



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

## CARRERA DE ECONOMÍA

### TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

#### TEMA:

“ECONOMÍA CIRCULAR EN EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS DESECHOS  
SÓLIDOS EN EL CANTÓN OTAVALO”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Economía.

**Línea de investigación:** Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo  
socioeconómico.

#### AUTORES:

Hernández Minango Ruth Karina

Jácome Bunces Pablo David

#### DIRECTORA:

MSc. Daniela Cristina Contento Villagran

**Ibarra – Ecuador 2026**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA IDENTIDAD:</b>	<b>DE</b>	1005025273	
<b>APELLIDOS NOMBRES:</b>	<b>Y</b>	Hernández Minango Ruth Karina	
<b>DIRECCIÓN:</b>		Otavalo	
<b>EMAIL:</b>		rkhernandezm@utn.edu.ec	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0978767946

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA IDENTIDAD:</b>	<b>DE</b>	1720414018	
<b>APELLIDOS NOMBRES:</b>	<b>Y</b>	Jácome Bunces Pablo David	
<b>DIRECCIÓN:</b>		Quito	
<b>EMAIL:</b>		pdjacomeb@utn.edu.ec	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0987593949

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Economía circular en el manejo sostenible de los desechos sólidos en el cantón Otavalo
<b>AUTOR (ES):</b>	Ruth Karina Hernández Minango Pablo David Jácome Bunces
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	14/01/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Economista
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Econ. Daniela Contento

## 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de enero de 2026.

### LOS AUTORES:



---

**Ruth Karina Hernández Minango**



---

**Pablo David Jácome Bunces**

# CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 14 de enero de 2025

**MSc. Daniela Cristina Contento Villagran**

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

## CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular presentado por los estudiantes **Hernández Minango Ruth Karina** con C.I. 1005025273 y **Jácome Bunces Pablo David** con C.I. 1720414018, para optar por el título de ECONOMISTA, cuyo tema es **“ECONOMÍA CIRCULAR EN EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN OTAVALO”**, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



.....  
**MSc. Daniela Cristina Contento Villagran**

C.C.: 1003000682

## Dedicatoria

*Esta investigación está dedicada a Dios, por darme la fuerza y la sabiduría necesarias para mantenerme de pie frente a las adversidades; a mis padres, Gladys Minango y Juan Hernández, quienes con su inmenso amor, apoyo y sacrificio me brindaron la oportunidad de alcanzar uno de mis sueños y de formarme como una profesional con valores, que luchará día a día para retribuir, con la misma entrega y amor, todo lo que me han dado.*

*A mi hermano Carlos Hernández, por ser mi apoyo incondicional y por creer siempre en mí. Prometo hacerte sentir muy orgulloso, al igual que a nuestros padres y a mis sobrinos.*

*Este logro no es solo mío, sino de Dios y de mi familia.*

*- Ruth Hernández*

*A Dios, quien nos dio la fuerza, inteligencia y sabiduría necesarias para desarrollar esta investigación, mostrándonos que en el proceso es donde se forja el carácter a través de la perseverancia diligente para cumplir esta meta trazada en nuestra vida, a Él toda la Gloria.*

*A mi familia, mi amada esposa y mi amado campeón, porque son un pilar fundamental en mi vida, son quienes han pagado el precio de todo este proceso junto conmigo, siempre dándome su apoyo me motivaron hasta lograr alcanzar este gran sueño, a mis amados padres, honro sus vidas a través de esta gran conquista, gracias por sembrar en mí cada semilla para ser un hombre de bien.*

*- Pablo Jácome*

## Agradecimiento

*Desde el corazón, agradezco a mi compañero de tesis, quien hizo que este arduo proceso y el cumplimiento de esta meta sean un ejemplo de perseverancia y colaboración. De manera especial, a la MSc. Daniela Contento, por el apoyo constante y la guía brindada; así como a todos los docentes que, a lo largo de la carrera, compartieron conmigo sus conocimientos y valores, y supieron orientarnos por el camino correcto.*

*Agradezco también a quienes fueron mi red de apoyo en los momentos más difíciles, a mis compañeros que con el tiempo se convirtieron en amigos y me enseñaron que aprender nunca debe ser sinónimo de competencia. De manera especial, a la Econ. Augusta Navarrete, por ser una gran amiga y poseer un corazón inmenso.*

*Finalmente, agradezco a mi familia por la comprensión y el respaldo incondicional durante mi formación académica. Asimismo, quiero agradecer a Angie Hermosa, la hermana que la vida me regaló, por estar presente en cada etapa, por ser parte de absolutamente todo y por cada palabra de aliento cuando más necesité un impulso para continuar.*

*- Ruth Hernández*

*Agradezco a nuestros docentes, quienes dedicaron con esfuerzo y excelencia su tiempo para impartir sus conocimientos y experiencias, enriquecieron mucho nuestro*

*camino hacia ser profesionales en esta hermosa carrera.*

*A mi compañera de tesis, gracias por tu paciencia y respaldo en todo momento, eres*

*una mujer muy valiosa con un gran propósito en esta vida y una excelente*

*profesional.*

*Agradezco a la MSc. Daniela Contento por guiarnos con excelente profesionalismo y*

*calidad humana en todo este proceso, enseñándonos que llevar los conocimientos a*

*la práctica profesional es dar buenos resultados que impactan en la sociedad.*

*- Pablo Jácome*

## Resumen

La presente investigación examina la economía circular en el manejo sostenible de los desechos sólidos en el cantón Otavalo, Ecuador. A pesar de contar con un sistema de gestión integral que incluye recolección diferenciada y un destino final adecuado, Otavalo enfrenta la problemática de la ausencia de un plan efectivo para la recuperación de materiales reciclables, tales como plástico, papel, cartón, metal y textiles, estos materiales actualmente son enviados al relleno sanitario, donde son compactados y enterrados, en lugar de ser integrados en una cadena de valor que permita su reutilización.

La problemática se centra en cómo el cantón Otavalo puede establecer un plan de recuperación de materiales reciclables que facilite la transición hacia una economía circular, cumpliendo con los principios que enmarcan el Pacto Nacional por la Economía Circular, suscrito en 2019, en este sentido, se analizan antecedentes que evidencian la necesidad de cambiar los patrones de producción y consumo, así como las limitaciones en la gestión de residuos sólidos.

La justificación de esta investigación nace de la necesidad de transformar el modelo lineal actual, que promueve la extracción, producción y desecho, hacia uno circular que maximice la reutilización y minimice la generación de residuos, en este contexto la implementación de la economía circular en Otavalo beneficiará a la población, también fortalecerá el sector del reciclaje y mejorará la capacidad institucional del gobierno local en relación con el manejo de desechos sólidos.

Los objetivos de esta investigación se enfocan en evaluar los principios de la economía circular basándonos en el cumplimiento de estos a través de la caracterización de los residuos sólidos, así como del proceso básico de recuperación de textiles y la educación a la ciudadanía

sobre prácticas sostenibles. La hipótesis plantea que al cumplirse los principios de la economía circular incrementará la eficiencia en la valorización de residuos, evidenciada a través de una caracterización detallada y el fortalecimiento de la conciencia ciudadana.

**Palabras clave:** Economía circular, manejo sostenible, desechos sólidos, cantón Otavalo, materiales reciclables, recolección diferenciada, valorización de residuos.

### **Abstract**

The present research examines the circular economy in the sustainable management of solid waste in the canton of Otavalo, Ecuador. Despite having an integrated management system that includes separated collection and an appropriate final disposal, Otavalo faces the problem of the absence of an effective plan for the recovery of recyclable materials such as plastic, paper, cardboard, metal, and textiles. These materials are currently sent to the landfill, where they are compacted and buried, instead of being integrated into a value chain that allows their reuse.

The problem focuses on how the canton of Otavalo can establish a recovery plan for recyclable materials that facilitates the transition toward a circular economy, in compliance with the principles established in the National Pact for the Circular Economy, signed in 2019. In this sense, background information is analyzed, showing the need to change production and consumption patterns, as well as the limitations in solid waste management.

The justification of this research arises from the need to transform the current linear model, which promotes extraction, production, and disposal, into a circular model that maximizes reuse and minimizes waste generation. In this context, the implementation of the circular economy in

Otavalo will benefit the population, strengthen the recycling sector, and improve the institutional capacity of the local government in relation to solid waste management.

The objectives of this research focus on evaluating the principles of the circular economy based on their compliance, through the characterization of solid waste, as well as the basic process of textile recovery and citizen education on sustainable practices. The hypothesis states that by complying with the principles of the circular economy, efficiency in waste valorization will increase, evidenced through detailed characterization and the strengthening of citizen awareness.

**Keywords:** Circular economy, sustainable management, solid waste, canton of Otavalo, recyclable materials, separated collection, waste valorization.

## Índice

Dedicatoria.....	5
Agradecimiento.....	6
Resumen.....	8
Abstract.....	9
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
Problema de investigación .....	18
1.1. Formulación del problema de investigación.....	19
Antecedentes .....	19
Justificación.....	20
Objetivos .....	21
1.2. Objetivo general.....	21
1.3. Objetivo específico .....	21
Hipótesis.....	22
Resumen de la estructura.....	22
<b>CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
1. Economía circular .....	24
1.1. Principios fundamentales de la economía circular.....	27

1.2.	Economía circular en el paso del tiempo .....	32
2.	Beneficios y aplicaciones de la economía circular .....	35
2.1.	Beneficios de implementar una economía circular .....	35
2.2.	Aplicación de la economía circular a la gestión de residuos sólidos .....	37
2.3.	Tecnologías y procesos para el reciclaje.....	38
3.	Costeo por actividad .....	41
4.	Validación prueba t para dos muestras .....	44
5.	Análisis de brechas con enfoque de principios (Gap analysis framework) .....	44
6.	Agenda 2030 y Plan Nacional de Desarrollo Ecuatoriano.....	45
7.	Análisis del sector del reciclaje en Otavalo .....	46
7.1.	Situación actual del sector del reciclaje en Otavalo.....	46
7.2.	Industria textil Otavaleña .....	47
8.	Alternativas para la utilización de materiales reciclados .....	48
8.1.	Desarrollo de Combustible Derivados de Residuo (CDR) .....	49
9.	Papel de las partes interesadas en la implementación de los principios de la economía circular	52
9.1.	Gobierno y políticos.....	52

9.2. Empresas e industrias, inversión en tecnologías y procesos de economía circular	53
9.3. Organizaciones no gubernamentales (ONG) y sociedad civil .....	55
10. Educación y sensibilización sobre la gestión de residuos sólidos y la economía circular	56
10.1. Suiza un caso de control de residuos .....	56
10.2. Ecuador .....	56
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	58
1. Tipo de investigación .....	58
2. Alcance de la investigación .....	59
2.1. Limitaciones.....	60
3. Ubicación del lugar .....	60
4. Métodos, técnicas e instrumentos .....	61
4.1. Universo-población.....	61
4.2. Herramientas .....	61
5. Procedimiento y análisis de datos .....	62
CAPÍTULO III ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	71

1.	Identificación de productos reciclados.....	71
2.	Valorización económica de los subproductos seleccionados.....	76
2.1.	Precios de compra de materiales.....	76
3.	Proceso productivo de la industria textil.....	79
3.1.	Valorización económica del proceso de recuperación de los residuos textiles ....	82
4.	Capacitación sobre economía circular y aprovechamiento de residuos.....	87
5.	Evaluación de los principios de economía circular.....	91
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		95
Conclusiones .....		95
Recomendaciones.....		96
BIBLIOGRAFÍA .....		97
ANEXOS .....		111

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Ciclo técnico y biológico. ....	29
<b>Tabla 2.</b> Pensadores económicos y sus principales ideas sobre economía circular. ....	32
<b>Tabla 3.</b> Ejemplo de costeo ABC.....	42
<b>Tabla 4.</b> Beneficios del CDR .....	50
<b>Tabla 5.</b> Parámetros estadísticos de prueba t. ....	64
<b>Tabla 6.</b> Tabla comparativa de principios.....	68
<b>Tabla 7.</b> Porcentajes obtenidos.....	73
<b>Tabla 8.</b> Porcentaje promedio de subproductos de caracterización en el relleno sanitario....	73
<b>Tabla 9.</b> Porcentaje promedio de subproductos seleccionados.....	75
<b>Tabla 10.</b> Precios de compra de materiales reciclables 2014 vs 2024 .....	76
<b>Tabla 11.</b> Hipótesis para la prueba t.....	78
<b>Tabla 12.</b> Personal recolección diferenciada.....	83
<b>Tabla 13.</b> Proceso valorizado de recuperación de residuos textiles.....	84
<b>Tabla 14.</b> Hipótesis para la prueba t.....	86
<b>Tabla 15.</b> Resultado de tabla de principios de economía circular.....	92

## Índice de figuras y gráficos

<b>Figura 1.</b> Proceso de la economía circular .....	25
<b>Figura 2.</b> Economía lineal vs Economía circular .....	27
<b>Figura 3.</b> Diagrama de mariposa para sistemas de economía circular .....	30
<b>Figura 4.</b> Beneficios de la implementación de la economía circular .....	36
<b>Figura 5.</b> Proceso productivo de la industria textil .....	47
<b>Figura 6.</b> Proceso de creación de CDRs. ....	49
<b>Figura 7.</b> Empresas con estrategias de economía circular .....	53
<b>Figura 8.</b> Otavalo – Ubicación del Cantón .....	60
<b>Figura 9.</b> Cantidad de residuos dispuestos tonelada/día .....	71
<b>Figura 10.</b> Proceso productivo de la industria textil .....	80
<b>Figura 11.</b> Proceso de Recuperación de residuos textiles .....	81
<b>Figura 12.</b> Participación de pre-test verbal .....	88
<b>Figura 13.</b> Capacitación. ....	89
<b>Figura 14.</b> Participación de post-test verbal.....	90

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Solicitud formal de acceso a información.....	111
<b>Anexo 2.</b> Visita a la planta de reciclaje de Carabuela. ....	113
<b>Anexo 3.</b> Precios de compra de materiales reciclables posconsumo Recicladora Cotopaxi	114
<b>Anexo 4.</b> Registro de participantes de capacitación .....	115

## INTRODUCCIÓN

### **Problema de investigación**

El manejo integral de los residuos sólidos en el Cantón Otavalo cumple con los parámetros ambientales necesarios para un manejo adecuado, es decir desde su recolección diferenciada, transporte y destino final. Otavalo aplica un modelo de gestión adecuado a su realidad, sin embargo, a nivel nacional se han incorporado actividades en el marco del Pacto Nacional por la Economía Circular suscrito en agosto de 2019, encaminado a un verdadero desarrollo sostenible compatible con el clima a través del cambio de los actuales patrones de producción y consumo por unos más respetuosos con el ambiente y el ser humano (Vicepresidencia de la República del Ecuador, 2019).

Es ahí donde se identifica la principal problemática del Cantón Otavalo, que a pesar de desarrollar un manejo integral adecuado de residuos sólidos, no se identifica la incorporación de un plan de recuperación efectivo del material reciclado generado por los ciudadanos, tales como: textiles, plástico, papel, cartón, metal, etc., ya que son transportados al relleno sanitario y depositados en cubetos para cumplir el tratamiento de compactación y tapamiento y no se incorporan a la cadena de recuperación, producción, distribución y/o comercialización de los materiales.

Según el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024), el material textil está dentro de los subproductos que más residuos generan al año en la ciudad de Otavalo, teniendo un punto negativo que en su proceso de recolección este no tiene ningún valor de reciclaje, siendo trasladado directamente al relleno sanitario de Carabuela.

Para lograr mejorar la gestión integral de residuos sólidos, Andrade et al. (2021) explica que la economía circular propone que los procesos productivos deben procurar una transición de una cadena lineal de materiales basado en recurso-producto-residuo, a uno circular, basado en recurso-producto-recurso reciclado y Otavalo no incorpora esa transición.

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

¿Cómo puede el cantón Otavalo, a pesar de contar con un sistema de gestión integral de residuos sólidos, implementar un plan de recuperación efectiva de materiales reciclables que permita la transición hacia una economía circular, considerando que la actual disposición final de estos materiales es el relleno sanitario y no se ajusta con los principios del Pacto Nacional por la Economía Circular?

#### **Antecedentes**

En un contexto global de creciente preocupación por la sostenibilidad ambiental y la gestión eficiente de los recursos naturales, Ecuador ha dado pasos significativos hacia la promoción de la economía circular, como lo demuestra la suscripción del Pacto Nacional por la Economía Circular (Vicepresidencia de la República del Ecuador, 2019).

Este paradigma productivo busca minimizar la generación de residuos, maximizar la reutilización, el reciclaje de materiales y cerrar los ciclos de vida de los productos, es por esto por lo que la economía circular se presenta como una alternativa al modelo lineal tradicional, el cual se basa en la extracción de recursos, la producción, el consumo y la disposición final de los residuos.

En el Art. 264 numeral 4 de la (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008) y Art. 55 literal d) del CODIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL

(COOTAD) (2010) se establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán dar cumplimiento a sus competencias legales asumiendo la prestación de servicios de manejo integral de desechos sólidos y saneamiento ambiental cuyo fin debe ser asegurar la sostenibilidad y el bienestar de la población.

El cantón Otavalo ha implementado desde el 2010 un sistema de gestión de residuos sólidos que cumple con los estándares ambientales básicos, incluyendo la recolección diferenciada y un destino final adecuado, pero aunque Otavalo cuenta con un sistema de gestión de residuos sólidos, no existe un plan formal para recuperar y reciclar los materiales recolectados, ya que los materiales reciclables como textiles, plástico, papel, cartón y metal son enviados al relleno sanitario, donde son compactados y enterrados, en lugar de ser incorporados a una cadena de valor que permita su reutilización (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo, 2010).

En un esfuerzo realizado en años anteriores como evidencia de las acciones realizadas en la gestión hacia la diferenciación de algunos materiales, la municipalidad de Otavalo ha promovido campañas como “Recolección de Residuos para un mundo mejor” realizada con las Instituciones Educativas en donde se concientizó sobre el reciclaje y reutilización de aparatos eléctricos y electrónicos, neumáticos, aceite quemado comestible, textiles, entre otros (AME, 2018).

Las limitaciones en Otavalo que no permiten una economía circular completa son, la no utilización de la planta de reciclaje existente y la falta de socialización con los moradores que desechan subproductos que podría ser aprovechados basándose en los principios de esta economía.

### **Justificación**

En Otavalo, la forma en que se gestionan los residuos sólidos sigue un modelo lineal, el cual comprende extraer recursos, producir bienes y desechar lo que ya no necesitamos, este

enfoque ha generado que no se logre aprovechar al máximo algunos materiales que podrían ser reutilizados en la generación de nuevos productos. Sin embargo, la economía circular ofrece una alternativa viable para transformar este panorama, se trata de un nuevo modelo económico que busca implementar sus tres principios fundamentales: reducir la generación de residuos, mantener los productos y materiales en uso a su máximo valor y regenerar el sistema natural reduciendo la contaminación.

Al implementar una gestión sostenible de residuos sólidos en Otavalo a través de la economía circular beneficia directamente a la población en general en relación con la economía local al valorizar los residuos, producir bienes y servicios circulares y también al gobierno local al fortalecer la capacidad institucional para la gestión integral de residuos sólidos, mejorando la planificación, la ejecución y el seguimiento de las políticas públicas en la materia. Considerando esto, la implementación de una gestión sostenible de residuos sólidos en Otavalo a través de la economía circular es factible debido a la existencia de voluntad política en donde el Municipio de Otavalo ha demostrado su compromiso con la gestión sostenible de residuos sólidos al incluir el tema en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Otavalo, 2020).

## **Objetivos**

### **1.2. Objetivo general**

- Evaluar los principios de la economía circular en el manejo sostenible de los desechos sólidos en el cantón Otavalo.

### **1.3. Objetivo específico**

- Valorar económicamente la tabla de caracterización de los residuos sólidos del cantón Otavalo.

- Valorar económicamente el proceso de recuperación del residuo textil del cantón Otavalo.
- Educar y sensibilizar a la ciudadanía sobre la economía circular y la importancia de su aprovechamiento.

### **Hipótesis**

La evaluación de los principios de economía circular, la educación y sensibilización a la ciudadanía sobre este tema, generará beneficios económicos y ambientales, así como la reducción del volumen de residuos que llegan al relleno sanitario, la creación de nuevas oportunidades de negocio, empleo a través del reciclaje y una mayor conciencia ciudadana sobre la importancia de la sostenibilidad en base al aprovechamiento de los recursos.

### **Resumen de la estructura**

En el capítulo I se presenta un análisis teórico de la economía circular, centrándose en su aplicación en el contexto de Otavalo, en donde se explora el concepto de economía circular, contrastándolo con el modelo lineal tradicional, se examina la situación actual del reciclaje en Otavalo, identificando oportunidades y desafíos y finalmente, se discuten las estrategias y políticas públicas necesarias para promover la transición hacia una economía circular en este territorio, considerando la participación de diversos actores y la importancia de la educación ambiental. A lo largo de este capítulo se presenta cómo a través de la historia se fue consolidando el concepto de economía circular y se muestra la dependencia que tiene la economía con la tierra, la naturaleza y el medio ambiente.

En el capítulo II se presenta el tipo de investigación, la ubicación geográfica donde se desarrolla la investigación, la recolección de datos, los materiales usados y el análisis de los datos obtenidos previamente por la Municipalidad de Otavalo.

En el capítulo III se presenta el análisis y la discusión de los resultados, la valoración económica tanto del residuo textil como del proceso para lograr reinsertar al residuo de esta industria al proceso de economía circular.

En el capítulo IV se presentan las conclusiones y recomendaciones fundamentadas en todos los datos y procesos investigados, con los cuales se han trabajado para el cumplimiento de los objetivos planteados.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1. Economía circular

La economía circular es un ciclo de desarrollo continuo que genera un impacto positivo porque conserva e incrementa el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando los recursos limitados y flujos renovables en donde funciona de manera efectiva a pequeña y gran escala (Cerdá & Khalilova, 2016), esta economía no se puede entender sin antes contraponerla al modelo lineal que ha sido usado durante décadas.

Por su parte la economía lineal sigue la lógica de "extraer - producir – consumir - desechar", este modelo ha tenido consecuencias en el medio ambiente; esta práctica empezó con mayor fuerza en la revolución industrial, permitiendo la producción en masa de bienes y generando un auge económico, sin embargo, este crecimiento se basó en la explotación desmedida de recursos naturales y a pesar de los beneficios iniciales, la economía lineal ha demostrado ser insostenible a largo plazo, la implementación de la economía lineal ha tenido como resultado la sobreexplotación de recursos naturales finitos, la generación de residuos de forma masiva y la degradación del ecosistema (Santander, 2024).

La economía lineal genera residuos y contaminantes de recursos naturales como el suelo, el agua y el aire, conduciendo esto a la pérdida de biodiversidad de varias zonas, las emisiones de gases de efecto invernadero están directamente vinculadas a esta economía, empezando desde la extracción de recursos, la producción, el transporte y la disposición de productos, en este proceso se generan emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que afecta de manera negativa al ambiente,

esto hace que sea imprescindible buscar un modelo de economía circular que sea sostenible en el tiempo (Econserve, 2024).

Según el informe del Banco Mundial (2018), titulado “Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050”, si no se implementan medidas urgentes, dentro de 25 años los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % en comparación a los niveles actuales y se prevé que en el curso de los próximos 30 años la generación de desechos a nivel mundial puede crecer debido a la inadecuada gestión de los residuos que también está afectando la salud de la población y deteriorando los ecosistemas locales, mientras intensifica los problemas asociados al cambio climático.

Por esta razón la economía circular se presenta como un proceso que reconstruye y regenera desde el inicio de su proceso, el mismo que propone siempre mantener los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos, evitando una mayor generación de residuos, considerándolo así un modelo económico más sustentable a largo plazo (Cerdá & Khalilova, 2016).

En Ecuador en el Art. 264 numeral 4 de la CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008) se establece que los gobiernos municipales tendrán la competencia exclusiva sin perjuicio de otras que determine la ley la prestación de servicios de manejo integral de desechos sólidos y saneamiento ambiental cuyo fin debe ser asegurar la sostenibilidad y el bienestar de la población, es por eso que en el ciclo que cumple la economía circular en cuanto al manejo de residuos, se busca que en el destino final se minimicen los desperdicios con la utilización, reutilización y reparación.

**Figura 1.** Proceso de la economía circular



*Nota.* Obtenido de Andalucía Ecológica (2018).

En la **Figura 1** se muestra el proceso de cómo la economía circular empieza dejando el pensamiento lineal y como las materias primas que se utilizan para la realización de los productos ya no terminan como un desecho, si no como un residuo y que se lo puede volver a reinsertar en la cadena de producción. Según Incinerox (2024) se entiende como desechos a los materiales sin valor que deben ser eliminados y los residuos en cambio pueden ser transformados en nuevos productos; este nuevo enfoque busca optimizar el uso de los bienes producidos y minimizar la generación de residuos, fundamentándose en los principios de reducir, reciclar y reutilizar.

La economía circular en la actualidad nace como contraposición de la economía lineal tradicional la cual busca producir bienes y servicios basándose en el modelo extraer, usar y desechar sin pensar en las consecuencias que trae consigo a largo plazo para las futuras generaciones (García, 2017). Este es el proceso más sencillo ya que se extrae la materia prima que se utiliza para producirlo un producto y posteriormente ser comercializados en el mercado; siguiendo este proceso este producto es comprado por el consumidor que lo utiliza o consume hasta llegar a un estado obsoleto en donde por último es desechado.

**Figura 2.** Economía lineal vs Economía circular

**Nota.** Obtenido de Santander (2024).

Por otro lado, en la economía circular los productos y servicios deben ser diseñados pensando en un sistema circular, esto quiere decir que se debe trabajar siempre procurando que los materiales pierdan el mínimo valor posible en el momento de volver a integrarse al proceso productivo o en una posible segunda vida del producto. El objetivo final de este modelo es lograr establecer un sistema económico en que la industrialización tenga lugar bajo la premisa de la sostenibilidad y de la reducción de la huella medioambiental (Marcet et al., 2018).

### 1.1. Principios fundamentales de la economía circular

#### Primer principio: reducir la generación de residuos

La European Environment Agency (2016) describe a la economía circular en este primer principio como un sistema económico, basado en la reutilización de productos y materiales, así

como también la conservación de los recursos naturales en donde los ciclos se cierran y las cadenas se diseñan para que sean lo más eficientes posible haciendo que los residuos y las emisiones dejen de existir.

Un ejemplo exitoso del cumplimiento de este primer principio es Apeel Sciences, empresa norteamericana que se fundó con la promesa de desarrollar soluciones seguras y sostenibles que extiendan la calidad y la vida útil de los productos frescos, haciéndolos más accesibles y agradables para los consumidores, al mismo tiempo que reducen la generación de residuos en alimentos en todo el mundo. En este contexto, la empresa Apeel desarrolló una solución para eliminar los envases de plástico desechable de un solo uso en frutas y verduras frescas que consiste en una capa de recubrimiento comestible a base de plantas que se aplica a los productos frescos, replicando y mejorando las defensas naturales de las frutas y verduras retrasando su deterioro (Apeel, 2024).

**Segundo principio: mantener los productos y materiales en uso a su máximo valor.**

La Fundación Ellen MacArthur (2022b) establece que el segundo principio de la economía circular consiste en mantener los productos y materiales en su valor más alto, asegurando que el uso de productos, componentes o materias primas sea continuo, evitando que los materiales se conviertan en residuos y así conserven su valor, para lograr esto se distinguen dos ciclos: en el ciclo técnico, los productos se reutilizan, reparan, remanufacturan y reciclan; en el ciclo biológico, los materiales biodegradables se reincorporan a la tierra mediante procesos como el compostaje y la digestión anaeróbica.

**Tabla 1.** Ciclo técnico y biológico.

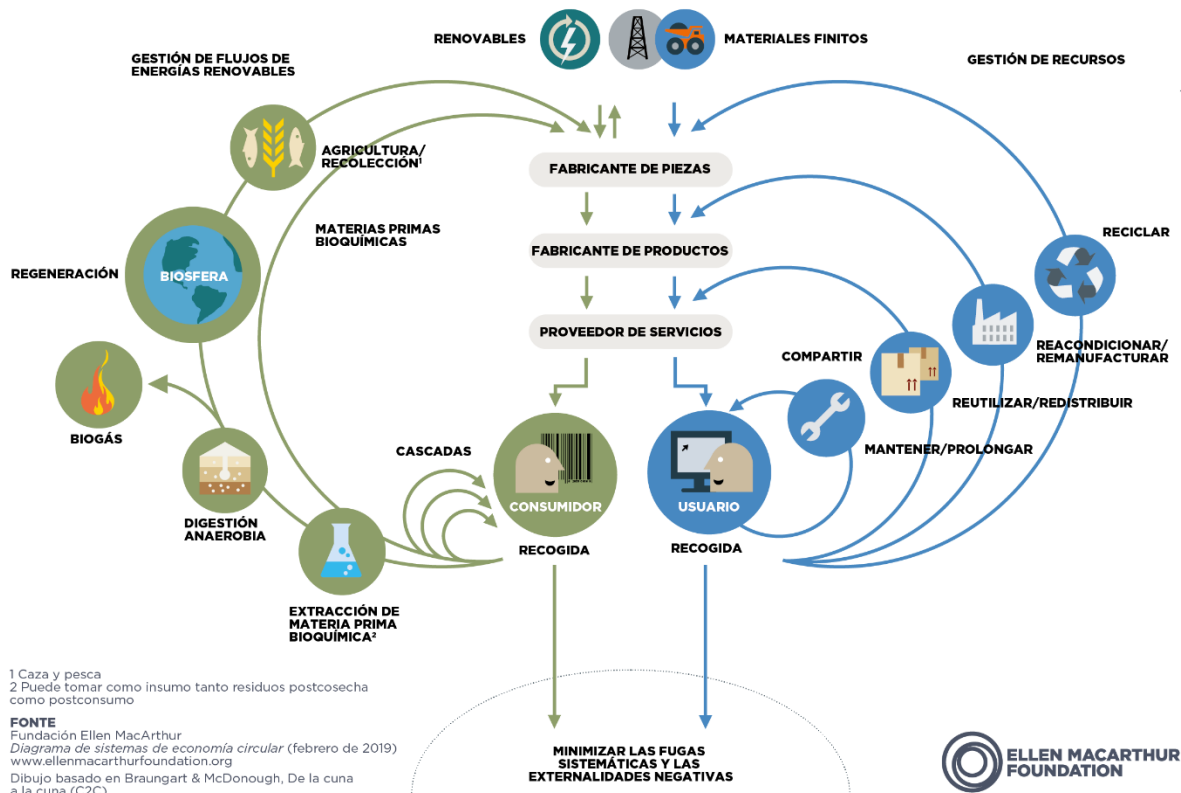
<b>Ciclo</b>	<b>Características</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>Técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reutilizar los productos.</li> <li>- Preservar los productos para maximizar su valor.</li> <li>- Ciclos de mantenimiento, reparación y renovación.</li> <li>- Componentes de productos ya utilizados pueden ser refabricados, y las piezas no reutilizables se descomponen y reciclan.</li> </ul>	<p>Equipos electrónicos, máquinas, elementos a base plástico.</p>
<b>Biológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se reincorporan a la economía a través del ciclo biológico.</li> <li>- El compostaje de materiales orgánicos permite que nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio regeneren la tierra para fortalecer los cultivos.</li> </ul>	<p>Frutas, verduras, algodón, madera.</p>

*Nota.* Obtenido de Fundación Ellen MacArthur (2022).

La Tabla 1 muestra que para lograr este segundo principio es necesario incorporar conceptos como, reutilización y reciclaje, este como una última alternativa, pero en el ciclo biológico se menciona un proceso que ha sido utilizado desde nuestros antepasados, conocido como compostaje. Este proceso consiste en la transformación de la materia orgánica por parte de diferentes tipos de agentes microbianos como bacterias y hongos en presencia de oxígeno, para la

obtención a través de la descomposición de materiales ricos en nutrientes que aportan a la tierra por su excelente calidad biológica y química (Bohórquez, 2019).

**Figura 3.** Diagrama de mariposa para sistemas de economía circular.



**Nota.** Obtenido de Fundación Ellen MacArthur (2021).

La Figura 3 muestra como la Fundación Ellen MacArthur (2021) explica en su artículo “El diagrama de la mariposa: visualizando la economía circular” como el flujo continuo de materiales en una economía circular detalla el ciclo técnico (lado derecho) en donde se utiliza la reutilización y reciclaje de los materiales residuales para prolongar su tiempo de vida y el ciclo biológico (lado izquierdo) que muestra que por medio del compostaje y obtención de agentes se puede volver a nutrir la tierra.

### **Tercer principio: regenerar el sistema natural y reducir la contaminación**

Al tomar un enfoque circular ya no solo se extraen recursos, sino más bien se regeneran; en lugar de degradar de manera constante y continua la naturaleza, se construyen estos materiales naturales mediante prácticas agrícolas que permitan la regeneración de los suelos, aumentando la biodiversidad y devolviendo materiales biológicos a la tierra, las prácticas de producción lineal han hecho que estos materiales se pierdan después de su uso, dejando los suelos sin nutrientes. Adoptar un modelo regenerativo implica replicar los sistemas naturales, donde no existe el desperdicio ya que, en la naturaleza, todo se reutiliza; como cuando una flor marchita y cae de un árbol, nutre el suelo del bosque y es así como durante miles de millones de años los sistemas naturales se han regenerado constantemente (Cerdá & Khalilova, 2016).

Al pensar en regenerar la naturaleza se infiere que todos los sistemas productivos pueden ser gestionados de forma que se renuevan las fuentes de energía y de materiales que consumen los recursos naturales limitados siendo el punto de partida la industria alimentaria para una economía que regenera la naturaleza; la producción actual de alimentos contribuye directamente al cambio climático y a la pérdida de biodiversidad, debido a la dependencia de fertilizantes químicos, plaguicidas, combustibles fósiles, agua dulce y otros recursos limitados, que además causan contaminación, daños a los ecosistemas y la salud humana (Garabiza et al., 2021).

La industria alimentaria ha sido tomada como ejemplo para adoptar una economía circular que beneficia a los ecosistemas naturales, ya que al mantener los productos y materiales en uso reduce la necesidad de extraer materias primas vírgenes, lo que libera más tierra para la naturaleza y permite su recuperación, la tierra se utilizará cada vez más para cultivar recursos renovables de forma regenerativa, en lugar de extraer materiales finitos y esta transición estará respaldada por el

uso de energía 100% renovable y una infraestructura diseñada para la reutilización y reciclaje (Marcet et al., 2018).

## 1.2. Economía circular en el paso del tiempo

A través de los siguientes pensadores de distintas épocas podemos observar cómo se fue construyendo el concepto de economía circular, dando un panorama más amplio de la relación entre la economía y el medio ambiente.

**Tabla 2.** Pensadores económicos y sus principales ideas sobre economía circular.

Autor	Principales ideas
<b>Adam Smith</b>	En "Una investigación sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones" analizó el crecimiento económico mediante la división del trabajo y el intercambio eficiente, y planteó que la capacidad productiva es limitada, lo que puede conducir a un "estado estacionario".
<b>David Ricardo</b>	En "Principios de política económica y tributación" desarrolló la teoría del valor-trabajo y explicó que el crecimiento poblacional llevaría al "estado estacionario" por los rendimientos decrecientes, aunque la tecnología podría aumentar la productividad agrícola.
<b>Thomas Malthus</b>	En "Ensayo sobre el principio de la población" argumentó que la población crece más rápido que la producción de alimentos, lo que provocaría tensiones de subsistencia, e influyó en el debate sobre los límites del crecimiento.

- Karl Marx** En "El Capital" introdujo el concepto de metabolismo social y criticó que el capitalismo rompa la relación equilibrada entre sociedad y naturaleza, proponiendo reconocer los límites ecológicos.
- John Stuart Mill** En "Principios de Política Económica" sostuvo que el estado estacionario no detiene el progreso humano y destacó la relevancia de integrar dimensiones sociales y culturales en modelos de desarrollo sostenible.
- William Stanley Jevons** En "La cuestión del carbón" analizó cómo la eficiencia tecnológica puede incrementar el consumo total de recursos no renovables, destacando la importancia de considerar la sostenibilidad.
- Arthur Cecil Pigou** En "La Economía del Bienestar" introdujo las externalidades negativas y defendió los impuestos ambientales para internalizar costos sociales, sentando bases para la regulación ambiental.
- Harold Hotelling** En "The Economics of Exhaustible Resources" sostuvo que los recursos agotables requieren regulación para evitar su sobreexplotación y enfatizó la importancia de decisiones presentes sobre disponibilidad futura.
- Rachel Carson** En "Primavera silenciosa" alertó sobre los efectos ambientales de los agroquímicos y promovió cambios en las prácticas industriales para proteger los ecosistemas.
- Kenneth Boulding** En "La economía de la futura nave espacial Tierra" comparó el planeta con un sistema cerrado y subrayó la necesidad de gestionar responsablemente recursos y residuos.

<b>Pearce y Turner</b>	En "Economics of Natural Resources and the Environment" plantearon que la economía debe imitar los ciclos naturales y apoyaron la gestión eficiente de residuos con base en la termodinámica.
<b>Graedel y Allenby</b>	En "Ecología industrial" propusieron emular los procesos naturales en los sistemas productivos y destacaron la interdependencia entre economía y medio ambiente.
<b>McDonough y Braungart</b>	En "De la cuna a la cuna" promovieron un diseño regenerativo donde los residuos no existen y los recursos circulan continuamente, imitando ciclos naturales.
<b>Ellen MacArthur Foundation</b>	En "Hacia una economía circular: Justificación empresarial para una transición acelerada" definió la economía circular como un modelo regenerativo que mantiene materiales en su máximo valor y orientó la transición empresarial hacia prácticas sostenibles.
<b>Pauli</b>	En "La economía azul" planteó que la naturaleza debe guiar la innovación y defendió el uso óptimo de recursos locales para fortalecer la sostenibilidad y la resiliencia.

---

*Nota.* Elaborado en base a Boulding (1966); Carson (2001); Ellen MacArthur Foundation (2015); Graedel & Allenby (1995); Gunter (2010); Hotelling (1931); (Jevons, 1865); Malthus (1846); Marx (1996); McDonough & Braungart (2002); Mill (1848); Pearce & Turner (1991); Pigou (2017); David Ricardo (1999); Smith (1794).

La Tabla 2 muestra que pensadores como Adam Smith, David Ricardo y John Stuart Mill hablan de un concepto llamado el “Estado estacionario”, el cual se da en macroeconomía y se trata de un supuesto de largo plazo en el que se asevera que, una economía alcanzará una cantidad de

capital y un tamaño de población constante, como consecuencia el crecimiento económico desaparecerá una vez que alcance el estado estacionario, conforme más alejada se encuentre la economía de un territorio de su estado estacionario, su crecimiento o decrecimiento será mayor. Adam Smith en su teoría, manifiesta que el crecimiento económico se vería condicionado debido al aumento de la población y a la escasez de los recursos naturales, también indicaba que en un plazo de 200 años se alcanzaría el estado estacionario, es decir que, desde la antigüedad, Smith señaló la importancia del cuidado de los recursos que nos son provistos del medio ambiente (Ludeña, 2021).

Autores como Marx (1996), Jevons (1865), Pigou (2017) y Hotelling (1931) reconocen los límites de los recursos naturales y que se debe implementar una relación más sostenible con el medio ambiente, con normas públicas que regulen su explotación con el fin de que el desarrollo económico sea sostenible y no comprometa los recursos de las futuras generaciones (Jevons, 1865).

## **2. Beneficios y aplicaciones de la economía circular**

### **2.1. Beneficios de implementar una economía circular**

La adopción de una economía circular ofrece múltiples ventajas para el medio ambiente, la sociedad y la economía y por esto el Parlamento Europeo (2023) destaca entre los beneficios más evidentes los siguientes:

**Figura 4.** Beneficios de la implementación de la economía circular

*Nota.* Elaborado en base a Parlamento Europeo (2023).

En la **Figura 4** se consideran tres ejes fundamentales como beneficios de la implementación de la economía circular, el ambiental, el social y el económico; en pequeña, mediana y gran escala. El eje social indica los puntos positivos que se obtiene con la implementación de una economía circular al igual que en los ejes ambiental y económico, en donde se muestran los puntos en los que impacta.

La ONU (2021) toma a modo de ejemplo el cambio de la forma en que producimos y utilizamos el plástico, el cemento, el aluminio y el acero reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de estas industrias hasta en un 40% para 2050, por otro lado en el ámbito económico, la incorporación de acero reciclado o reutilizado en la edificación puede traducirse en ahorros de hasta un 25 % en los costos de material por tonelada de acero, por tanto la adopción de los principios de la economía circular en el sector de la construcción permitiría

reducir el uso de insumos y los costos asociados mediante la producción modular y la impresión 3D, además de la optimización energética y la reutilización o el reciclaje de materiales de alto valor durante la fase de deconstrucción, del mismo modo en la producción y el consumo de plásticos es posible evitar hasta un tercio de la generación mundial de residuos plásticos hacia 2040, en consecuencia frente al crecimiento actual y proyectado de los residuos a escala global la transición hacia una economía circular resulta fundamental.

## **2.2. Aplicación de la economía circular a la gestión de residuos sólidos**

En la actualidad existen varios ejemplos de economía circular, uno de ellos es la tecnología capaz de utilizar la basura biológica para producir biogás y para generar energía, sin embargo, todavía existen márgenes de mejora en el rendimiento del ciclo, tanto a nivel fisicoquímico como económico; en lo referente al ámbito económico, un ejemplo a mencionar es el proyecto Valuwaste (Unlocking new VALUE from urban bio WASTE – Revalorización de la fracción orgánica de los residuos urbanos), este proyecto trata de resolver el problema de los residuos orgánicos de las ciudades para evitar que acaben en botaderos o sean incinerados sin aprovechar su valor, esto con ayuda de fondos europeos y con la cooperación de 14 empresas y entidades de 7 países europeos durante 4 años, se consigue mejorar la cadena de valorización de los residuos desde su separación y recogida, pasando por su tratamiento, hasta su reutilización. El proyecto desarrolla un biodigestor con bombas y difusores para facilitar la fermentación de los restos biológicos, sin agitación mecánica en su interior. Lo que se obtiene gracias a este proceso mejorado de digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) son productos de valor como: Metano, compost, fertilizantes orgánicos, proteínas para la fabricación de pellets e incluso para la alimentación humana, es una excelente contribución al modelo circular. Estos productos ayudarán a reducir la

dependencia de recursos estratégicos energéticos como el gas y químicos como los fertilizantes (Lluch, 2020).

En Ecuador no resulta ajena esta dinámica en la aplicación de la economía circular, uno de los ejemplos es la empresa ProEcuakao que implementó con tecnología española, el proceso de secado de cacao basado en circulación vertical del aire, esto permite hacer un uso más eficiente del recurso energético, ya que este utiliza biomasa recuperada como cáscaras de cacao u otros residuos agrícolas, lo que reduce la dependencia de combustibles fósiles y valoriza subproductos del propio proceso productivo (CORPEI, 2025).

### **2.3. Tecnologías y procesos para el reciclaje**

La tecnología utilizada en el reciclaje ha experimentado avances significativos con el propósito de presentar nuevas alternativas para mejorar la gestión de residuos y minimizar su impacto en el medio ambiente, a diario, surgen innovaciones en el ámbito del reciclaje como resultado de la investigación en nuevas tecnologías. Uno de los avances destacados en la tecnología del reciclaje es la implementación de la automatización; se utilizan robots y máquinas inteligentes en las plantas de reciclaje para llevar a cabo la separación y clasificación de los materiales de manera más eficiente y precisa, estas innovaciones contribuyen a mejorar la cantidad de residuos que pueden ser gestionados con mayor rapidez y con una tasa de éxito más alta (Ecoembes, 2023).

#### **Robots de reciclaje**

El uso de robots recicladores puede ser de ayuda en un mundo con una población en constante crecimiento y con mayor generación de residuos, ya que los robots son capaces de gestionar y reciclar grandes volúmenes de todo tipo de residuos de manera más eficiente,

incansable, veloz y precisa, evitando a los humanos las labores más tediosas e incluso peligrosas (Muerza, 2024).

Un ejemplo de esto es la empresa PICVISA que desarrolló un robot llamado ECO PICK que escanea diferentes materiales, los identifica entre el resto de los residuos y los separa para que puedan reciclarse y valorizarse más tarde. Su implementación en las plantas de reciclaje permite automatizar el procedimiento de tratamiento de residuos sin que se requiera la intervención humana (PICVISA, 2020).

### **Inteligencia artificial en el reciclaje**

Otra tecnología en desarrollo en el ámbito del reciclaje es la aplicación de la inteligencia artificial o IA, los algoritmos de IA tienen la capacidad de analizar grandes volúmenes de datos y aprender de ellos para optimizar la eficiencia del proceso de reciclaje, por ejemplo, es posible emplear sistemas de aprendizaje automático para detectar materiales específicos en los residuos y separarlos con mayor precisión. Además, la IA podría ser útil para predecir la cantidad de material reciclable en un lote específico de residuos, lo que facilitaría una mejor planificación y gestión del proceso de reciclaje. Aunque esta tecnología se encuentra en una fase inicial de implementación (Ecoembes, 2023).

Endesa (2024) plantea que la inteligencia artificial está cambiando el panorama del reciclaje y el siguiente ejemplo es una muestra de ello:

- **Caso práctico de RUBSEE:** Esta es una tecnología que combina IA con visión por ordenador, ha sido implementada en plantas de reciclaje para monitorear en tiempo real la cantidad y tipo de residuos, con esto los operadores pueden detectar problemas y optimizar procesos, de esta manera

los proyectos piloto, como el realizado en la planta de reciclaje de Els Hostalets de Pierola en Barcelona, demuestran cómo la IA sí mejora la eficiencia en la gestión de residuos.

### **Clasificación óptica en el reciclaje**

Los métodos convencionales de reciclaje a menudo generan materiales de calidad inferior que no son adecuados para la fabricación de nuevos productos, por otro lado los avances tecnológicos aumentan la posibilidad de la producción de materiales de alta calidad que sí pueden ser utilizados en productos de mayor valor, como es el caso de la tecnología de clasificación óptica que tiene la capacidad de identificar y eliminar impurezas de los materiales reciclados, lo que resulta en la producción de materiales más puros y de mejor calidad (Ecoembes, 2023).

El grupo ENVAC (2023) presenta con éxito la implementación de IA en el proyecto “GrowSmarter” en Valla Torg, Estocolmo dando como resultado que los hogares redujeron sus desechos generales en un 65% después de que reemplazaron sus antiguos métodos de reciclaje en este proyecto, esto se debe a que el sistema recopila información sobre el peso por fracción, cómo los usuarios han realizado la clasificación y cómo se eliminan los materiales reciclables, estos datos se utilizan para optimizar el sistema más allá de cualquier sistema convencional, gracias a los avances tecnológicos que permiten la configuración de la capacidad del sistema y los intervalos de recolección y aumentan aún más el reciclaje, lo que hace que el sistema sea sostenible e inteligente.

### **Gestión de la basura electrónica**

La acumulación de desechos electrónicos es un desafío en constante crecimiento a nivel mundial, la mayoría de los dispositivos electrónicos contienen metales y otros materiales valiosos

que tienen el potencial de ser reciclados, sin embargo, con frecuencia son desechados de manera inapropiada en botaderos, lo que representa un serio riesgo para el medio ambiente. Para hacer frente a esta problemática, se están desarrollando nuevas tecnologías de reciclaje que tienen la capacidad de recuperar y reutilizar los materiales valiosos de los dispositivos electrónicos desechados. Estas tecnologías incluyen procesos de trituración y separación que permiten la recuperación de metales como el oro, la plata, el cobre, y el aluminio, entre otros. En 2023, el mundo generó 62 millones de toneladas de desechos electrónicos, se estima que para 2030, esta cifra llegará a 82 millones de toneladas si no se toman medidas urgentes (Mantovani, 2024).

En Ecuador el panorama se muestra así: de los 5,3 kilogramos de basura electrónica que produce cada ciudadano anualmente, se recicla apenas el 5%, esto muestra una realidad que a mediano plazo traerá grandes consecuencias señala el Ministerio del Ambiente (Pesantes, 2022).

### **3. Costeo por actividad**

Según Cooper & Kaplan (1992) los sistemas de costeo basados en actividades (ABC) estiman el costo de los recursos utilizados en sus procesos de producción; la mayoría de las personas han intentado interpretar los costos de un proceso de producción basados en actividades utilizando los costos fijos vs variables, pero esta es una interpretación inconsistente con las mediciones de costos de uso de recursos realizadas por un sistema ABC, esto se debe a que la clasificación convencional solo busca estimar cómo podrían cambiar los gastos o el uso de recursos, mientras que el modelo ABC mide cuánto recurso se utiliza realmente, además, el análisis de la capacidad no utilizada es clave, ya que conecta los costos reales del uso de recursos (ABC) con los costos totales disponibles o suministrados que se reflejan en los informes financieros.

La siguiente ecuación está dirigida a cada actividad principal realizada por los recursos de la organización:

$$\text{Disponibilidad de actividad} = \text{Uso de actividad} + \text{Capacidad no utilizada} \quad (1)$$

La ecuación (1) indica que la cantidad total de un recurso disponible para realizar una actividad se divide en dos partes:

1. Uso de actividad, es la parte del recurso efectivamente utilizada en la producción o en tareas específicas.
2. Capacidad no utilizada, representa la porción del recurso que estuvo disponible pero no fue empleada.

La ecuación (1) permite identificar cuánta capacidad no utilizada existe, lo cual es clave para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de recursos, al anticipar estos cambios se pueden aplicar medidas que pueden modificar las decisiones para equilibrar la demanda de actividades con el suministro de actividades, o se pueden ajustar el nivel de actividades que se suministrará en periodos futuros (Cooper & Kaplan, 1992).

Un ejemplo que ayuda a entender la aplicación del ABC es el siguiente:

**Tabla 3.** Ejemplo de costeo ABC

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Empleados equivalentes a tiempo completo	10
Costo mensual por empleado	\$2,500.00

<b>Costo total mensual (actividad)</b>	<b>\$25,000.00</b>
Órdenes procesables por empleado al mes	125
Capacidad total de órdenes por mes	1250
Costo estimado por orden	\$20.00
Órdenes procesadas en el mes	1000
Costo asignado por órdenes procesadas	\$20,000.00
<b>Costo de capacidad no utilizada</b>	<b>\$5,000.00</b>

*Nota.* Elaborado en base a Cooper & Kaplan (1992).

El ejemplo muestra una situación común en las empresas en la que un departamento de compras cuenta con 10 empleados y tiene un costo mensual de \$25.000, lo que le permite procesar hasta 1.250 órdenes con un costo de \$20 por cada una, sin embargo, si en un mes solo se gestionan 1.000 órdenes, no todo ese gasto se aprovecha de la misma manera, ya que desde la lógica del costeo basado en actividades (ABC) únicamente se asignan \$20.000 a las órdenes realmente procesadas y, por lo tanto, los \$5.000 restantes corresponden a capacidad no utilizada, en consecuencia, esta situación evidencia que no basta con observar únicamente el gasto total del departamento sino que es necesario comprender cómo se están utilizando los recursos, por esta razón, es recomendable contar con dos tipos de informes, por un lado, los estados financieros tradicionales que reflejan el costo total de \$25.000 y, por otro, el sistema ABC que permite

identificar con mayor claridad las actividades realizadas, su nivel de eficiencia y la existencia de recursos poco aprovechados, lo cual facilita una mejor toma de decisiones.

#### **4. Validación prueba t para dos muestras**

Según JMP Statistical Discovery (2022) la prueba t de Student es utilizada para evaluar las medias de uno o dos grupos mediante pruebas de hipótesis, esta prueba puede utilizarse para determinar si un único grupo tiene una diferencia de un valor conocido, si dos grupos difieren entre sí, o si hay una diferencia significativa en medidas dependientes, para realizar esta prueba, es necesario identificar y calcular ciertos parámetros estadísticos que intervienen en el análisis y en la toma de decisiones.

Según Navidi (2006) la prueba t puede utilizarse en ciertos casos donde las muestras son pequeñas, es decir, cuando no se puede aplicar el teorema del límite central en el cual se indica que si el tamaño de la muestra es suficientemente grande, la distribución de la media muestral tiende a parecerse a una distribución normal, sin importar cómo se distribuya la población original, pero cuando las muestras son pequeñas, no se puede asumir esta normalidad automáticamente, por lo que se recurre a la prueba t que está diseñada para situaciones con tamaños de muestra reducidos y varianza poblacional desconocida.

#### **5. Análisis de brechas con enfoque de principios (Gap analysis framework)**

Einstein (2024) explica al análisis de brechas como el proceso de medir la diferencia entre las operaciones actuales de una empresa (estado actual) y su desempeño ideal (estado deseado), menciona también que al realizar un análisis de brechas permite una mejor apreciación del panorama general de una organización, esto lo transforma en un recurso valioso para orientar la

planificación, el análisis de desempeño alcanzado y la definición de metas claras de mejora; así como también puede fortalecer la toma de decisiones, facilitar la alineación de las acciones con metas previamente establecidas y perfeccionar procedimientos que anteriormente presentaban limitaciones.

Investigaciones como la de Haupt et al. (2017) a su vez demuestran que la combinación de un análisis de brechas con indicadores cuantitativos como las tasas de reciclaje reales y tasas de recolección permiten identificar con mayor precisión el grado de circularidad del sistema de gestión de residuos, este tipo de enfoque es el que ofrece una base sólida para evaluar los principios de la economía circular, al evidenciar brechas entre lo recolectado y lo efectivamente reciclado, así como el verdadero aprovechamiento de recursos secundarios.

## **6. Agenda 2030 y Plan Nacional de Desarrollo Ecuatoriano**

La Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Agenda 2030 en el año 2015, en esta se plantearon 17 objetivos que buscan el desarrollo sostenible dentro de los cuales el objetivo 12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE el cual se enfoca en promover el uso eficiente de los recursos, así como también la eficiencia energética, infraestructuras sostenibles y facilitar el acceso a los servicios básicos, empleos ecológicos decentes, y una mejor calidad de vida para todos (Naciones Unidas, 2018).

Adicionalmente, en el objetivo 4 del eje Económico del Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador se menciona la importancia del equilibrio entre la sostenibilidad productiva y la estabilidad económica fomentando la inversión en ellos por medio de incentivos fiscales, por otro lado, en el eje de Infraestructura, Energía y Medio Ambiente, así como también en el eje social, se prioriza el abastecimiento de energía, siendo amigables con el medio ambiente, esto se logra a

través de la aplicación de los principios de Economía Circular causando un impacto positivo en la recuperación y uso del capital natural (Secretaría Nacional de Planificación, 2024).

Ante el objetivo de desarrollo sostenible que promueve patrones de producción y consumo responsables, el cantón Otavalo ha implementado diversas acciones orientadas al uso eficiente de los recursos y la educación ambiental; en este sentido en 2019 el municipio de este cantón a través de la Dirección de Gestión Ambiental e Higiene puso en marcha un programa de capacitación puerta a puerta sobre la correcta clasificación de desechos orgánicos e inorgánicos, donde se distribuyó material informativo y se organizando un sistema de recolección diferenciada según el tipo de residuo y el día de la semana (Chacón, 2019). Esta estrategia, además de reforzar prácticas sostenibles en los hogares, concientiza sobre la responsabilidad conjunta entre ciudadana y la municipalidad en la gestión de residuos sólidos urbanos. De manera complementaria, en el marco del Día Mundial del Ambiente del mismo año se realizó el evento “Chasqui Ambiental” en la Cascada de Peguche, con la participación de alrededor de mil estudiantes y autoridades nacionales con el fin de fortalecer la conciencia ambiental en las nuevas generaciones mediante caminatas, actividades simbólicas y educativas (Diario La Hora, 2019). Acciones como estas evidencian el compromiso del municipio de Otavalo y la ciudadanía con la transición hacia un modelo más sostenible y alineado con los principios de economía circular.

## **7. Análisis del sector del reciclaje en Otavalo**

### **7.1. Situación actual del sector del reciclaje en Otavalo**

Mensualmente en promedio la generación de residuos es de 1.982 toneladas de origen domiciliario y 260 toneladas corresponde de otros generadores (industrias, comercios, etc.), de estas 1.292 toneladas corresponde a residuos orgánicos y 960 toneladas a residuos inorgánicos. La

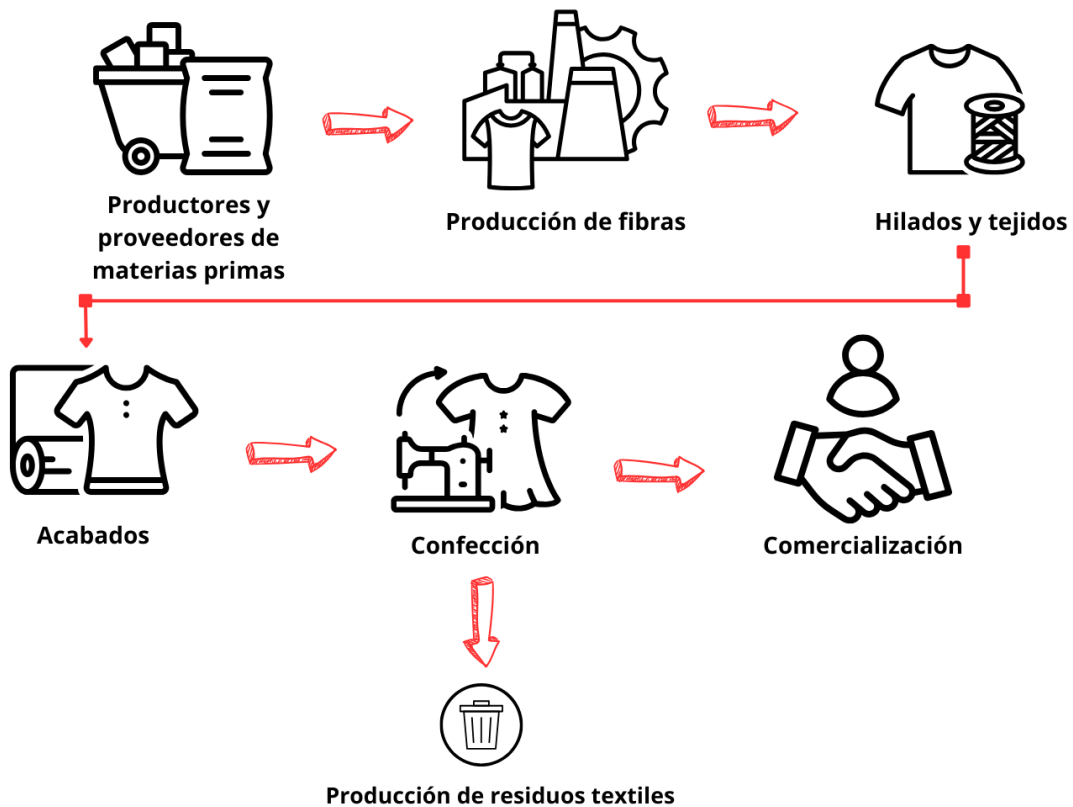
recolección y transporte de residuos sólidos es de 1.758 toneladas, habiendo una disminución de 477 toneladas de la fracción orgánica debido al uso por los usuarios y 42 toneladas están siendo recuperadas por recicladores de base. La disposición final es de 1.746 toneladas inorgánicas que están siendo dispuestas en la celda de confinación y 30 toneladas de residuos orgánicos no ingresan al relleno sanitario, se transforma en compost (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo, 2024a) .

## **7.2. Industria textil Otavaleña**

Otavalo es conocido en el mundo por sus artesanías y textiles, su origen se dio en 1870 cuando se ubicó un espacio determinado para la venta de artesanías de los comerciantes; Otavalo pasó de ser villa a cantón en 1929, este espacio designado pasó a ser un lugar para realizar intercambios comerciales específicamente los sábados. En la actualidad este lugar conocido como la Plaza de ponchos, reúne a más de 30000 comerciantes todos los días, pero su comercio se centra específicamente los miércoles y sábados, reuniendo a comerciantes de distintas parroquias como La Joya, Quichinche, Selva Alegre, Taxopamba y Peguche (Ecuador Travel, 2024).

A partir de una investigación realizada por DELTA (2020), una empresa enfocada en el desarrollo de maquinaria, automatización y consultoría para procesos textiles, se analiza un análisis de la cadena de producción textil convencional, este mismo proceso es utilizado por los productores de productos textiles en Otavalo.

**Figura 5.** Proceso productivo de la industria textil



*Nota.* Elaborado por los autores en base a DELTA (2020)

En el proceso de producción textil durante la confección se despliega la producción de residuos textiles que se evidencia como un porcentaje mayor en comparación a los demás residuos producidos en el cantón tomando en cuenta que Otavalo se dedica a la producción textil en varias de sus parroquias (Alcaldía de Otavalo, 2020).

## 8. Alternativas para la utilización de materiales reciclados

Cerdá & Khalilova (2016) mencionan que la economía circular es una alternativa al modelo lineal de “extraer, producir, consumir, tirar”, la economía circular convierte bienes que se

encuentran en la culminación de su ciclo de uso en recursos para otros bienes, cerrando ciclos incompletos en ecosistemas industriales.

### 8.1. Desarrollo de Combustible Derivados de Residuo (CDR)

Checa (2021) sostiene que los Combustibles Derivados de Residuos (CDR) son combustibles obtenidos mediante el procesamiento de todo tipo de basura, como lo son residuos municipales no peligrosos generados a diario, a este proceso se le conoce como la valoración energética.

El procesamiento de los residuos producidos en las distintas ciudades no se consideró como una prioridad, ya que estos solo se recolectaban y eran llevados a los distintos rellenos sanitarios como disposición final, es por esto que nace una nueva alternativa de reciclaje en donde se prioriza el tratamiento de estos residuos y se valoriza los mismos a su máximo valor (SUTCO, 2021).

**Figura 6.** Proceso de creación de CDRs.



**Nota.** Elaborado por autores en base a SUTCO (2021).

La **Figura 6** muestra el proceso con el cual se producen los CDRs, el mismo que al ser implementando en las diferentes ciudades, se obtiene beneficios energéticos, todo esto partiendo

desde el procesamiento de los residuos sólidos como alternativa al proceso normal que lleva los residuos al relleno sanitario sin poder ser aprovechados.

### **Beneficios de los CDR**

Según Trans-Sabater (2023), empresa española de recolección y valorización de residuos, los beneficios obtenidos del procesamiento de estos residuos son los siguientes:

**Tabla 4.** Beneficios del CDR

<b>Beneficios</b>	<b>Descripción</b>
<b>Valorización de residuos</b>	El CDR permite potenciar los residuos no reciclables que podrían terminar en rellenos sanitarios o serían quemados sin obtener energía.
<b>Reducción de emisiones</b>	El uso del CDR contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes en comparación con combustibles tradicionales.
<b>Sostenibilidad energética</b>	El CDR puede tener una participación clave en la transición hacia fuentes de energía más sostenibles y renovables.
<b>Gestión de residuos</b>	El CDR puede ser una alternativa de gestión más adecuada para los residuos no reciclables en lugar de acumularse en los rellenos sanitarios.

**Nota.** Elaborado en base a Trans-Sabater (2023).

El aprovechamiento energético de los residuos mediante la producción de Combustibles Derivados de Residuos (CDR) representa una alternativa funcional tanto para la gestión de

residuos como para la reducción de emisiones, en la misma línea Velasco (2023), argumenta que la parte no reciclable de los residuos ofrece la oportunidad de ser convertida en combustible, esta opción se ha convertido en una fuente sostenible de energía para la industria cementera debido que reemplaza a los combustibles fósiles obteniendo beneficios ambientales como la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

### **Creación de CDR en América Latina**

En 2016 entró en funcionamiento la planta UNTHA One Step Solution en América Latina que radica en Hermosillo, Sonora, México cuyo propietario es Promotora Ambiental SAB de CV (PASA) quien decide instalar la planta de producción de CDR, logrando recuperar así de la cadena productiva valiosos recursos no aprovechados, siendo su objetivo principal el cumplimiento de los valores éticos y el cuidado del medioambiente en México. La puesta en marcha de esta planta evitó el envío de 25.000 toneladas de residuos sólidos al relleno sanitario y alrededor de 11.000 toneladas de combustible fósil (Revista Técnica de Medio Ambiente, 2017).

De manera similar la red CERES (2022) que está formada de organizaciones comprometidas y que promueven la Responsabilidad Social en el Ecuador, manifiesta que UNACEM Ecuador como referente en sostenibilidad e innovación, presentó un estudio de viabilidad para la fabricación de combustibles derivados de residuos (CDR) a partir de residuos sólidos urbanos, con el objetivo de utilizarlos en hornos cementeros sustituyendo a los combustibles fósiles, esta propuesta cuenta con un sólido respaldo institucional y técnico, al involucrar autoridades locales, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Económica, y la consultora internacional Optime, quien realizó los estudios pertinentes.

La misma fuente indica que en el caso específico de Otavalo la participación del GAD Municipal y el compromiso expresado por sus autoridades muestran que el cantón no solo puede, sino que cuenta con condiciones técnicas, apoyo político y respaldo empresarial para producir CDR con el acompañamiento de UNACEM.

## **9. Papel de las partes interesadas en la implementación de los principios de la economía circular**

### **9.1. Gobierno y políticos**

#### **Apoyo a las políticas de economía circular**

Las políticas orientadas hacia la economía circular y la eficiencia en el uso de los recursos son cruciales para alcanzar los objetivos establecidos en el Acuerdo de París, que busca combatir el cambio climático y apresurar e incrementar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono (CMNUCC, 2015) y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, especialmente en las áreas de cambio climático, biodiversidad, agua, energía, y prácticas de consumo y producción responsables.

En este contexto, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) brinda apoyo técnico a los países para el desarrollo de estrategias, hojas de ruta y planes de acción nacionales centrados en la economía circular, esto incluye recomendaciones para establecer marcos adecuados para la economía circular, que justifican la transición a este modelo y proporcionan un análisis detallado de las áreas prioritarias. Además, la OCDE ofrece sugerencias prácticas que los países pueden adoptar para implementar estas recomendaciones (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2019).

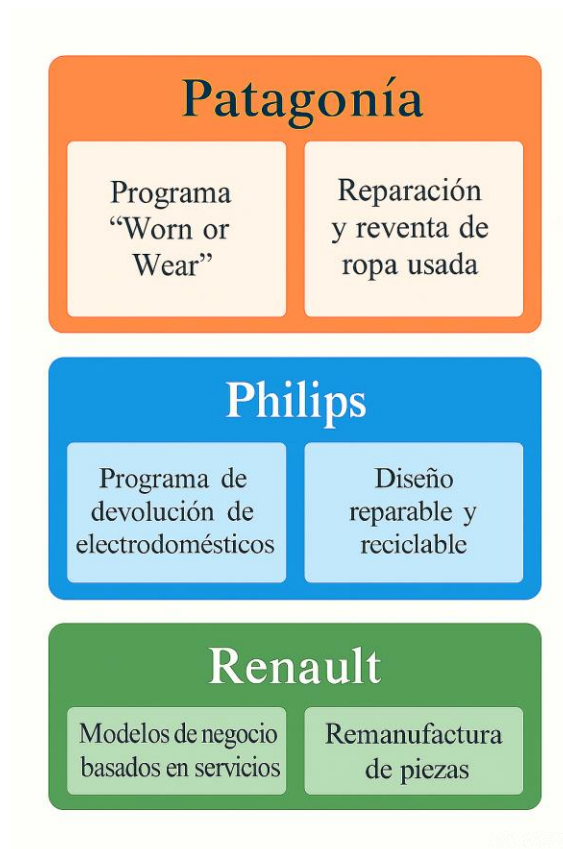
En Ecuador la Asamblea Nacional República del Ecuador (2021) aprobó la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (LOECI), que en su artículo 4 instituye los siguientes objetivos:

1. Establecer los procesos de transición a una economía circular inclusiva, precisando sus etapas, institucionalidad, compromisos de los actores y consumidores, los sistemas de gestión inclusiva, las políticas públicas y de financiamiento.
2. Determinar, en sus competencias, las atribuciones y responsabilidades de los diferentes niveles de gobierno y demás organismos del sector público, y establecer los procesos de articulación.
3. Definir los lineamientos para las políticas, financiamiento, programas y proyectos en materia de gestión integral de residuos y desechos sólidos.
4. Fomentar la investigación e innovación orientada al desarrollo económico y la generación de empleo en los ámbitos de la economía circular inclusiva.
5. Reconocer los derechos y el rol fundamental de los recicladores de base en la economía circular inclusiva, priorizando sus actividades como generadoras de desarrollo y empleo.
6. Fomentar el uso y puesta en valor de residuos de productos reciclables.

## **9.2. Empresas e industrias, inversión en tecnologías y procesos de economía circular**

Alana Jugador (2024) en su artículo denominado “Economía circular y consumo responsable: estrategias, casos de éxito, innovación y tecnología” describen algunos ejemplos destacados de empresas que han implementado estrategias de economía circular:

**Figura 7.** Empresas con estrategias de economía circular



*Nota.* Elaborado en base a Jugador (2024).

Ecuador a su vez en la Cámara Marítima del Ecuador CAMAE (2024) expone la existencia de seis empresas que se han comprometido a desarrollar e implementar una economía circular inclusiva, estas son:

- **Novacero:** Sensorización y software para predecir mantenimientos, evita contaminación.
- **Arca Continental & Red Nacional de Recicladores:** Recolección de botellas usadas, nueva materia prima reciclada para envases.
- **Agroapoyo:** Certificación de procesos de economía circular en predios agrícolas, sostenibilidad en la cadena de valor.

- **PMJ Arquitectos:** Energías renovables en viviendas, reducción de consumo energético.
- **Banco de Machala:** Software de evaluación de riesgos, digitalización y eficiencia.
- **ProEcuakao:** Bandejas secadoras eficientes, ahorro energético en secado de cacao.

### **9.3. Organizaciones no gubernamentales (ONG) y sociedad civil**

Empresas globales de la industria del plástico, instituciones financieras y organizaciones no gubernamentales (ONG) se han unido con una visión compartida, un tratado global ambicioso y eficaz para poner fin a la contaminación por plásticos, esta visión servirá como fundamento para la colaboración de estas entidades con los gobiernos a través de la recientemente formada “Coalición Empresarial para un Tratado Global sobre Plásticos”, esta fue convocada por la Fundación Ellen MacArthur y la WWF, la organización mundial de conservación (World Wild Life, 2022).

En Ecuador el 29 de marzo de 2023, la Corporación de Promoción Económica Conquito organizó el Encuentro de Economía Circular en Quito, reuniendo a más de 23 representantes del sector privado, público y organizaciones de la sociedad civil para promover la innovación y el diálogo en torno a la economía circular en donde se estableció la misión de que Quito para el 2030, utilice eficientemente sus recursos naturales, avanzando hacia la carbono neutralidad y la economía circular, se enfatizó la importancia de vincular y planificar proyectos existentes así como también el compromiso de fomentar la colaboración entre empresas privadas, públicas y organizaciones sociales para actividades responsables con el ambiente (FARO, 2023).

## **10. Educación y sensibilización sobre la gestión de residuos sólidos y la economía circular**

### **10.1. Suiza un caso de control de residuos**

Patricia Islas (2008) en el portal de noticias SWI, expone que las comunidades suizas por causa de la educación recibida en cuanto al control de residuos introdujeron la tasa por caso de basura, en donde cada bolso lleno de desechos debe tener una etiqueta pegada que compruebe el pago de esta tasa, para así posteriormente ser recibida por el camión de basura. En el caso del vidrio, papel y desechos orgánicos es gratuito, pero estos deben ser depositados en lugares específicos destinados para su reutilización, dando como resultado un método eficaz para las fábricas de tratamiento al reducir el volumen de los residuos y al también participar en el aprovisionamiento energético del país, en 2006 la quema de basura generó una producción de 1.823 gigawatts/hora (GWh), es decir, 3,1% de la producción eléctrica global para ese año de Suiza.

### **10.2. Ecuador**

La Alcaldía de Cuenca (2024) dio a conocer los resultados de la sesión nacional denominada "Gestión de Residuos Sólidos, un Camino hacia el Desarrollo Sostenible" que concluyó en la ciudad de Cuenca con la firma de un escrito para la creación de la Red Nacional de Apoyo en Gestión Integral de Residuos, este acuerdo fue firmado por los representantes de los gobiernos autónomos descentralizados de las distintas provincias y cantones presentes en el evento donde se establece como objetivo principal el fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos dentro del ámbito de sus competencias.

En este mismo comunicado se abordaron diversos temas en donde la nueva red impulsará la creación de empresas y emprendimientos de economía circular, promoviendo la reutilización y

el reciclaje como ejes centrales, también desarrollará planes integrales de gestión de residuos sólidos con separación en la fuente, recolección selectiva y disposición final sostenible, con este trabajo fomentará la reducción de residuos mediante reutilización, reparación y reciclaje, incentivando la compra pública circular y además trabajará en educación y sensibilización, así como en la investigación y adopción de tecnologías innovadoras para fortalecer la circularidad y la gestión sostenible de los residuos.

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. Tipo de investigación

La presente investigación es un estudio de tipo cuantitativo, basado en el análisis de datos numéricos secundarios, donde se emplearon técnicas estadísticas descriptivas para resumir y presentar las características principales de un conjunto de datos entre los que están, los porcentajes de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario, la valorización económica de los subproductos seleccionados y los costos asociados a los procesos de valorización de textiles.

Para la investigación fue necesaria la revisión de las características principales del conjunto de datos que permitieron evaluar por medio del análisis de brechas el demostrar si se cumplen o no los principios de economía circular propuestos por la Fundación Ellen MacArthur (2022a), el análisis se centró en describir el aprovechamiento de los subproductos desechados en base a los porcentajes de disposición al relleno sanitario.

El diseño de investigación empleado fue no experimental, ya que los datos no se manipularon sino que, sirvieron para la observación del fenómeno tal y como se presenta en su contexto, fue de tipo transversal, ya que se trabajó con datos recolectados en un único momento del tiempo y se considera descriptivo porque su propósito fue detallar las características combinadas con criterios de clasificación, que sirvió para ordenar y agrupar los datos involucrados en el estudio, relacionados con la valorización económica y los costos asociados a los procesos de recuperación de residuos textiles en el cantón Otavalo, sin establecer relaciones causales.

## 2. Alcance de la investigación

La presente investigación revisa los aspectos técnicos del “PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS DEL CANTÓN OTAVALO (2024-2032)”, los documentos fueron obtenidos por medio de la solicitud formal (**Anexo 1**) al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo en virtud de ello se dio acceso a esta información, de la cual se despliegan los documentos denominados “Producto 1. Análisis y Evaluación Institucional” y “Producto 2. Análisis de los Aspectos Técnico - Operativo”. Este plan hace referencia al periodo 2024 – 2032, pero el análisis se centró en el diagnóstico más reciente realizado en el 2024.

En este sentido, se plantea la valoración económica de la caracterización de los residuos sólidos, considerando los volúmenes y tipos reportados en la documentación técnica, así como sus posibles precios de valorización, para esto se analizaron los subproductos (1) cartón, (2) papel, (3) PET (Polietilentereftalato)-1, (4) LDPE (Polietileno de baja densidad)-4 y (5) telas y material textil, debido a que estos cuentan con más información dentro de los estudios realizados, haciendo un mayor enfoque al subproducto telas y textiles ya que dentro de la investigación de primera fuente no se cuenta con un valor económico para este subproducto a causa de su falta de valorización en el mercado.

De igual manera, se aborda la valoración económica de la recuperación de residuos textiles, a través del análisis de los costos por actividad que comprende el proceso de creación de CDRs y las oportunidades de generar beneficios tanto económicos como ambientales y finalmente se incluye la sensibilización ciudadana con el propósito de fortalecer la cultura de economía circular en el cantón Otavalo.

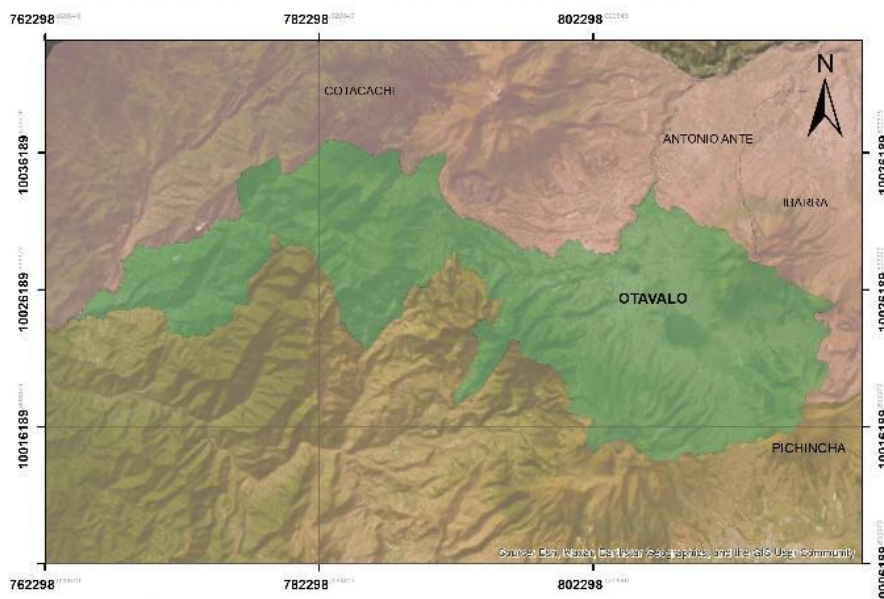
## 2.1. Limitaciones

No se realizaron encuestas ni entrevistas por parte de los investigadores, ya que la fuente principal de datos proviene de los estudios realizados (privados - no publicados) y actualizados con corte a octubre 2024 realizados por el GAD Municipal del Cantón Otavalo en donde se detalla información sobre los desechos sólidos no peligrosos.

Se efectuó una convocatoria abierta dirigida a la ciudadanía de Peguche del sector textil, la que cumple con características afines al estudio seguida de un proceso de capacitación a los participantes, no obstante, la asistencia a esta capacitación no dependió directamente del control de los investigadores, sino a la disponibilidad de tiempo de los convocados.

## 3. Ubicación del lugar

**Figura 8.** Otavalo – Ubicación del Cantón



**Nota.** Elaborado por Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024a).

El cantón Otavalo está ubicado en Ecuador en la provincia de Imbabura y limita al norte con el cantón Cotacachi, al sur con Antonio Ante, al este con Cayambe y Pedro Moncayo, y al oeste con Cotacachi y Antonio Ante; cuenta con 114.303 habitantes distribuidos en 10 parroquias urbanas y rurales: Otavalo, Dr. Miguel Egas Cabezas, Eugenio Espejo, González Suárez, Pataquí, San José de Quichinche, San Juan de Ilumán, San Pablo, San Rafael y Selva Alegre INEC (2022).

#### **4. Métodos, técnicas e instrumentos**

##### **4.1. Universo-población.**

El universo de la investigación está conformado por la totalidad de la población de Otavalo que corresponde a 114.303, que incluye a los habitantes de la ciudad y la zona rural. En total, hay 41.362 viviendas que cuentan con el servicio de recolección de basura, de los cuales 21.821 pertenecen a la población rural y 19.541 pertenecen a la población urbana (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo, 2024).

##### **4.2. Herramientas**

Las herramientas que se utilizarán en esta investigación serán:

- **Revisión documental:** Se analizarán informes y estudios previos proporcionados por el Gobierno Municipal de Otavalo, así como literatura relacionada con la economía circular y el manejo de desechos sólidos.
- **Observación directa:** Se realizó una visita el 31 de enero de 2025 a la planta de reciclaje del relleno sanitario (Anexo 2).
- **Análisis de datos secundarios:** Se utilizaron datos obtenidos de los catastros y registros oficiales disponibles, sin la necesidad de encuestas o entrevistas adicionales.

- Se utilizó Microsoft Excel para la organización y resumen de los datos, permitiendo realizar un análisis descriptivo al identificar variaciones dentro de los registros secundarios, también se realizará un análisis comparativo contrastando la situación actual con la situación ideal, para evidenciar cambios o brechas de economía circular, finalmente se hará un análisis estadístico mediante prueba t para determinar relaciones entre variables relevantes.
- **Educación y sensibilización:** Se realizó una capacitación a la ciudadanía sobre economía circular y el aprovechamiento de residuos sólidos, para esto se implementó un pretest y un post test verbal para explorar los conocimientos previos y los adquiridos.

## 5. Procedimiento y análisis de datos

Se analizaron los estudios que se despliegan del “PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS DEL CANTÓN OTAVALO (2024-2032)” entregado por el área de residuos y relleno sanitario de la dirección de gestión ambiental de la alcaldía, que contienen datos sobre la producción de desechos sólidos en Otavalo en el año 2024. De estos, se analizó la cantidad y el tipo de desechos sólidos producidos y llevados al relleno sanitario en donde se pudo observar que los subproductos cartón, papel, PET (Poliétilentereftalato)-1 y LDPE (Poliétileno de baja densidad)-4 fueron los que tienen mayor acogimiento comercial por las recicladoras.

En este análisis el subproducto telas y material textil obtuvo un porcentaje superior a los demás subproductos y no está contemplado por las empresas recicladoras como un residuo con valor comercial, denotando que los residuos de telas y material textil no son integrados a un proceso de economía circular. Por esta razón se aplicó la metodología de costeo por actividades (ABC), con el fin de estimar el valor económico del proceso de recuperación del residuo textil,

considerando actividades como recolección, trituración y compactación; permitiendo destacar la oportunidad de integrar estos residuos a un ciclo productivo bajo un enfoque de economía circular.

$$\text{Disponibilidad de actividad} = \text{Uso de actividad} + \text{Capacidad no utilizada} \quad (2)$$

La ecuación (1) indica que la cantidad total de un recurso disponible para realizar una actividad se divide en dos partes:

1. Uso de actividad, es la parte del recurso efectivamente utilizada en la producción o en tareas específicas.
2. Capacidad no utilizada, representa la porción del recurso que estuvo disponible pero no fue empleada.

## **Validación**

Se utilizó la prueba t de Student para validar la metodología de forma estadística evaluando las medias de uno o dos grupos mediante pruebas de hipótesis, esta prueba determinará si un único grupo tiene una diferencia de un valor conocido, si dos grupos difieren entre sí, o si hay una diferencia significativa en medidas dependientes, para realizar esta prueba es necesario identificar y calcular ciertos parámetros estadísticos que intervienen en el análisis y en la toma de decisiones (JMP Statistical Discovery, 2022).

## **Justificación del uso de la prueba t de Student**

La prueba t de Student fue seleccionada porque el objetivo del análisis consistió en comparar medias entre dos grupos o entre mediciones relacionadas para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas, esta prueba resulta adecuada cuando la varianza

poblacional es desconocida y se dispone de tamaños de muestra pequeños o moderados (Mishra et al., 2019).

En contraste, la prueba z que requiere conocer la desviación estándar de la población o contar con muestras muy grandes, la prueba t corrige la incertidumbre que surge al utilizar la desviación estándar muestral en lugar de la poblacional (OpenStax, 2012). De igual modo, no se utilizó ANOVA porque en el presente análisis solo se compararon dos grupos (2014 vs. 2024; costo de ayudantes vs. otros recursos), para lo cual la t de Student es suficiente (Mishra et al., 2019).

Se optó por no emplear la regresión lineal, dado que el interés no fue modelar relaciones multivariadas ni en controlar covariables, sino en realizar una comparativa directa de medias (Kardys et al., 2013), por esta razón la prueba t de Student fue la técnica estadística más adecuada, robusta y directa para contrastar diferencias de medias bajo los supuestos del presente estudio.

En la siguiente tabla a continuación, se detallan los principales parámetros que se utilizan en este tipo de pruebas:

**Tabla 5.** Parámetros estadísticos de prueba t.

Elemento	Descripción
Hipótesis nula ( $H_0$ )	Plantea que no hay diferencia significativa entre la media muestral y el valor hipotético ( $\bar{x} = \mu_0$ ).
Hipótesis alternativa ( $H_1$ )	Indica que existe una diferencia significativa entre la media muestral y el valor hipotético ( $\bar{x} \neq \mu_0, \bar{x} > \mu_0$ o $\bar{x} < \mu_0$ ).
Media muestral ( $\bar{x}$ )	Representa el promedio de los datos de la muestra.

Media poblacional hipotética ( $\mu_0$ )	Corresponde al valor de referencia con el cual se compara la media muestral.
Desviación estándar (s)	Mide la dispersión de los datos respecto a la media reflejando la variabilidad de la muestra.
Tamaño de muestra (n)	Es el número total de observaciones.
Grados de libertad (df)	Expresan la cantidad de valores que pueden variar libremente en el análisis.
Error estándar (SE)	Estima el error en la media muestral ( $s / \sqrt{n}$ ).
Nivel de significancia ( $\alpha$ )	Probabilidad máxima de rechazar $H_0$ siendo verdadera, usualmente establecido en 0.05.
Estadístico t (valor t)	Es el valor calculado que permite decidir si se rechaza $H_0$ .
p-valor	Indica la probabilidad asociada al estadístico t.

**Nota.** Elaborado en base a Levin & Rubin (2004)

En una prueba t de Student, se establece inicialmente la hipótesis nula ( $H_0$ ), que plantea que no existe una diferencia significativa entre la media muestral y la media poblacional hipotética ( $\bar{x} = \mu_0$ ), la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), por otro lado, propone que sí hay una diferencia significativa entre ambas medias ( $\bar{x} \neq \mu_0$ ,  $\bar{x} > \mu_0$  o  $\bar{x} < \mu_0$ ), este contraste determina la dirección de la prueba y la interpretación de los resultados (Bevans, 2020)

La media muestral ( $\bar{x}$ ) es el promedio de los datos obtenidos en la muestra, mientras que la media poblacional hipotética ( $\mu_0$ ) es el valor de referencia con el cual se compara la media muestral, la magnitud de la diferencia entre las medias en comparación con la variabilidad de los

datos, es clave para decidir si se acepta o rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), ya que cuando esta diferencia es reducida, generalmente no se cuenta con razones sólidas para rechazarla, mientras que, si la diferencia es considerable, se interpreta como una señal de que existe suficiente evidencia para descartarla (SixSigma, 2024).

La desviación estándar ( $s$ ) representa qué tan dispersos están los datos en relación con la media, de modo que cuando este valor es pequeño significa que los datos se agrupan más cerca del promedio, lo cual facilita identificar si existen diferencias que realmente sean significativas, mientras que cuando la desviación es grande la información se dispersa más, por lo que esas diferencias pueden pasar desapercibidas y en consecuencia aumentar la posibilidad de no rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) (Ault et al., 2021).

El tamaño de muestra ( $n$ ) hace referencia a la cantidad total de observaciones que se incluyen en un estudio, de manera que cuando este número es amplio se logran estimaciones más precisas y además se reduce el error estándar, lo cual incrementa la posibilidad de identificar diferencias que realmente existan, mientras que cuando la muestra es pequeña la información resulta menos estable y por ello se vuelve más complicado detectar cambios reales, lo que a su vez puede conducir a no rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) (Kiernan, 2024)

Los grados de libertad ( $df$ ) se calculan como  $n - 1$  y determinan la forma de la distribución  $t$  utilizada para comparar el estadístico  $t$  calculado, de modo que menores grados de libertad requieren un valor  $t$  más extremo para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que puede hacer más difícil detectar diferencias significativas (University of Colorado Boulder, 2025).

El error estándar (SE) es la estimación del error en la media muestral y se calcula como  $s / \sqrt{n}$ , un error estándar pequeño indica que la media muestral es una estimación más precisa de

la media poblacional, lo que facilita la identificación de diferencias significativas y puede llevar a rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) (JMP Statistical Discovery, 2022).

Beers (2025) señala que el nivel de significancia ( $\alpha$ ) representa la probabilidad máxima de cometer un error al rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) cuando en realidad es verdadera, de manera que por lo general se fija en un valor de 0.05 para establecer un límite claro, y por eso cuando el p-valor obtenido es menor que ese nivel se interpreta que la diferencia observada tiene peso estadístico suficiente, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), mientras que cuando el p-valor es igual o superior no se cuenta con la evidencia necesaria y por lo tanto no se procede a rechazarla .

De igual forma indica que el estadístico t (valor t) corresponde al valor que se obtiene para decidir si se acepta o se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), de modo que su cálculo parte de la diferencia entre la media de la muestra y la media poblacional planteada, la cual se divide entre el error estándar para obtener un resultado preciso, y por esta razón cuando el valor absoluto de t es mayor que el valor crítico que corresponde a los grados de libertad y al nivel de significancia, entonces se considera que existe suficiente evidencia y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Así mismo Beers (2025) menciona que el p-valor corresponde a la probabilidad que se asocia directamente con el estadístico t, de modo que funciona como una medida de qué tanta evidencia existe en contra de la hipótesis nula ( $H_0$ ) y por eso cuando este valor es pequeño significa que los resultados obtenidos tienen muy poca probabilidad de ocurrir si la hipótesis nula ( $H_0$ ) fuera cierta, lo cual sugiere que debe rechazarse, mientras que cuando el p-valor es alto los resultados se alinean con lo que plantea la hipótesis nula ( $H_0$ ) y por lo tanto no se procede a rechazarla.

Todo lo anterior permite concluir que la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula se basa en la comparación entre el p-valor y el nivel de significancia ( $\alpha$ ), si el p-valor es menor que el nivel de significancia ( $\alpha$ ), se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ); si es mayor o igual al nivel de significancia ( $\alpha$ ), no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) (Beers, 2025).

### Principios de economía circular

Para evaluar el cumplimiento de los principios de la economía circular se utilizó la metodología de análisis por principios que compara el modelo de economía circular ideal con la realidad empírica observada a partir de datos de caracterización de residuos, valorización económica y propuestas de recuperación.

### Principios

1. Reducir la generación de residuos
2. Mantener los productos y materiales en uso a su máximo valor
3. Regenerar el sistema natural y reducir la contaminación

Cada principio fue evaluado en una tabla comparativa estructurada con tres columnas:

**Tabla 6.** Tabla comparativa de principios.

<b>Principio de la economía circular</b>	<b>¿Se cumple?</b>	<b>Datos que lo evidencian</b>	<b>Análisis</b>
1. Reducir la generación de residuos			
2. Mantener los productos y materiales en uso a su máximo valor			
3. Regenerar el sistema natural y reducir la contaminación			

*Nota.* Elaborado en base a Haupt et al. (2017).

Este instrumento permitió establecer el grado de alineación real del manejo de residuos sólidos en Otavalo con los fundamentos de la economía circular de un proceso ideal, ya que su carácter cualitativo fue complementado con datos cuantitativos que refuerzan el análisis, tales como volumen de residuos por tipo, valorización económica de subproductos, porcentaje de residuos enviados al relleno sanitario, entre otros.

Añadido a esto se realizó una capacitación a la ciudadanía el 04 de diciembre del 2025 en la parroquia Miguel Egas Cabezas, específicamente en la comunidad de Peguche, reconocida por su tradición textil, en donde esta actividad abordó los fundamentos de la economía circular y las oportunidades del aprovechamiento de residuos textiles y sirvió para observar las percepciones y predisposición de la comunidad hacia prácticas sostenibles.

Para realizar un análisis exploratorio de los conocimientos previos de los asistentes se realizó un Pretest verbal con las siguientes preguntas:

- (1) ¿Qué entienden por economía circular?
- (2) ¿Han escuchado hablar del aprovechamiento de residuos?
- (3) ¿Qué hacen normalmente con los residuos textiles en casa?

Partiendo de esta primera interacción se procedió a realizar la capacitación titulada “ECONOMÍA CIRCULAR EN EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN OTAVALO” que abarcó los siguientes temas:

- Funcionamiento del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos en Otavalo.

- Problemáticas existentes en el manejo integral de residuos sólidos no peligrosos.
- Porcentajes de residuos producidos por el cantón Otavalo.
- Porcentajes de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario de Carabuela.
- Importancia del pacto nacional por la economía circular.
- Transición de economía lineal a economía circular.
- Fundamentos y principios de la economía circular.
- Aprovechamiento de residuos textiles.

Al finalizar se realizó un Post test verbal con el fin de analizar los conocimientos adquiridos con las siguientes preguntas:

(1) ¿Cómo explicarías qué es economía circular?

(2) ¿Qué acciones nuevas crees que puedes aplicar desde hoy en tu entorno?

(3) ¿Qué acción concreta se animan a intentar a partir de ahora?

## **CAPÍTULO III**

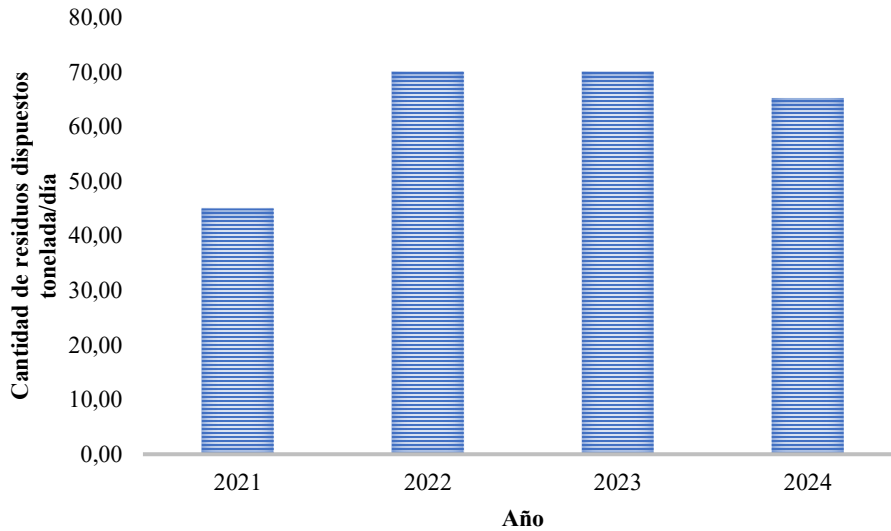
### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se desarrollan el análisis e interpretación de los resultados obtenidos durante la investigación que responden a los objetivos planteados, inicialmente se aborda la valoración económica de la caracterización de los residuos sólidos, considerando los volúmenes y tipos identificados, así como los precios de valorización correspondientes; luego de esto, se examina la valoración económica de la recuperación de residuos textiles, a partir del estudio de los costos asociados a su manejo y de los beneficios económicos y ambientales potenciales derivados de su aprovechamiento; a continuación, se analizan las acciones educativas y de sensibilización ciudadana orientadas a promover una cultura de economía circular en el cantón, contrastando los resultados obtenidos con referentes teóricos y antecedentes empíricos relevantes; finalmente la integración de estos análisis permitió dar cumplimiento al objetivo general de la investigación, al proporcionar una visión integral sobre la valorización económica y social de los residuos, así como sobre las estrategias de educación ambiental que contribuyen al fortalecimiento de la economía circular en el territorio de estudio.

#### **1. Identificación de productos reciclados**

Luego de la revisión documental y análisis teórico – técnico se establece que en Otavalo se generaron diariamente 65,17 toneladas de residuos orgánicos e inorgánicos (residuos sólidos no peligrosos) para el año 2024.

**Figura 9.** Cantidad de residuos dispuestos tonelada/día



*Nota.* Elaborado por los autores en base a Ministerio del Ambiente (2023) y Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024b).

De acuerdo con la Figura 9 en 2021 se inició con 45 toneladas al día de residuos sólidos no peligrosos dispuestos en los sitios de disposición final, a partir del 2022 se evidencia un aumento de 25 toneladas, de acuerdo con el Ministerio de Turismo (2022), esto puede deberse a la reactivación económica post-covid de los sectores turísticos en las áreas de alojamiento y servicio de comida, sin embargo, para el 2024 la cantidad de residuos se redujo en 4,83 toneladas pasando de 70 toneladas al día a 65,17 toneladas, esta reducción podría estar asociada a la consolidación de una cultura de economía circular en los países latinoamericanos. De acuerdo con Santiago (2021), este modelo promueve la reducción, reutilización y reciclaje de materiales, junto con la adopción de prácticas productivas y de consumo sostenibles, estas acciones contribuyen a disminuir la generación de desechos y optimizar el aprovechamiento de los recursos, lo que se refleja en la menor disposición final de residuos registrada en dicho periodo.

En base al levantamiento de información realizado por el GAD de Otavalo en el PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS DEL CANTÓN OTAVALO (2024-2032) se pueden observar los porcentajes obtenidos en relación con el tipo de residuo.

**Tabla 7.** Porcentajes obtenidos

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Orgánico	65,2
Inorgánico	34,8

*Nota.* Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024a)

En la Tabla 7 los porcentajes observados reflejan que en Otavalo diariamente se generan dos tipos de residuos; los orgánicos con el 65,2% que comprende a todos aquellos que pueden llegar a descomponerse en un tiempo corto y los inorgánicos con el 34,8% que son aquellos que no se descomponen con facilidad, pudiendo llevarles un periodo de tiempo más largo para degradarse, debido a que son creados por procesos industriales y no son fácilmente reintegrados a la naturaleza por microorganismos, temperatura o humedad como los residuos orgánicos. (Pérez, 2022).

La siguiente tabla presenta los porcentajes de los resultados obtenidos de la caracterización realizada por cada subproducto que llegan al relleno sanitario.

**Tabla 8.** Porcentaje promedio de subproductos de caracterización en el relleno sanitario.

<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Porcentaje % total</b>
Residuos Orgánicos	36,56%
Otros residuos peligrosos domésticos (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias)	17,70%
Telas y material textil	12,10%
LDPE (Poliétileno de baja densidad)-4	8,49%
PP (Polipropileno)-5	4,82%
Otros (tierra, polvo, cenizas y otros)	4,27%
Otros plásticos: Incluye las demás resinas y los materiales multicapa; Acrilonitrilo-butadienestireno (ABS); Policarbonato (PC). Biopolímeros-7	2,38%
Cartón	2,11%
PET (Poliétilentereftalato)-1	1,44%
PS (Poliestireno)-6	1,32%
Vidrio	1,10%
Caucho	1,01%
Otros residuos menores a 1%	6,70%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

*Nota.* Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024a).

La Tabla 8 muestra que los residuos textiles representan un 12,10% del total de los residuos sólidos generados, ubicándose como el tercer subproducto más abundante, superado únicamente por los residuos orgánicos (36,56%) y los residuos peligrosos domésticos como pañales o toallas sanitarias (17,70%), este dato revela la alta presencia de residuos textiles desechados, lo que sugiere patrones de producción y comercialización frecuente de productos textiles y la falta de mecanismos eficaces de reutilización o reciclaje en el cantón. Esta tabla también presenta los residuos con porcentajes individuales menores al 1% que representan en conjunto el 6,67% del total denominado “otros residuos menores al 1%” en donde se incluyen materiales como papel, metales, madera, tetrapack, electrónicos, pilas, medicamentos y lámparas; aunque cada uno aporta poco por separado, en conjunto reflejan la variedad de desechos generados y la importancia de una gestión adecuada de residuos.

La siguiente tabla recopila los subproductos que tienen más información dentro de los estudios realizados.

**Tabla 9.** Porcentaje promedio de subproductos seleccionados.

<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Porcentaje % total</b>
Cartón	2,11%
Papel	0,84%
PET (Polietilentereftalato)-1	1,44%
LDPE (Polietileno de baja densidad)-4	8,49%
Telas y material textil	12,10%

**Nota.** Elaborado en base a Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024a).

Los subproductos detallados en la Tabla 9 fueron seleccionados por la presencia de información monetaria de costos de venta, ya que estos tienen potencial comercial en el cantón, también se añadió los residuos de telas y material textil debido a que al realizar la observación a los porcentajes este subproducto representa el 12,10% del total de residuos orgánicos transportados al relleno sanitario y no cuentan con un valor en el mercado, ya que estos residuos no están siendo aprovechados.

## 2. Valorización económica de los subproductos seleccionados

### 2.1. Precios de compra de materiales

A continuación se presentan los precios en los que la Recicladora Cotopaxi ubicada en Otavalo compra los materiales reciclables recogidos por recicladores en el 2024, a su vez se muestran los precios generales en los que se compraba estos mismo materiales en el 2014.

**Tabla 10.** Precios de compra de materiales reciclables 2014 vs 2024

<b>Material de compra</b>	<b>Precio máximo de compra por Kg 2014</b>	<b>Precio máximo de compra por Kg 2024</b>
Cartón	0,11	0,18
Papel mixto	0,1	0,18
PET (Polietilentereftalato)-1	0,75	0,68

LDPE (Polietileno de baja densidad)-4	0,17	0,15
Telas y material textil	0	0

---

**Nota.** Elaborado en base a Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024b) y Ministerio del Ambiente (2014).

La Tabla 10 detalla los precios máximos de compra por kilogramo para materiales reciclables en 2024 muestran una disparidad en el valor percibido entre diferentes tipos de residuos sólidos en el cantón Otavalo, ya que mientras materiales como el PET (tereftalato de polietileno) alcanzan un precio de hasta \$0,68 por kg, el cartón y el papel mixto apenas llegan a \$0,18 por kg, y el LDPE (Polietileno de baja densidad) se mantiene en \$0,15 por kg. Es importante destacar que actualmente las telas y materiales textiles no tienen un precio de compra debido a que el precio de estos residuos se establece por la oferta y la demanda en el mercado; al momento este no es atractivo de aprovechamiento (Pazmiño, 2021).

Al realizar una comparación entre los precios máximos de compra por kilogramo de materiales reciclables de los años 2014 y 2024 en el cantón Otavalo, existe una variabilidad según el tipo de material, ya que mientras el cartón y el papel mixto evidencian un incremento, pasando de \$0,11 y \$0,10 en 2014 a \$0,18 en 2024 respectivamente, el PET (tereftalato de polietileno) muestra una disminución de \$0,75 a \$0,68 por kilogramo, y el LDPE (polietileno de baja densidad) también reduce su valor de \$0,17 a \$0,15 por kilogramo. Estos cambios revelan el comportamiento del mercado de reciclaje que se ve afectado por factores como la demanda industrial, los costos de transporte y las políticas locales de gestión de residuos, por lo que las variaciones de precios no

necesariamente implican una menor valorización ambiental, sino un ajuste progresivo a las condiciones del mercado, de manera concordante, Pazmiño (2021) señala que la volatilidad de los precios de los materiales reciclables responden tanto a la valorización del material en el mercado internacional como a las capacidades locales de recolección y proceso de transformación, lo que en conjunto explica las diferencias en la rentabilidad y el aprovechamiento económico del reciclaje entre distintos tipos de residuos.

### Validación de la valoración económica de los subproductos seleccionados

Para realizar la validación de los datos se realizó una prueba t para muestras independientes con las hipótesis realizadas a partir de la comparación entre precios de compra máximos de los años 2024 y 2014.

**Tabla 11.** Hipótesis para la prueba t

Formulación de hipótesis	Estadísticos de prueba	Criterio de decisión	Nivel de significancia ( $\alpha$ )
<b>H<sub>0</sub>:</b> No existe diferencia significativa entre los precios de compra máximos de 2014 y 2024.	$t = 1.572$	Se rechaza H <sub>0</sub> si	$\alpha = 0.05$
<b>H<sub>1</sub>:</b> Existe una diferencia significativa entre los precios de compra máximos de 2014 y 2024.	$p = 0.167$	$p < \alpha$	

**Nota.** Elaborado por los autores

El valor p obtenido (0.167) es mayor a  $\alpha$ , por lo que no se rechaza H<sub>0</sub>. Esto indica que, estadísticamente, no existe evidencia suficiente para afirmar que los precios entre 2014 y 2024

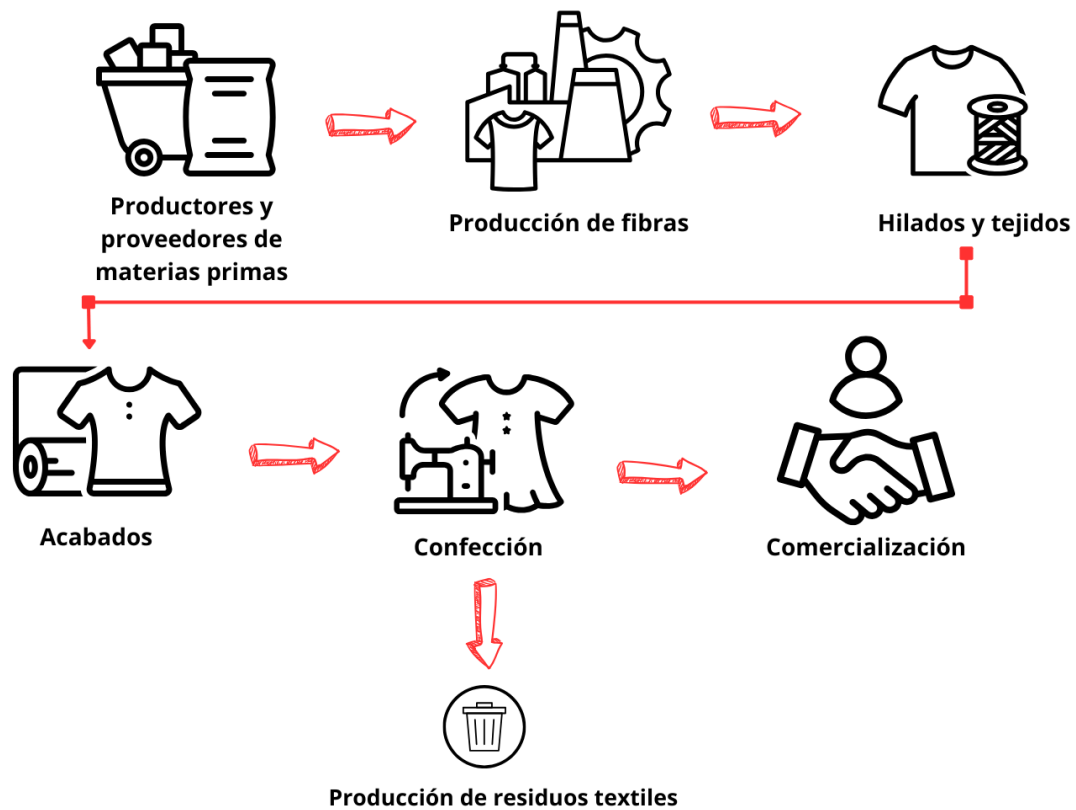
difieran de manera significativa, aunque se observan variaciones numéricas, estas no son lo suficientemente grandes en relación con la variabilidad de los datos para considerarlas un cambio significativo a nivel estadístico.

Si bien numéricamente se observan variaciones en algunos materiales, estas diferencias no son estadísticamente consistentes cuando se considera la variabilidad interna de los datos comparados, por esta razón los resultados sugieren que el comportamiento del mercado de compra de materiales reciclables se ha mantenido relativamente estable en la década analizada.

Esta estabilidad en los precios respalda la interpretación de que los cambios observados en las dinámicas de reciclaje, acopio o comercialización durante este período no han sido suficientemente fuertes como para generar impactos significativos en los precios de compra, al menos para los materiales evaluados en esta investigación.

### **3. Proceso productivo de la industria textil**

La forma en la que se producen los residuos textiles es el resultado del proceso de confección en la industria textil en el cantón Otavalo, ya que este pasa desde el proceso de adquisición de materias primas hasta llegar a la confección, en donde se generan los residuos que posteriormente son desechados (DELTA, 2020).

**Figura 10.** Proceso productivo de la industria textil

*Nota.* Elaborado por los autores en base a DELTA (2020)

La Figura 10 presenta el proceso productivo de la industria textil que aplica Otavalo, aquí se puede observar que existe una brecha entre la confección y la comercialización que no cumple con los principios de economía circular, debido a que los residuos no son procesados para poder ser insertados como productos reutilizables, al contrario estos solo son desechados, ocupando el tercer lugar con mayor porcentaje entre los residuos sólidos que llegan al relleno, generando un problema a la municipalidad en el manejo de estos residuos, ya que al momento de la recolección conjunta con otros residuos sólidos impiden realizar una recolección efectiva, estos son difíciles

de compactar dado que demandan mucho volumen en el transporte y en el relleno sanitario (RECOVO, 2025).

Por esta razón se propone el aprovechamiento de los residuos textiles dándoles un valor para que sean convertidos en Combustible Derivado de Residuos (CDRs), todo esto siguiendo un subproceso que se despliega desde la confección (procesamiento).

A continuación, se presenta la subdivisión del proceso a seguir para la creación del CDR.

**Figura 11.** Proceso de Recuperación de residuos textiles



*Nota.* Elaboración por los autores en base a Checa (2021).

La Figura 11 detalla el proceso para la generación de Combustible Derivado de Residuos (CDR), inicia con el procesamiento textil donde la maquinaria de confección genera sobrantes que posteriormente pasan a una etapa de rechazo, en la cual se identifican y separan los residuos textiles no aptos para reutilización, estos materiales se clasifican para entregarse limpios y secos, asegurando su adecuada valorización. Luego, mediante el transporte, se recolectan y trasladan los residuos hacia la planta de reciclaje, donde son triturados, separados y compactados para obtener

una fracción homogénea y con características energéticas estables. Finalmente, el material procesado se entrega listo para su aprovechamiento como CDR, destinado a operaciones industriales que utilizan estos combustibles alternativos en sustitución parcial de fuentes fósiles Checa (2021).

### **3.1. Valorización económica del proceso de recuperación de los residuos textiles**

De acuerdo con la LOTAIP (2004) en el artículo 7, exige a las instituciones del sector público dar a conocer información actualizada y obligatoria para garantizar la transparencia por lo que en el literal c, se especifica que deben difundir la remuneración mensual de cada puesto y cualquier ingreso adicional, incluyendo compensaciones, mediante portales web u otros medios accesibles al público.

En base a las remuneraciones del personal, los costos y gastos necesarios, se propone la siguiente valorización del proceso de creación de materia prima lista para convertirse en CDR de telas y residuos textiles.

La siguiente tabla presenta una propuesta del personal necesario para cubrir una ruta de recolección diferenciada dentro de la ciudad de Otavalo.

**Tabla 12.** Personal recolección diferenciada.

<b>Personal recolección diferenciada</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Pago Diario por trabajador</b>	<b>Pago Diario por Total de trabajadores</b>	<b>Pago mensual por total de trabajadores</b>	<b>Gasto Diario</b>	<b>Gasto Mensual</b>
Operario de maquinaria pesada	1	\$ 20,52	\$ 20,52	\$ 615,58		
					\$ 233,98	\$ 7.019,51
Ayudantes	2	\$ 17,54	\$ 35,08	\$ 1.052,50		

*Nota.* Elaborado en base a Alcaldía ciudadana de Otavalo (2024) y Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024a).

Para la elaboración de la Tabla 12 se realizó el promedio de las remuneraciones mensuales unificadas del chofer de vehículo pesado y el ayudante de recolección de aseo (c.t, contrato temporal), tomando en cuenta que para la recolección diferenciada se necesitará un chofer y dos ayudantes durante 8 horas, recorriendo una ruta, una vez a la semana dando como resultado un total de \$7.019,51 dólares mensuales, en donde ya se incluyen gastos del personal, material e implementos de bioseguridad.

El proceso de recuperación de residuos textiles para convertirse en CDRs implica varios rubros que se detallan a continuación, estos fueron categorizados por actividad, por esta razón se eligió el costeo por actividad (ABC) como la metodología óptima para la valorización monetaria de este proceso de recuperación.

**Tabla 13.** Proceso valorizado de recuperación de residuos textiles.

<b>Actividad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas trabajadas</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo diario</b>	<b>TOTAL MENSUAL</b>
<b>Transporte</b>	Operario de maquinaria pesada	1	8	\$ 615,58	\$ 20,52	
	Ayudantes	2	8	\$ 1.052,50	\$ 35,08	\$ 7.019,51
	Costos asociados a recolección	1	8	\$ 5.351,43	\$ 195,92	
<b>Triturar</b>	Mini retroexcavadora	1	8	\$ 960,00	\$ 240,00	
	Cinta transportadora	1	8	\$ 42,54	\$ 10,64	
	Picadora	1	8	\$ 9,72	\$ 2,43	\$ 2.065,78
	Ayudantes	2	8	\$ 1.053,52	\$ 35,12	
<b>Compactar</b>	Compactadora	1	8	\$ 5,52	\$ 1,38	
	Ayudantes	2	8	\$1.053,52	\$ 35,12	\$1.401,54
	Amarra negra (Fleje espesor 8,10,12 mm)	250	0	\$342,50	\$85,63	
					<b>TOTAL</b>	<b>\$10.486,82</b>

*Nota.* Elaborado en base a Alcaldía ciudadana de Otavalo (2024) y Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo (2024a).

En la Tabla 13 se expone el proceso de recuperación de los residuos textiles para convertirlos en CDR, se lleva a cabo a través de tres actividades esenciales que son transporte, trituración y compactación, para lo cual se requiere recursos humanos, maquinaria y materiales específicos.

La etapa de transporte constituye el componente de mayor peso dentro de la estructura de costos, dado que concentra los dos rubros más elevados del proceso: los costos asociados a la recolección (\$5.351,43) y la remuneración del personal auxiliar (\$1.052,50), estos en conjunto representan aproximadamente el 61% del costo total, reflejando una alta incidencia del factor logístico en la cadena de valor del CDR, estos valores responden principalmente al uso de maquinaria pesada, consumo de combustible, mantenimiento y la mano de obra necesaria para garantizar la recolección y el traslado eficiente de los residuos hacia la planta de reciclaje de Carabuela.

Posteriormente, en la etapa de trituración, se realiza la reducción del tamaño de los residuos mediante el uso de equipos como la mini retroexcavadora, la cinta transportadora y la picadora, junto con apoyo operativo, esta fase implica un costo total aproximado de \$2.065,78 mensuales correspondiente a la operación continua de maquinaria y la asistencia de personal.

Finalmente, el proceso de compactación agrupa y dispone el material triturado en cubos, utilizando una máquina compactadora y amarra negra (fleje) para su fijación, esta fase representa un costo estimado de \$1.401,54 mensuales en donde predominan los costos de insumos y energía.

En términos globales, la ejecución del proceso completo, que considera las tres fases alcanza un costo mensual total de \$10.486,82, correspondiente a una frecuencia de una operación semanal, este valor incorpora los gastos de personal, maquinaria, insumos y logística necesarios

para la transformación del residuo textil en CDR, sin embargo el esquema operativo puede adaptarse de forma proporcional para realizarse dos veces por semana, dependiendo del volumen de residuos disponibles y de la demanda del producto final.

### Validación de la valoración económica del proceso de recuperación.

Para realizar la validación de los datos se realizó una prueba t para muestras pareadas con las hipótesis realizadas a partir de la comparación entre el costo mensual promedio y los recursos utilizados presentados en la Tabla 13.

**Tabla 14.** Hipótesis para la prueba t

Formulación de hipótesis	Estadísticos de prueba	Criterio de decisión	Nivel de significancia ( $\alpha$ )
<p><b>H<sub>0</sub>:</b> El costo mensual promedio no difiere significativamente entre los distintos tipos de recursos utilizados en el proceso operativo.</p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> El costo mensual promedio difiere significativamente entre al menos dos de los tipos de recursos utilizados.</p>	<p><math>t = -0.13</math> <math>p = 0.9015</math></p>	<p>Se rechaza H<sub>0</sub> si <math>p &lt; \alpha</math></p>	<p><math>\alpha = 0.05</math></p>

El valor p obtenido (0.9015) supera ampliamente el nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ) por lo que no se rechaza la hipótesis nula, implicando que las diferencias observadas entre los costos mensuales de los distintos recursos operativos no son estadísticamente significativas, aunque los

montos varían entre maquinaria, insumos y mano de obra, estas variaciones no resultan suficientes en términos estadísticos para afirmar que existe una diferencia real en sus costos promedio.

En consecuencia, los resultados sugieren que la estructura de costos operativos se mantiene relativamente estable, indicando que las diferencias numéricas responden más a variaciones propias de cada recurso que a cambios considerables en el comportamiento general del sistema de costos.

#### **4. Capacitación sobre economía circular y aprovechamiento de residuos.**

Se llevó a cabo la capacitación el día 04 de diciembre del 2025, dirigida a la comunidad de Peguche ubicada en el cantón Otavalo en la parroquia Miguel Egas Cabezas con el fin de fortalecer sus conocimientos y actitudes frente a los principios de la economía circular y las oportunidades que ofrece el aprovechamiento de residuos textiles, esta actividad se enfocó en informar, educar y sensibilizar sobre la importancia de cambiar de un modelo lineal de consumo que genera desechos hacia un modelo circular que prioriza la reducción, reutilización y reciclaje de materiales y residuos.

Previo a iniciar con estos temas se realizó un pre-test verbal para explorar los conocimientos que las personas ya manejan sobre economía circular y residuos textiles, a los asistentes se les preguntó lo siguiente: (1) ¿Qué entienden por economía circular?, (2) ¿Han escuchado hablar del aprovechamiento de residuos? y (3) ¿Qué hacen normalmente con los residuos textiles en casa?

**Figura 12.** Participación de pre-test verbal

*Nota.* Elaborado por autores.

Los participantes no tenían conocimientos sobre el concepto de economía circular, al hacer la pregunta sobre el aprovechamiento de residuos tienen una idea del reciclaje de papel, cartón y botellas, sin embargo, no lo asocian a que estos residuos sean reinsertados dentro de una nueva cadena de producción, no se toma en cuenta la amplitud de lo que implica el conocer los principios de economía circular y cómo aplicarlos generaría un cambio en su manera de producir artículos textiles.

**Figura 13.** Capacitación.

*Nota.* Elaborado por autores.

A lo largo de la capacitación se profundizó en los fundamentos de la economía circular y se vinculó con la realidad del cantón Otavalo, para esto se presentaron datos locales sobre la generación de residuos sólidos no peligrosos y el porcentaje que representa los residuos de telas y textiles, lo cual permitió a los participantes visualizar cómo esta categoría de desecho también forma parte de un ciclo de impacto ambiental y económico en donde al relacionar los residuos textiles con su entorno se logró mayor conexión y reflexión.

También se analizó la transición del modelo lineal hacia el modelo circular, destacando que no se trata solo de gestionar los residuos al final del proceso, sino de replantear los procesos

desde la fase de diseño, la producción y el consumo, este enfoque fue bien recibido por los asistentes, quienes expresaron interés en conocer prácticas aplicables para sus hogares y talleres, lo cual se evidenció en sus participaciones durante la capacitación.

Para finalizar se realizó el post-test verbal complementario para explorar los conocimientos adquiridos que las personas manejan después de la capacitación en donde se preguntó a los asistentes: (1) ¿Cómo explicarías qué es economía circular?, (2) ¿Qué acciones nuevas crees que puedes aplicar desde hoy en tu entorno?, (3) ¿Qué acción concreta se animan a intentar a partir de ahora?

**Figura 14.** Participación de post-test verbal



*Nota.* Elaborado por autores.

Finalizada la capacitación, los participantes reflejan una conexión con los conceptos de economía circular y sus principios, mostrando que la capacitación cumplió con el objetivo de educar y sensibilizar a la ciudadanía sobre la economía circular y la importancia de su aprovechamiento, también se observaron respuestas reflexivas sobre cómo la producción de residuos de procedencia textil contribuyen al problema en el manejo integral de los residuos sólidos, donde los asistentes mostraron interés en la recuperación de los mismos.

## **5. Evaluación de los principios de economía circular**

Después del análisis de la información obtenida referente a porcentajes y tipos de subproductos que llegan al relleno sanitario de forma real, se dio paso a la evaluación de los principios de economía circular comparados a un proceso ideal, este enfoque evaluativo permite establecer de forma clara cuáles principios de la economía circular se están aplicando en el cantón Otavalo y cuáles no, basándose en datos cuantificables. Al contrastar los resultados con el marco conceptual, se identifican brechas en la gestión actual de residuos, lo cual sirve como insumo técnico para formular recomendaciones de mejora orientadas a un manejo más sostenible y circular.

**Tabla 15.** Resultado de tabla de principios de economía circular

Principio de la economía circular	¿Se cumple?	Datos que lo evidencian	Análisis
<b>1. Diseñar sin residuos ni contaminación</b>	No se cumple	<p>El 12,10% del total de residuos son telas y material textil (Tabla 9)</p> <p>El proceso productivo textil no incluye rediseño para prevenir desechos (DELTA, 2020)</p>	<p>El diseño actual de producción textil genera residuos sin mecanismos de prevención.</p> <p>No hay medidas visibles de rediseño de insumos ni procesos, esto contradice el principio de evitar residuos desde el origen.</p>
<b>2. Mantener los productos y materiales en uso</b>	Parcialmente	<p>Subproductos como cartón (2,11%), papel (0,84%), PET (1,44%) y LDPE (8,49%) tienen valor de reventa entre \$0,15 y \$0,68/kg (Tabla 10).</p> <p>Telas y material textil (12,10%) tienen valor de \$0 (sin aprovechamiento actual).</p>	<p>Hay materiales que tienen una recuperación efectiva, lo cual prolonga su vida útil, pero los textiles se excluyen del sistema productivo.</p> <p>La propuesta de conversión a CDR representa una alternativa relevante,</p>

Se propone convertir residuos textiles en CDRs, con un proceso valorizado en \$10.486,82 mensuales (Tabla 13). pero aún no es implementada lo que no permite cerrar ciclos materiales.

**3. Regenerar los sistemas naturales**

No se cumple

Una proporción de los residuos inorgánicos, especialmente textiles, plásticos y papel, no reciben un tratamiento que contribuya a procesos de restauración ambiental.

Los residuos inorgánicos analizados, en especial los textiles, no aportan a la regeneración de ecosistemas mediante su gestión.

La valorización energética de los textiles mediante CDR no genera beneficios directos sobre los sistemas naturales.

Aunque se transforman en CDR, reduciendo la cantidad de residuos destinados al relleno sanitario esto no implica una regeneración ambiental, sino solo una transformación energética.

---

*Nota.* Elaborado por los autores.

La Tabla 15 evidencia que el sistema de gestión actual se encuentra aún lejos de consolidar un modelo de economía circular plenamente funcional, al evaluar el primer principio muestra el mayor rezago, pues la generación significativa de desechos textiles (12,10%) y la ausencia de estrategias de rediseño en el proceso productivo reflejan que los residuos se generan desde el origen sin mecanismos preventivos, esto indica que el cantón Otavalo opera bajo un esquema lineal donde no se minimiza el impacto ambiental.

El segundo principio presenta avances parciales, algunos materiales como cartón, papel, PET y LDPE, mantienen un valor económico y son incorporados en el reciclaje, lo que permite prolongar su vida útil y reducir la presión sobre recursos vírgenes. Sin embargo, la fracción textil, que constituye uno de los residuos más voluminosos, no cuenta con alternativas de reintegración a ciclos productivos.

En cuanto al tercer principio los resultados indican un incumplimiento claro, ninguno de los flujos de residuos analizados contribuye a procesos de regeneración ambiental y la conversión de textiles en CDR, si bien reduce la disposición final, no genera beneficios directos para los ecosistemas.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### **Conclusiones**

En la investigación se logró evidenciar que los principios de economía circular no se aplican plenamente en el cantón Otavalo, esto se realizó a través del análisis de la caracterización de residuos, la valorización económica de subproductos seleccionados y la capacitación a la ciudadanía; la caracterización realizada permitió identificar los residuos más representativos del cantón, donde los residuos textiles ocupan el tercer lugar con un 12,10% del total, sin embargo, no todos los residuos tienen valor comercial en el mercado, como es el caso de las telas y textiles, lo que evidencia que no se está aprovechando la capacidad de reutilización de estos residuos.

Se identificaron brechas en la recuperación y valorización del residuo textil en donde se propusieron acciones para cerrar estas brechas, como la implementación del combustible derivado de residuos textiles (CDR) y la educación comunitaria, sin embargo, la aplicación práctica y estructural de la economía circular aún no es efectiva, lo cual limita el cumplimiento total del principio de circularidad en el cantón.

Se estableció y valorizó económicamente un proceso de recuperación de residuos textiles para transformarlos en CDRs, con un costo mensual estimado de \$10.486,82 que comprende la recolección diferenciada de una ruta una vez por semana que lleva los residuos a la planta de reciclaje para ser triturado y compactado.

La capacitación comunitaria en Peguche logró mejorar el nivel de comprensión de los participantes sobre la economía circular, el post-test verbal evidenció una mejor comprensión del concepto y un interés por aplicar prácticas sostenibles en la vida cotidiana y en talleres textiles.

## **Recomendaciones**

El GAD Municipal de Otavalo debe promover políticas que incentiven la comercialización y valorización de subproductos no aprovechados como los residuos textiles, generando convenios con recicladoras o empresas innovadoras que puedan transformar estos materiales en insumos útiles, como combustibles derivados de residuos (CDR) y otros.

Se recomienda que el GAD implemente un plan piloto de recolección diferenciada y procesamiento de residuos textiles, aplicando el modelo de economía circular para que esto permita validar en la práctica su sostenibilidad, esto aportaría datos reales para futuras expansiones del programa y obtenciones de posibles financiamientos para su implementación.

Se sugiere establecer como una práctica habitual este tipo de capacitaciones en coordinación con juntas parroquiales, centros comunitarios y mesas intersectoriales para darles continuidad periódica; es también importante involucrar a las instituciones educativas para fomentar el aprovechamiento de los residuos desde la educación general básica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía ciudadana de Otavalo. (2024). *Remuneraciones ingresos adicionales CONJUNTO DE DATOS FEBRERO 2024*.
- Alcaldía de Cuenca. (2024). *El Primer Simposio Nacional sobre Gestión de Residuos Sólidos culmina con la conformación de una Red Nacional de Apoyo en Gestión Integral de Residuos*. Noticias Cuenca. <https://www.cuenca.gob.ec/content/el-primer-simposio-nacional-sobre-gestion-de-residuos-solidos-culmina-con-la-conformacion>
- Alcaldía de Otavalo. (2020). “*Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Otavalo, provincia de Imbabura*”. Planes y programas. <https://drive.google.com/file/d/1bBiapXftUeHmKGwLfp2pGvHqZnTh7cKv/view>
- AME. (2018). *Asociación de Municipalidades Ecuatorianas. Obtenido de Municipio de Otavalo y Ministerio del Ambiente emprenden campaña contra la contaminación*. <https://ame.gob.ec/2018/06/05/municipio-de-otavalo-y-ministerio-del-ambiente-emprenden-campana-contra-la-contaminacion/>
- Andalucía Ecológica. (2018, febrero 20). *La Junta promueve la economía circular para evitar el impacto sobre el medio ambiente y favorecer el crecimiento de empleo*. Andalucía Ecológica. <https://andaluciaecologica.com/la-junta-promueve-la-economia-circular-evitar-impacto-medio-ambiente-favorecer-crecimiento-empleo/>
- Andrade, X., Pisco, I., Quinde, L., & Coronel, C. (2021, abril 23). *Tendencias alrededor de la economía circular en Ecuador*. Revista Industrias. <https://revistaindustrias.com/tendencias-alrededor-de-la-economia-circular-en-ecuador/>

Apeel. (2024). *Product Information*. Apeel Sciences; Obtenido de.  
<https://www.apeel.com/product-information>

Asamblea Nacional República del Ecuador. (2021). *LEY ORGÁNICA DE ECONOMÍA CIRCULAR INCLUSIVA. Cuarto Suplemento N°488*. [www.asambleanacional.gob.ec](http://www.asambleanacional.gob.ec)

Ault, S., Liao, S. N., & Musolino, L. (2021). *Hypothesis Testing - Principles of Data Science*.  
<https://openstax.org/books/principles-data-science/pages/4-2-hypothesis-testing>

Banco Mundial. (2018, septiembre 20). *Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. Grupo Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>

Beers, B. (2025, febrero). *P-Value: What It Is, How to Calculate It, and Examples*. Investopedia.  
<https://www.investopedia.com/terms/p/p-value.asp>

Bevans, R. (2020, enero 31). *An Introduction to t Tests | Definitions, Formula and Examples*. Scribbr. <https://www.scribbr.com/statistics/t-test/>

Bohórquez, W. (2019, octubre 17). El proceso de compostaje. *Google Libros*.  
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=X\\_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=que+es+el+compostaje+&ots=0JIW6W0Jy6&sig=52uJi110vt8SHuJ48VAc\\_qF0e3M&redir\\_esc=y#v=onepage&q=que%20es%20el%20compostaje&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=X_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=que+es+el+compostaje+&ots=0JIW6W0Jy6&sig=52uJi110vt8SHuJ48VAc_qF0e3M&redir_esc=y#v=onepage&q=que%20es%20el%20compostaje&f=false)

- Boulding, K. (1966). La economía de la futura nave espacial Tierra. *Revista de Economía Crítica*, 14. <https://tratarde.org/wp-content/uploads/2011/10/LA-ECONOM%C3%8DA-DE-LA-FUTURA-NAVE-ESPACIAL-TIERRA-K.-E.-Boulding.pdf>
- CAMAE. (2024, febrero 19). *Seis empresas ecuatorianas aplican iniciativas de economía circular con apoyo de la UE y Corpei*. <https://www.camae.org/corpei/seis-empresas-ecuatorianas-aplican-iniciativas-de-economia-circular-con-apoyo-de-la-ue-y-corpei/>
- Carson, R. (2001). *Primavera silenciosa*. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2023/10/Primavera-Silenciosa-SMCEE.pdf>
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). *Economía circular*. Ministerio de Industria y Turismo. <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- CERES. (2022, octubre 31). *UNACEM Ecuador presentó el estudio de viabilidad: una solución integral para gestionar los residuos*. Responsabilidad Social & Sostenibilidad Ecuador. <https://www.redceres.com/post/unacem-ecuador-presento-el-estudio-de-viabilidad-una-solucion-integral-para-gestionar-los-residuos>
- Chacón, D. (2019, mayo 26). *Municipio de Otavalo capacita en la clasificación de los desechos orgánicos e inorgánicos*. Alcaldía Ciudadana de Otavalo. <https://www.otavalo.gob.ec/web/otavalo-capacita-en-la-clasificacion-de-los-desechos-organicos-e-inorganicos/>
- Checa, D. (2021, septiembre 28). *¿Qué es el Combustible Derivado de Residuos (CDR)?* GTA Ambiental. <https://gtaambiental.com/combustible-derivado-residuos-cdr/>

- CMNUCC. (2015). *¿Qué es el Acuerdo de París?* <https://unfccc.int/es/most-requested/que-es-el-acuerdo-de-paris>
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2008, octubre 20). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial. [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- Cooper, R., & Kaplan, R. S. (1992). ACTIVITY BASED SYSTEMS: MEASURING THE COST OF RESOURCE USAGE. *Sep*, 6.
- COOTAD. (2010). *CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL*. [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- CORPEI. (2025). *Seis proyectos de Economía Circular se están ejecutando en el país a través de proyecto de la Unión Europea y CORPEI*. <https://corpei.org/2024/02/14/seis-proyectos-de-economia-circular-se-estan-ejecutando-en-el-pais-a-traves-de-proyecto-de-la-union-europea-y-corpei/>
- David Ricardo. (1999). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. [https://www.econlib.org/library/Ricardo/ricP.html?chapter\\_num=6#book-reader](https://www.econlib.org/library/Ricardo/ricP.html?chapter_num=6#book-reader)
- DELTA. (2020). *Cadena de producción textil: ¿cómo funciona?* DELTA maquinas téxteis. <https://deltamaquinastexteis.com.br/es/cadena-de-produccion-textil-como-funciona/>
- Diario La Hora. (2019, junio 6). *Día del Ambiente en Peguche se vivió con la presencia del Vicepresidente*. <https://www.lahora.com.ec/imbaburacarchi/Dia-del-Ambiente-en-Peguche-se-vivio-con-la-presencia-del-Vicepresidente-20190606-0043.html>

Ecoembes. (2023, marzo 22). *La tecnología del reciclaje, ¿ayuda al medioambiente?*  
<https://reducereutilizarecicla.org/tecnologia-del-reciclaje/>

Econserve. (2024, mayo 10). *La economía lineal y su impacto ambiental*. Econserve.  
<https://econserve.mx/la-economia-lineal-y-su-impacto-ambiental/>

Ecuador Travel. (2024, febrero 6). *La identidad se teje de colores en Otavalo*.  
<https://ecuador.travel/la-identidad-se-teje-de-colores-en-otavalo/>

Einstein, B. (2024, diciembre 10). *Cómo el análisis de brechas puede impulsar el cambio estratégico en su empresa*. Harvard Business School Online.  
<https://online.hbs.edu/blog/post/gap-analysis>

Ellen MacArthur Foundation. (2015, noviembre 30). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation.  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>

Endesa. (2024, abril 22). *¿Cómo la Inteligencia Artificial facilita el reciclaje?*  
<https://www.endesa.com/es/la-cara-e/eficiencia-energetica/inteligencia-artificial-facilita-reciclaje>

ENVAC. (2023, noviembre). *Optical Waste Sorting: A modern solution for sustainable recycling*.  
<https://www.envacgroup.com/insights/optical-waste-sorting-a-modern-solution-for-sustainable-recycling/>

European Environment Agency. (2016). *Netherlands - Material resource efficiency in Europe*.

<https://www.eea.europa.eu/publications/more-from-less/norway-material-resource-efficiency/view>

FARO. (2023, marzo 30). *FARO presente en el acuerdo y compromisos en economía circular*.

Obtenido de. <https://grupofaro.org/faro-presente-en-el-acuerdo-y-compromisos-en-economia-circular/>

Fundación Ellen MacArthur. (2021, febrero 12). *El diagrama de la mariposa: visualizando la economía circular*. Fundación Ellen MacArthur.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/el-diagrama-de-la-mariposa>

Fundación Ellen MacArthur. (2022a). *The Circular Economy*. Fundación Ellen MacArthur.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>

Fundación Ellen MacArthur. (2022b, febrero 16). *Circular productos y materiales*. Fundación

Ellen MacArthur. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/circular-productos-y-materiales>

Garabiza, B. R., Prudente, E. A., & Quinde, K. N. (2021). *La aplicación del modelo de economía*

*circular en Ecuador: Estudio de caso*. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n02p17>

García, C. (2017). *Economía circular y su papel en el diseño e innovación sustentable*. Libros

Editorial UNIMAR. <https://openalex.org/works/w2614066181>

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo. (2010). *PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS RESUMEN EJECUTIVO OTAVALO-IMBABURA*.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo. (2024a). *PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS DEL CANTÓN OTAVALO (2024-2032) - PRODUCTO 1. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INSTITUCIONAL*.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo. (2024b). *PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL MUNICIPAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS DEL CANTÓN OTAVALO (2024-2032) - PRODUCTO 2. Análisis de los Aspectos Técnico - Operativo*.

Graedel, T. E., & Allenby, B. R. (1995). *Industrial Ecology* (Second). Pearson Education, Inc.  
[https://toc.library.ethz.ch/objects/pdf/e05\\_0-13-046713-8\\_01.pdf](https://toc.library.ethz.ch/objects/pdf/e05_0-13-046713-8_01.pdf)

Gunter, P. (2010). *La economía azul, 10 AÑOS 100 innovaciones 100 millones de empleos*.  
<https://www.studocu.com/co/document/universidad-distrital-francisco-jose-de-caldas/economia/economia-azul-gunter-pauli/62665403>

Haupt, M., Vadenbo, C., & Hellweg, S. (2017). Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 615–627.  
<https://doi.org/10.1111/JIEC.12506;CTYPE:STRING:JOURNAL>

Hotelling, H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources. *The University of Chicago Press Journals*, 39(2), 137–175. <https://doi.org/10.1086/254195>

Incinerox. (2024, julio 18). *Qué es un residuo y un desecho*. Incinerox.  
<https://incinerox.com.ec/que-es-un-residuo-y-un-desecho/>

INEC. (2022). *Resultados - Censo Ecuador*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.  
<https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/#resultados>

Jevons, W. (1865). *La cuestión del carbón*. Pirámide.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=124896>

JMP Statistical Discovery. (2022). *La prueba t | Introduction to Statistics*. Software de análisis de datos para la innovación interactiva. <https://www.jmp.com/es/statistics-knowledge-portal/t-test#content>

Jugador, A. (2024, abril 1). *Economía circular y consumo responsable: estrategias, casos de éxito, innovación y tecnología*. Cinco noticias. <https://www.cinconoticias.com/economia-circular/>

Kardys, I., Hoeks, S., Lenzen, M., Van Domburg, R., & Boersma, E. (2013). Tools and techniques - Statistics: Descriptive statistics. *EuroIntervention*, 9(8), 1001–1003.  
<https://doi.org/10.4244/EIJV9I8A167>

Kiernan, D. (2024, enero 8). *Hypothesis Test about the Population Mean when the Population Standard Deviation is Unknown*. Libretext.  
[https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied\\_Statistics/Natural\\_Resources\\_Biometrics\\_\(Kiernan\)/03%3A\\_Hypothesis\\_Testing/3.03%3A\\_Hypothesis\\_Test\\_about\\_the\\_Population\\_Mean\\_when\\_the\\_Population\\_Standard\\_Deviation\\_is\\_Unknown](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Natural_Resources_Biometrics_(Kiernan)/03%3A_Hypothesis_Testing/3.03%3A_Hypothesis_Test_about_the_Population_Mean_when_the_Population_Standard_Deviation_is_Unknown)

- Levin, R., & Rubin, D. (2004). *Estadística-para-administración-y-economía-Richard-I.-Levin* (Séptima). PEARSON EDUCATION. <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Estad%C3%ADstica-para-administraci%C3%B3n-y-economía-Richard-I.-Levin.pdf>
- Lluch, J. (2020, agosto 27). *Economía circular para la gestión de residuos* | VIU. <https://www.universidadviu.com/ec/actualidad/nuestros-expertos/economia-circular-para-la-gestion-de-residuos>
- LOTAIP. (2004, mayo 18). *LEY ORGANICA DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA* (Ley 24). Lexis. <https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/LOTAIP.pdf>
- Ludeña, J. (2021). *Estado estacionario*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/estado-estacionario.html>
- Malthus, T. (1846). *Ensayo sobre el principio de la población*. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2aOuxVUqw6YC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Ensayo+sobre+el+principio+de+la+poblaci%C3%B3n&ots=7Ia0e-G\\_Fp&sig=c1nYq4ELG5bh5Am3dYCYvCRzt8E#v=onepage&q=Ensayo%20sobre%20el%20principio%20de%20la%20poblaci%C3%B3n&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2aOuxVUqw6YC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Ensayo+sobre+el+principio+de+la+poblaci%C3%B3n&ots=7Ia0e-G_Fp&sig=c1nYq4ELG5bh5Am3dYCYvCRzt8E#v=onepage&q=Ensayo%20sobre%20el%20principio%20de%20la%20poblaci%C3%B3n&f=false)
- Mantovani, C. (2024, marzo 20). *World “losing the battle” against electronic waste, UN finds*. <https://www.reuters.com/sustainability/world-losing-battle-against-electronic-waste-un-finds-2024-03-20/>

- Marcet, X., Marcet, M., & Vergés, F. (2018). *Asociación Pacto Industrial de la Región Metropolitana de Barcelona*. [www.pacteindustrial.org](http://www.pacteindustrial.org)
- Marx, K. (1996). *Capital, A Critique of Political Economy, Volume III The Process of Capitalist Production as a Whole*. *Tim Delaney and M. Griffin in.*
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle (de la cuna a la cuna) Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. <https://dokumen.pub/cradle-to-cradle-de-la-cuna-a-la-cuna-rediseando-la-forma-en-que-hacemos-las-cosas-0-86547-587-3.html>
- Mill, J. (1848). *Principios de Política Económica*. Fondo de Cultura Económica. [https://archive.org/details/principios-de-economia-politica-mill\\_202208/page/n1/mode/2up](https://archive.org/details/principios-de-economia-politica-mill_202208/page/n1/mode/2up)
- Ministerio de Turismo. (2022, julio 28). *REACTIVACIÓN ECONÓMICA: EL TURISMO DEJA CIFRAS POSITIVAS EN LO QUE VA DE 2022*. Ministerio de Turismo. <https://www.turismo.gob.ec/reactivacion-economica-el-turismo-deja-cifras-positivas-en-lo-que-va-de-2022/>
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2014, septiembre). *Precios de Mercado Referenciales para Materiales Reciclables*. <https://www.ambiente.gob.ec/precios-de-mercado-referenciales-para-materiales-reciclables/>
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2023). *Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva – (GRECI)*. <https://www.ambiente.gob.ec/proyecto-gestion-integral-de-residuos-solidos-y-economia-circular-inclusiva-greci/>

- Mishra, P., Singh, U., Pandey, C. M., Mishra, P., & Pandey, G. (2019). Application of student's t-test, analysis of variance, and covariance. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(4), 407–411. [https://doi.org/10.4103/ACA.ACA\\_94\\_19](https://doi.org/10.4103/ACA.ACA_94_19)
- Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros y científicos* (Mc-Graw Hill, Ed.). [https://www.uteg.edu.ec/biblioteca-libros/wp-content/uploads/2022/11/Estadistica\\_para\\_ingenieros\\_y\\_cientificos.pdf](https://www.uteg.edu.ec/biblioteca-libros/wp-content/uploads/2022/11/Estadistica_para_ingenieros_y_cientificos.pdf)
- ONU. (2021, marzo 26). *La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>
- OpenStax. (2012). *A Single Population Mean using the Student t Distribution - Introductory Statistics 2e*. OpenStax. <https://openstax.org/books/introductory-statistics-2e/pages/8-2-a-single-population-mean-using-the-student-t-distribution>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). *Resource efficiency and circular economy*. <https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/resource-efficiency-and-circular-economy.html>
- Parlamento Europeo. (2023). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. [https://multimedia.europarl.europa.eu/en/video/v\\_V007-0034](https://multimedia.europarl.europa.eu/en/video/v_V007-0034)
- Patricia Islas. (2008, enero 18). *Los suizos reciclan e incineran casi toda su basura*. swissinfo. <https://www.swissinfo.ch/spa/finanzas/los-suizos-reciclan-e-incineran-casi-toda-su-basura/6370686>

- Pazmiño, L. B. (2021, mayo 17). *Reciclaje inclusivo en Ecuador: ¿qué dicen las cifras?*  
<https://gk.city/2021/05/17/reciclaje-inclusivo-ecuador-economia-circular/>
- Pearce, D., & Turner, R. (1991, febrero). *Economics of Natural Resources and the Environment*.  
Researchgate.  
[https://www.researchgate.net/publication/31662420\\_Economics\\_of\\_natural\\_resources\\_and\\_the\\_environment\\_DW\\_Pearce\\_RK\\_Turner](https://www.researchgate.net/publication/31662420_Economics_of_natural_resources_and_the_environment_DW_Pearce_RK_Turner)
- Pérez, J. (2022). *Residuos orgánicos e inorgánicos*. Styropek. <https://styropek.com/es/residuos-organicos-e-inorganicos/>
- Pesantes, K. (2022, julio 18). *Basura electrónica, qué es y cómo reciclarla correctamente*.  
<https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/basura-electronica-que-es-como-reciclarla/>
- PICVISA. (2020). *Robot Inteligente Que Transforma La Industria Del Reciclaje*.  
<https://picvisa.com/es/ecopick-robot-inteligente-mision-transformar-industria-reciclaje/>
- Pigou, A. C. (2017). The economics of welfare. *The Economics of Welfare*, 1–876.  
<https://doi.org/10.4324/9781351304368/ECONOMICS-WELFARE-ARTHUR-PIGOU/RIGHTS-AND-PERMISSIONS>
- RECOVO. (2025). *Impacto medioambiental de la producción textil*. RECOVO.  
<https://recovo.co/es/blog/article/the-environmental-cost-of-fast-fashion-a-closer-look-at-textile-waste>

- Revista Técnica de Medio Ambiente. (2017, agosto 28). *Primera planta de producción de CDR en un solo paso de América Latina*. <https://www.retema.es/articulos-reportajes/primeraplanta-produccion-cdr-un-solo-paso-america-latina>
- Santander. (2024). *Economía lineal y circular: ¿a qué se refieren cada uno de estos términos y cuáles son sus diferencias?* Santander. <https://www.santander.com/es/stories/economia-lineal-y-circular-a-que-se-refieren-cada-uno-de-estos-terminos-y-cuales-son-sus-diferencias>
- Santiago, L. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe*. <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/34460a880fc6d5b6/original/Economia-circular-en-America-Latina-y-el-Caribe-Circular-Economy-in-Latin-America-and-the-Caribbean-A-Shared-Vision.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2024). PLAN DE DESARROLLO PARA EL NUEVO ECUADOR 2024 - 2025. En *Obtenido de Secretaría Nacional de Planificación*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/02/PND2024-2025.pdf>
- SixSigma. (2024, octubre 3). *Media muestral: Una guía completa para comprender, calcular y aplicar promedios estadísticos*. SixSigma.Us. <https://www.6sigma.us/six-sigma-in-focus/sample-mean/>
- Smith, A. (1794). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/16614>
- SUTCO. (2021). *COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS (CDR) Plantas de tratamiento para la producción de combustibles derivados de residuos*.

<https://www.sutco.com/es/productos/maquinaria-para-residuos-secos/combustibles-derivados-de-residuos-cdr>

Trans-Sabater. (2023, julio 23). *¿Qué es el Combustible Derivado de Residuos*. [https://trans-sabater.com/es\\_es/que-es-el-combustible-derivado-de-residuos-cdr/#:~:text=El%20CDR%20permite%20aprovechar%20los,convierten%20en%20un%20recurso%20aprovechable](https://trans-sabater.com/es_es/que-es-el-combustible-derivado-de-residuos-cdr/#:~:text=El%20CDR%20permite%20aprovechar%20los,convierten%20en%20un%20recurso%20aprovechable)

University of Colorado Boulder. (2025). *Hypothesis Tests*. [https://www.colorado.edu/amath/sites/default/files/attached-files/lesson9\\_hyptests.pdf](https://www.colorado.edu/amath/sites/default/files/attached-files/lesson9_hyptests.pdf)

Velasco, A. (2023, febrero 14). *Residuos pueden ser valorizados y generar energía limpia y sostenible*. País Circular. <https://www.paiscircular.cl/opinion/residuos-como-fuente-de-energia/>

Vicepresidencia de la República del Ecuador. (2019). *El Pacto por la Economía Circular promueve un desarrollo productivo sostenible – Vicepresidencia de la República del Ecuador*. <https://www.vicepresidencia.gob.ec/el-pacto-por-la-economia-circular-promueve-un-desarrollo-productivo-sostenible/>

World Wild Life. (2022, septiembre 21). *Empresas globales y ONGs lanzan coalición que apoya tratado global ambicioso que acabe con la contaminación por plástico*. <https://www.wwf.org.ec/?uNewsID=378910>

## ANEXOS

### Anexo 1. Solicitud formal de acceso a información.



REPÚBLICA DEL ECUADOR

#### UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

CARRERA DE ECONOMÍA EN LÍNEA



Oficio nro. UTN-FACAE-EC-L-2024-0079-O

Ibarra, 14 de junio de 2024

**ASUNTO:** Solicitud de Información para Trabajo de Titulación

Ingeniera

Anabel Hermosa

**Alcaldesa**

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN OTAVALO**

Otavaló

De mi consideración:

La Universidad Técnica del Norte a través de la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, expresa un atento y cordial saludo.

Con la finalidad de contribuir al fortalecimiento académico, solicito comedidamente su autorización para el acceso a la información que se detalla a continuación del GAD Municipal de Otavaló:

- La base de datos de los recicladores del cantón (nombres, ubicación, rutas y demás datos disponibles).
- Indicar si están implementados planes de reciclaje y reutilización en el Cantón.
- Facilitar estudios relacionados al manejo de desechos.
- Facilitar todas las ordenanzas relacionadas.
- Facilitar de manera detallada los ingresos y gastos por conceptos de residuos que se han generado en el Cantón en los últimos 5 años.
- Información relacionada con proyectos de reciclaje como plantas recicladoras o alianzas público-privadas para manejo de residuos.
- Demás información relacionada.

Con la finalidad que los estudiantes de la carrera de Economía en Línea, que detallo a continuación, realicen su Trabajo de Titulación denominado:

"ECONOMÍA CIRCULAR EN EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN OTAVALO".

REPÚBLICA DEL ECUADOR


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020

**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS**
**CARRERA DE ECONOMÍA EN LÍNEA**


#	Apellidos y Nombres	Nro. Cédula	Correo
1	Hernández Minango Ruth Karina	1005025273	<a href="mailto:rkhernandezm@utn.edu.ec">rkhernandezm@utn.edu.ec</a>
2	Pablo David Jácome Bunces	1720414018	<a href="mailto:pdjacomeb@utn.edu.ec">pdjacomeb@utn.edu.ec</a>

Por su favorable atención, anticipo mi agradecimiento.

Atentamente,  
**CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO**


 MARLON ALEJANDRO  
 PINEDA CARRILLO

Msc. Marlon Pineda  
**DECANO FACAE**

WE/ S. González

**Anexo 2.** Visita a la planta de reciclaje de Carabuela.



**Anexo 3.** Precios de compra de materiales reciclables posconsumo Recicladora Cotopaxi




Material de compra	Precio mínimo de compra	Precio máximo de compra	Kg y/o lb
Cartón	\$0,10	\$0,18	Kg.
Papel mixto	\$0,10	\$0,18	Kg.
Plástico PET	\$0,32	\$0,68	Kg.
Plásticos de funda Baja Densidad	\$0,10	\$0,15	Kg.
Plástico duro - sillas, mesas, jabas,	\$0,25	\$0,30	Kg.
otros			
Plástico soplado varios envases	\$0,10	\$0,15	Kg.
Chatarra fina	\$0,18	\$0,20	Kg.


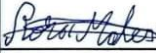
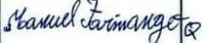


## Anexo 4. Registro de participantes de capacitación




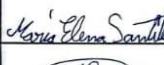


## Registro de Participantes






## Capacitación: Economía circular en el manejo sostenible de los desechos sólidos en Otavalo


Este registro tiene fines exclusivamente investigativos y académicos. La información recopilada será utilizada para analizar la participación, percepción y aportes de la comunidad en torno a la economía circular y la gestión sostenible de los residuos sólidos en el cantón Otavalo, garantizando la confidencialidad y el uso responsable de los datos.

Nombre y apellido	Número de cédula	Correo electrónico	Teléfono	Firma
Maria Tontaquimbo	1002053658		096 365 5591	
Suara Moreta	100217467-8		096 8396003	
Elvis Maldonado	105036892-5	elvisantigom@gmail.com	0392401891	

Nombre y apellido	Cédula	Correo	Teléfono	Firma
Rosa Quiles	1705834750		0990688825	
Maria Rosa Montes	1001640521		0997804294	
Manuel Farinango Quimba	100151862-8		0985353597	
Luz Maria Flores	100258926-5		0991411774	
Maria Rosa Arce	1001810231		0981355817	Rosa Arce
Rebeca Flores	1003097480		09981355817	

Nombre y apellido	Cédula	Correo	Teléfono	Firma
Juana Morales	<del>1002165846-5</del> 100165846-5		0993018022	
Esther Maldonado	1002168662		0961893324	
Alejandro Santillan	1002937686	alejandrosantillan 1234@outlook.com	0979033027	
Maria Elena Santillan	1001891637		0994312770	
Maria Clemencia Sánchez Colambo	1703697134		0983062323	
Humberto Farrungo	100166486		0989084570	

Nombre y apellido	Cédula	Correo	Teléfono	Firma
• Gerardo Quinto	1003766378	gerardoquinto.f.123 @gmail.com	0954440257	
• Gloria Andrade	1001945847		0981212586	
• Maria Rosa Camino	1001897149		0991845055	
• Nancy Páez	1002593321 1002593325	nancy.paez@gmail.com	0983003072	
• Jenny Bolaños	1002879763	jenny.bolanos@yahoo.com	0958745533	
• Maria Fabiola Cando Ajalu	1002937660		0987439618	—

Nombre y apellido	Cédula	Correo	Teléfono	Firma
Cecilia Maldonado	100240846		0989673790	
Jennifer Costeñede	1005281744	costenedjennifer@getta.com	0996568128	Noemi Costeñede
Jose Costeñede Costeñede	1001463452	costenedejose1963@gmail.com	0980000968	Jose Costeñede