales, al igual que las características de la fuente donde se vierte y la biodiversidad del entorno fluvial, lo que imposibilita para uso directo (Córdoba Adame & Vera Solano, 2019).

### ***Volumen de aguas residuales tratadas***

Se alude a la cantidad de aguas residuales que han pasado por un proceso de tratamiento, ya sea física, química o biológica, por medio de una depuradora de aguas residuales (EDGAR), con la finalidad de recoger las aguas servidas de las industrias o su vez de la urbanización de tal forma que se eliminen las sustancias contaminantes al momento de que sean vertidas al entorno, para que puedan ser apta para el consumo humano y el bienestar del ecosistema (Lander Rodríguez, 2020). En definitiva, el cuerpo hídrico es un recurso escaso y esencial para el desarrollo del medio ambiente y la población, por lo que cuidar su calidad es un reto y una responsabilidad para todos (Idrogo Bravo et al., 2020).

### ***Volumen de aguas residuales no tratadas***

Hace referencia a la cantidad de aguas contaminadas de origen industrial, agrícola, doméstico-municipal y minero, las cuales vierten sus desechos como metales pesados, aceites, disolventes, grasas, sustancias radioactivas, fertilizantes, pesticidas y otras sustancias tóxicas a los ríos, suelos, subsuelos, mares y lagos sin ningún tipo de tratamiento lo provoca grandes daños al medio ambiente (Banco Mundial, 2020). Un dato interesante, es que el 80% de las aguas residuales son liberadas nuevamente al entorno (lagos, ríos y océanos) sin ser sometidas a procesos EDGAR (WWAP, 2019).

### **Características físicas**

#### ***Sólidos***

Las aguas residuales están compuestas por un 99% de agua, mientras que el 1 % restante se compone de sólidos en suspensión, coloidales y disueltos (WWAP, 2017), estos sólidos, son partículas presentes en el agua que pueden variar en tamaño y composición según el origen y la calidad del agua servida, pueden incluir materia orgánica, como restos de alimentos, pinturas, colorantes, materia fecal, así como partículas inorgánicas como arena y sedimentos (Menéndez Gutiérrez & Pérez Olmo, 2007). Por el motivo, la diversidad de sólidos presentes subraya la necesidad de comprender y gestionar estos recursos para la mitigación del deterioro ambiental.

### ***Temperatura***

Se caracteriza al ser superior a la temperatura del agua potable y del aire, esto se debe a la descarga de líquidos calientes que provienen de las actividades humanas, especialmente de las industrias, como consecuencia, de las altas temperaturas se reduce la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, lo que crea una disminución en el crecimiento de especies acuáticas y bacterias, dando paso al desarrollo de hongos y plantas no deseables en el ecosistema acuático, por lo tanto, las empresas deberían llevar un proceso de enfriamiento en las aguas residuales antes que sean vertidas al exterior (Lazcano Carreño, 2016).

### ***Color***

El color de las aguas residuales se debe a la presencia de diversas partículas como: materia orgánica en suspensión, partículas coloidales, minerales disueltos, ácidos húmicos, etc.; por lo que su tono depende de su origen y composición (Romero Rojas, 2004a). Por otro lado, para estimar las condiciones en la que se encuentra el agua se puede observar en su tonalidad: cuando se torna color marrón sugiere que el agua residual es reciente y ha transcurrido menos de seis horas desde su descarga, gris claro significa que ha estado almacenada más de seis horas por lo que presenta un nivel de descomposición de materia orgánica y por último un gris oscuro característico de aguas servidas sépticas, que han experimentado una cierta cantidad de desintegración microbiana en condiciones anaeróbicas (Lazcano Carreño, 2016).

### ***Olor***

El olor de las aguas residuales recién generadas y sin tratar, suele ser desagradable, pero tolerable para el olfato humano, característico de la materia orgánica en descomposición, con un olor similar a la vegetación en descomposición (Quispe Pérez et al., 2020); sin embargo, cuando las aguas servidas se vuelven sépticas, se desprende olores intensos y ofensivos para la mayoría de las personas, dichos olores se atribuye a la presencia de compuestos como el ácido sulfhídrico, indol, escatol, amoníaco, ácido indol acético, entre otros (Romero Rojas, 2004b). En ambos casos, requiere de un tratamiento adecuado para mitigar el impacto del medio ambiente y la salud pública.

## **Características químicas**

La calidad del agua en las fuentes naturales del ecosistema se ve afectada por las características químicas de las aguas residuales, las cuales revelan la huella de la actividad humana, por lo que, comprenderlas y analizarlas es de vital importancia. Entre ellas se tiene: el pH que permite medir el grado de acidez o alcalinidad presente, sus valores varían entre de 0 a 14, es relevante resaltar, que la vida acuática se desarrolla cuando el pH se encuentra entre 5 y 9 (Romero Rojas, 2005); por otro lado, se tiene los carbohidratos que representan el 25% de los componentes de las aguas residuales que incluye azúcares, almidones, celulosa y otros de difícil degradabilidad; tercero la proteína, esta constituye el 65%, en el que el ácido sulfúrico es el causante del olor a "huevo podrido"; en cuarto lugar se descarta que el 10% corresponde a los lípidos los cuales son aceites y grasas, que provocan mal olor, crecimiento de microorganismos y obstrucción de las tuberías (Martín et al., 2009; Romero Rojas, 2004a). En resumen, las aguas residuales exhiben una variada gama de componentes químicos.

## **Características Biológicas**

Las características biológicas de las aguas residuales abarcan una variedad de organismos tales como virus, parásitos, bacterias, residuos fecales, entre otros, producto del ser humano, además se encuentra bacterias heterotróficas, hongos, algas, protozoos, plantas y animales, que desempeñan un papel crucial en los procesos biodegradación (Lazcano Carreño, 2016). En otras palabras, las particularidades biológicas de las aguas residuales son de importancia fundamental en el control y prevención de enfermedades causadas por patógenos de origen humano, gracias al papel extenso que desempeñan las bacterias y otros microorganismos en la descomposición de la materia orgánica (Tchobanoglous et al., 2004).

## **Clasificación por su origen**

### ***Domésticas y municipales***

Las aguas residuales domésticas y municipales se refieren a la fuente hídrica que es utilizada por una población, ya sea por los hogares, pequeñas industrias o actividades

en áreas urbanas con fines higiénicos, por lo tanto, contiene residuos eliminados por las personas, que abarca tanto las heces como la orina; además, desechos de lavandería, de actividades culinarias, de los mercados de abasto, oficinas, comercios, de los animales y limpieza de cocina, las cuales, son transportadas por medio de un sistema de instalaciones hidráulicas desde los hogares o su vez de centros comerciales, baños públicos y similares, hasta llegar a los lagos, océanos y ríos más cercanos a la comunidad aledaña (Duncan, 2003). Es necesario adjudicar que, las aguas residuales contienen el 99,9% de agua y un 0,1% de los sólidos antes mencionados, esta fracción mínima es la raíz de los problemas en el tratamiento de este (Osorio-Rivera et al., 2021).

### ***Industriales***

Son aquellas provenientes de las empresas o establecimientos que se encuentran ubicadas a las afueras de las ciudades, en cuyo proceso de producción utilizan los efluentes líquidos, ya sea para la elaboración, lavado, modificación, manipulación, refrigeración, entre otras, de manera que descargan residuos con grasas, aceites, sustancias recalcitrantes, materia orgánica, baños de curtido de pieles, melazas de producción de azúcar, colorantes, etc (Wiki, 2007). La actividad industrial debido a su elevado consumo de agua es una de las principales fuentes de generación de aguas residuales y sus características varían según sector al que pertenezca (Carrera Muyo & Suárez-Ojeda, 2019).

### ***Agropecuarios o Agroindustriales***

Se refiere a las aguas residuales compuestas por diversidad de residuos tóxicos que proviene de fertilizantes y pesticidas, además constituye materia orgánica carbonácea como purines y estiércol de origen animal, las cuales, son vertidas por actividades agrícolas, agroindustriales o ganaderas, como granjas avícolas, mataderos, establos, etc (Siyal et al., 2023). Habría que decir también que en la actualidad se debe considerar los contaminantes de los fármacos que son de uso veterinario para el engorde, cuidado y crianza de los animales (Lazcano Carreño, 2014).

### ***Minero – Metalúrgico***

Es el resultado de los residuos que provienen de las actividades realizadas en el interior de las minas, donde el agua contrae características tóxicas al estar en contacto con metales pesados como, por ejemplo, el zinc, cadmio, plomo, mercurio, entre otros, además de metaloides como arsénico y antimonio (Aquino Espinoza, 2017). Por lo tanto, debido a que dichos contaminantes son carcinogénicos, teratogénicos y mutagénicos, se considera como fuente de mayor riesgo para la salud humana y acuática, por esta razón es esencial su debido tratamiento antes de ser vertidas al entorno (Lazcano Carreño, 2014).

## **2.2. Hipótesis (opcional) y/o preguntas de investigación**

La producción manufacturera se relaciona significativamente con la generación de aguas residuales del Ecuador.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Recolección de la información**

#### ***Población***

En el ámbito de la investigación, se puede tener la presencia de dos o más poblaciones, según la finalidad y complejidad del estudio, el cual, se refiere al conjunto de cosas o sujetos, como son los individuos, empresas, data, eventos, entre otros, que se desea investigar o conocer; las cuales en algunos casos comparten una o más características, ocupan un determinado espacio y experimentan cambios en el transcurso del tiempo (Vara-Horna, 2012). Basándose en lo anterior, el presente proyecto de investigación consideró a las empresas medianas tipo A, medianas tipo B y grandes de la industria manufacturera del Ecuador como población objetivo, la cual conforma 703 empresas, información que se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) correspondiente al módulo de información ambiental en empresas (ENESEM) del año 2020.

#### ***Muestra***

La muestra se define como una proporción representativa de total de la población, la cual es extraída por medio de algún método, por tal motivo, es esencial una adecuada elección de la muestra para garantizar la fiabilidad y validez de los resultados que se va a analizar (Ander Egg, 2011); sin embargo, en el presente estudio no se llevó a cabo una estimación de la muestra, debido a que se utilizó información subida del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

#### ***Fuentes secundarias***

Las fuentes secundarias es un tipo de fuente de recolección de datos, la cual brinda información del hilo de investigación que se lleve a cabo, sin embargo, hay que resaltar que no es la fuente original, sino que solo se las referencia, por ejemplo, revistas, noticias, artículos, libros, entre otros (Bernal Torres, 2010). El proyecto de investigación recopiló datos de fuentes secundarias, específicamente del Módulo Ambiental de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) año 2020; dicha



información recopilada se obtuvo a través de sitios web del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), además, se complementó la investigación con información proveniente de artículos de revista como Scopus o Woos, libros e informes.

### ***Técnicas***

La técnica que se utilizó en la investigación involucró la aplicación de un análisis documental. En el contexto de la investigación, las técnicas se aluden a la forma o pasos para obtener información o datos de lo que se busca estudiar, tiene un carácter de aplicabilidad general y además se considera un complemento al método científico, por otro lado, la técnica de análisis documental se define como la interpretación de la información ya publicada por otros investigadores (Arias, 2006).

### ***Instrumentos***

Una vez que sea aplicada la técnica, se utiliza un instrumento con el fin de resguardar la información en un medio, de tal forma que se recupere los datos obtenidos para que posteriormente se analicen, es decir, tiene como objetivo registrar y almacenar los datos por medio de formatos, recursos o dispositivos de carácter digital o manual (Arias, 2006). Para el estudio, el instrumento que se utilizó es ficha de registro de datos secundarios, obtenido del INEC correspondiente módulo de información económica-ambiental en empresas (ENESEM) edición 2020.

## **3.2 Tratamiento de la información**

El presente proyecto es cuantitativo y cualitativo, debido al uso de variables de carácter categórico y numérico, además cuenta con tres niveles de investigación: descriptivo, correlacional y explicativo, donde para el análisis de cada caso, se hizo uso de la información recopilada de la página web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) correspondiente módulo de información económica-ambiental en empresas (ENESEM) edición 2020 en software SPSS versión 25 (Statistical Package for the Social Sciences), la cual fue depurada de acuerdo a las necesidades de la investigación.

## Estudio descriptivo

En el análisis del nivel descriptivo, se identificó el comportamiento de la producción, el cual, es medido por el valor agregado bruto empresarial y las aguas residuales en la industria de manufactura del Ecuador. Para llevar a cabo dicho análisis, se identificó de forma cuidadosa las variables que vayan acorde al objetivo de la investigación, una vez depurado las variables, con la ayuda del software estadístico versión 25 (Statistical Package for the Social Sciences) se procesó los datos con la finalidad de obtener un análisis preciso y detallado, se aplicó medidas de tendencia central específicamente media aritmética, mediana y medidas de dispersión se usó la desviación estándar, máximos, mínimos, asimetría, curtosis, además se ocupó representaciones gráficas de los datos, en especial los mapas de calor, gráficos de barras, gráfico de caja y bigote, por último mapeo coropletas. Los cuales se va a describir en el siguiente apartado:

### *Media aritmética*

También se la conoce como el promedio y se calcula al dividir la suma de toda la información que se tomara en consideración, por el número total de datos, con la finalidad de facilitar la comprensión del comportamiento de las variables de estudio (Saldívar, 2008). La fórmula es la siguiente:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} \quad [1]$$

**Donde:**

$\sum_{i=1}^N x_i$  = Suma de los valores de las observaciones

N= Número de observaciones

### *Mediana*

Es una medida de tendencia central, la cual, permite observar el valor central de los datos, es decir, la concentración de la mitad de la información se encuentra por arriba y la otra mitad por debajo de la mediana y se calcula al ordenar los datos de

forma descendente o ascendente, para finalmente identificar el valor de la mitad (Levin & Rubin, 2004). Con la siguiente fórmula:

$$Me = li \pm \frac{\frac{n-Fi-1}{2}}{fi} \times Ai \quad [2]$$

**Donde:**

$li$ = Límite inferior del intervalo de la mediana

$Ai$ : Amplitud

$Fi - 1$ = Frecuencia acumulada anterior al intervalo de la mediana

$fi$ = Frecuencia absoluta del intervalo de la mediana

$N$ = Total de datos

***Desviación estándar***

Según Levin & Rubin (2004) se refiere a “la raíz cuadrada de la varianza de la población. Como la varianza es el promedio de los cuadrados de las distancias de las observaciones a la media, la desviación estándar es la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las distancias entre las observaciones y la media” (p. 97). Su fórmula es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad [3]$$

**Donde:**

$\sigma$ = Desviación estándar

$\sigma^2$ = Varianza

***Máximos y mínimos***

Los máximos y mínimos en la estadística son conceptos importantes para entender un conjunto de datos, por medio de la identificación de los límites tanto superior

o inferior de la información, por lo tanto, los máximos hacen referencia al valor más grande del conjunto de datos, mientras tanto los mínimos se aluden al valor más pequeño de dicho conjunto (Posada Hernández, 2020). Además, son estadísticos esenciales para calcular el rango y proporcionar una medida de dispersión de los datos, ya que, se calcula con la diferencia entre el máximo y mínimo (Levin & Rubin, 2004).

### ***Asimetría***

La asimetría o también conocida como sesgo, permite observar la inclinación de los datos estudiados hacia la derecha o izquierda, donde se debe comparar la media ( $\bar{x}$ ), mediana ( $Me$ ) y moda ( $Mo$ ), por lo tanto, los datos presentan una distribución simetría si tales medidas son iguales, es decir,  $\bar{x} = Me = Mo$ , en otro caso, se tiene una distribución sesgada a la derecha cuando la media aritmética es superior a la mediana ( $\bar{x} > Me$ ) y por último, si la distribución se encuentra con un sesgo a la izquierda la media aritmética es inferior a la mediana ( $\bar{x} < Me$ ) (Posada Hernández, 2020).

### ***Curtosis***

Según Posada Hernández (2020) “la curtosis es una medida que permite analizar la concentración de los datos alrededor de los valores medios de la muestra” (p. 113). Además, presenta tres clases de distribuciones: distribución leptocúrtica cuando la variable presenta un grado de concentración elevado en sus valores centrales, por tal motivo, presenta una forma puntiaguda gracias a las altas frecuencia en torno a la media, por otro lado, la mesocúrtica se da al momento que la variable tiene valores centrales de carácter moderado, en el grado de concentración y por último la platocúrtica tiene un comportamiento reducido, en cuanto a la concentración de los valores centrales, con una forma acostada, eso se explica gracias a que los valores alrededor de la media tienen frecuencias bajas (Posada Hernández, 2020).

## **Descripción gráfica de los datos**

### ***Gráfico circular***

También conocido como gráfico de torta o pastel, se utiliza para visualizar la distribución de un conjunto de valores, por medio de un círculo que representa la totalidad de los datos y cada sector dentro del mismo es cada subconjunto, donde su tamaño dentro del pastel va según la cantidad o a su vez el porcentaje de dicha categoría (Kelmansky, 2009). Es recomendable utilizar este tipo de gráficos cuando existen pocas variables, con el objetivo de no perder la visibilidad de los datos.

### ***Gráficos de barras***

La presencia de varias categorías lleva la necesidad de optar por un gráfico de barras, para una mejor visualización del comportamiento de los datos. Además, son eficaces para la comparación de datos, ya que, da un panorama sobre las tendencias, patrones o diferencias significativas de la información, por lo tanto, tal gráfico, se presenta por medio de barras rectangulares, las cuales figuran las categorías estudiadas y su longitud es proporcional a la cantidad o porcentaje de la variable que se está representando (Kelmansky, 2009).

### ***Mapas de calor***

Es una representación visual basada en la termografía, con el objetivo de obtener una fácil interpretación del comportamiento de los datos, debido a que el mapa de calor, muestra las áreas de mayor interés o a lo contrario, por medio una gama de colores: cálidos como el color rojo, amarillo, naranja, entre otros para identificar la zona de mayor interés; por otro lado, fríos (turquesa, azul, verde, entre otros) con la finalidad de representar los puntos con un interés más bajo (Peña González & Trujillo Casañola, 2019).

### ***Gráfico de caja y bigote***

El gráfico de caja y bigote tiene como objetivo principal proporcionar información de forma visual sobre la distribución de los datos, lo que facilita su comprensión, comparación e interpretación de los resultados, donde, la caja representa la distribución de los datos centrales, la línea que se encuentra dentro de la misma es el valor de la mediana y sus extremos coinciden con el  $Q_1$  y  $Q_3$ , además el largo,

es el rango intercuartílico (Ayala, 2022). Por otro lado, los bigotes revelan la variabilidad de los datos y a sus extremos se observa el valor máximo y mínimo, en caso de que los datos se encuentren muy dispersos se podrá visualizar la presencia de valores atípicos (Kelmansky, 2009).

### ***Mapas de coropletas***

Es una representación cartográfica, la cual utiliza códigos de colores con la finalidad de mostrar la variación de una variable cuantitativa, que se encuentra relacionado con los diferentes países o regiones, las áreas geográficas que tengan mayor cantidad en las variables son representadas con un color más oscuro e intenso, por otro lado, los valores más bajos muestran una coloración más suave, lo que permite identificar las concentraciones geográficas asociadas con la variable cuantitativa (Pérez et al., 2022).

### **Estudio Correlacional**

En el análisis correlacional, se consideraron la variable total de aguas residuales en m<sup>3</sup>/año y el valor agregado bruto en dólares, el cual, representa la producción. Seguido, se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov en ambas variables, debido a que la población de estudio supera los 50 datos, caso contrario se habría empleado la prueba de Shapiro-Wilk, tras procesar los datos, se concluyó que no siguen una distribución normal. Dado este resultado, para determinar la correlación entre las variables “aguas residuales” y “valor agregado bruto” se optó por utilizar el coeficiente de Rho de Spearman, adecuado para datos que no cumplen con la normalidad.

### ***Rho de Spearman***

Los coeficientes de correlación son herramientas que tienen la finalidad de identificar asociación o discrepancias en dos o más variables de un determinado estudio, donde se destaca el coeficiente de Pearson y Rho de Spearman. Específicamente, el Rho de Spearman, su simbología es “ $\rho$ ” y “es una medida de asociación lineal que utiliza los rangos, números de orden de cada grupo de sujetos

y compara dichos rangos” (Ortiz Pinilla & Ortiz Rico, 2021). La fórmula de tal coeficiente es:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

$n$  = Cantidad de sujetos que se clasifican






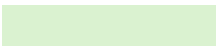
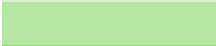



$d$  = Diferencia que existe entre los rangos

### ***Interpretación del Rho de Spearman***

En primera instancia hay que tener claro que el rango de Spearman va desde -1 hasta +1, mientras el valor se acerque más al +1 las variables presentaran una correlación positiva, por otro lado, si los valores se acercan al -1 se alude que es una correlación negativa, además para la interpretación de los resultados existen una tabla que mide el grado de asociación con rangos y el tipo de relación que presentan las clasificaciones (Mondragón Barrera, 2014), de la siguiente forma (ver tabla 2):

**Tabla 2**

*Interpretación del grado de relación del coeficiente de correlación*

<b>Rango</b>	<b>Relación</b>	
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta	
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte	
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable	
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media	
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil	
0.00	No existe correlación	
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil	
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media	
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable	
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte	
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta	

*Nota:* Rango del coeficiente de correlación y la relación a la que pertenece.

Fuente: Mondragón Barrera (2014).

### **Estudio explicativo**

Con el objetivo específico de alcanzar el tercer objetivo establecido en el estudio, se normalizó los datos mediante la aplicación del logaritmo natural, este enfoque se adoptó con el propósito de estandarizar las variables en una escala común, dado que inicialmente presentaban distintas unidades de medida, con la finalidad que su comportamiento sea más legible, sin generar alteraciones a la información. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal simple, garantizando el cumplimiento los supuestos de: normalidad, homocedasticidad, independencia de errores, colinealidad y linealidad, donde la variable dependiente son las aguas residuales y la variable independiente el valor agregado bruto.

### ***Modelo de regresión lineal simple***

El modelo de regresión simple o denominado como análisis de regresión con dos variables, debido a que se focaliza en comprender la dependencia de una variable dependiente o regresada con respecto a una variable independiente o explicativa (Gujarati & Porter, 2009), la cual ofrece una ecuación fundamental de este modelo, que subyace en la esencia del análisis de regresión simple, se expresa de la siguiente manera:

$$y = B_0 + B_1X + u \quad [10]$$

### **Donde:**

Y = Variable dependiente – Ln\_aguas residuales

$B_0$  = Intercepto

$B_1X$  = Variable independiente – Ln\_valor agregado bruto

$u$  = Término de error



### 3.3 Operacionalización de las variables

Variable dependiente: Aguas residuales

**Tabla 3**

*Operacionalización de la variable aguas residuales*

<b>Conceptualización</b>	<b>Categorías (Dimensiones)</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnica/instrumento</b>
Es el resultado del uso del agua en diversas actividades, la cual se combina con distintas sustancias, dando lugar a una compleja forma de elementos contaminantes, que, a su vez, son transportadas mediante un sistema de alcantarillado, tal sistema conduce las aguas contaminadas, para finalmente verterlas en cuerpos acuáticos como en ríos, lagos y océanos.	Volumen de aguas residuales	Total, de aguas residuales generadas por el proceso productivo de la empresa en m3/año	¿Cuál es el total de aguas residuales generadas por el proceso productivo de la empresa en m3/año?	Técnica: Análisis de documentos Instrumento: Ficha de registro de datos secundarios
	Volumen de aguas residuales tratadas	Total, de aguas residuales tratadas	¿Cuál es el total de aguas residuales	Técnica: Análisis de documentos Instrumento: Ficha de

	generadas por el proceso productivo de la empresa en m3/año	tratadas generadas por el proceso productivo de la empresa en m3/año?	registro de datos secundarios
Volumen de aguas residuales no tratadas	Total, de aguas residuales no tratadas generadas por el proceso productivo de la empresa en m3/año	¿Cuál es el total de aguas residuales no tratadas generadas por el proceso productivo de la empresa en m3/año?	Técnica: Análisis de documentos Instrumento: Ficha de registro de datos secundarios

*Nota:* En la tabla se muestra la variable dependiente que corresponde a las aguas residuales. Fuente: Elaboración propia basado en INEC (2021)

Variable independiente: Producción

#### **Tabla 4**

*Operacionalización de la variable producción (Valor agregado bruto empresarial)*

<b>Conceptualización</b>	<b>Categorías (Dimensiones)</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>técnica/instrumento</b>
--------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------	----------------------------

Valor agregada bruto empresarial es el valor de la producción, menos el valor del consumo intermedio	Valor agregado bruto	Valor en dólares del valor agregado bruto	¿Cuál es el valor en dólares del valor agregar bruto?	Técnica: Análisis de documentos Instrumento: Ficha de registro de datos secundarios
---	-------------------------	---	---	---

---

*Nota:* Variable independiente (valor agregado bruto residuales). Fuente: Elaboración propia basado en el INEC (2021).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Resultados y discusión

En el siguiente apartado se muestra los resultados que van en torno al cumplimiento de los objetivos de la investigación, para lo cual, se usó una ficha estadística de datos secundarios, que corresponde al modelo de información económica-ambiental de empresas (ENSEM) del año 2020. En primer lugar, se describió el comportamiento de la producción y la generación de aguas residuales, con la ayuda del software estadístico SPSS, el cual ofrece diversas herramientas estadísticas, que permitió el procesamiento de los datos, los cuales se plasmaron a través de figuras y tablas para su posterior análisis, interpretación y discusión. En segundo lugar, se aplicó el coeficiente de Spearman, debido a que los datos no son normales, esto con la finalidad de establecer la relación entre la producción y generación de aguas residuales. Finalmente, se aplicó un modelo de regresión simple, con el fin de determinar la incidencia de la producción en la generación de las aguas residuales en el sector manufacturero del Ecuador.

#### **Comportamiento de la producción y generación de aguas residuales del sector manufacturero del Ecuador**

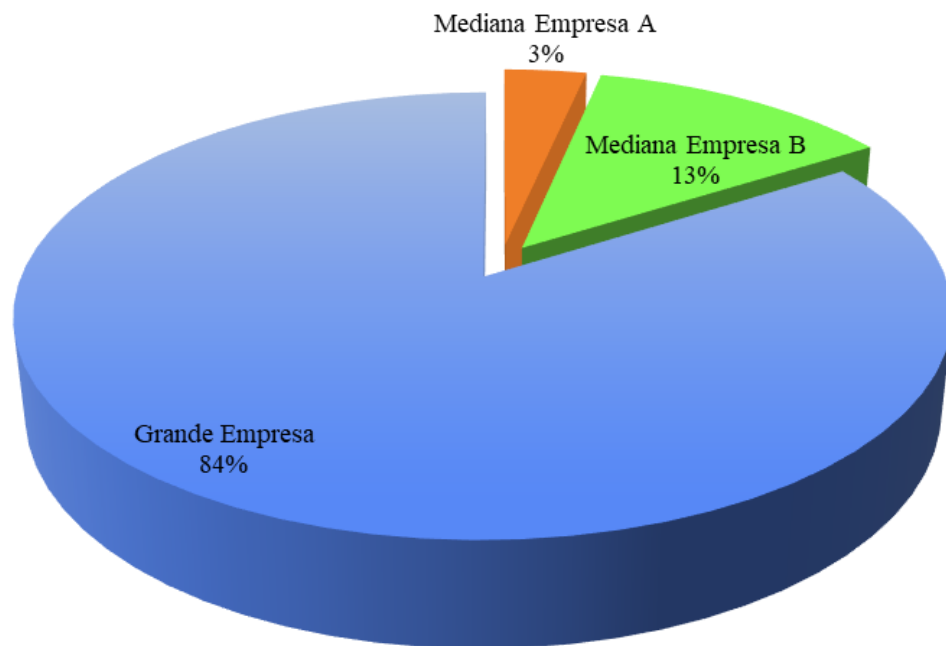
##### *Industria manufacturera del Ecuador*

Las industrias se refieren a todas las organizaciones, transnacionales, empresas o negocios que transforman bienes, que son obtenidos de las industrias primarias como la silvicultura, pesca, ganadería, agricultura, entre otros; en productos con valor agregado, con la finalidad de satisfacer las necesidades de los seres humanos (Groover, 2007). En un contexto ecuatoriano, la manufactura ha tomado un importante protagonismo, por lo tanto, se considera como los sectores más relevantes del país, ya que, aporta a la estructura productiva, ofreciendo así fuentes de trabajo en la sociedad (Lovato Torres et al., 2019). La industria manufacturera en el módulo de información ambiental (ENESEM) año 2020, toma en consideración 703 empresas, entre grandes, medianas tipo A y medianas tipo B: con ingresos mayores o igual a \$5.000.001 y que cuente con mínimo 200 empleados; la siguiente categoría, con ingresos en un rango de \$2.000.001 a \$5.000.001 y el personal de 100 a 199 personas y por último las empresas

con ingresos de \$1.00.001 a 2.000.000 y un número de trabajadores entre 50 a 99 (INEC, 2020).

### Figura 5

*Empresas manufactureras por tamaño de empresa*



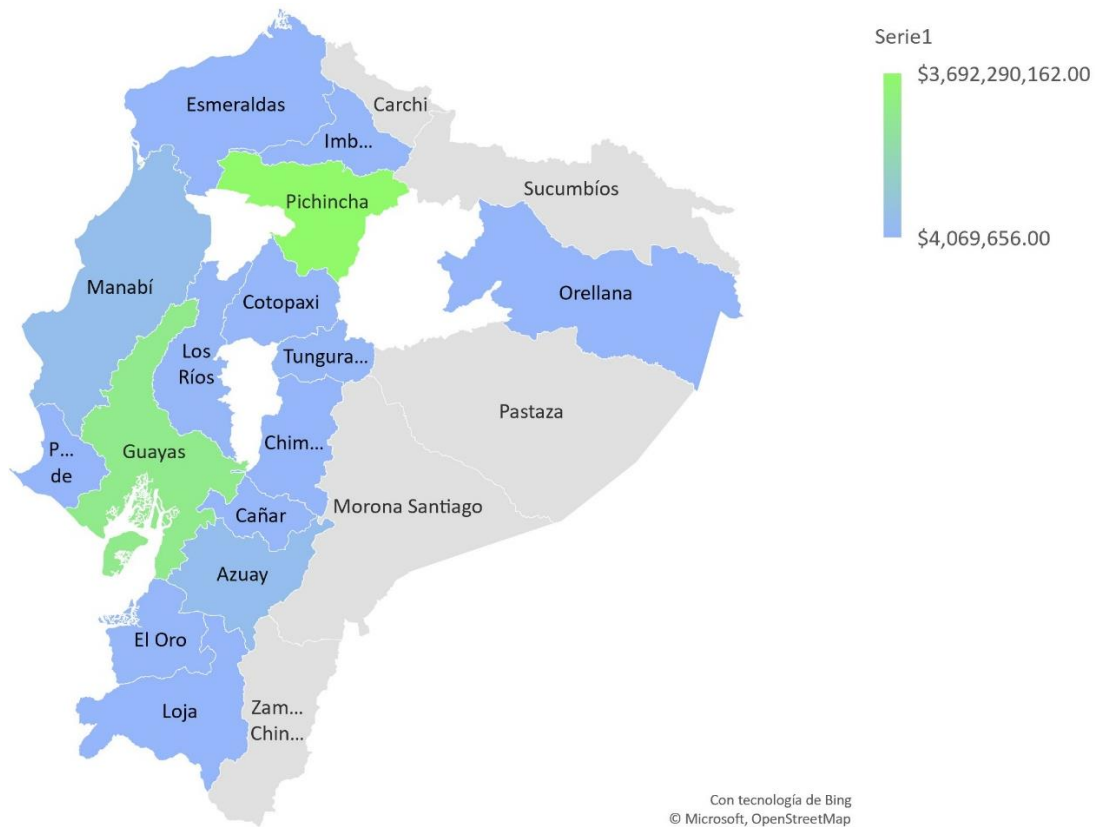
*Nota.* Distribución de la cantidad de empresas manufactureras del Ecuador. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

En la figura 5 se visualiza que en un 84% (590) de las empresas manufactureras, se encuentran en la clasificación de “Grandes Empresas”, seguido de las “Medianas Empresas B” con 13% (89) y por último las “Medianas Empresas A” con un 3% (24), al sumar las tres da un total de 703 empresas, la cual se tomó en consideración para el estudio, además es muy importante resaltar que desde el punto de vista de provincia, las compañías dedicadas a la manufactura son lideradas por Guayas y Pichincha con un 71% del total, dicho dato se corrobora con Brito-Gaona et al. (2019) quienes aluden que en el año 2007 Orellana ocupaba el primer puesto en términos de valor agregado bruto, sin embargo, en años posteriores dicha situación dio un cambio transitorio, donde Guayas y Pichincha lideraron la contribución al VAB. Además, los autores García & Ochoa Moreno (2017) en su estudio mencionan que las provincias donde se concentra mayor cantidad de VAB son en Guayas, Pichincha, Azuay y Tungurahua.

## Valor Agregado Bruto

**Figura 6**

*Concentración del Valor Agregado Bruto (VAB) por provincia*



*Nota.* Cantidad de la aportación del Valor Agregado Bruto en dólares. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

La industria manufacturera es uno de los sectores esenciales en la economía de un país, en el caso de Ecuador la razón principal radica en su papel en cuanto a la contribución del PIB y al VAB (Solano et al., 2017). En la figura 6 se visualiza que Pichincha, es la provincia que mayor Valor Agregado Bruto en dólares en el año 2020 presenta, en comparación con otras provincias, con \$ 3,692,290,162.00; seguido se encuentra Guayyas con valor de \$ 2,836,068,811.00. Es evidente dicho resultado, debido a que, en las compañías dedicadas a la manufactura en las presentes provincias, es en donde mayor cantidad de empresas entre medianas A, medianas B y grandes empresas se encuentran. Por otro lado, Orellana es quien menor aporta al VAB con \$ 4,069,656.00, esto se puede deber a que existen únicamente 2 empresas medianas tipo B en dicha provincia. Tal análisis, se corrobora con los hallazgos del estudio de Ochoa-

Jiménez et al. (2022) quienes señalan que las provincias de Guayas y Pichincha representan el 77% del total de toda la manufactura en el año 2020, además en el periodo 2017 – 2020, la convergencia Sigma del VAB manufacturera muestra una tendencia significativa, como consecuencia del gasto público y políticas sociales de carácter restrictivo. Por otro lado, el Banco Central del Ecuador señala las cifras correspondientes al año 2018, más de mitad del valor agregado bruto se origina en las provincias de Guayas con un 26,7% y Pichincha con un 26,6% (Banco Central del Ecuador, 2020).

**Tabla 5**

*Valor Agregado Bruto (VAB) por tamaño de empresas*

<b>Tamaño de empresa 2023</b>	<b>Mediana Empresa A</b>	<b>Mediana Empresa B</b>	<b>Grande Empresa</b>
<b>Media</b>	\$ 505,773.46	\$ 1,005,982.97	\$ 13,227,620.15
<b>Media al 5%</b>	\$ 479,036.13	\$ 984,377.09	\$ 7,074,727.60
<b>Mediana</b>	\$ 458,340.50	\$ 1,005,381.00	\$ 4,128,017.50
<b>Desviación</b>	\$ 340,222.00	\$ 544,326.76	\$ 83,293,703.56
<b>Mínimo</b>	\$ 79,956.00	\$ 22,288.00	\$ 10,509.00
<b>Máximo</b>	\$ 1,479,300.00	\$ 2,625,371.00	\$ 1,982,583,578.00
<b>Asimetría</b>	\$ 1.01	\$ 0.59	\$ 22.57
<b>Curtosis</b>	\$ 1.24	\$ 0.19	\$ 533.08

*Nota.* Estadísticos descriptivos del Valor Agregado Bruto por tamaño de empresas.

Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

En primera instancia se tomó en consideración la media recortada al 5%, con la finalidad de obtener un análisis más legible, debido a que recorta los valores extremos inferior y superior con la finalidad de evitar la presencia de datos atípicos. Por lo tanto, en la tabla 5, se muestra que en promedio las “Grandes empresas” aportan \$ 7,074,727.60 al Valor Agregado Bruto (VAB), seguido las “Medianas empresas B” con una media de \$ 984,377.09 y por último las “Medianas empresas A” con una media de \$ 479,036.13, estos resultados resaltan el papel crucial de las grandes empresas en la economía ecuatoriana, ya que, son los que mayor aportan al VAB; en cuanto a la asimetría de las “Grandes empresas”, se observa un valor positivo de 22,57, indicando

una distribución sesgada al lado derecho de la media, lo que sugiere que hay una concentración de valores superiores en la distribución de los datos; por otro lado, la curtosis de 533,08 revela una curva leptocúrtica, lo que significa que la distribución tiene colas muy pesadas y una concentración alrededor de la media. En concordancia con revelado por la CEPAL (2020) menciona, que las grandes empresas comprenden un rol significativo en un país, la razón radica en que su aporte a la productividad, ofrecen fuentes de empleo formal en un 39% y además representa más del 90% en términos de exportaciones.

### Figura 7

*Valor Agregado Bruto (VAB) según la actividad económica principal*



*Nota.* Ranking de las actividades manufactureras en función del Valor Agregado Bruto en dólares. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

En un primer análisis, el Valor Agregado Bruto (VAB) total es \$ 7,905,966,934.00, el cual representa el 100%, para el análisis de la figura 7 se consideró las actividades económicas principales que presentan mayor cantidad de VAB, este enfoque revelo un total de 8 actividades, con lo que se obtuvo que, las empresas del CIU “1920” (Fabricación de productos de la refinación del petróleo) aportan significativamente al

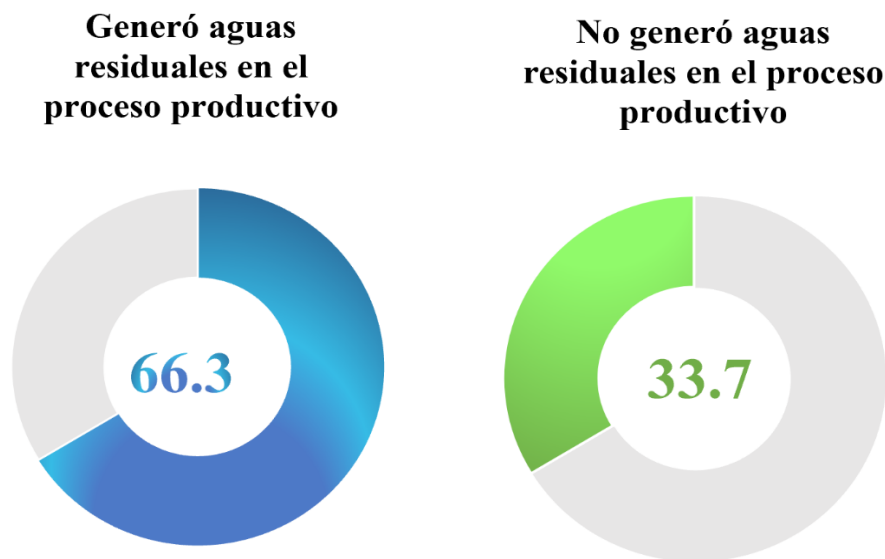


VAB en un 25%, es decir, un monto de \$ 2,008,562,077.00, Por otro lado, se encuentra el CIU “1020” (Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos), CIU “1080” (Elaboración de alimentos preparados para animales), CIU “1010” (Elaboración y conservación de carne) aportaron en su correspondiente orden: 10% (\$818,630,958.00), 5% (\$ 408,464,660.00), 5% (\$ 375,313,375.00). Un dato interesante que aporta al análisis del presente resultado es por parte del Banco Central (2021), donde se atribuye que el VAB en el sector de la manufactura en año 2020 tuvo una disminución del 6,9%, a pesar de ello, las industrias del sector mencionado tuvieron de forma anual un desempeño positivo, entre las actividades que más sobresalieron fueron: Procesamiento y conservación de pescado y otros productos acuáticos.

### **Aguas residuales**

**Figura 8**

*Generación de aguas residuales en el proceso productivo*



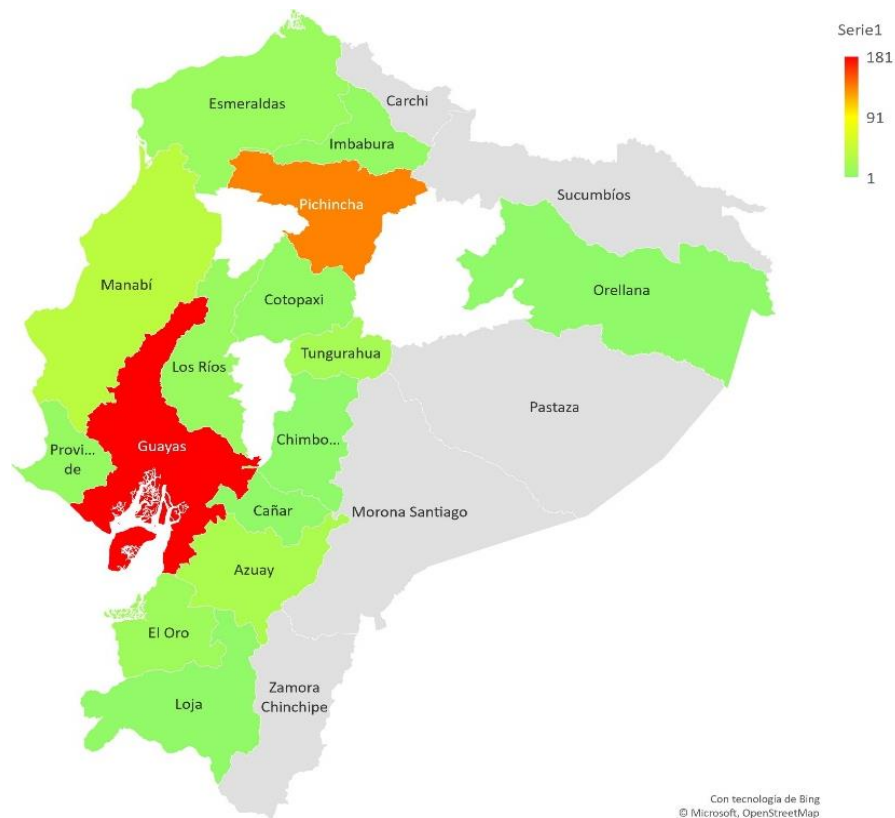
*Nota.* Porcentaje de las empresas que generaron o no aguas residuales en su proceso productivo. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

La industria manufacturera se considera como uno de los sectores más importantes en la economía del Ecuador (Solano et al., 2017), pero a su vez, ha creado un panorama de externalidades negativas para el medio ambiente, como es la descarga de aguas residuales (Rodríguez-Guerra & Martínez, 2020). Tal es el caso del año 2020, donde se

visualiza en la figura 8 que, del total de empresas de la industria manufacturera (703) entre grandes y medianas, el 66,3% (466) generaron aguas residuales en su proceso productivo, por otro lado, el 33,7% (237) no lo hace. Al comparar en el contexto internacional, La región del Valle del Magdalena, Colombia, los datos muestran que, tanto la población y las actividades económicas de la zona descargan aguas servidas sin ser sometidas a ningún tipo de tratamiento, a la cuenca del río Magdalena, esto provocó la degradación del cuerpo hídrico, lo que afecta a la fauna, flora y además atenta contra la salud de los pueblos aledaños, debido a la contaminación de las aguas (Blanco-Corredor et al., 2021).

### Figura 9

*Concentración de empresas que generaron aguas residuales por provincias*



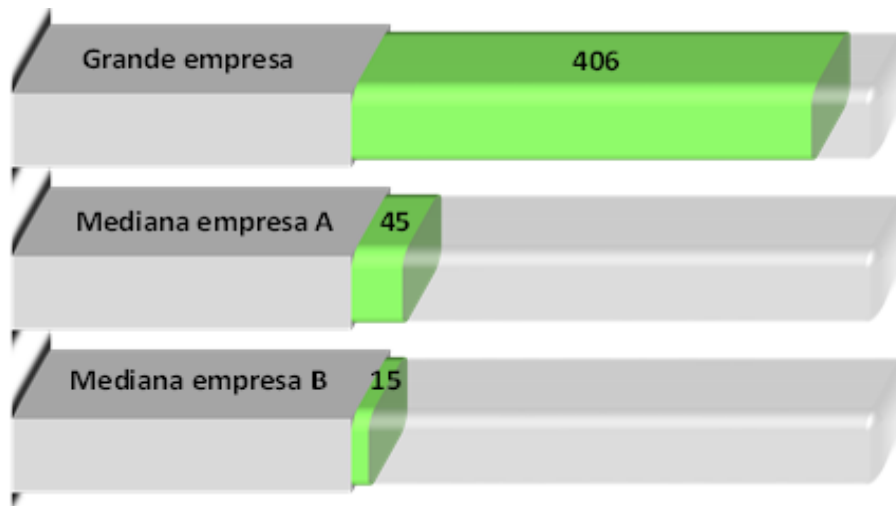
*Nota.* Distribución geográfica de aguas residuales generadas por la industria manufacturera del Ecuador. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

En la figura 9 se visualiza que Guayas es la provincia donde se concentra la mayor cantidad de empresas manufactureras que generaron aguas residuales en el año 2020, con un total de 181 empresas; en segundo lugar se encuentra Pichincha, con una

proporción de 135 compañías que vierten aguas contaminadas a causa de su proceso productivo, en tercer puesto se observa a Manabí, con un valor de 36 y por último Azuay con 24 negocios, estas las cuatro provincias emergen como los principales focos de generación de aguas residuales. Dicho resultado, se contrasta con el aporte del Ministerio del Ambiente (2013) donde se evidencia que las provincias donde mayor cantidad de actividades económicas generan impactos negativos al ambiente es en Guayas, Pichincha, Esmeraldas, Sucumbíos, Santa Elena, Orellana, El Oro, Azuay y Morona Santiago. Además, el reporte científico internacional, proporciona un ejemplo de las consecuencias de la generación de aguas residuales, en Perú, donde el vertimiento de desechos provenientes de sustancias industriales, tóxicas y químicas resultantes de las necesidades productivas, además de aguas negras y lixiviado, ha provocado el impacto negativo al Lago Junín. (Cusiche Pérez & Miranda Zambrano, 2019).

**Figura 10**

*Concentración de empresas que generó aguas residuales*



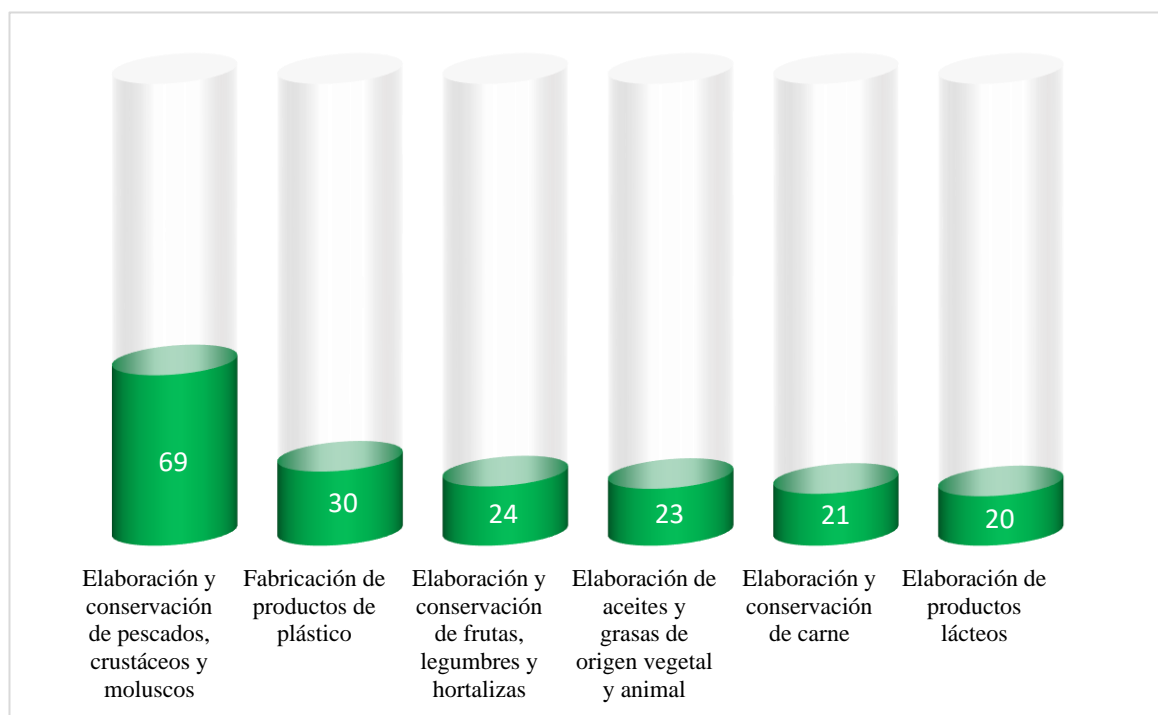
*Nota.* Número de industrias por tamaño de empresas. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020)

En primera instancia, se identificó 466 empresas manufactureras que confirmaron la generación de aguas residuales como consecuencia de su proceso productivo, en cúspide de esta clasificación se encuentran las grandes empresas con una proporción de 406 compañías, es evidente su concentración debido a la magnitud operativa de la

transformación de sus bienes y servicios. Por otro lado, se tiene a las medianas empresas tipo A, las cuales se centran 45 negocios y por último las medianas empresas tipo B, con un total de 15. Dicho análisis se complementa con el caso del sector de la manufactura en Colima donde Torres & Polanco (2018), muestran que las empresas que tienen mayor producción también son las que más se exponen con la contaminación producto de la misma actividad, además dicha externalidad se extiende a otras actividades económicas. Por lo tanto, los gobiernos deberían promover una producción más limpia en las empresas antiguas y las nuevas.

### Figura 11

*Cantidad de empresas según la actividad económica principal*



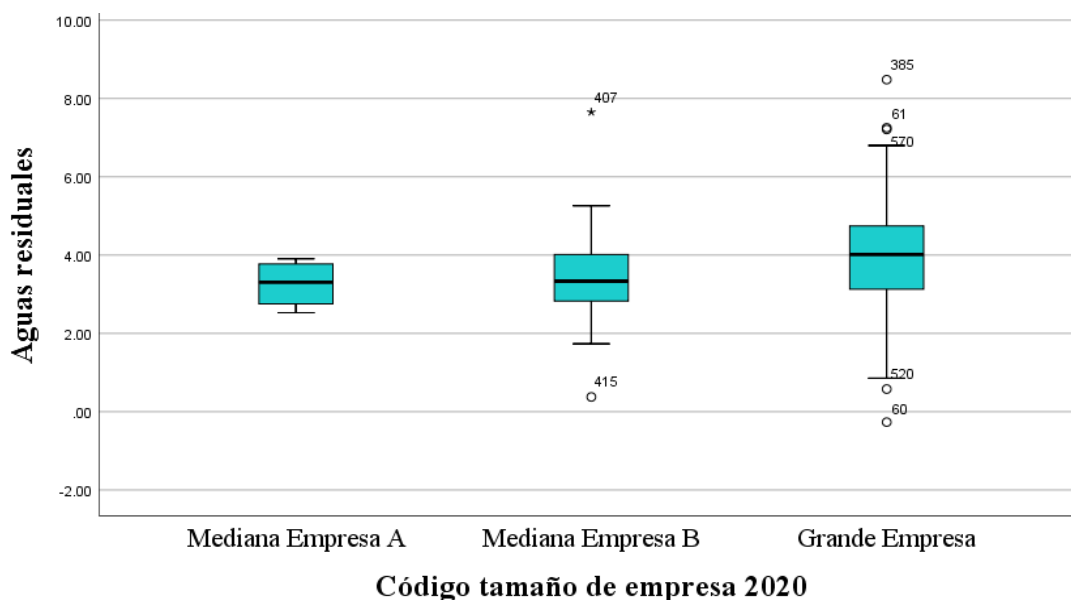
*Nota.* Actividades principales más representativas que generó aguas residuales en el año 2020. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

Previo a la ejecución de la figura 11, se identificó las actividades económicas principales, donde mayor concentración de empresas generaron aguas residuales, en este caso, se encontró 6 actividades con código CIIU a 4 dígitos, revelando que existen 69 empresas dedicadas a la elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos con código CIIU “C1020” que son responsables de verter aguas servidas al

entorno, en segundo puesto, la fabricación de productos de plásticos con el CIIU “C2220” cuenta con la participación de 30 empresas, seguido las actividades económicas que pertenecen al CIIU “C1030” (Elaboración y conversación de frutas, legumbres y hortalizas) y el CIIU “C1040” (Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal) presentan un valor de 24 y 23 respectivamente. Finalmente, el CIIU “C1010” (Elaboración y conversación de carne) se concentra 21 empresas y por otro lado, el CIIU “1050” (Elaboración de productivos lácteos) con un total de 10 empresas. Esto se evidencia en el estudio de la Corporación Financiera Nacional (2018), donde plasma que Guayas y Manabí es donde existe mayor participación de la industria manufacturera dedicada a la elaboración y conversación de pescados, crustáceos y moluscos, además Ochoa-Jiménez et al. (2022) afirma que el sector manufacturero se concentra en mayor proporción en Guayas y Pichincha y sus actividades están orientadas en mayor medida a los bienes de consumo e intermedios.

**Figura 12**

*Aguas residuales generadas por tamaño de empresa*



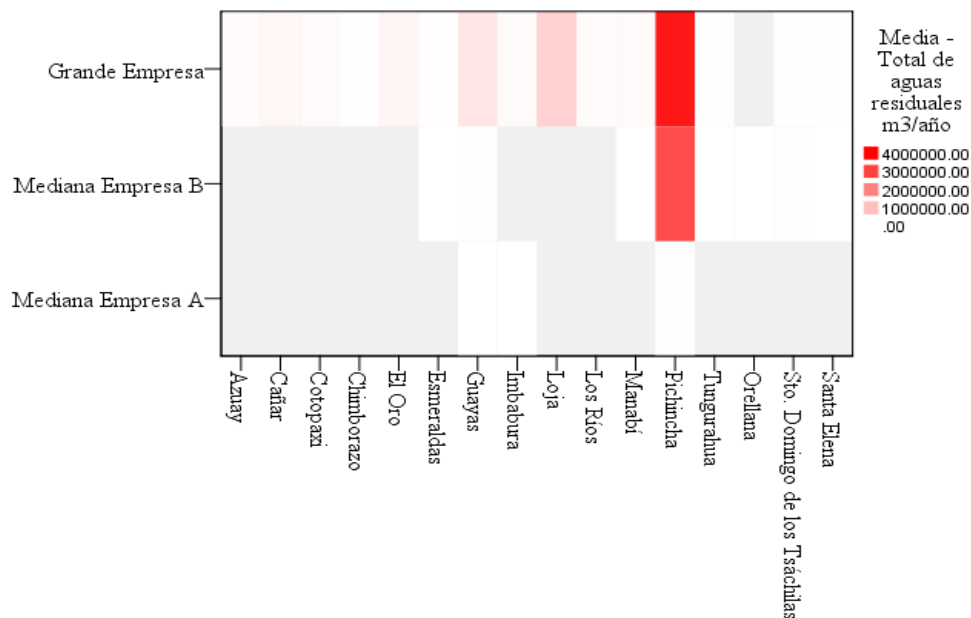
*Nota.* Total, de aguas residuales en logaritmo natural. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

En la figura 12 se observa que el rango intercuartílico de las “Grandes Empresas” es amplio, por lo tanto, los datos se encuentran dispersos, mientras que, las “Medianas Empresas A” al presentar un rango intercuartílico menos amplio, indica que los datos

se encuentran más próximos. Según la posición de las cajas, las “Grandes Empresas”, es donde existe mayor generación de aguas residuales y las compañías quien menor genera son las “Medianas Empresas A”, cabe recalcar, que las empresas más grandes son las que más producen externalidades negativas al ambiente por la naturaleza y magnitud en su proceso productivo. Por otro lado, las “Grandes Empresas” se encuentran más cerca del Q<sub>3</sub>, por lo tanto, presentan una asimetría negativa, es decir, que los datos se encuentran distribuidos en la parte superior; las “Medianas empresas B” está más cerca del Q<sub>1</sub>, en conclusión presenta una asimetría positiva, en otras palabras, la mayor proporción de los datos está ubicado en la parte inferior y por último las “Medianas empresas A” tiene una distribución simétrica, es decir, la posición del Q<sub>1</sub> y el Q<sub>3</sub> tienen una disposición regular en relación con la mediana. En definitiva, el proceso productivo implica afectar al ecosistema natural, por lo tanto, las empresas, en especial las grandes, deberían implementar patrones de producción, control y consumo a una vía de desarrollo sustentable, como el uso de las aguas residuales industriales tratadas con fines agrícolas (Panhwar et al., 2022).

**Figura 13**

*Aguas residuales generadas por provincia y tamaño de empresa*



*Nota.* Mapa de calor. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

En primera instancia, el volumen total de aguas residuales generadas por los procesos productivos de las 317 empresas manufactureras que informaron la cantidad vertida es

de 408358109.16 m<sup>3</sup>/ año, el cual representa el 100%. En la figura 13 se evidencia que, Pichincha lidera en las grandes y medianas empresas tipo A en la generación de aguas residuales, contribuyendo en un 87.32% (408358109.16 m<sup>3</sup>/ año), lo que significa que las grandes empresas y medianas empresas tipo A, son responsables de una gran parte de la contaminación del cuerpo hídrico; seguido se encuentra Guayas con el 10.86% (44343351.16 m<sup>3</sup>/ año). Dicho análisis, se evidencia con el aporte de Quilumbaqui (2017), su foco de estudio fueron 18 ríos de Pichincha en la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas, donde, se evidenció que los ríos más afectados por la polución, es a causa de los desechos de zonas pobladas y efluentes vertidos por las industrias, por lo tanto, dicha provincia presenta un gran problema de contaminación, especialmente Quito, un claro ejemplo, son las aguas servidas arrojadas al río Machángara, cabe recalcar que únicamente el 2% de la misma, recibe algún tipo de tratamiento en la planta ubicada en Quitumbe (Paz, 2020).

**Tabla 6**

*Actividad económica y total de aguas residuales m<sup>3</sup>/año*

	CIU "C1020"	CIU "C2220"	CIU "C1030"	CIU "C1040"	CIU "C1010"	CIU "C1050"
<b>Media</b>	126274.2710	14024.8120	2848426.7100	16902.9333	19327889.9850	74413.2000
<b>Media</b>	98136.3810	7572.4578	670071.7400	14203.4370	4708446.3167	60372.1333
<b>recortada al 5%</b>						
<b>Mediana</b>	41184.0000	1635.0000	22104.0000	6084.0000	43473.6000	25275.6000
<b>Desviación</b>	197438.893	41041.240	11215723.72	24389.939	75343274.14	113601.87
<b>Mínimo</b>	13.20	48.00	362.88	76.80	198.00	129.60
<b>Máximo</b>	864000.00	144144.00	4.49E+07	82320.00	3.02E+08	401436.00
<b>Rango</b>	863986.80	144096.00	44906517.12	82243.20	301805370.00	401306.40
<b>Asimetría</b>	2.222	3.445	4.000	1.907	3.997	2.082
<b>Curtosis</b>	4.786	11.902	15.999	2.796	15.984	3.865

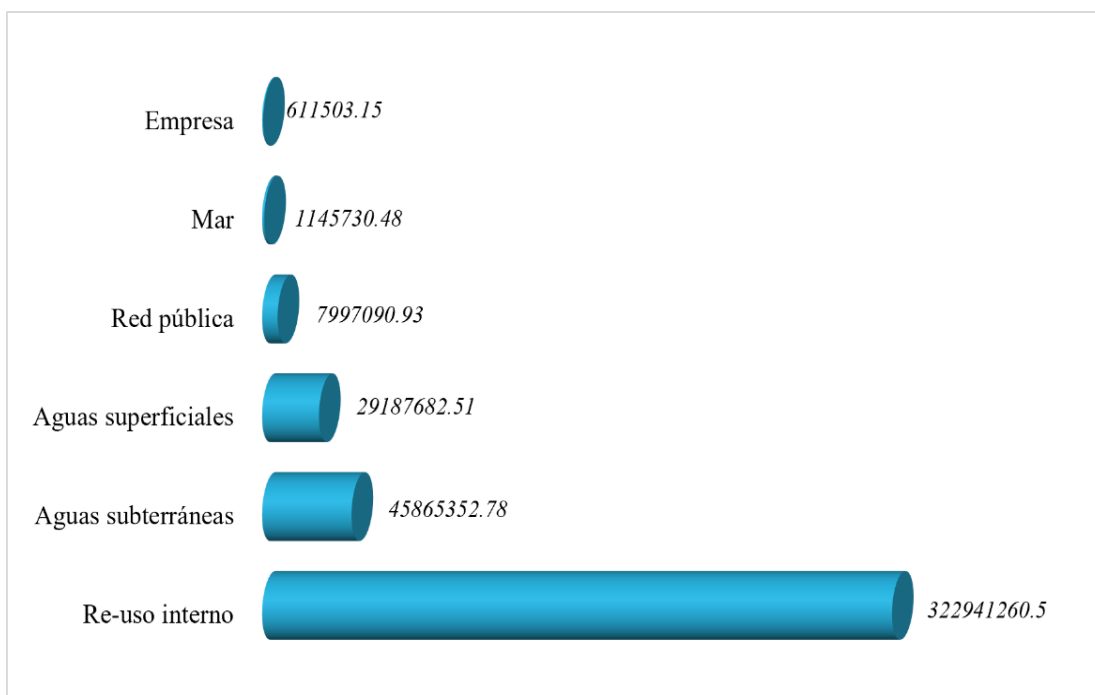
*Nota.* Estadísticos descriptivos de las aguas residuales, de las empresas que sí registraron la cantidad de aguas residuales generadas por actividad principal. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

En la tabla 6, se tomó en consideración las actividades económicas principales con mayor concentración de empresas manufactureras, al analizar la dispersión de los datos con respecto a la media por medio de la desviación estándar, se observa una amplia

variabilidad; por consiguiente, para el análisis se utilizó la media recortada al 5%. Se muestra que el CIU “1020” (Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos) presenta una media de 98136.3810 m<sup>3</sup>/año con una desviación de ± 197438.89 m<sup>3</sup>/año, seguido el CIU “C2220” (Fabricación de productos de plásticos) en promedio genera 7572.4578 m<sup>3</sup>/año de aguas residuales con una desviación de ± 41041.24058, las actividades correspondientes al CIU “C1030” (Elaboración y conversación de frutas, legumbres y hortalizas), el CIU “C1040” (Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal), el CIU “C1010” (Elaboración y conversación de carne) y por último, el CIU “1050” (Elaboración de productivos lácteos) presentan un promedio de 670071.7400, 14203.4370 , 4708446.3167, 60372.1333 en m<sup>3</sup>/año respectivamente. De acuerdo, con el Ministerio del Ambiente (2013) el CIU “1020” provoca impactos ambientales negativos de forma medianamente significativa sobre la calidad del agua en su proceso productivo.

**Figura 14**

*Aguas residuales tratadas según el destino de descarga*



*Nota.* Cantidad de aguas residuales tratadas en m<sup>3</sup>/año. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

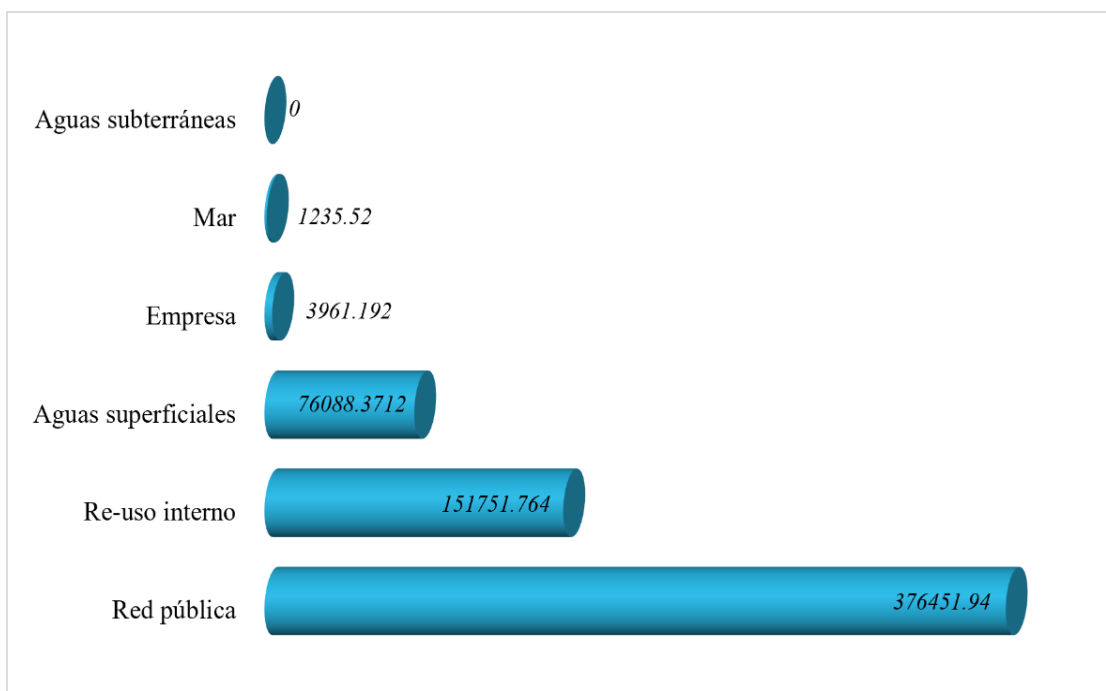
En primer lugar, es esencial señalar que la cantidad total de aguas residuales generadas asciende a 408358109 m<sup>3</sup>/año de las cuales 407748620 m<sup>3</sup>/año corresponden a aguas



residuales tratadas. En este contexto, se destaca en la figura 14 la asignación de 322,951,260.5 m<sup>3</sup>/año de aguas residuales tratadas para el re-uso interno dentro de la empresa, este dato subraya un enfoque proactivo en la gestión del agua, evidenciando la preferencia de las industrias por la reutilización del agua tratada como estrategia para optimizar recursos y reducir el impacto ambiental. En el ámbito científico, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2019) del año 2019, alrededor del 62% de las empresas en Ecuador están involucradas en el tratamiento de sus aguas residuales productivas y para el año 2021, aumentó significativamente a un 84%, tal cambio sugiere una tendencia positiva en el compromiso de las compañías ecuatorianas con el tratamiento de aguas residuales.

**Figura 15**

*Aguas residuales no tratadas según el destino de descarga*



*Nota.* Cantidad de aguas residuales no tratadas en m<sup>3</sup>/año. Fuente: Elaboración propia basada en el INEC (2020).

En primer lugar, resulta crucial destacar que la cantidad total de aguas residuales generadas alcanza los 408358109 m<sup>3</sup>/año, de las cuales 609488.793 m<sup>3</sup>/año corresponden a las aguas residuales no tratadas, este dato indica la preocupación por parte de las empresas por el medio ambiente, ya que se observa una proporción mayor de agua tratada. Sin embargo, la figura 15 revela que una cantidad significativa de

aguas residuales no tratadas se vierte directamente en la red pública, totalizando 376,451.946 m<sup>3</sup>/año, este comportamiento puede afectar los ecosistemas acuáticos y representa un riesgo para la salud humana. En América Latina, apenas seis de cada diez habitantes tienen acceso a redes de alcantarillado, y únicamente un limitado 30 a 40% de las aguas servidas pasa por un proceso de tratamiento, esta situación subraya la necesidad urgente de mejorar las prácticas de gestión del agua y fomentar la reutilización para abordar los desafíos actuales y futuros en materia de recursos hídricos en la región (Brault & Marmanillo, 2020).

### ***Relación entre la producción y generación de aguas residuales***

En el siguiente apartado, se muestra los resultados que da cumplimiento al objetivo 2, el cual buscó determinar la relación y la generación de aguas residuales, en primera instancia se realizó la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov debido a la presencia de un total de 317 datos, se verificó que los datos no tienen una distribución normal. En consecuencia, se optó por emplear el coeficiente de correlación Rho de Spearman, debido a que el mismo se utiliza para variables no paramétricas.

**Tabla 7**

#### *Prueba de normalidad*

<b>VARIABLES</b>	<b>KOLMOGOROV-SMIRNOV</b>	
<b>Variable dependiente</b>	Estadístico	Sig.
Total, de aguas residuales	0.485	0
Aguas residuales tratadas	0.384	0
Aguas residuales no tratadas	0.387	0
<b>Variable independiente</b>		
<b>Valor Agregado Bruto</b>	0.442	0
<b>(VAB)</b>		

*Nota.* Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para una cantidad mayor de 50 datos. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7, se evidencia que el total de aguas residuales, así como las categorías de aguas tratadas y no tratadas, exhiben una significancia de 0,000, este resultado lleva a la aceptación de la hipótesis nula y al rechazo de la alternativa, indicando que las variables dependientes no se distribuyen de manera normal. Asimismo, la significancia asociada al Valor Agregado Bruto arroja un valor de 0,000. En consecuencia, se concluye que se acepta la hipótesis nula, ratificando que los datos relacionados con el Valor Agregado Bruto no siguen una distribución normal.

**Tabla 8**

*Correlación de aguas residuales y Valor Agregado Bruto*

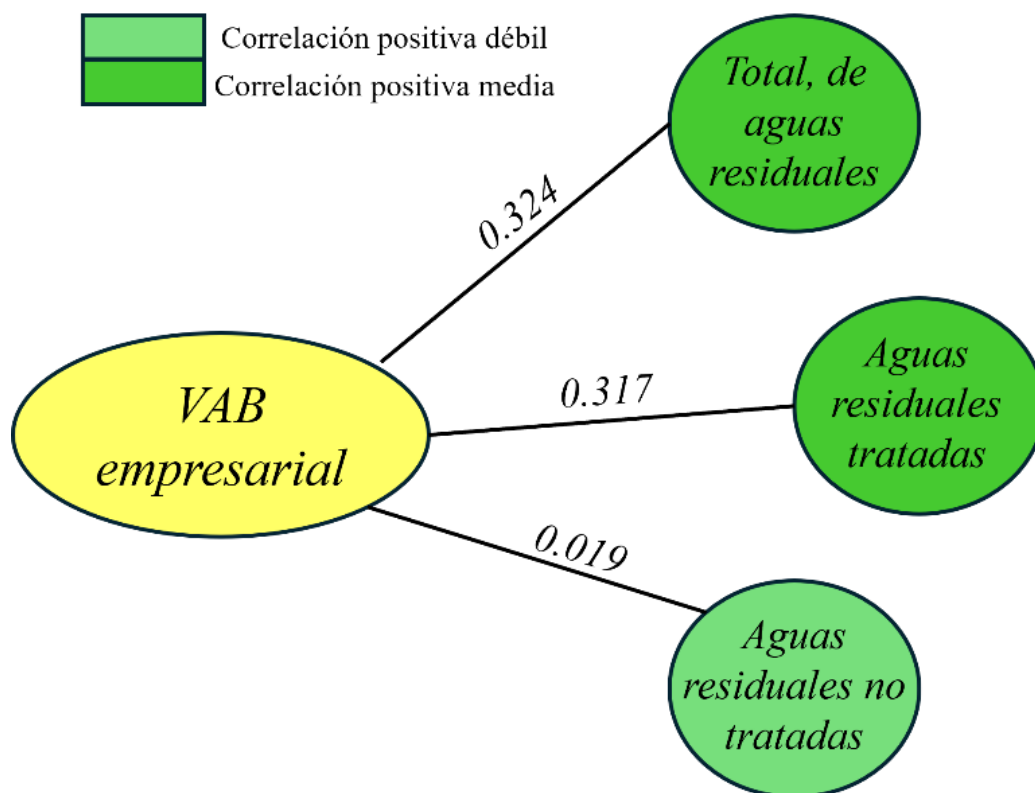
<b>Relación</b>	<b>Rho de Spearman</b>	
<b>Aguas residuales y Valor Agregado Bruto</b>	Coefficiente de correlación	.324**
	Sig. (bilateral)	0
<b>Aguas residuales tratadas y Valor Agregado Bruto</b>	Coefficiente de correlación	.317**
	Sig. (bilateral)	0
<b>Aguas residuales no tratadas y Valor Agregado Bruto</b>	Coefficiente de correlación	.019**
	Sig. (bilateral)	0

*Nota.* Grado de relación entre las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8, se destaca un nivel de significancia (bilateral) con un valor de 0,00, inferior a 0,05. Este hallazgo conduce al rechazo de la hipótesis nula y respalda la aceptación de la hipótesis alternativa, indicando así la existencia de una relación entre las variables. En la evidencia empírica de Huang & Wang, (2022) muestran que la contaminación del agua, el crecimiento económico y la aglomeración industrial en 11 provincias de China, tienen correlación a largo plazo, además, el crecimiento económico y la aglomeración industrial desempeñan un papel importante cuando se habla del incremento de la degradación de los cuerpos hídricos.

**Figura 16**

*Correlación: Total de aguas residuales, aguas tratadas y no tratadas y VAB*

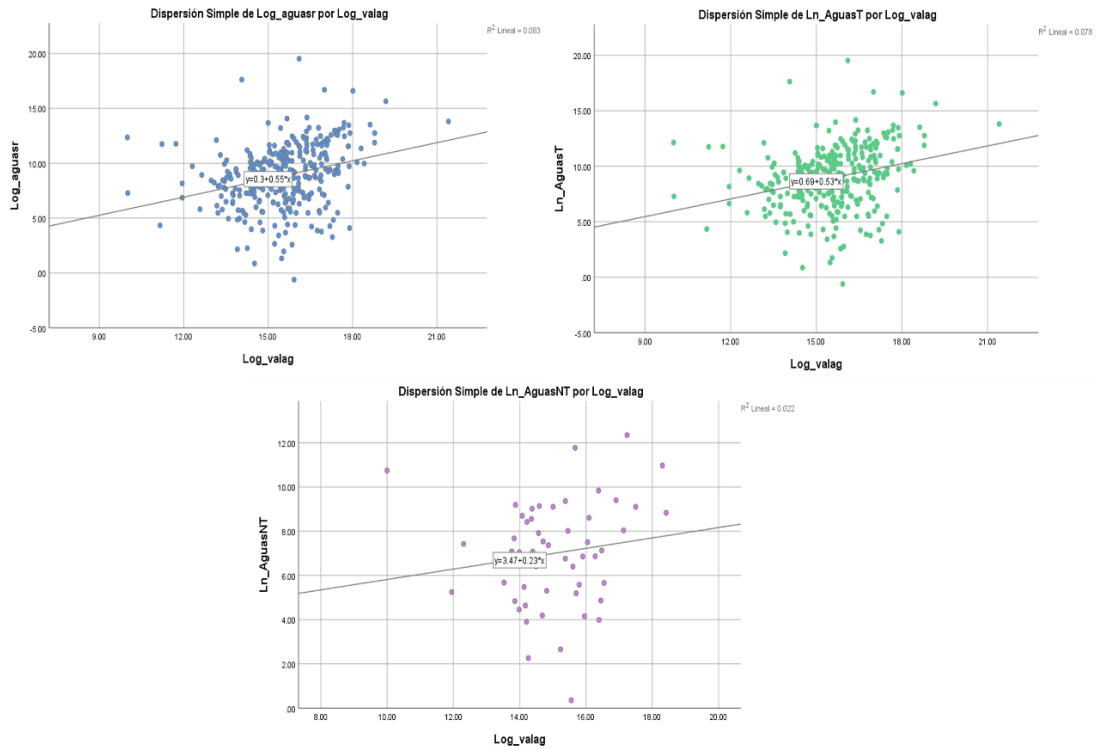


*Nota.* Coeficiente de correlación las aguas residuales con el VAB mediante un Rho de Spearman. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16 el coeficiente Rho de Spearman para las aguas residuales es de 0,324, dado que este coeficiente se sitúa en el rango de +0,11 a +0,50, se puede concluir que la generación de aguas residuales presenta una relación positiva de magnitud media con el Valor Agregado Bruto. Este patrón se repite en las aguas residuales tratadas, las cuales también exhiben una correlación positiva de magnitud similar. Finalmente, al examinar las aguas no tratadas, se observa una correlación positiva, aunque débil, con el Valor Agregado Bruto. Estos resultados sugieren que existe una conexión significativa entre la generación de aguas residuales y el Valor Agregado Bruto, siendo esta relación más pronunciada en las aguas residuales y tratadas en comparación con las no tratadas.

**Figura 17**

*Correlación de aguas residuales y Valor Agregado Bruto*



*Nota.* Gráfico de dispersión de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en el INEC (2020).

La Figura 17, se ilustra la dispersión de datos, donde el eje Y representa la variable dependiente, que en este contexto se refiere a la generación de aguas residuales clasificados en aguas tratadas y no tratadas. En cuanto al eje X, este refleja la variable independiente, que es el Valor Agregado Bruto (VAB). La representación gráfica evidencia una relación positiva entre la variable independiente y la dependiente, indicando una correlación directa. En consecuencia, se puede concluir que a medida que se incrementa la producción industrial, representada por el VAB, también se incrementa la generación de aguas residuales. En el estudio desarrollado en China por Taguchi et al. (2023) alude que el grado de contaminación del agua se encuentra asociado con la urbanización y la industrialización, esto se debe a la falta de capacidad para el monitoreo de la contaminación

## Efecto de la producción manufactura en la generación de aguas residuales

El objetivo tres muestra los resultados del efecto de la producción manufacturera en la generación de aguas residuales, gracias al objetivo dos se pudo determinar la relación de ambas variables donde se contrastó una correlación significativa media, por lo que permitió desarrollar un modelo de regresión simple que dé cumplimiento a todos los supuestos: linealidad, homocedasticidad, normalidad, independencia de errores y no colinealidad, sin embargo, el modelo mostraba un  $R^2$  ajustado del 8 %, es decir, el Valor Agregado Bruto explica en un 8% a la generación de aguas residuales. Por lo tanto, se aumentó una variable de control con la finalidad de que el modelo sea más robusto.

### Modelo regresión simple

**Variable dependiente**-Aguas residuales

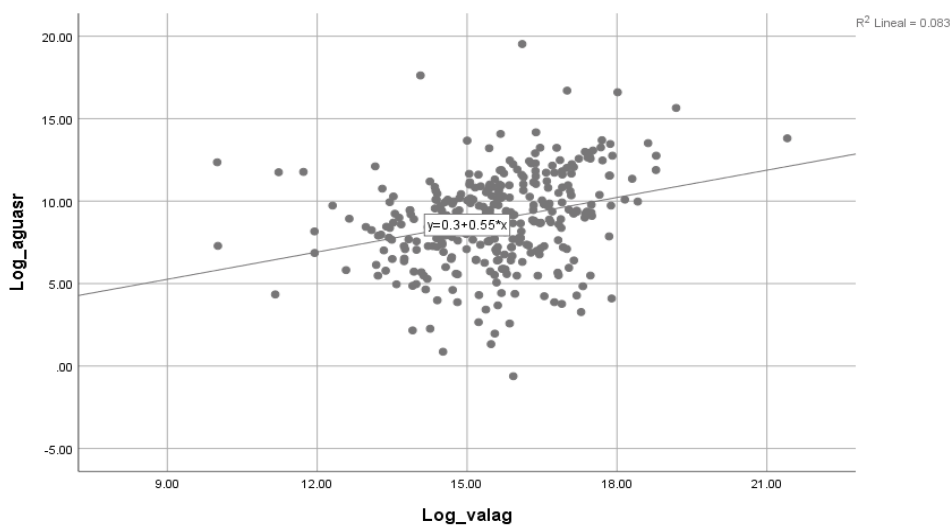
**Variable Independiente**-Valor agregado bruto

*Verificar los supuestos del modelo*

### Supuesto 1 Linealidad

#### Figura 18

*Linealidad*



*Nota.* Gráfico de dispersión, donde el eje Y representa las “aguas residuales” y el eje X el “Valor Agregado Bruto”. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 18, se observa que el supuesto de linealidad se cumple en este caso, ya que, los puntos de los datos se distribuyen aproximadamente a lo largo de una línea recta, es decir, muestra una relación lineal entre la variable dependiente “Aguas residuales” y la variable independiente “Valor agregado bruto”, es decir a medida que aumenta el Valor Agregado Bruto, también aumenta las aguas.

### Supuesto 2. Independencia de los errores

**Tabla 9 Independencia de los errores**

*Independencia de los errores*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	.288 <sup>a</sup>	0.083	0.08	2.73418	1.988

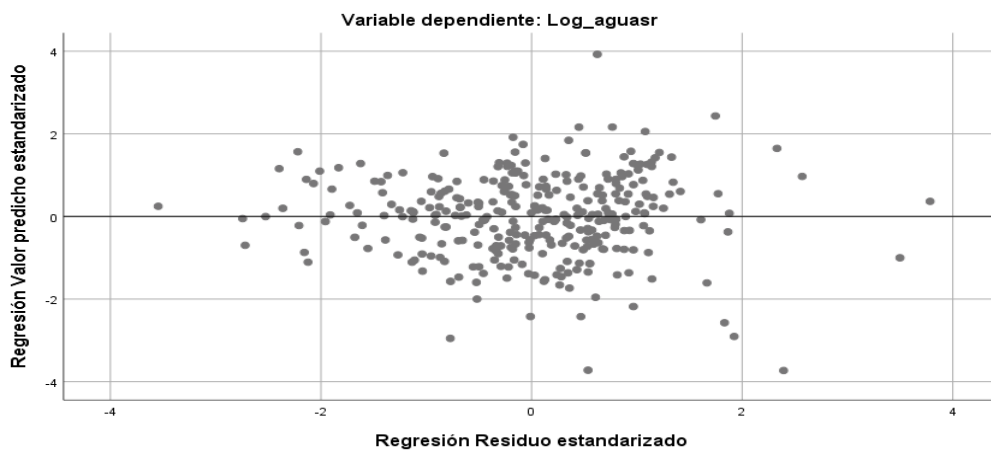
*Nota.* Prueba Durbin- Watson. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se toma en consideración la prueba de Durbin-Watson para cumplir con el supuesto, el estadístico debe encontrarse en el rango de 1,5 a 2,5, por lo tanto, se cumple con el supuesto y se verifica que el error en la medición del Valor Agregado Bruto es independiente, debido a que la prueba de Durbin-Watson es 1,988.

### Supuesto 3. Homocedasticidad

**Figura 19**

*Homocedasticidad*



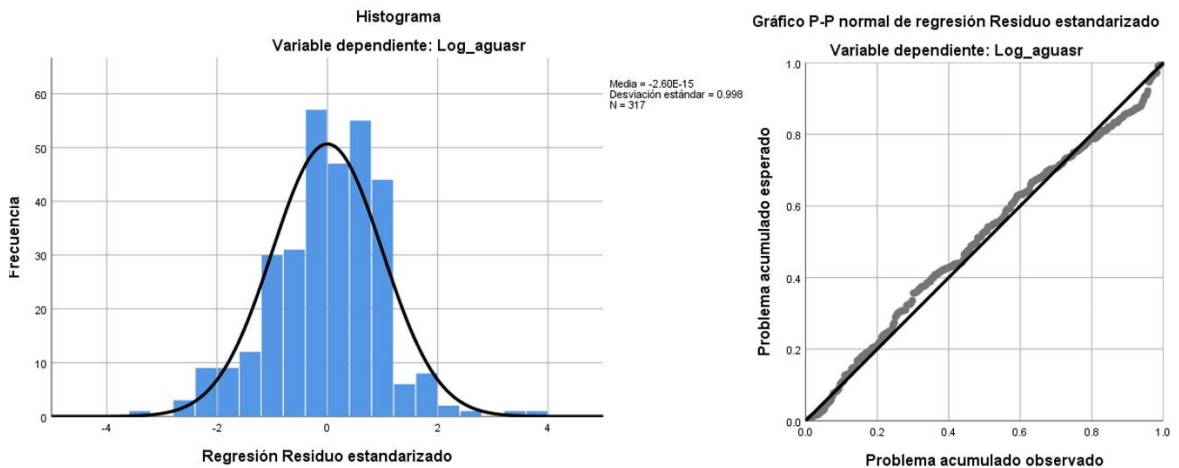
*Nota.* Gráfico de dispersión. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 19 se visualiza el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, debido a que la variación de los residuos tiene un carácter uniforme, en otras palabras, es constante.

#### Supuesto 4. Normalidad

**Figura 20**

*Normalidad*



*Nota.* Histograma y gráfico de probabilidad normal. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 20, se evidencia la validación del supuesto de normalidad, respaldada por la alineación de las barras del histograma con la forma característica de la campana de Gauss. Además, el gráfico de probabilidad normal revela una notable concentración de puntos por encima de la pendiente.

#### Supuesto 5. No colinealidad

**Tabla 10**

*No colinealidad*

Modelo	Estadísticas de colinealidad	
	Tolerancia	VIF
(Constante)		
<b>Log_valag</b>	1.000	1.000

*Nota.* Supuesto de no colinealidad por medio de la tolerancia y el VIF (valor del factor de varianza) Fuente: Elaboración propia.



En la tabla 10, se verifica que no existe problemas de multicolinealidad, debido a que la toleración presenta un valor de 1 mayor a 0,10, mientras tanto el factor de inflación de la varianza (FIV) es menor a 10.

## Interpretación

**Tabla 11**

*Estimación del modelo de regresión simple*

<b>Coefficientes</b>					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
(Constante)	0.298	1.613		0.185	0.853
Log_valag	0.551	0.103	0.288	5.342	0
<b>Anova</b>					
Modelo	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	213.375	1	213.375	28.542	.000 <sup>b</sup>
Residuo	2354.862	315			
<b>Total</b>	<b>2568.237</b>	<b>316</b>			
<b>Resumen del modelo</b>					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	
	.288 <sup>a</sup>	0.083	0.08	2.73418	

*Nota.* Resultados modelo de regresión simple. Fuente: Elaboración propia.

## Modelo Matemático

$$\text{Aguas residuales} = 0,298 + 0,551(\text{Valor Agregado Bruto}) + \mu$$

En definitiva, el coeficiente del valor agregado bruto es de 0,55, lo que significa que, por cada unidad de aumento en el valor agregado bruto, se refleja con un incremento de 0,551 en la generación de aguas residuales. Por otro lado, en la tabla 11 se presenta los resultados del modelo, de primera mano se obtuvo que el Valor Agregado Bruto tiene significancia, por lo que se considera como una variable predictora, además el resumen del ANOVA, se puede verificar que el modelo si presentan significancia, debido a que el sig. (bilateral) es menor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa: El modelo de regresión simple sí tiene relación

significativa entre las aguas residuales y el Valor Agregado Bruto. Por último, se visualiza que el  $r^2$  ajustado, presenta un valor 0.08 lo que significa que la variable referente al Valor Agregado Bruto explica en 8% la generación de aguas residuales.

La presencia de un  $r^2$  ajustado muy bajo puede deberse a la existencia de otras variables independientes que expliquen la generación de aguas residuales, las cuales no se tomó en consideración para el estudio, ya que, Gujarati & Porter (2009) mencionan que, a medida que se dé un incremento de variables predictores el  $r^2$  tiende a subir, por lo tanto, es esencial un análisis detallado de las posibles variables explicativas que se podría incluir, con la finalidad de obtener un modelo más robusto y una predicción más precisa. Como el caso de, en el estudio desarrollado por Muyibi et al. (2019) evalúa la contaminación ambiental provocada por el desarrollo en Malasia, la investigación analiza la relación entre la variable dependiente: contaminación del agua y las variables independientes: urbanización, el crecimiento industrial y demográfico, donde concluyeron que las variables predictoras explican en un 96,59% los cambios en el estado de la calidad de las cuencas fluviales de los ríos contaminados, además los autores mencionan que, en comparación con las opiniones de economistas y ambientalistas las actividades de desarrollo representan principalmente la contaminación del agua.

Además, Gujarati & Porter (2009) aluden que cuando los datos son transversales, debido a la cantidad de unidades transversales, usualmente se obtiene un coeficiente de determinación muy bajo, sin embargo, lo fundamental es que el modelo planteado se encuentre bien especificado y que las variables predictoras sean significativas con un nivel del 5% o incluso mejor, es decir, por debajo del 5%.

## **4.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación**

### **Modelo lógico**

H<sub>0</sub>: No hay relación estadística significativa entre la producción manufacturera y la generación de aguas residuales en el Ecuador año 2020

H<sub>1</sub>: Si hay relación estadística significativa entre la producción manufacturera y la generación de aguas residuales en el Ecuador año 2020

### Modelo matemático

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

### Modelo estadístico

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

### Regla de decisión

Se acepta la hipótesis nula si el valor  $\rho$  es igual a 0,0 con un  $\alpha$  de 0,01

### Cálculo de estadístico

**Tabla 12**

*Coefficiente de correlación*

		1	2
<b>1. Aguas residuales</b>	Rho	1.000	
	Sig. (bil.)		
<b>2. Valor Agregado Bruto (VAB)</b>	Rho	.324**	1.000
	Sig. (bil.)	0.000	

**\*\*.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Correlación interna entre la producción manufacturera y la generación de aguas residuales en el Ecuador año 2020. Fuente: Elaboración propia

Los resultados de coeficiente de correlación de Spearman dan un valor de 0,324, por lo tanto, se concluye el rechazo de la hipótesis nula y se acepta la alternativa, en otras palabras, sí hay relación estadística significativa entre la producción manufacturera y la generación de aguas residuales en el Ecuador año 2020, con una correlación positiva media directamente proporcional.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

En conclusión, la industria manufacturera se considera como uno de los sectores más importantes en la economía ecuatoriana, debido a su contribución al PIB, VAB e incluso la puerta de varias oportunidades de empleo para millones de habitantes, sin embargo, ciertas actividades realizadas por las empresas, incrementa la producción de desechos que son vertidos al ambiente y por ende, contribuye a la degradación medioambiental en el agua, el suelo y el aire, específicamente el cuerpo hídrico es afectado por el impacto adverso causado por la liberación de aguas residuales vertidas al entorno sin ningún tratamiento. Por tal motivo, es responsabilidad de cada compañía tanto pequeñas, medianas y grandes de implementar prácticas de sostenibilidad ambiental, como capital humano capacitado en términos de conservación ambiental, reutilización del agua, inversión en equipos y gastos corrientes en materiales-servicios, con el fin de reducir la contaminación causada por las aguas servidas, de tal forma se contribuya al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

En el año 2020, en Ecuador, 466 (66,3%) empresas entre grandes, mediana A y mediana B del sector manufacturero, generaron aguas residuales en su proceso productivo, la mayor concentración se observó en las grandes empresas, con un total de 406 compañías y con una contribución al Valor Agregado Bruto de \$7,074,727.60. Además, es importante resaltar que las Provincias de Guayas y Pichincha son las que registran mayor cantidad de empresas vertiendo aguas contaminadas, esto se debe a que representan el 71% de las provincias donde dichas compañías tienen su sede; ambas provincias también lideran en términos Valor Agregado Bruto con \$2,836,068,811.00 y \$3,692,290,162.00 respectivamente. Por otro lado, es relevante señalar que, de las 466 empresas que generaron aguas residuales, solo se tiene información de 317 empresas manufactureras que reportaron la cantidad vertida, de esta forma la producción de la manufactura generó un total de 408358109.16 m<sup>3</sup>/ año de aguas servidas.

Los resultados del Rho de Spearman revelaron la relación entre la producción manufacturera y la generación de las aguas residuales en el Ecuador, donde se obtuvo: una correlación significativa media entre la producción manufacturera, la cual fue

representada por el valor agregado bruto y la generación de aguas residuales. Por ende, es crucial que las empresas, el gobierno y la sociedad trabajen en conjunto, con la finalidad de promover e implementar estrategias ambientales, que contribuyan a la preservación de los ecosistemas acuáticos y al cuidado de la salud de las personas aledañas a fuentes de descargas de aguas residuales.

Por medio de un modelo de regresión simple, se determinó que el coeficiente del Valor Agregado Bruto es de 0,55, lo que significa que, por cada unidad de aumento en el valor agregado bruto, se refleja con un incremento de 0,551 en la generación de aguas residuales, además el VAB explica en 8% la generación de aguas residuales, por lo tanto, la presencia de un  $r^2$  ajustado muy bajo, sugiere la posibilidad de que existan otras variables independientes que influyan en la generación de aguas residuales, las cuales no se tomó en consideración para el estudio, factores como la urbanización, el crecimiento demográfico, actividades agropecuarias, desechos provenientes de las minas y por ende, deberían ser tomadas en cuenta para futuras investigaciones.

## **5.2 Limitaciones del estudio**

La limitación del estudio radica en la disponibilidad limitada de la información, ya que existió la presencia de datos perdidos, ya sea por parte del sistema o del usuario de la base de datos del módulo económico-ambiental de la encuesta ENESEM año 2020, es importante resaltar que, existieron un total de 466 empresas que sí generaron en el proceso productivo aguas residuales, sin embargo, solo 317 proporcionaron información sobre la cantidad de aguas residuales generadas, lo que dificultó obtener un resultado con mejor aproximación a la realidad, ya que se desconoce la información del 32% de las empresas que generaron aguas residuales en el año 2020 en la industria manufacturera en grandes, medianas A y medianas B empresas, en cuanto: cantidad  $m^3/año$  de aguas residuales, cantidad de caudal de aguas residuales  $m^3/hora$ , sí las aguas fueron tratadas o no, en caso de ser tratadas que tipo de tratamiento se utilizó y el destino de descarga, en caso de no ser tratadas el destino de descarga.

## **5.3 Futuras temáticas de investigación**

La información recopilada y analizada en este proyecto se convierte en un recurso valioso para futuras investigaciones, en relación con el desarrollo sostenible de la industria manufacturera, tecnología e innovación para reducir la generación de aguas

residuales, evaluar los impactos en la salud de los ciudadanos y el ecosistema acuático, analizar las estrategias del Ecuador sobre la mitigación del impacto ambiental, estrategias de economía circular, además se puede realizar una investigación de campo, donde cubra la información que se encontró sesgada con la finalidad de obtener un panorama realista, sobre la cantidad generada de aguas residuales de la industria manufacturera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, V. (2013). Análisis de la evolución del sector manufacturero 1990-2008. In *Estudios industriales de la micro, pequeña y mediana empresa*. FLACSO Sede Ecuador.
- Aldas, Barrera, Luzuriaga, & Abril. (2022). Crecimiento económico y la gestión ambiental en las industrias de manufactura del Ecuador. Estrategias hacia un modelo de economía circular. *Revista Gobierno y Gestión Pública*, *X*(1), 85–98. <https://revistagobiernoygestionpublica.usmp.edu.pe/index.php/RGGP/article/view/308/495>
- Ander Egg, E. (2011). *Aprender a investigar: nociones básicas para la investigación social* (1st ed.). Editorial brujas.
- Andrade Rojas, G. C., Ramón Tacuri, D. V., Roldán Monsalve, D. F., & Sarmiento Jara, J. P. (2019). Efecto de la Segregación de Energías en la Hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets. Un Estudio para el Caso Ecuatoriano. *INNOVA Research Journal*, *4*(2), 102–119. <https://doi.org/10.33890/innova.v4.n2.2019.948>
- Aquino Espinoza, P. (2017). *Calidad del agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales*. Derecho, ambiente y recursos naturales (DAR).
- Arboleda-Tabares, D. A., Talero, J. E. R., Pérez, S. A. Q., & Rodríguez, C. A. A. (2022). The water footprint as an educational strategy for the responsible consumption of water at the Santiago de Cali University. *Estudios Pedagógicos*, *48*(2), 131–158. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052022000200131>
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación introducción a la metodología científica* (6th ed.). Editorial episteme .
- Arroyo, I., & Cervantes, G. (2018). Water footprint of an industrial product: An adapted methodology. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, *9*(6), 70–90. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-06-03>

- Astudillo, J. A., Aburto, J., Barahona, F., & Pizarro, J. (2022). Evidencia de la curva medioambiental de Kuznets según etapa del desarrollo. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 16(3), 43–61. <https://orcid.org/0000-0001-8228-4681>
- Ayala, G. (2022). *Estadística básica* (2nd ed.). Sam Hocevar.
- Banco Central del Ecuador. (2020). *El 53,3% de la producción nacional se genera en Guayas y Pichincha*. <https://www.bce.fin.ec/boletines-de-prensa-archivo/el-533-de-la-produccion-nacional-se-genera-en-guayas-y-pichincha>
- Banco Central del Ecuador. (2021a). *En el primer trimestre de 2021, la economía ecuatoriana creció 0,7% respecto al trimestre anterior y reportó una variación interanual de -5,6% (respecto al primer trimestre de 2020)*. Banco Central de Ecuador. <https://www.bce.fin.ec/boletines-de-prensa-archivo/en-el-primer-trimestre-de-2021-la-economia-ecuatoriana-crecio-0-7-respecto-al-trimestre-anterior-y-reporto-una-variacion-interanual-de-5-6-respecto-al-primer-trimestre-de-2020#:~:text=En%20lo%20referente%20al%20Valor,en%20la%20extracci%C3%B3n%20de%20petr%C3%B3leo.>
- Banco Central del Ecuador. (2021b). *La pandemia incidió en el crecimiento 2020: La economía ecuatoriana decreció 7,8%*. <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1421-la-pandemia-incidio-en-el-crecimiento-2020-la-economia-ecuatoriana-decrecio-7-8>
- Banco Mundial. (2020). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial*. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>
- Barbosa Moreno, A., Mar Orozco, C. E., & Molar Orozco, J. F. (2019). *Manufactura: conceptos y aplicaciones*. Patria.
- Barilari, A., Massone, H. E., Lima, M. L., & Mantecón, C. L. (2020). Industries and environmental impact assessment: Analysis of the screening process in



- Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(1), 139–149.  
<https://doi.org/10.20937/RICA.2020.36.53492>
- Benavides, R. (2023). *Boletín Técnico módulo de información económica ambiental en empresas, año 2021*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/EMPRESAS/Empresas\\_2021/BOL\\_TEC\\_MOD\\_AMB\\_EMP\\_ENESEM\\_2021\\_04.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas_2021/BOL_TEC_MOD_AMB_EMP_ENESEM_2021_04.pdf)
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3rd ed.). Pearson.
- Blanco-Corredor, A. F., Bustos-López, M. C., & Arrieta-Loyo, G. (2021). Gestión de aguas residuales: Un estudio de caso en los municipios de Puerto Wilches y Yondó -Colombia. *Gestión y Ambiente*, 24(2), 2–12.  
<https://doi.org/10.15446/ga.v24n2.92749>
- Brault, J.-M., & Marmanillo, I. (2020). *Tres soluciones para una mejor gestión de las aguas residuales en Guayaquil, Ecuador*. Banco Mundial Blogs.  
<https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/tres-soluciones-para-una-mejor-gestion-de-las-aguas-residuales-en-guayaquil-ecuador>
- Brito-Gaona, L., Sotomayor-Pereira, G., & Apolo-Vivanco, J. (2019). Análisis y perspectivas del valor agregado bruto en la economía ecuatoriana. *X-Pedientes Económicos*, 3(5). <http://portal.amelica.org/ameli/>
- Capetillo-Piñar, N., Lopeztegui-Castillo, A., Betanzos-Vega, A., Tripp-Quezada, A., Zetina-Rejón, M. J., & Hernández-Padilla, J. C. (2022). Congruence and response to environmental factors of different biodiversity metrics in the Gulf of Batabanó, Cuba. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 57(1), 1–11.  
<https://doi.org/10.22370/rbmo.2022.57.1.3322>
- Carrera Muyo, J., & Suárez-Ojeda, M. E. (2019). *Aguas residuales industriales en Iberoamérica*. Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo (CYTED).
- Ceballos Pérez, S. G., & Flores Xolocotzi, R. (2022). Una prueba de hipótesis de la curva ambiental de Kuznets para residuos sólidos urbanos en México, 1992-

2018. *Revista de Economía, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán*, 39(99), 55–82. <https://doi.org/10.33937/reveco.2022.275>
- Ceballos Pérez, S. G., & Flores-Xolocotzi, R. (2022). Generación de residuos sólidos urbanos municipales y su relación con un indicador de ingreso municipal en México (años 2010 y 2015). *Revista de Ciencias Ambientales*, 57(1). <https://doi.org/10.15359/rca.57-1.7>
- Cenes, A. Del, Fabiam, C., Segura, G., Hernán, Ó., Losada, C., Fernando, E., & Cebay, A. (2021). La curva medioambiental de Kuznets y el crecimiento económico sostenible en Colombia. *Apuntes Del Cenes*, 40(71), 165–188. <https://doi.org/10.19053/01203053.v40>
- CEPAL. (2020). *Sectores y empresas frente al COVID-19: emergencia y reactivación*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/96d52d67-9907-4af8-b115-b613046f0ffe/content>
- CEPAL. (2022). *CEPAL: Informe del proceso regional de América Latina y el Caribe para la aceleración del cumplimiento del ODS 6*. [https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/informe\\_del\\_proceso\\_regional\\_de\\_america\\_latina\\_y\\_el\\_caribe\\_para\\_la\\_aceleracion\\_del\\_cumplimiento\\_del\\_ods\\_6\\_.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/informe_del_proceso_regional_de_america_latina_y_el_caribe_para_la_aceleracion_del_cumplimiento_del_ods_6_.pdf)
- Chavarría-Solera, F., Gamboa-Venegas, R., Rodríguez-Flores, J., Chinchilla-González, D., Herrera-Araya, A., & Herra-Solís, A. C. (2020). Measurement of blue water footprint in Universidad Nacional in Costa Rica from 2012 to 2016. *Uniciencia*, 34(1), 189–203. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.11>
- Chen, X., Yi, G., Liu, J., Liu, X., & Chen, Y. (2020). Evaluating Economic Growth, Industrial Structure, and Water Quality of the Xiangjiang River Basin in China Based on a Spatial Econometric Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/IJERPH15102095>
- Chicatto, J. A., Rainert, K. T., Gonçalves, M. J., Helm, C. V., Altmajer-Vaz, D., & Tavares, L. B. B. (2018). Decolorization of textile industry wastewater in solid

- state fermentation with peach-palm (*Bactris gasipaes*) residue. *Brazilian Journal of Biology*, 78(4), 718–727. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.175074>
- Córdoba Adame, D. A., & Vera Solano, J. A. (2019). Tratamiento de agua residual industrial de curtiembre por medio de la electrocoagulación. *Cuaderno Activa*, 12(1), 42–57. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.53995/20278101.598>
- Corporación Financiera Nacional. (2018). *Ficha sectorial: Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos*.
- Correa, F., Andrés, R., Vasco, F., Catalina, R., & Montoya, P. (2005). La Curva medioambiental de Kuznets: Evidencia empírica para Colombia grupo de economía ambiental (GEA). *Semestre Económico*, 8(15), 14–30. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1104/1075>
- Cusiche Pérez, L., & Miranda Zambrano, G. (2019). Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional ‘Lago Junín’, Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1433–1447. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n6/2007-0934-remexca-10-06-1433.pdf>
- Devda, V., Chaudhary, K., Varjani, S., Pathak, B., Patel, A. K., Singhanian, R. R., Taherzadeh, M. J., Ngo, H. H., Wong, J. W. C., Guo, W., & Chaturvedi, P. (2021). Recovery of resources from industrial wastewater employing electrochemical technologies: status, advancements and perspectives. *Bioengineered*, 12(1), 4697–4718. <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1946631>
- Dextre, R., & Bergamini, K. (2021). Exportación de la contaminación en Chile: Análisis de procedimientos sancionatorios de la Superintendencia del Medio Ambiente, 2013-2019. *Eure*, 48(145), 1–27. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-71612022000300006](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612022000300006)
- Duarte Díaz, F. A. (2016). Impacto de las descargas de aguas residuales de Tecpán en el río Xayá. *Agua, Saneamiento & Ambiente*, 11(1). <https://revistas.usac.edu.gt/index.php/asa/article/view/1434/905>

- Duncan, M. (2003). *Domestic wastewater treatment in developing countries*. Taylor & Francis.
- Ellen Macarthur Foundation. (2014). *Towards the circular economy, Vol. 3: Accelerating the scale-up across global supply chains*. Ellen Macarthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-3-accelerating-the-scale-up-across-global>
- Felipe Brito-Gaona, L., Sotomayor-Pereira, G., & Apolo-Vivanco, J. (2019). *Análisis y perspectivas del valor agregado bruto en la economía ecuatoriana*. <http://portal.amelica.org/amei/>
- Flores, E. G., Sandoval Castro, E., & Pérez Magaña, A. (2014). Biosólidos en la producción de maíz: impacto socioeconómico en zonas rurales del municipio de Puebla. *Estudios Sociales*, 22(43), 63–86. <https://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v22n43/v22n43a3.pdf>
- Flores-Xolocotzi, R., & Ceballos Pérez, S. G. (2022). Prueba de hipótesis de la curva ambiental de Kuznets para residuos sólidos urbanos en municipios del Estado de México e Hidalgo 2010-2018. *Acta Universitaria*, 32, 1–18. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3161>
- Freire-Vinueza, C., Meneses, K., & Cuesta, G. (2021). América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental? *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 1–18. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.1>
- García, D., & Ochoa Moreno, W. S. (2017). Relación entre crecimiento económico y medio ambiente en Ecuador a nivel provincial (Promedio 2010-2015). *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(2), 99–112. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6335110>
- Gligo, N., Alonso, G., Barkin, D., Brailovsky, A., Brzovic, F., Carrizosa, J., Durán, H., Fernández, P., Gallopín, G., Leal, J., Marino De Botero, M., Morales, C., Monasterio, F. O., Panario, D., Pengue, W., Becerra, M. R., Rofman, A., Saa, R., Sejenovich, H., ... Sostenible, D. (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe*. [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)

- Gómez, C., Barrón, K., & Moreno, L. (2011). Crecimiento económico y medio ambiente en México. *El Trimestre Económico*, 78, 547–582.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/ete/v78n311/2448-718X-ete-78-311-00547.pdf>
- González Acolt, R., Castillo Rodríguez, J., & Ivanova Boncheva, A. (2019). Prácticas ambientales en empresas manufactureras de equipo de transporte en México. *Venezolana de Gerencia*, 2(24), 210–218.  
<https://doi.org/10.37960/revista.v24i2.31489>
- González Acolt, R., Díaz Flores, M., & Govea Franco, A. (2021). Implementación de prácticas ambientales e innovación en empresas manufactureras de México: perspectiva de análisis regional. *Interciencia*, 46(3), 104–109.  
<https://www.redalyc.org/journal/339/33966543003/33966543003.pdf>
- Grijalva Endara, A. de las M., Jiménez Heinert, M. E., & Ponce Solórzano, H. X. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. *Recimundo*, 4(4), 79–93. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.79-93](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93)
- Grillo-Méndez, A., Marzo-Navarro, M., & Pedraja-Iglesias, M. (2022). Participación ciudadana en sistemas de economía circular de residuos textiles: una primera aproximación. *CIRIEC-España Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 106, 235–266. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.106.18274>
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna* (3rd ed.). McGRAW-HILL.
- Groover, M. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2009). *Econometría* (5th ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Hernández, Y. (2020). Cambio climático: causas y consecuencias. *Revista Renovat*, 4(1), 38–53. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/3517/3953>
- Hettige, H., Mani, M., & Wheeler, D. (2000). Industrial pollution in economic development: the environmental Kuznets curve revisited. *Journal of Development Economics*, 62(2), 445–476.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304387800000924>

- Hu, Q., Han, E., Wang, W., Wang, X., & Li, Z. (2022). The interactive relationship between water environmental pollution and the quality of economic growth in China: An empirical research based on the dynamic simultaneous equations model. *Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering*, 22(1), 77–87. <https://doi.org/10.3233/JCM-215614>
- Huang, C., & Wang, C. M. (2022). Water pollution, industrial agglomeration and economic growth: Evidence from China. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1071849. <https://doi.org/10.3389/FENVS.2022.1071849/BIBTEX>
- Idrogo Bravo, S., Vásquez García, Á. C., & Gamarra Gonzáles, J. del R. (2020). Eficiencia de consorcios microbianos probióticos en el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales. *UCV Hacer*, 9(1), 45–53. <https://orcid.org/0000-0002-7612-4056>
- Ike, G. N., Usman, O., & Sarkodie, S. A. (2020). Testing the role of oil production in the environmental Kuznets curve of oil producing countries: New insights from Method of Moments Quantile Regression. *Science of the Total Environment*, 711, 2–9. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.135208>
- INEC. (2012). *Clasificación nacional de actividades económicas* . <https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/metodologias/CIU%204.0.pdf>
- INEC. (2020). *Manual de Encuestador y Crítica-Codificación de la Encuesta Estructural Empresarial ENESEM 2020*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/EMPRESAS/Empresas%1F\\_2020/2020\\_ENESEM\\_Manual\\_Entrevistador\\_Cr%C3%ADtica.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas%1F_2020/2020_ENESEM_Manual_Entrevistador_Cr%C3%ADtica.pdf)
- INEC. (2021). *Boletín Técnico módulo de información económica ambiental de la encuesta estructural empresarial (ENESEM), año 2019*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/EMPRESAS/Empresas-2019/BOLETIN\\_TECNICO\\_MOD\\_AM-ENESEM\\_2019\\_08.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas-2019/BOLETIN_TECNICO_MOD_AM-ENESEM_2019_08.pdf)
- Jum'a, L., Zimon, D., & Ikram, M. (2021). A relationship between supply chain practices, environmental sustainability and financial performance: evidence

- from manufacturing companies in Jordan. *Sustainability*, 13(4), 2–22.  
<https://doi.org/10.3390/su13042152>
- Kant, K., & Pedersen, E. (2019). Toward circular economy of fashion: Experiences from a brand's product take-back initiative. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 23(3), 345–365.  
<https://doi.org/10.1108/JFMM-04-2018-0059>
- Kelmansky, D. (2009). *Estadística para todos: Estrategias de pensamiento y herramientas para la solución de problemas*. Ministerio de Educación - Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
- Lagüela, E. P., Premio, A. D. X., & Sampedro, J. L. (2017). The metabolism of the Chinese economy: Development from an ecological economics view. *Revista de Economía Mundial*, 47, 64–94.  
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85044954696&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=765fe4ccb13d48064e3ef21ca0801dd8&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28metabolismo+AND+industrial%29&sl=33&sessionSearchId=765fe4ccb13d48064e3ef21ca0801dd8>
- Lander Rodríguez, J. (2020). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes*. Iagua.  
<https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>
- Lazcano Carreño, C. (2014). *Biotecnología ambiental de aguas y aguas residuales* (1st ed.). UNMSM.
- Lazcano Carreño, C. (2016). *Biotecnología ambiental de aguas y aguas residuales* (2nd ed.). Ecoe ediciones.
- Levin, R., & Rubin, D. (2004). *Estadística para administración y economía* (7th ed.). Pearson.
- Lilia, A., Santibáñez, V., Castillo, O. N., & Flores Márquez, H. (2020). Huella hídrica manufacturera. Una comparación entre países ricos y pobres

- Manufacturing Water footprint. A comparison between rich and poor countries. *Análisis Económico*, 35(88), 69–88.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/ane/v35n88/2448-6655-ane-35-88-69.pdf>
- Lovato Torres, S. G., Hidalgo Hidalgo, W. A., Fienco Valencia, G. V., & Buñay Cantos, J. P. (2019). Incidencia del crecimiento económico del sector manufacturero sobre el Producto Interno Bruto en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(86), 563–574.  
<https://www.redalyc.org/journal/290/29059356014/html/>
- Lucero, K. (2020). *La manufactura, una tabla de salvación en medio de la crisis*. Revista Gestión. <https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/la-manufactura-una-tabla-de-salvacion-en-medio-de-la-crisis/>
- Luna-Nemecio, J. (2022). Sustainability, history and environment: analysis of the urban-industrial metabolism of the state of Morelos, Mexico (1980-2021). *Revista de Historia (Chile)*, 1(29), 182–208. <https://doi.org/10.29393/RH29-7SHJL10007>
- Macas Lituma, G., & Macas Acosta, G. (2023). Crecimiento económico y su incidencia en el medio ambiente medido por la curva Kuznets. Ecuador, periodo 2010-2020. *SUMMA. Revista Disciplinaria En Ciencias Económicas y Sociales*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.47666/summa.5.1.7>
- Maldonado, P. C. (2019). *Caracterización de la demanda laboral en el Ecuador con información administrativa*. [www.cepal.org/es/suscripciones](http://www.cepal.org/es/suscripciones)
- Mariani, A., Martín, L., Hernández, R., Almeida, G., Víctor, L., & Civit, B. (2022). Evaluación de la huella hídrica del ajo en Mendoza. *Idesia (Chile)*, 40(4), 73–79. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292022000400073>
- Márquez Andrea. (2021). *Problemas ambientales en el Ecuador*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/problemas-ambientales-en-el-ecuador-3145.html>
- Martín, W., López, E., & Monteagudo, J. (2009). *Gestión y uso racional del agua*. Félix Varela.



- Mayorga, C., Marcelo Mantilla, L., Ruiz Guajala, M., & Moyolema Moyolema, M. (2015). Procesos de producción y productividad en la industria de calzado ecuatoriana: caso empresa Mabelyz. *ECA Sinergia*, 6(2), 88–100. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6197632>
- Méndez, F. (2012). *Los procesos industriales y el medio ambiente: un nuevo paradigma*. Universidad de Ibagué.
- Menéndez Gutiérrez, C., & Pérez Olmo, J. (2007). *Procesos para el tratamiento biológico aguas residuales*. Félix Varela.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART11.pdf>
- Mondragón Barrera, M. A. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*, 8(1), 98–104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5156978>
- Muyibi, S. A., Ambali, A. R., & Eissa, G. S. (2019). Development-induced water pollution in Malaysia: policy implications from an econometric analysis. *Water Policy*, 10(2), 193–206. <https://doi.org/10.2166/WP.2008.039>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. [www.issuu.com/publicacionescepal/stacks](http://www.issuu.com/publicacionescepal/stacks)
- Núñez Moreno, M., Moreno Albuja, M., Moscoso Moreno, N., & Velasteguí López, E. (2023). Toxicidad de aguas residuales textiles en Ambato: Evaluación del conocimiento de decisores. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(2), 306–315. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3631/3572>
- Ochoa-Jiménez, D., Armas-Herrera, R., & Pereira, C. (2022). Manufacturas y crecimiento económico en Ecuador bajo una perspectiva regional. Un modelo de panel dinámico, 2007 -2020. *Revista Vista Económica*, 10(1), 31–44. <https://doi.org/10.54753/rve.v10i1.1290>

- ONU. (2009). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) Naciones Unidas Revisión 4. In *Informes estadísticos Serie M* (Issue 4).  
[https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesM/seriesm\\_4rev4s.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesM/seriesm_4rev4s.pdf)
- ONU. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*.  
[www.issuu.com/publicacionescepal/stacks](http://www.issuu.com/publicacionescepal/stacks)
- ONU. (2020). *El agua, parte del problema, pero también de la solución ante el cambio climático*. Noticias ONU.  
<https://news.un.org/es/story/2020/03/1471492#:~:text=El%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales,sin%20ning%C3%BAn%20tipo%20de%20tratamiento>
- ONU, & OMS. (2021). *Progreso en el tratamiento de las aguas residuales Estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.3.1. de los ODS*.  
[https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/09/SDG6\\_Indicator\\_Report\\_631\\_Progress-on-Wastewater-Treatment\\_2021\\_ES.pdf](https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/09/SDG6_Indicator_Report_631_Progress-on-Wastewater-Treatment_2021_ES.pdf)
- Ortega Ramírez, A. T., & Sánchez Rodríguez, N. (2021a). Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 31(2), 121–134. <https://doi.org/10.18359/rcin.5343>
- Ortega Ramírez, A. T., & Sánchez Rodríguez, N. (2021b). Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 31(2), 121–134. <https://doi.org/10.18359/rcin.5343>
- Ortiz Pinilla, J., & Ortiz Rico, F. A. (2021). ¿Pearson y Spearman, coeficientes intercambiables? *Comunicaciones En Estadística Febrero*, 14(1), 53–63.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8709934.pdf>
- Ortiz-Paniagua, C. F., & Gómez, M. (2021). Economic growth and environmental quality in Latin America, perspective from Kuznets, 1970-2016. *Economía Teoría y Práctica*, 29(55), 17–36.  
<https://doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/552021/Ortiz>

- Osorio-Rivera, M., Carrillo-Barahona, W., Negrete-Costales, J., Loor-Lalvay, Xavier, & Riera-Guachichullca, E. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo Del Conocimiento*, 6(3), 228–245.  
<https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2360>
- Panhwar, A., Faryal, K., Kandhro, A., Bhutto, S., Rashid, U., Jalbani, N., Sultana, R., Solangi, A., Ahmed, M., Qaisar, S., Solangi, Z., Gorar, M., & Sargani, E. (2022). Utilization of treated industrial wastewater and accumulation of heavy metals in soil and okra vegetable. *Environmental Challenges*, 6, 2–7.  
<https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100447>
- Paz, J. (2020). Los desafíos ambientales de Ecuador en el 2020. *Mongabay*.  
<https://es.mongabay.com/2020/01/desafios-ambientales-ecuador-2020-mineria-petroleo-deforestacion/>
- Pearce, D. W., & Turner, R. (1990). *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore.
- Peinado, G., Mora, A., Ganem, J., & Ferrari, B. (2020). Las huellas de la contradicción entre desarrollo y ambiente. Un análisis del metabolismo socioeconómico en América del Sur a través de sus huellas ecológica e hídrica. *CESLA: International Latin American Studies Review*, 25, 103–122.  
<https://doi.org/10.36551/2081-1160.2020.25.103-122>
- Peña González, Z., & Trujillo Casañola, Y. (2019). Mapas de calor en sitios web. *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas*, 12(9), 97–111.
- Perez, S., Arrobas Velilla, T., Fabiani, de la I., Rico Corral, M. A., Morales Portillo, C., & Leon-Justel, A. (2022). Implementation of choropleth maps and biochemical algorithms from the clinical laboratory in the assessment of cardiovascular risk. *REC: CardioClinics*, 57(4), 254–262.  
<https://doi.org/10.1016/j.rccl.2022.02.007>
- Posada Hernández, G. J. (2020). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. Universidad Católica Luis Amigó.

- Pozo-Mera, G., Salvatierra-Barzola, M., Muyulema-Allaica, J., & Reyes-Soriano, F. (2022). Revisión de métodos para depuración de aguas residuales derivadas de los procesos productivos. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4), 496–506.  
<https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1348>
- Quilumbaqui, C. (2017). Determinación de la concentración de elementos mayores en dieciocho ríos de la provincia de Pichincha. *Universidad San Francisco de Quito*. <https://core.ac.uk/download/pdf/160259968.pdf>
- Quinde Rosales, V., Bucaram Leverone, R., Bueno Quinonez, M., & Saldana Vargas, M. (2021). Causality relationship between economic growth and environmental degradation. Case G-8. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 25(111).  
<https://doi.org/10.47460/uct.v25i111.527>
- Quispe Pérez, M., Piñas Rivera, L., & Valle González, J. (2020). *Aplicaciones tecnológicas de tratamiento de aguas residuales*. Nosótrica ediciones .
- Ramirez-Rodriguez, J. C. (2023). Tratamiento de aguas residuales y problemáticas ambientales del sector textil en Colombia: una revisión. *Informador Técnico*, 87(1), 82–106. <https://doi.org/10.23850/22565035.5304>
- Revista Gestión. (2022). *En Ecuador, la deuda de las empresas con el ambiente es enorme*. <https://revistagestion.ec/analisis-sociedad/en-ecuador-la-deuda-de-las-empresas-con-el-ambiente-es-enorme/>
- Revista Líderes. (2020). *Las empresas de triple impacto*.  
<https://www.revistalideres.ec/lideres/editorial-lideres-empresas-triple-impacto.html#:~:text=El%20mundo%20cambia%20y%20las,se%20aborda%20en%20distintos%20espacios.>
- Rodríguez-Guerra, A., & Martínez, F. S. (2020). Responsabilidad social y gestión ambiental del agua, solución en la industria de lácteos de Ecuador. *Revista Alfa*, 4(12), 211–230. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i12.85>
- Rojas, G. V. C., Naranjo-Merino, C. A., & Rodríguez- Pulido, J. A. (2019). Water footprint of regional products: The case of white cachama (*Piaractus brachypomus*). *Revista Luna Azul*, 48, 1–22.  
<https://doi.org/10.17151/LUAZ.2019.48.1>

- Romero Rojas, J. (2004a). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño*. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero Rojas, J. (2004b). *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño* (Escuela Colombiana). <https://www.digitaliapublishing.com/a/127822>
- Romero Rojas, J. (2005). *Lagunas de estabilización de aguas residuales*. Escuela colombiana de ingeniería.
- Rueda-Punina, V. J. (2022). La problemática ambiental de la contaminación lumínica: una revisión. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 14(2), 111–123. <https://doi.org/10.29166/revfig.v14i2.3733>
- Sáenz-Arias, S., Garcés-Ordóñez, O., Córdoba-Meza, T. L., Blandon, L., Espinosa Díaz, L. F., Vivas-Aguas, L. J., & Canals, M. (2023). Pollution by wastewater discharges: A review on microorganism-microplastic interactions and their possible environmental risks in Colombian coastal waters. *Ecosistemas*, 32(1), 1–14. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2489>
- Saldívar, S. (2008). *Estadística descriptiva*. Instituto politécnico nacional .
- Sánchez, L., & Caballero, K. (2019). La curva de Kuznets ambiental y su relación con el cambio climático en América Latina y el Caribe: un análisis de cointegración con panel, 1980-2015. *Revista de Economía Del Rosario*, 22(1), 101–142. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.7769>
- Sánchez, M., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2019). *Valor agregado bruto - VAB Ecuador*. <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2021/05/VAB-Ecuador-1.pdf>
- Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (2017). *¿Qué son los códigos CIU?* <https://www.acreditacion.gob.ec/que-son-los-codigos-ciu/>
- Siyal, A. W., Gerbens-Leenes, P. W., & Vaca-Jiménez, S. D. (2023). Freshwater competition among agricultural, industrial, and municipal sectors in a water-scarce country. Lessons of Pakistan’s fifty-year development of freshwater consumption for other water-scarce countries. *Water Resources and Industry*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2023.100206>

- Solano, J., Camino, S., & Alvarado, M. I. (2017). Analysis of the competitive environment in which msmes in the manufacturing sector operate in ecuador. *Revista Empresarial*, 11(4), 54–63.  
[https://www.academia.edu/37319483/ANALYSIS\\_OF\\_THE\\_COMPETITIVE\\_ENVIRONMENT\\_IN\\_WHICH\\_MSMES\\_IN\\_THE\\_MANUFACTURING\\_SECTOR\\_OPERATE\\_IN\\_ECUADOR](https://www.academia.edu/37319483/ANALYSIS_OF_THE_COMPETITIVE_ENVIRONMENT_IN_WHICH_MSMES_IN_THE_MANUFACTURING_SECTOR_OPERATE_IN_ECUADOR)
- Solórzano Chamorro, J. J., Vera Basurto, J. S., & Buñay Cantos, J. P. (2022). Crecimiento económico y medio ambiente. *RECIAMUC*, 6(1), 203–212.  
[https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\).enero.2022.203-212](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.203-212)
- Stahel, W., & Reday-Mulvey, G. (1981). *Jobs for Tomorrow, the potential for substituting manpower for energy*. Vantage press.
- Superintendencia de Bancos. (2022). *Sistema de banca privada y pública informe del sector industrias manufactureras* .  
<https://www.superbancos.gob.ec/estadisticas/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/2022/08/estudio-sectorial-manufactura-jun-22.pdf>
- Taguchi, H., Fujino, T., Asada, H., & Ma, J. J. (2023). Water Pollution and Pollution–Control Capacity in Chinese Provinces: Panel Estimations of Provincial Environmental Kuznets Curves. *Sustainability* 2023, Vol. 15, Page 3979, 15(5), 3979. <https://doi.org/10.3390/SU15053979>
- Tchobanoglous, G., Burton, F., & Stensel, D. (2004). *Wastewater engineering: treatment and reuse* (4th ed.).
- Torres, & Polanco. (2018). Especialización y contaminación en la industria manufacturera del estado de Colima. *Región y Sociedad*, XX(41), 89–116.  
<https://www.scielo.cl/pdf/eure/v48n145/0717-6236-eure-48-145-0006.pdf>
- UNESCO. (2017). *Los objetivos de desarrollo sostenible - qué son y cómo alcanzarlos*. <https://www.youtube.com/watch?v=MCKH5xk8X-g&t=30s>
- UNESCO. (2021). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: El valor del agua*. [www.unwater.org](http://www.unwater.org).

- Usubiaga-Liaño, A., & Ekins, P. (2021). Monitoring the environmental sustainability of countries through the strong environmental sustainability index. *Ecological Indicators*, 132, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108281>
- Valderrama Santibañez, A. L., Neme Castillo, O., & Ríos Bolívar, H. (2015). Eficiencia técnica en la industria manufacturera en México. *Investigación Económica*, 74(294), 73–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.11.002>
- Valencia Monedero, C. H. (2016). *Aguas residuales: una visión integral*. Editorial UD.
- Vara-Horna, A. (2012). *Desde la idea hasta la sustentación: siete pasos para una tesis exitosa. un método efectivo para las ciencias empresariales*. Instituto de investigación de la facultad de ciencias administrativas y recursos humanos.
- Wiki. (2007). *Ingeniería de aguas residuales*. Wiki.
- WWAP. (2017). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2017: Aguas residuales el recurso desaprovechado*. [www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en)
- WWAP. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. UNESCO. <https://www.acnur.org/media/informe-mundial-de-las-naciones-unidas-sobre-el-desarrollo-de-los-recursos-hidricos-2019-no>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Distribución de la cantidad de empresas manufactureras según su tamaño y provincia*

	<b>Mediana Empresa A</b>	<b>Mediana Empresa B</b>	<b>Grande Empresa</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>Azuay</b>	2	2	46	50	7%
<b>Bolivar</b>	0	0	0	0	0%
<b>Cañar</b>	1	0	2	3	0%
<b>Carchi</b>	0	0	0	0	0%
<b>Cotopaxi</b>	0	0	7	7	1%
<b>Chimborazo</b>	0	1	2	3	0%
<b>El Oro</b>	1	3	12	16	2%
<b>Esmeraldas</b>	0	1	10	11	2%
<b>Guayas</b>	5	23	245	273	39%
<b>Imbabura</b>	1	0	5	6	1%
<b>Loja</b>	0	1	2	3	0%
<b>Los Ríos</b>	0	2	11	13	2%
<b>Manabí</b>	0	2	39	41	6%
<b>Morona Santiago</b>	0	0	0	0	0%
<b>Napo</b>	0	0	0	0	0%
<b>Pastaza</b>	0	0	0	0	0%
<b>Pichincha</b>	11	39	173	223	32%
<b>Tungurahua</b>	2	9	19	30	4%
<b>Zamora Chinchipe</b>	0	0	0	0	0%
<b>Galápagos</b>	0	0	0	0	0%
<b>Sucumbíos</b>	0	0	0	0	0%
<b>Orellana</b>	0	2	0	2	0%
<b>Sto. Domingo de los Tsáchilas</b>	0	1	13	14	2%
<b>Santa Elena</b>	1	3	4	8	1%
<b>Total</b>	24	89	590	703	100%
<b>%</b>	3%	13%	84%	100%	

*Nota.* Se detalla la concentración de las empresas en cantidad y porcentaje considerando la provincia y el tamaño. Fuente: Elaboración propia.