



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE
RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE
INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título
Ingenieros Ambientales

Autores:

Lloacana Bonilla Edison Javier

Llunitaxi Pesantes Madeline Fernanda

Tutor:

Agreda Oña José Luis

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto - 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lloacana Bonilla Edison Javier, con cédula de ciudadanía No. 0504245457 y Llumitaxi Pesantes Madeline Fernanda, con cédula de ciudadanía No. 1751422088, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”**, siendo el Ingeniero Mg. José Luis Agreda Oña, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 7 de agosto del 2026

Lloacana Bonilla Edison Javier
C.C: 0504245457
ESTUDIANTE

Llumitaxi Pesantes Madeline Fernanda
C.C: 1751422088
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LLOACANA BONILLA EDISON JAVIER**, identificado con cédula de ciudadanía **0504245457** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2022 – Marzo 2023

Finalización de la carrera: Abril 2026 – Agosto 2026

Tutor: Ing. José Luis Agreda Oña, Mg.

Tema: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial. **CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.
- f) **CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del

marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 7 días del mes de agosto de 2026.

Edison Javier Lloacana Bonilla

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LLUMITAXI PESANTES MADELINE FERNANDA**, identificada con cédula de ciudadanía **1751422088** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2022 – Marzo 2023

Finalización de la carrera: Abril 2026 – Agosto 2026

Tutor: Ing. José Luis Agreda Oña, Mg.

Tema: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 7 días del mes de agosto del 2026.

Madeline Fernanda Llumitaxi Pesantes

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”, de Lloacana Bonilla Edison Javier y Llumitaxi Pesantes Madeline Fernanda, de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 7 de agosto del 2026

Ing. José Luis Agreda Oña, Mg.
C.C: 0401332101
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Lloacana Bonilla Edison Javier y Llumitaxi Pesantes Madeline Fernanda, con el título de Proyecto de Investigación: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 7 de agosto del 2026

Lic. Patricio Clavijo Cevallos, Ph.D.
C.C: 0501444582
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Isaac Eduardo Cajas Cayo, Mg.
C.C: 0502205164
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Mg.
C.C: 0502188451
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación. Gracias por guiar mis pasos y permitirme superar cada dificultad encontrada a lo largo de este camino. A mis padres, por ser siempre mi mayor motivo de esfuerzo y superación. Gracias por su amor, sacrificio, confianza y apoyo incondicional; por enseñarme a perseverar y por estar presente en cada momento de mi vida. Este logro es también fruto de todo lo que han hecho por mí. A mis hermanos, por su cariño, apoyo y por ser un ejemplo a seguir. Sus consejos, experiencias y palabras de motivación me impulsaron a continuar ya esforzarme para alcanzar mis metas. A la Universidad y a todos los docentes que contribuyeron a mi formación académica y profesional, gracias por compartir sus conocimientos, orientación y experiencias. Cada enseñanza recibida fue fundamental para mi crecimiento y para la culminación de este trabajo. Finalmente, agradezco a mis amigos Jaela y Juan, quienes estuvieron presentes desde el primer momento y me acompañaron durante todo este proceso. Gracias por su apoyo emocional, económico y moral, por sus palabras de aliento, por ayudarme cuando más lo necesitaba y por no dejarme solo en los momentos difíciles. A todos ustedes, mi más sincero y profundo agradecimiento. Cada gesto de cariño, apoyo y confianza fue una motivación para seguir adelante y alcanzar este logro.

Javier Lloacana

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por brindarme salud, fortaleza, sabiduría y la oportunidad de culminar una etapa tan importante de mi vida. Su guía me permitió afrontar cada desafío con esperanza y perseverancia. A mi abuelita, porque has sido mi mayor motivación, mi ejemplo de fortaleza y el pilar fundamental que sostuvo mis sueños incluso en los momentos más difíciles. Este logro lleva una parte de ti, porque detrás de cada esfuerzo estuvo tu confianza en mí y detrás de cada paso estuvo tu amor. Espero que estas páginas sean un pequeño reflejo del inmenso agradecimiento que siento por ti y del orgullo que deseo devolverte por todo lo que has hecho por mí. A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme las puertas a mi formación profesional, proporcionarme los conocimientos, las herramientas y las experiencias que contribuyeron a mi crecimiento académico y personal. A mis docentes, por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas con dedicación y compromiso. A todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso, les expreso mi más profundo agradecimiento por su apoyo y confianza.

Madeline Llunitaxi

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, con todo mi amor y gratitud, a mis padres Nelson Lloacana y Carola Bonilla, quienes han sido mi mayor apoyo y mi fuente constante de fortaleza. Gracias por acompañarme en cada etapa de este camino, por estar siempre pendientes de mí, por sus palabras de aliento y por enseñarme, con su ejemplo, a no rendirme ante las dificultades. A mis hermanos, por su cariño, comprensión y apoyo incondicional. Gracias por estar presente en los momentos de cansancio, por motivarme a seguir adelante y por recordarme que nunca he estado solo en este proceso. Este logro también les pertenece a ustedes, porque detrás de cada esfuerzo, desarrollo y sacrificio estuvieron su amor, confianza y compañía. Con profunda emoción, les dedico este trabajo como una pequeña muestra de mi eterno agradecimiento.

Javier Lloacana

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a mi padre, por su apoyo incondicional, su confianza, sus enseñanzas y el esfuerzo constante que realizó para brindarme las oportunidades necesarias para cumplir esta meta. Su ejemplo de fortaleza, perseverancia y sacrificio ha sido mi mayor inspiración para seguir adelante y nunca rendirme. A mi abuelita, por estar siempre pendiente de mí, por su cariño, sus palabras de aliento y su apoyo incondicional en cada momento. Su amor y dedicación han sido un pilar fundamental en mi vida. A mi madre, por su amor, por creer en mí y por brindarme su apoyo durante esta etapa de mi vida. Gracias por acompañarme con cariño y por motivarme a seguir adelante en cada desafío. Y, de manera muy especial, a mi mascota, Trufa, quien me acompañó durante esta aventura de ser foránea. Su compañía en los momentos de estudio, desvelo y soledad hizo más llevadero este camino, brindándome tranquilidad y recordándome que incluso en los días más difíciles siempre había un motivo para sonreír. A todos ustedes, con profundo cariño y gratitud, les dedico este logro, porque sin su apoyo, comprensión y amor, este sueño no habría sido posible.

Madeline Llumitaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS COMUNES DEL SECTOR DE METALMECÁNICO EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE AMBATO 2026”

Autores:

Lloacana Bonilla Edison Javier
Llunitaxi Pesantes Madeline Fernanda

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar estrategias para fortalecer el manejo integral de los residuos generados por las empresas del sector metalmecánico del Parque Industrial de Ambato durante el año 2026. Se desarrolló mediante un enfoque cualitativo, con un estudio de tipo documental y descriptivo, bajo un diseño no experimental de corte transversal. La información se obtuvo a partir de la matriz de gestión correspondiente a 18 empresas, la cual fue analizada mediante revisión bibliográfica y la aplicación del método de Pareto para priorizar los residuos de mayor generación. Los resultados evidenciaron que el 44% de las empresas gestionan sus residuos mediante gestores ambientales autorizados, mientras que las restantes emplean otros mecanismos de manejo; además, se registró una generación total de 7.860 kg diarios, predominando la chatarra (54%), seguida de otros residuos (22%), cartón (10%), plástico (7%), residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (4%) y papel (3%). El análisis permitió identificar oportunidades de mejora relacionadas con la capacitación del personal, la actualización de procedimientos internos, el fortalecimiento de la separación en la fuente, la optimización del almacenamiento temporal y la implementación de iniciativas orientadas al aprovechamiento de materiales. Se concluye que las estrategias propuestas constituyen una alternativa técnicamente viable para fortalecer el desempeño ambiental de las empresas, incrementar el aprovechamiento de los materiales recuperables y favorecer la mejora continua de la gestión de los residuos.

Palabras clave: Aprovechamiento, Diagnóstico ambiental industrial, Mejora continua, Segregación en la fuente, Valorización de materiales.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE WASTE MANAGEMENT SYSTEM FOR GENERAL WASTE FROM THE METALWORKING SECTOR IN THE AMBATO 2026 INDUSTRIAL PARK”

Authors:

Lloacana Bonilla Edison Javier
Llunitaxi Pesantes Madeline Fernanda

ABSTRACT

The objective of this study was to identify strategies to strengthen the comprehensive management of waste generated by companies in the metalworking sector of the Ambato Industrial Park during the year 2026. The study was conducted using a qualitative approach, involving a documentary and descriptive analysis, under a non-experimental cross-sectional design. The information was obtained from the waste management matrix of 18 companies, which was analyzed through a literature review and the application of the Pareto method to prioritize the waste streams generated in the greatest quantities. The results showed that 44% of the companies manage their waste through authorized environmental management firms, while the remainder use other management mechanisms; in addition, total waste generation was recorded at 7,860 kg per day, with scrap metal accounting for the largest share (54%), followed by other waste (22%), cardboard (10%), plastic (7%), waste electrical and electronic equipment (4%), and paper (3%). The analysis identified opportunities for improvement related to staff training, updating internal procedures, strengthening source separation, optimizing temporary storage, and implementing initiatives aimed at material recovery. It is concluded that the proposed strategies constitute a technically viable alternative for strengthening companies' environmental performance, increasing the recovery of recyclable materials, and promoting continuous improvement in waste management.

KEYWORDS: Material recovery, Industrial environmental assessment, Continuous improvement, Source separation, Material recovery.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA.....	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE FIGURAS	xx
ÍNDICE DE ESTRATEGIA.....	xx
1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	2
4. BENEFICIARIO DEL PROYECTO	3
5. PROBLEMÁTICA	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo general	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTO CIENTÍFICO	7
8.1. Antecedentes	7
8.2. Marco teórico	8
8.2.1. Residuos sólidos	8
8.2.2. Clasificación de residuos sólidos.....	9

8.2.3.	Residuos del Sector Metalmecánico.....	9
8.2.4.	Gestión Integral de residuos Solidos	10
8.2.5.	Fundamentos de la gestión ambiental empresarial	11
8.2.6.	Clasificación y caracterización de residuos industriales	13
8.2.7.	Economía circular y valorización de residuos.....	14
8.2.8.	Diagnóstico ambiental industrial.....	16
8.2.9.	Indicadores de gestión de residuos	18
8.2.10.	Diseño de sistemas de gestión integral de residuos.....	19
8.3.	Marco legal.....	19
8.3.1.	Constitución de la República del Ecuador.....	19
8.3.2.	Código Orgánico del Ambiente (COA).....	20
8.3.3.	Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva.....	22
8.3.4.	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 59004:2024 – Economía Circular	23
9.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	23
10.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
10.1.	Ubicación geográfica.....	23
10.2.	Área de Influencia del Estudio	24
10.3.	Características del Parque Industrial de Ambato	25
11.	METODOLOGÍA	27
11.1.	Enfoque de investigación.	27
11.2.	Tipo de investigación	28
11.2.1.	Investigación documental.....	28
11.2.2.	investigación de Carácter Descriptivo	28
11.3.	Metodología.....	28
11.3.1.	Método inductivo.....	28
11.3.2.	Método Analítico.....	29
11.4.	Técnicas.....	29
11.4.1.	Revisión bibliográfica documental.....	29
11.4.2.	Técnica de Análisis estadístico descriptivo.	29

11.4.3.	Análisis de Pareto (80/20)	30
11.5.	Instrumentos	30
11.6.	Población y Muestra.....	30
11.6.1.	Población.	30
11.7.	Diseño de investigación.....	30
12.	RESULTADOS.....	31
12.1.	Diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos Metal Mecánico en el parque industrial de Ambato.....	31
12.1.1.	Empresas analizadas	31
12.1.2.	Estado actual de la gestión de residuos	32
12.1.3.	Necesidades identificadas para mejorar la gestión de residuos	34
12.2.	Identificación de principales fuentes, tipos y cantidades producidas en el Parque Industrial de Ambato.	36
12.2.1.	Fuentes de generación de residuos de las empresas analizadas.....	36
12.2.2.	Tipos de residuos generados.....	38
12.2.3.	Análisis de Pareto de los residuos generados	41
12.3.	Propuesta de estrategias orientadas a la economía circular y la sostenibilidad.....	43
12.3.1.	Fundamentación de la propuesta.	43
12.3.2.	Objetivo de la propuesta	43
12.3.3.	Estrategias de mejora en el Parque Industrial de Ambato	44
12.4.	Diagrama de flujo	56
12.5.	Proyecto 1. Centro de valorización interna de chatarra metálica para la fabricación de mobiliario y accesorios industriales	57
12.5.1.	Objetivo del proyecto	57
12.5.2.	Justificación	57
12.5.3.	Materia prima	57
12.5.4.	Producto estimado	58
12.5.5.	Procedimiento para la fabricación de las estanterías.	58
12.5.6.	Presupuesto estimado	61
12.6.	Proyecto 2. Sistema de empaques retornables y protectores reutilizables para productos metalmecánicos.....	62

12.6.1.	Objetivo del proyecto	62
12.6.2.	Justificación	62
12.6.3.	Materia prima	62
12.6.4.	Producción estimada.....	63
12.6.5.	Procedimiento para la fabricación de los separadores internos.....	63
12.6.6.	Presupuesto por empresa	66
12.7.	Proyecto 3. Centro de transformación de plásticos reciclados para la fabricación de accesorios industriales mediante impresión 3D.....	67
12.7.1.	Objetivo del proyecto	67
12.7.2.	Justificación	67
12.7.3.	Materia prima	67
12.7.4.	Producción estimada.....	68
12.7.5.	Procedimiento para la fabricación de los organizadores de herramientas.....	68
12.7.6.	Presupuesto estimado	72
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
13.1.	Conclusiones.	72
13.2.	Recomendaciones.....	73
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficiarios indirectos e indirectos	4
Tabla 2 Sistema de tareas para cada objetivo.	6
Tabla 3 Organizaciones incluidas en el estudio.....	25
Tabla 4 Proyeccion de la generacion de residuos solidos generados por las 18 empresas.(Dia,Mes,Año)	27
Tabla 5 Empresas analizadas	31
Tabla 6 Gestión de Manejo de residuos	32
Tabla 7 Fuentes de generación	36
Tabla 8 Residuos generados	38
Tabla 9 Distribución acumulada de los residuos generados por las empresas del Parque Industrial de Ambato	41
Tabla 10 Materia prima	57
Tabla 11 Producto estimado	58
Tabla 12 Presupuesto estimado del proyecto	61
Tabla 13 Materia prima utilizada.....	63
Tabla 14 Características del producto	63
Tabla 15 Indicadores de seguimiento	66
Tabla 16 Materia prima utilizada.....	68
Tabla 17 Características del producto	68
Tabla 18 Presupuesto estimado para la implementación del proyecto	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de Ubicación del Parque Industrial de Ambato</i>	24
Figura 2 <i>Delimitación del área de estudio: Empresas del Parque industrial de Ambato.</i>	27
Figura 3 <i>Necesidades identificadas por las empresas para mejorar la gestión de residuos en el Parque Industrial de Ambato.</i>	34
Figura 4 <i>Diagrama de Pareto de los residuos generados por las empresas del Parque Industrial de Ambato.</i>	41
Figura 5 <i>Diagrama de flujo de aprovechamiento de Residuos</i>	56

ÍNDICE DE ESTRATEGIA

Estrategia 1 <i>Capacitación del personal.</i>	44
Estrategia 2 <i>Revisión y actualización de la normativa interna para la gestión integral de residuos sólidos.</i>	46
Estrategia 3 <i>Implementación de áreas de almacenamiento temporal de los residuos sólidos.</i>	48
Estrategia 4 <i>Adquisición de equipos e insumos.</i>	50
Estrategia 5 <i>Seguimiento y evaluación.</i>	52
Estrategia 6 <i>Implementar proyectos de economía circular y sostenibilidad de los residuos sólidos generados en el Parque industrial.</i>	54

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título: Desarrollo de un sistema de gestión integral de manejo de residuos comunes del sector de metalmecánica en el Parque Industrial de Ambato 2026.

Lugar de ejecución.

Parque Industrial de Ambato.

Institución, unidad académica y carrera que auspician.

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, Ingeniería Ambiental

Nombres de equipo de investigadores

Tutor: Ing. José Luis Agreda Oña, Mg.

Lector 1 (presidente): Lic. Patricio Clavijo Cevallos, Ph.D.

Lector 2: Ing. Isaac Eduardo Cajas Cayo, Mg.

Lector 3: Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Mg.

Autores: Edison Javier Lloacana Bonilla y Madeline Fernanda Llumitaxi Pesantes

Línea de investigación: Energías Alternativas y Renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Línea de Vinculación: Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

2. INTRODUCCIÓN

En el parque Industrial de Ambato la gestión de residuos constituye un componente esencial para la llevar a cabo la sostenibilidad de las actividades industriales, debido a que, esta práctica nos ayuda a prevenir la contaminación, optimizar el aprovechamiento de los materiales y fomentar la economía circular. Según el MAATE (2023), en Ecuador, el Ministerio de Agua, Ambiente y Transición Ecológica promueve varias estrategias para fomentar la gestión integral de residuos mediante acciones orientadas a reducción, reutilización, economía circular, y valorización de los desechos generados en diferentes áreas de los sectores productivos.

Las empresas del Parque Industrial de Ambato especialmente en el sector metalmecánico generan residuos como chatarra, papel, cartón, plástico, residuos de aparatos electrónicos entre otros, que requieren un manejo adecuado y una disposición final. Por lo contrario, la poca disponibilidad de información sobre su generación y las prácticas adecuadas son muy limitadas, lo cual hace difícil la planificación de estrategias que favorezcan una gestión ambiental eficiente. (Revelo, 2023).

La investigación es relevante debido a que aporta un diagnóstico de la situación actual del manejo de residuos, identifica los principales tipos y las cantidades generadas y proporciona información técnica para fortalecer la toma de decisiones y promover prácticas sostenibles en el sector Industrial. De esta manera, el propósito de este estudio es determinar diferentes alternativas de gestión integral de manejo de residuos metalmecánicos en el Parque Industrial de Ambato mediante el correcto diagnóstico de la situación actual y la identificación de los principales residuos generados (INEC, 2023).

3. JUSTIFICACIÓN

La elaboración de un sistema de Gestión Integral de Manejo de Residuos en el Parque Industrial de Ambato 2026, se originó a partir de la necesidad de dar respuesta a una problemática ambiental identificada como relevante dentro del sector industrial del cantón Ambato. A medida que las actividades productivas se han incrementado, también lo ha hecho la generación de residuos, los cuales, en la mayoría de los casos, no se gestionan de manera adecuada ni con un enfoque integral. Esta situación motiva la formulación de una propuesta que permita mejorar la gestión de estos residuos, reducir los impactos ambientales y contribuir al desarrollo sostenible del Parque Industrial de Ambato.

Se consideró que esta investigación es importante porque una gestión inadecuada de los residuos genera consecuencias negativas tanto para el ambiente como para las personas. La acumulación de residuos, la falta de separación en la fuente y la disposición final ineficiente contribuyen a la contaminación del suelo, del agua y del aire, además de generar riesgos para la salud de los trabajadores y del entorno cercano. Por esta razón, se estimó que la implementación de una estrategia de gestión integral de residuos sería un gran aporte para la minimización de impactos ambientales en el Parque Industrial de Ambato.

El aporte de este trabajo se enfocó en proponer estrategias claras, prácticas y adaptadas a la realidad del Parque Industrial, que permitan fortalecer la gestión ambiental de las empresas que lo conforman. A través de esta investigación, se contribuyó con lineamientos que faciliten la separación de residuos, el aprovechamiento de materiales reciclables y la correcta disposición final de los residuos. Por esta razón, se consideró que estas propuestas aportarían al fortalecimiento de la cultura ambiental del personal, promoviendo la participación activa y la corresponsabilidad en el manejo de los residuos.

Desde el punto de vista social y económico, esta investigación contó mucha relevancia, ya que un adecuado sistema de gestión de residuos no solo mejora el entorno laboral, sino que también permite optimizar los recursos y reducir significativamente los costos relacionados con el manejo y la disposición final de los residuos. Con eso, una gestión correctamente realizada y organizada contribuye a consolidar el compromiso ambiental de las empresas e incumplir con la normativa ambiental vigente en el Parque Industrial de Ambato.

4. BENEFICIARIO DEL PROYECTO

La presente investigación presenta impactos positivos tanto en el ámbito corporativo como en el social. Las organizaciones del Parque Industrial de Ambato son los beneficiarios directos, ya que al implementar este sistema lograran un estricto cumplimiento normativo y una optimización operativa fundamentada en la eficiencia de recurso. El aporte esencial consiste en convertir la gestión de residuos de un costo operativo en una ventaja competitiva dentro del marco de la economía circular.

De manera indirecta, la propuesta favorece a la comunidad de Ambato al reducir de forma sistemática las externalidades ambientales generadas por la actividad manufacturera. El estudio se sostiene en la urgente necesidad de equilibrar el crecimiento industrial con la

conservación del entorno natural, garantizando que el desarrollo económico del sector no afecte la calidad de vida y la salud pública de los residentes para el año 2026.

Tabla 1
Beneficiarios indirectos e indirectos

Beneficiarios	Población
Directos	18 Empresas
Indirectos	385,011 habitantes

Nota: Empresas y personas beneficiadas con la propuesta.

5. PROBLEMÁTICA

Según Velis et al. (2023) a nivel internacional la gestión de residuos sólidos constituye una problemática ambiental estructural asociada al crecimiento poblacional, la urbanización acelerada, el incremento de los patrones de consumo y la expansión de las actividades industriales. Estos factores han provocado un aumento sostenido en la generación de residuos, superando la capacidad técnica y operativa de los sistemas tradicionales de gestión, especialmente en los países en desarrollo. Asimismo, la disposición final sin separación en la fuente ni procesos de valorización incrementa los impactos ambientales sobre el suelo, los cuerpos de agua y la atmósfera, limitando la eficiencia del reciclaje y de los modelos de economía circular (Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México & Teresa De Jesús, 2012).

En Ecuador, esta problemática también se evidencia en el sector industrial, donde el crecimiento de las actividades productivas ha incrementado la generación de residuos que requieren una gestión técnica y ambientalmente adecuada. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023). la generación de residuos continúa en aumento, mientras que persisten limitaciones relacionadas con la separación en la fuente, el aprovechamiento de materiales y la implementación de sistemas integrales de gestión dentro de las empresas. En este contexto, diversos estudios señalan que la falta de información técnica, registros sistemáticos, procedimientos estandarizados y estrategias de valorización dificulta la toma de decisiones y reduce la eficiencia de la gestión de los residuos industriales, afectando el cumplimiento de la normativa ambiental y el desempeño ambiental de las organizaciones (Jiménez & Paredes, 2024).

En el Parque Industrial de Ambato se concentran diversas actividades productivas que generan residuos sólidos comunes, principalmente papel, cartón, plásticos y residuos orgánicos (Merino B., 2006). Sin embargo, se evidencia la ausencia de un sistema estandarizado de segregación en la fuente, registros técnicos de generación y estrategias integrales de manejo, lo que dificulta la planificación, el control y la valorización de los residuos. Esta situación incrementa los costos operativos asociados al almacenamiento, recolección y transporte, además de generar riesgos ambientales como contaminación del suelo y proliferación de vectores, afectando el desempeño ambiental de las empresas y el cumplimiento de la normativa vigente. En este contexto, se evidencia la necesidad de formular una estrategia integral de gestión de residuos sólidos comunes orientada a mejorar la sostenibilidad ambiental del Parque Industrial de Ambato (García & Encalada, 2019).

Ante estas situaciones, se planteó que la creación de un sistema integral de gestión de residuos ayudaría a organizar los procesos de separación, almacenamiento, registro y aprovechamiento de los residuos generados por las empresas del Parque Industrial de Ambato. Sumado a esto, facilitaría el cumplimiento de la normativa ambiental actual, mejoraría la toma de decisiones al proporcionar información técnica y fomentaría la adopción de prácticas alineadas con la economía circular. Dicho esto, esta investigación se presenta como una opción para un desarrollo de estrategias que aborden las necesidades detectadas en la zona de estudio.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Determinar estrategias de gestión integral del manejo de residuos comunes del sector metalmecánico en el parque industrial de Ambato 2026.

6.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de residuos comunes del sector metalmecánico en el parque industrial de Ambato.
- Identificar las principales fuentes, tipos y cantidades producidos en el Parque Industrial de Ambato.
- Establecer estrategias con enfoque en economía circular y sostenibilidad para fortalecer la gestión integral de los residuos sólidos en las empresas del sector Metalmecánico del Parque Industrial de Ambato.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2

Sistema de tareas para cada objetivo.

OBJETIVO ESPECÍFICO	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Diagnosticar la situación actual de la gestión de residuos comunes del sector Metalmecánico en el parque industrial de Ambato.	Revisión bibliográfica y normativa ambiental. Análisis de la matriz de información para identificar las prácticas actuales de gestión de residuos.	Investigación bibliográfica y análisis documental con enfoque cualitativo mediante revisión de información secundaria y análisis de la matriz de datos.	Diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos en las empresas del sector metalmecánico, identificando las prácticas de manejo implementadas y las principales oportunidades de mejora.
Identificar las principales fuentes, tipos y cantidades producidos en el parque industrial de Ambato.	Organización, clasificación y procesamiento de la información contenida en la matriz de datos. Elaboración de tablas y análisis estadístico descriptivo para la caracterización de los residuos generados.	Análisis descriptivo de datos mediante la tabulación, clasificación y cálculo de frecuencias, porcentajes y diagramas de apoyo para la caracterización de los residuos.	Identificación de las principales fuentes de generación, tipos, cantidades y composición de los residuos producidos por las empresas del sector metalmecánico.
Establecer estrategias con enfoque en economía circular y sostenibilidad para fortalecer la gestión integral de los residuos sólidos en las empresas del sector Metalmecánico del Parque Industrial de Ambato.	Análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Priorización de los residuos mediante el diagrama de Pareto y formulación de estrategias basadas en los principios de economía circular y sostenibilidad.	Aplicación del análisis de Pareto (20/80) para priorizar los residuos de mayor generación y diseño de estrategias de gestión integral sustentadas en la revisión bibliográfica y los resultados obtenidos.	Propuesta de estrategias de gestión integral orientadas a mejorar la prevención, separación, aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos generados en las empresas del sector metalmecánico.

Nota: Resultados esperados en base a la metodología y actividades planteadas.

8. FUNDAMENTO CIENTÍFICO

8.1. Antecedentes

Menéndez Jaramillo et al. (2025) en su artículo analizan las estrategias de economía circular enfocadas en residuos sólidos, lo cual destaca el impacto ambiental y la optimización de recursos. Se realizaron 15 estudios durante el año 2018 al 2024, en el cual se identificaron diferentes alternativas y desafíos para la implementación de modelos circulares. Los resultados obtenidos nos indica que la economía circular reduce un porcentaje significativo en los impactos ambientales en diferentes actividades. Llegaron a un punto de conclusión sobre la implementación de estrategias de economía circular demuestra un enfoque prometedor, para reducir los impactos ambientales y lograr una reducción de recursos. Sin embargo, en países de Latinoamérica, aun es difícil implementar este modelo ya que diferentes aspectos lo imposibilitan.

Según Rodríguez Pareja (2025), debido al constante crecimiento de la urbanización y al aumento del consumo, se intensificó la generación de residuos sólidos, lo cual genera inconvenientes significativos sobre los sistemas de gestión ambiental y evidencia limitaciones en los modelos tradicionales de disposición. El objetivo del estudio fue el análisis de la relación entre la economía circular y la eficiencia en la gestión sostenible de los residuos sólidos utilizando indicadores ambientales. Esta investigación se realizó con un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental de corte transversal, utilizando fuentes secundarias proporcionadas por informes estatales y bases de datos de organizaciones. Los resultados arrojados de su investigación evidenciaron que la tasa de reciclaje fue de mayor peso explicativo dentro de un modelo estadístico. Concluyeron que el modelo estructural mostro gran capacidad institucional, lo cual influye de mayor manera en la implementación de estrategias de economía circular.

De acuerdo con García M. et al. (2023), el problema sobre la generación de basura se ha convertido en un problema muy complejo para los seres humanos, debido a que miles de toneladas son generadas y trasladadas a rellenos sanitarios y vertederos. No existe preocupación por la población ni por la política para cambiar la situación, pues cada vez es mayor la generación de residuos sólidos que no son tratados de forma correcta. La metodología utilizada hace énfasis en la producción científica de artículos como un método relevante a un análisis bibliométrico de temáticas relacionadas a la gestión de residuos sólidos. Los resultados obtenidos muestran un gran impacto, lo cual se orienta a una discusión hacia la necesidad de

proponer nuevos proyectos de investigación en Latinoamérica. Al concluir con la investigación, se destacó la economía circular como respuesta a varios problemas sobre los impactos ambientales y la huella de carbono.

Sandoval Sandoval (2025), en su artículo menciona que el principal problema para tratar los residuos en la ciudad de Santo Domingo es: “conocer la gestión actual que tiene la población, con respecto al tratamiento que les dan a los residuos sólidos inorgánicos. El objetivo de su investigación fue, investigar la realidad de la gestión actual sobre el tratamiento de residuos inorgánicos en la población mencionada anteriormente. La metodología utilizada fue la técnica de recolección de datos, la entrevista, la encuesta y la observación. Sandoval concluyó que, para lograr una correcta gestión integral de residuos sólidos, enfocados en la economía circular, se debería trabajar en un proyecto, el cual este basado en el modelo del “Libro Blanco de Economía Circular para el Ecuador”, articulado con la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva, y el Reglamento de ley de LOECI.

Quinteros et al. (2020) mencionan en su documento de investigación un modelo multicriterio para optimizar las variables económicas, el impacto ambiental y el agrado de las personas en el control de proceso integral de gestión de residuos, lo cual incita acciones de mejora. Para llevar a cabo, se procedió a hacer un diagnóstico de las condiciones actuales de cómo funciona el proceso de generación, transporte, separación, tratamiento, compostaje y disposición final de estos residuos. El resultado obtenido es importante ya que permitió la minimización del costo y el uso de transporte, incrementar el ahorro del impacto ambiental y la satisfacción del cliente. Por último, concluyó que la aplicación del modelo multicriterio permitió constatar su factibilidad y racional utilización como un instrumento que es efectivo al momento de tomar decisiones.

8.2. Marco teórico

8.2.1. Residuos sólidos

Los residuos sólidos representan uno de los principales problemas ambientales en la actualidad debido al aumento de las actividades domésticas, comerciales e industriales, que generan una gran cantidad de materiales descartados (Romero Ramírez, 2025).

En términos generales, los residuos son aquellos materiales, objetos o sustancias que permanecen una vez que se ha realizado una actividad o proceso (Agila Jiménez, 2024, 2024). No obstante, para que un material sea considerado un residuo depende del uso que aún pueda

dársele, ya que para una persona deja de tener utilidad, para otra puede ser un recurso que se logre reutilizar o reciclar en un nuevo proceso productivo (Agila Jiménez, 2024). Desde esta perspectiva, se reconocer que muchos materiales que comúnmente se desechan aún conservan un valor que puede ser aprovechado mediante una gestión adecuada (Romero Ramírez, 2025)

En el caso del Parque Industrial de Ambato, el estudio de los residuos sólidos cobra especial importancia, ya que las empresas del sector metalmecánico generan diversos tipos de residuos que requieren un manejo adecuado. Por esta razón, es necesario identificar sus características y plantear estrategias de gestión integral que permitan aprovechar los materiales recuperables y disminuir los impactos ambientales derivados de su generación.

8.2.2. Clasificación de residuos sólidos

Los residuos sólidos pueden clasificarse según diversos criterios, como su origen, nivel de peligrosidad y composición. Permitiendo identificar las propiedades de cada residuo y determinar la gestión más apropiada para su almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final, contribuyendo al medio ambiente

8.2.2.1. Según su origen

Dependiendo de su origen, los residuos se dividen en domiciliarios, comerciales, institucionales, industriales, agrícolas, hospitalarios y de construcción

8.2.2.2. Según su peligrosidad

Se clasifican en peligrosos, no peligrosos e inertes, de acuerdo a los riesgos que puedan representar para la salud humana y el entorno

8.2.2.3. Según su composición

Pueden ser orgánicos e inorgánicos, permitiendo establecer las opciones de valorización, reciclaje o tratamiento aplicables a cada tipo (Mendoza, s. f.).

En la investigación actual, la clasificación que mayor relevancia tiene es la de los residuos industriales, en particular aquellos generados por las empresas del sector metalmecánico del parque industrial de Ambato, ya que son el foco de estudio y requieren estrategias de gestión integral dirigidas a su aprovechamiento y disposición adecuada.

8.2.3. Residuos del Sector Metalmecánico

El sector metalmecánico está formado por empresas que usan principalmente metales y aleaciones como materia prima para fabricar piezas, componentes, herramientas, máquinas y

otros productos para distintos procesos industriales (Valencia Rodríguez et al., 2019). Este sector es crucial para el desarrollo económico, ya que proporciona productos que son insumos para otras industrias y equipos de producción (Valencia Rodríguez et al., 2019).

Durante las actividades de este sector se generan varios residuos sólidos por los procesos de corte, mecanizado, pulido, ensamblaje, mantenimiento y embalaje. Entre los residuos más comunes están los retales metálicos, que son sobrantes de material; las virutas y limaduras, que provienen del mecanizado; además de residuos como papel, cartón, plásticos y materiales de embalaje utilizados en diferentes áreas de las empresas (Valencia Rodríguez et al., 2019). Muchos de estos residuos pueden reutilizarse, reciclarse o venderse para su aprovechamiento, mientras que otros requieren un manejo adecuado para evitar impactos ambientales negativos. (Valencia Rodríguez et al., 2019)

En el Parque Industrial de Ambato, comprender los residuos generados por las empresas del sector metalmecánico es esencial para diseñar estrategias de gestión que optimicen su uso, reduzcan la cantidad de residuos enviados a disposición final y promuevan prácticas de economía circular en las actividades industriales.

8.2.4. Gestión Integral de residuos Sólidos

El manejo de residuos sólidos abarca todas las actividades operativas y funcionales que se llevan a cabo desde el momento en el cual se generan los residuos hasta su disposición final. Esto implica un conjunto de procesos que aseguran que los residuos sean tratados y gestionados correctamente durante su vida útil (Sáez, 2022).

El avance de diferentes políticas Ambientales abarca la implementación de la Gestión Integrada de Residuos Sólidos (GIRS), lo cual tiene conceptos como los residuos peligrosos como los no peligrosos (Sáez, 2022). Este enfoque se refiere a todas las actividades conjuntas con el manejo de los distintos tipos de residuos que genera la población y diferentes empresas, su principal objetivo es gestionarlos, de tal manera que se respete y se cuide el medio ambiente y la salud pública. (*Gestión Integral de Residuos Sólidos*, s. f.)

La GIRS se divide en diferentes etapas que se prioriza de la siguiente manera:
Reducción en el origen

Esta etapa es el primer lugar en la clasificación, porque es una de las maneras más efectivas de reducir tanto la cantidad como la toxicidad de los residuos que se generan. Al reducir

los residuos desde su origen disminuyen los costos que van asociados con su manejo y se disminuye los impactos negativos generados al medio ambiente

8.2.4.1. Aprovechamiento y valorización

En esta fase conlleva la separación y recolección de los materiales residuales desde su punto de salida. Dichos materiales a continuación se preparan para ser reutilizados, reprocesamiento o transformar en nuevos productos beneficiosos, así como puede ser la recuperación de energía, como el calor o el biogás.

8.2.4.2. Tratamiento y transformación.

En esta etapa se refiere a la transformación física, química y biológica de los residuos. Por lo general, las transformaciones que se aplican a los residuos en zonas urbanas se utilizan para la optimización de los sistemas y operaciones de gestión de residuos.

8.2.4.3. Disposición Final controlada

Por último, se gestiona los residuos que no tiene un uso adicional. Esto incluye la materia residual que tras la separación de residuos en las actividades de recuperación. Para estos residuos, es primordial un manejo adecuado que asegure los sitios de disposición y tengan una capacidad adecuada y cuenten con planes de clausura.

8.2.5. Fundamentos de la gestión ambiental empresarial

8.2.5.1. Conceptos de la gestión ambiental empresarial

La gestión ambiental de la empresa incluye un conjunto de actividades, estrategias y medidas que la empresa implementa con el objetivo de prevenir, controlar y reducir el impacto ambiental causado por el desarrollo de sus actividades. Su aplicación permite promover el uso responsable de los recursos naturales, prevenir la contaminación y promover el desarrollo sostenible, buscando un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección ambiental y el bienestar público (Ramos et al., 2024).

Asimismo, la gestión ambiental de la empresa incluye la planificación, ejecución y evaluación de actividades encaminadas al cumplimiento de la normativa ambiental y la mejora continua de las operaciones de la organización (Ramos et al., 2024). En este sentido, las empresas adoptan prácticas que promueven el uso eficiente de los recursos, la adecuada gestión de residuos y la prevención del impacto ambiental (Ramos et al., 2024).

En el caso del Parque Industrial de Ambato, la gestión ambiental corporativa es un elemento fundamental para fortalecer la gestión integral de residuos en el sector metalmecánico y promover procesos productivos sustentables.

8.2.5.2. Principios en la gestión ambiental empresarial

La gestión ambiental empresarial se fundamenta en principios que orientan a las organizaciones hacia un desempeño ambiental responsable. Entre los principales se encuentran desarrollo sostenible, la educación ambiental, las buenas prácticas ambientales y la responsabilidad compartida, los cuales promueven la protección del ambiente, el uso eficiente de los recursos naturales y la prevención de la contaminación (Machado Maliza et al., 2024).

Asimismo, estos principios fomentan la participación de todo el personal en el cumplimiento de los objetivos ambientales de la organización, fortaleciendo la adecuada gestión de los residuos, el cumplimiento de la normativa ambiental y la mejora continua de los procesos. contaminación (Machado Maliza et al., 2024).

En el parque Industrial de Ambato, la aplicación de estos principios contribuye a fortalecer la gestión integral de los residuos comunes en las empresas del sector metalmecánico, promoviendo prácticas ambientales responsables y sostenibles.

8.2.5.3. Gestión ambiental y manejo de residuos

La gestión ambiental es una herramienta que permite a las empresas llevar a cabo sus actividades de manera sostenible, utilizando eficientemente los recursos naturales y previniendo los impactos en el medio ambiente. Para ello, incluye procesos de planificación, ejecución y control orientados a alcanzar los objetivos ambientales y a mejorar continuamente las operaciones (Arévalo et al., 2022).

En este marco, el sistema de gestión ambiental proporciona una estructura para organizar las políticas, responsables y procedimientos que ayudan a prevenir y reducir los efectos ambientales provocados por las actividades empresariales. Además, adecuado de los residuos, al cumplimiento de la normativa ambiental y a la mejora continua del rendimiento ambiental (Ramírez Astudillo, 2022).

En el Parque Industrial de Ambato, la gestión ambiental sirve como base para fortalecer la gestión integral de los residuos comunes, promoviendo procesos productivos más eficientes y sostenibles.

8.2.6. Clasificación y caracterización de residuos industriales

8.2.6.1. Concepto de residuos industriales

Los residuos industriales son materiales o desechos generados como consecuencia de las actividades desarrolladas en los procesos productivos de las industrias. Estos residuos dejan de ser útiles para el proceso de fabricación y, por tanto, son descartados. Su generación puede presentarse en cada una de las etapas del proceso productivo, por lo que el volumen de residuos industriales suele ser superior al de los residuos de origen doméstico (Valdés López, 2019).

En el Parque Industrial de Ambato, la identificación de los residuos industriales constituye un aspecto fundamental para su adecuada clasificación y caracterización, permitiendo establecer estrategias que favorezcan la reducción de los impactos ambientales.

8.2.6.2. Clasificación de residuos industriales

Los residuos industriales pueden ser organizados en función de sus características, composición y grado de peligrosidad. Esta categorización permite reconocer los riesgos asociados a su producción y formular estrategias apropiadas para su manejo y disposición final.

Los desechos industriales peligrosos son aquellos que presentan atributos que pueden constituir una amenaza para la salud humana y el medio ambiente debido a sus propiedades tóxicas, corrosivas, inflamables o reactivas. Su manejo requiere implementar medidas específicas para su almacenamiento, tratamiento y eliminación para prevenir efectos ambientales adversos (*Manual para el manejo de los residuos peligrosos de tipo químico (CRETI)*, s. f.).

Por otro lado, los desechos industriales no peligrosos son aquellos no generados en los procesos de producción que no presentan un riesgo inmediato para la salud; no obstante, necesitan un manejo adecuado debido a los posibles efectos ambientales que pueden resultar de su acumulación o disposición incorrecta. En esta categoría se incluyen materiales como papel, cartón, plástico, madera y otros desechos reutilizables generados en las actividades industriales (Arockiam JeyaSundar et al., 2020).

Además, los desechos industriales pueden ser clasificados según su estado físico en sólidos, líquidos y gaseosos. Los residuos sólidos constituyen una de las fracciones más frecuentes dentro de las industrias, ya que se generan en diversas etapas del proceso productivo y pueden abarcar materiales desechados, envases, embalajes y sobras de materia prima (Suarez et al., 2022).

En el contexto del Parque Industrial de Ambato, la clasificación de los desechos generados permite distinguir entre los residuos comunes o no peligrosos y aquellos que requieren un manejo especializado, facilitando la creación de estrategias para su adecuada gestión integral.

8.2.6.3. Caracterización de residuos industriales

La identificación de las propiedades y características de los residuos producidos en la industria se conoce como caracterización de residuos industriales. Este procedimiento tiene como objetivo determinar la composición de los desechos, evaluar su potencial impacto en la salud y el medio ambiente, y establecer las estrategias más adecuadas para su manejo, tratamiento y disposición final (Lobo, 2023).

Además, la caracterización da soporte a la clasificación de los residuos en función de su naturaleza y nivel de peligrosidad, ayudando al cumplimiento de la legislación ambiental y a la adopción de medidas que mitiguen los efectos negativos de las actividades industriales (Lobo, 2023).

En el Parque Industrial de Ambato, la caracterización de los residuos generales permite identificar los tipos de desechos generados por las empresas del sector metalmecánico, su procedencia y sus posibilidades de reutilización, información que sirve de base para el desarrollo de estrategias destinadas a mejorar su gestión integral.

8.2.7. Economía circular y valorización de residuos

8.2.7.1. Economía Circular

La economía circular se establece como un modelo regenerativo y reconstituyente por diseño, cuyo objetivo principal es mantener productos, componentes y materiales en su máximo nivel de utilidad y valor en todo momento (Cerdá & Khalilova, 2016). Este enfoque representa una alternativa innovadora que permite mejorar la gestión de residuos y el reciclaje para lograr modelos de sostenibilidad eficaces, en contraste con el modelo lineal convencional de “tomar, hacer, tirar”, el cual ha llegado a sus límites físicos y carece de viabilidad a largo plazo (Cerdá & Khalilova, 2016; Raudales-Garcia et al., 2024). Al administrar stocks finitos y flujos renovables, se busca conservar y aumentar el capital natural, optimizando los rendimientos de los recursos y minimizando los riesgos sistemáticos (Cerdá & Khalilova, 2016).

Para su implementación efectiva, este enfoque incorpora factores instrumentales como el ecodiseño, una metodología que considera acciones destinadas a mejorar el impacto

ambiental del producto en todas las etapas de su ciclo de vida, desde su fabricación hasta su disposición como residuo (Cerdá & Khalilova, 2016). Además, se fundamenta en los principios básicos de las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar) para cerrar los ciclos en los ecosistemas industriales, convirtiendo los productos al final de su vida útil en valiosos recursos para nuevos procesos productivos (Raudales-García et al., 2024). Así, la economía circular impulsa una sostenibilidad industrial que equilibra el crecimiento económico con la disminución de externalidades negativas y eficacia en el uso de recursos naturales (Cerdá & Khalilova, 2016).

El sistema de gestión integral propuesto para el Parque Industrial de Ambato en 2026 actúa como la herramienta operativa de estos conceptos, buscando optimizar los residuos y cerrar ciclos técnicos. Al implementar estrategias de circularidad, la tesis facilita que los desechos industriales se transformen en recursos, alineando la producción regional con los estándares globales de sostenibilidad y eficiencia.

8.2.7.2. Valorización de residuos

La valorización de residuos se entiende como un conjunto de actividades técnicas y operativas destinadas a proporcionar una nueva función a aquellos materiales o sustancias que están listos para su desecho o eliminación definitiva (Paredes, 2021). Este proceso incluye la mejora de las características del residuo a través de acciones físicas como la separación, trituración, compactación, lavado y empaquetado que buscan reducir su volumen y facilitar su manejo para aumentar su aprovechamiento dentro de los ciclos productivos (Paredes, 2021; *Reducción, aprovechamiento y valorización de residuos*, s. f.). En esencia, valorizar un residuo implica recuperar uno o varios de los componentes que lo integran o, en su defecto, aprovechar su potencial energético (Paredes, 2021).

El objetivo de la valorización va más allá de la simple gestión de desechos, constituyéndose como un mecanismo para lograr el bienestar económico y el desarrollo sostenible mediante la reducción del uso de recursos no renovables (Paredes, 2021). Con este enfoque, se pretende que los materiales recuperados se reintegren al ciclo económico y productivo, generando beneficios sanitarios, sociales y ambientales, además de promover la creación de empleos y la innovación tecnológica en el sector industrial (Paredes, 2021). Así, la valorización opera como un medio preventivo que evita que materiales con valor residual terminen en destinos de disposición final como vertederos (Paredes, 2021).

En cuanto a las modalidades de valorización reconocidas, la normativa distingue principalmente tres tipos: la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización

energética (Paredes, 2021). Mientras que el reciclaje se enfoca en el uso de los residuos como materia prima para crear nuevos productos, la valorización energética se centra en el aprovechamiento de residuos con el objetivo específico de utilizar su poder calorífico (Paredes, 2021). Ambas categorías permiten una gestión integral que prioriza el cierre de ciclos técnicos de los materiales antes de considerar su eliminación de manera ambientalmente adecuada (Paredes, 2021).

Para el desarrollo del Sistema de Gestión Integral en el Parque Industrial de Ambato 2026, la valorización se presenta como la base operativa que posibilitará convertir los excedentes industriales en recursos económicos reutilizables. Al implementar estas estrategias de revalorización, su tesis sugiere un modelo donde las empresas del parque no solo reduzcan su impacto ambiental, sino que mejoren sus costos operativos al transformar sus residuos en insumos valiosos, alineándose con los objetivos nacionales de la economía circular inclusiva y sostenibilidad industrial.

8.2.8. Diagnóstico ambiental industrial

8.2.8.1. Concepto de diagnóstico ambiental industrial

El diagnóstico ambiental industrial se define como una evaluación completa y sistemática que busca analizar cómo las actividades operativas de una empresa afectan su entorno natural (Amaya Silva, 2025). Este proceso se considera un instrumento de gestión clave que permite evaluar la eficacia de las medidas de control existentes y determinar el cumplimiento de la normativa ambiental pertinente a la actividad económica realizada (Amaya Silva, 2025). En el ámbito académico, el diagnóstico se presenta como una herramienta analítica que refleja con precisión las fortalezas y debilidades de una organización en materia de conservación de recursos, abarcando aspectos desde el uso de materias primas hasta la producción de emisiones y residuos (Amaya Silva, 2025).

La principal finalidad de este procedimiento radica en ofrecer una base de información técnica que sustente el diseño de estrategias de gestión ambiental enfocadas en reducir los impactos negativos y fomentar prácticas responsables (Amaya Silva, 2025; Hernandez, 2014). Mediante una fase de revisión documental y una inspección en el lugar, el diagnóstico permite identificar y evaluar los impactos según su gravedad y urgencia, facilitando la toma de decisiones informadas para la optimización de los recursos naturales (Amaya Silva, 2025). En última instancia, su implementación persigue transformar el conocimiento sobre el desempeño ambiental en soluciones concretas que garanticen la sostenibilidad y competitividad de la

empresa en un mercado que demanda procesos productivos cada vez más limpios (Amaya Silva, 2025; Hernandez, 2014).

Para el desarrollo del Sistema de Gestión Integral de Manejo de Residuos en el Parque Industrial de Ambato, el diagnóstico ambiental industrial se establece como la base técnica que permitirá caracterizar la situación actual del manejo de desechos en la zona (Hernandez, 2014). Al identificar los diferentes tipos de residuos y los puntos críticos de generación, este análisis facilitara la creación de un plan estratégico de manejo adaptado a la realidad socioeconómica de Ambato, permitiendo que los materiales con valor residual sean reincorporados al ciclo productivo bajo los principios de economía circular (Hernandez, 2014). Así, el diagnóstico no solo garantiza el cumplimiento legal para el año 2026, sino que también optimiza los costos operativos al convertir los excedentes industriales en recursos útiles (Amaya Silva, 2025; Hernandez, 2014).

8.2.8.2. Elementos del diagnóstico ambiental industrial

Los elementos se conectan principalmente a través del levantamiento de una línea base que integra la caracterización detallada de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del área de influencia (*Norma Técnica Para La Elaboracion de Estudio de Impacto Ambiental*, s. f.). El componente físico o abiótico abraza el estudio de la climatología, la calidad del aire y las emisiones, el ruido ambiental, la geología, la edafología y la calidad de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos (*Norma Técnica Para La Elaboracion de Estudio de Impacto Ambiental*, s. f.). En cuanto al componente biótico, este se centra en la evaluación inicial de la flora y fauna (tanto terrestre como acuática), determinando la diversidad, la abundancia y el estado de conservación de los ecosistemas presentes (*Norma Técnica Para La Elaboracion de Estudio de Impacto Ambiental*, s. f.). Por último, el análisis del entorno socioeconómico y cultural revisa las dinámicas demográficas, los servicios básicos, la infraestructura comunitaria y las actividades productivas de las comunidades que interactúan con la zona industrial (*Norma Técnica Para La Elaboracion de Estudio de Impacto Ambiental*, s. f.).

Además, el diagnostico debe incluir elementos estratégicos como la identificación de áreas de influencia, tanto directas como indirectas, y la localización de zonas sensibles ambientales y sociales (*Norma Técnica Para La Elaboracion de Estudio de Impacto Ambiental*, s. f.). Estos aspectos se complementan con un detallado análisis de riesgos que examinan tanto las amenazas que el proyecto podría representar para el entorno (endógenas) como los

fenómenos naturales que podrían impactar la operación (exógenos) (*Norma Técnica Para La Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental*, s. f.). En el caso del Parque Industrial de Ambato, la incorporación de estos elementos técnicos garantiza que el sistema de gestión de residuos propuesto cuente con una base informativa robusta para la evaluación de impactos y la posterior elaboración del Plan de Manejo Ambiental (*Norma Técnica Para La Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental*, s. f.).

8.2.9. Indicadores de gestión de residuos

8.2.9.1. Concepto sobre indicadores de gestión de residuos

Son herramientas métricas y valores de referencia fundamentales para evaluar, supervisar y mejorar la gestión de desechos en entornos urbanos e industriales. Su objetivo principal es proporcionar datos técnicos precisos enfocados en variables como la generación per cápita (GPC), la densidad y la composición física que faciliten la minimización de los impactos ambientales, la reducción de costos económicos y la eliminación de externalidades sociales negativas (Lopez & Jhon, 2023). Desde una perspectiva académica, estos parámetros son considerados indicadores clave de la presión ambiental, esenciales para respaldar la toma de decisiones estratégicas y la planificación de ciudades sostenibles (Lopez & Jhon, 2023).

8.2.9.2. Principales indicadores de gestión de residuos

Se clasifican en métricas de operación, aprovechamiento y sostenibilidad financiera. Entre los indicadores operativos más relevantes se encuentran la producción per cápita, la cobertura del servicio de barrio, el tonelaje diario recolectado y el tipo de disposición final utilizada (*Plan Tabulados e Indicadores GIRS*, s. f.). En lo que respecta al aprovechamiento, destacan la proporción de residuos sólidos recuperados, el tratamiento de residuos sólidos recuperados, el tratamiento de residuos orgánicos y la recolección diferenciada de desechos peligrosos (*Plan Tabulados e Indicadores GIRS*, s. f.). Estos indicadores se complementan con métricas económicas fundamentales como el costo de gestión mensual por tonelada y el nivel de subsidio del sistema integral (*Plan Tabulados e Indicadores GIRS*, 2015).

Para el Parque Industrial de Ambato, la incorporación de estos indicadores permite supervisar la transición hacia modelos de economía circular mediante una caracterización detallada de los residuos y la evaluación de la eficiencia en la separación en la fuente (*Plan Tabulados e Indicadores GIRS*, 2015). El empleo sistemático de estas métricas garantiza que el sistema propuesto disponga de datos técnicos para optimizar la logística de recolección y disminuir los costos operativos por tonelada gestionada (*Plan Tabulados e Indicadores GIRS*,

2015). De este modo, los indicadores de gestión se convierten en el eje de control que asegura que los objetivos de sostenibilidad industrial establecidos sean medibles tanto técnica como económicamente (*Plan Tabulados e Indicadores GIRS*, 2015).

8.2.10. Diseño de sistemas de gestión integral de residuos

8.2.10.1. Concepto de sistemas de gestión integral de residuos

Un sistema integral para la gestión de residuos se describe como un conjunto coordinado e interconectado de acciones normativas, operativas, financieras, administrativas, educativas y de monitoreo que regula el manejo de desechos desde su origen hasta su eliminación final (Flores Merchá, 2020). Su objetivo principal es lograr beneficios ambientales relevantes, optimizar económicamente el tratamiento de los materiales y asegurar la aceptación social, adaptándose cuidadosamente a las necesidades y circunstancias técnicas de cada comunidad o sector industrial (Flores Merchá, 2020).

Para las empresas, la adopción de este modelo resulta crucial, ya que impulsa un cambio de perspectiva: los residuos dejan de ser considerados basura y se convierten en recursos aprovechables que pueden reincorporarse al ciclo productivo como insumo valioso o subproductos (Flores Merchá, 2020). Además de garantizar el cumplimiento de las normativas legales y reducir riesgos para la salud pública y laboral, este sistema permite a las organizaciones disminuir su impacto ambiental y aumentar su competitividad mediante la eficiente utilización de materias primas y la prevención de efectos negativos en el entorno (Flores Merchá, 2020).

8.3. Marco legal

8.3.1. Constitución de la República del Ecuador

Registro Oficial 449 de 20-oct-2008 Última modificación: 13-jul-2011, **Título II: DERECHOS, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección segunda ambiente sano.**

La Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de la población de vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Dicho esto, el artículo 14 establece que:

“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.”

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”(Constitución de la República del Ecuador, 2008, Art. 14).

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua (Constitución de la República del Ecuador, 2008, Art. 15).

8.3.1.1. Capítulo VI: Derechos de libertad.

Además de los derechos colectivos y las obligaciones del Estado, la constitución detalla los derechos de libertad de los ciudadanos, en ellas se destaca la protección individual frente a la degradación ambiental:

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: [...] **27.** El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza (Constitución de la República del Ecuador, 2008, Art. 66).

8.3.2. Código Orgánico del Ambiente (COA).

Suplemento del Registro Oficial N° 983, 12 de abril del 2017. Libro tercero, de la calidad Ambiental, **Título II Sistema Único de Manejo Ambiental: Capítulo I, Régimen Institucional:**

Art. 160.- Del Sistema Único de Manejo Ambiental. El Sistema Único de Manejo Ambiental determinará y regulará los principios, normas, procedimientos y mecanismos para la prevención, control, seguimiento y reparación de la contaminación ambiental.

Las competencias ambientales a cargo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados se ejercerán de forma coordinada y descentralizada, con sujeción a la política y normas nacionales de calidad ambiental (Código Orgánico del Ambiente, 2017, Art. 160).

8.3.2.1. Título V Gestión integral de Residuos: Capítulo I Disposiciones Generales.

El Código establece la responsabilidad del Estado sobre el control de los desperdicios como una herramienta para alcanzar el desarrollo sostenible:

Art. 224.- Objeto.- La gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental (*Código Orgánico del Ambiente*, 2017, Art. 224).

Art. 225.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos.- Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas (*Código Orgánico del Ambiente*, 2017, Art. 225).

Para llevar a cabo el proceso de gestión de residuos bajo criterios técnicos y de sostenibilidad, la normativa de orden obligatorio que se lo conoce como el principio de jerarquización:

Art. 226.- Principio de jerarquización. - La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad:

1. Prevención
2. Minimización de la generación en la fuente
3. Aprovechamiento o valorización
4. Eliminación
5. Disposición final.

La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles. La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio (*Código Orgánico del Ambiente*, 2017, Art. 226).

8.3.2.2. Capítulo II: Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos no Peligrosos

Si los residuos no poseen características de peligrosidad, la normativa nos especifica que su manejo no sea injusto, sino que cuente con una planificación técnica y centralizada:

Art. 228.- De la política para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos. La gestión de los residuos sólidos no peligrosos, en todos los niveles y formas de gobierno, estará alineada a la política nacional dictada por la Autoridad Ambiental Nacional y demás instrumentos técnicos y de gestión que se definan para el efecto (*Código Orgánico del Ambiente*, 2017, Art. 228).

Art. 229.- Alcance y fases de la gestión. - La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana asociados a cada una de las fases. Las fases de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos serán determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional (*Código Orgánico del Ambiente*, 2017, Art. 229).

8.3.2.3. Capítulo III: Gestión Integral de Residuos y Desechos peligrosos y especiales.

Debido a la peligrosidad de algunos elementos, la legislación en el Ecuador establece un control minucioso y centralizado para los residuos que forman parte de un riesgo significativo:

Art. 235.- De la gestión integral de los residuos y desechos peligrosos y especiales. Para la gestión integral de los residuos y desechos peligrosos y especiales, las políticas, lineamientos, regulación y control serán establecidas por la Autoridad Ambiental Nacional, así como los mecanismos o procedimientos para la implementación de los convenios e instrumentos internacionales ratificados por el Estado (*Código Orgánico del Ambiente*, 2017, Art. 235).

8.3.3. Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva

Registro Oficial Suplemento 488 de 06-jul.-2021, **Título I:** GENERALIDADES, **Capítulo I:** Objeto, Ámbito, Principios y Objetivos.

Esta ley representa un avance significativo en la normativa nacional lo cual impulsa el desarrollo sostenible. Establece un nuevo enfoque en cómo producir y consumir, impulsando prácticas responsables y conscientes:

Art. 1.- Objeto.-La presente Ley tiene por objeto definir las atribuciones y responsabilidades de las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público en el marco de la economía circular; establecer criterios y mecanismos específicos orientados a implementar los principios de ecodiseño, producción y consumo sostenibles,

disminuir la generación de residuos, fomentar la gestión integral e inclusiva de residuos y política pública y financiamiento de la economía circular inclusiva como mecanismo de bienestar económico, la creación del empleo, el desarrollo sostenible y disminución de consumo de recursos no renovables (*Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva*, 2021, Art. 1.).

8.3.4. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 59004:2024 – Economía Circular

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 59004:2024 establece los principios y directrices para la implementación de la economía circular en las organizaciones, promoviendo el uso eficiente de los recursos, la reducción en la generación de residuos, la reutilización, el reciclaje y la valorización de materiales. Su aplicación constituye un referente técnico para el diseño de estrategias orientadas a optimizar el aprovechamiento de los recursos y disminuir los impactos ambientales derivados de las actividades productivas (*ISO 59004:2024 - ISO 59004:2024*.)

9. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿El desarrollo de estrategias de gestión integral, con enfoque en economía circular y sostenibilidad, permitirán fortalecer el manejo de residuos del sector metalmecánico en las empresas del Parque Industrial de Ambato?

10. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

10.1. Ubicación geográfica.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Parque Industrial ubicada en la parroquia de Izamba en el cantón Ambato, que pertenece a la provincia de Tungurahua, a una altitud de 2678 m.s.n.m. Localizada en la región andina del Ecuador, ubicada al norte de la ciudad en un sector estratégico para el desarrollo de actividades industriales, encontrándose en las principales vías del país y facilitando sus conexiones entre diferentes provincias, ya que permite la correcta distribución de recursos a mercados regionales y nacionales.(Barrezueta, 2017.).

El Parque Industrial de Ambato se encuentra delimitado de la siguiente manera:

Norte: Granja Don Bosco

Sur: Paso Lateral Ambato

La investigación se llevó en las instalaciones de las empresas seleccionadas, concentrándose especialmente en las áreas donde se genera, almacena y gestiona los residuos en sus procesos de producción. Al estar delimitado de esta manera nos permitió establecer un alcance de la investigación, analizar las practicas actuales de la gestión integral de residuos y buscar oportunidades de mejora enfocados en la economía circular.

10.3. Características del Parque Industrial de Ambato

En el presente proyecto de investigación se realizó en el Parque Industrial de Ambato lo cual se encuentra ubicado en la parroquia de Izamba en el sector “El Pisque”, perteneciente al cantón Ambato. Tiene una superficie de 691.000 m² aproximadamente, de los cuales 435.485 corresponden al área de los terrenos lotizados. Cuenta con 170 lotes de terreno que varían entre 1.300 y 10.000 m² cada uno, totalmente urbanizados con todos los servicios básicos de energía eléctrica, alcantarillado, teléfono y agua potable.

En la caracterización del Parque Industrial se describe a continuación qué tipo de organización es y la actividad económica realizada:

Tabla 3
Organizaciones incluidas en el estudio.

N.º	Organización	Actividad Económica Registrada
1	Millpolimeros	Producción de compuestos de PVC para aplicaciones industriales y comerciales.
2	Instruequipos	Venta de maquinaria, herramientas y equipos para el sector industrial.
3	Moldecua	Diseño y fabricación de moldes, piezas y componentes metálicos.
4	INPHEC Agroindustrial	Producción y ensamblaje de equipos para el sector agroindustrial.
5	Importadora Zunino	Distribución de materiales, herramientas y equipos para la industria.
6	Dismarlum	Elaboración de estructuras de aluminio, vidrio y otros elementos metálicos.
7	Miviltech	Producción de componentes metálicos para buses y otros vehículos.

8	CauchoSierra	Reacondicionamiento de llantas para vehículos pesados e industriales.
9	Hormicem	Producción de hormigón premezclado y elementos prefabricados para la construcción
10	Mega llantas	Servicios de reencauche y mantenimiento de neumáticos.
11	Colchones Paraíso	Fabricaciones de muebles.
12	Cepeda CIA Ltda.	Diseño, fabricación y ensamblaje de carrocerías para vehículos.
13	Vihalmotos Importaciones SA	Mantenimiento y reparación de motos y vehículos.
14	Vehicentro	Venta de camiones y repuestos.
15	Creavid	Construcción de ventanas en aluminio, vidrios, pasamanos en acero Inox
16	Siderúrgica Tungurahua	Fundición de metales ferroso y no ferroso
17	Mavesa Agencia Ambato CSM	Comercialización y servicios técnico de vehículos.
18	Representaciones Leonardo Sorial.Ca	J. Comercio al por mayor y menor de producto de consumo masivo

Nota: Información proporcionada por la matriz técnica para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia.

En la tabla 3. Se demuestra que la mayoría de las empresas están dedicadas principalmente en actividades manufactureras y metalmecánica, y complementa en diferentes organizaciones que son: la fabricación de piezas y estructuras mecánicas, carrocerías, autopartes, fundición de metales entre otros. Por naturaleza al realizar estas actividades se genera residuos de diferentes características y niveles de peligrosidad, por el cual es indispensable establecer un sistema de gestión que permita optimizar su manejo.

Tabla 4

Proyección de la generación de residuos sólidos generados por las 18 empresas. (Día, Mes, Año)

Periodo de tiempo	Cantidad de desechos comunes(kg)
Día	7860
Mes	172920
Anual	2043600

Nota: La cantidad de residuos generados en el Parque Industrial se basa en la información de la base de datos proporcionado por los administradores.

La cantidad de residuos que genera el Parque Industrial de Ambato, específicamente en el sector metalmecánico es uno de los desafíos más fuertes que enfrenta las mismas empresas, ya que actualmente cuentan con una gestión de tratado de residuos, pero el valor aún sigue siendo alto, lo cual promueve a implementar diferentes estrategias para la minimización de la fuente.

**Figura 2**

Delimitación del área de estudio: Empresas del Parque industrial de Ambato.

11. METODOLOGÍA

11.1. Enfoque de investigación.

La información presentó un enfoque cualitativo, ya sé que se basó en datos numéricos de la matriz de gestión del Parque Industrial de Ambato sin ningún tipo de manipulación. Se

organizó y procesó toda la información mediante estadísticas descriptivas, utilizando frecuencias, porcentajes, totales y promedios para lograr analizar la distribución y cantidad de residuos comunes generados por la empresa del sector metalmecánico. De la misma manera, se aplicó el análisis de Pareto para identificar y preferir los residuos más abundantes, lo cual permitió desarrollar estrategias efectivas de gestión integral.

11.2. Tipo de investigación

11.2.1. Investigación documental

En este trabajo, se optó por un tipo de investigación documental, ya que nuestra principal herramienta fue el análisis de una información que ya existe. El eje central de nuestra investigación fue la matriz de gestión del Parque Industrial de Ambato, la cual nos proporcionó información y nos permitió conocer a fondo la realidad de las empresas metalmecánico: que residuos comunes generan, cual es la cantidad y como es desechada. Para darle un sustento sólido a este análisis, se complementó la revisión con una revisión exhaustiva de literatura científica, tesis y normativas ambientales vigentes.

11.2.2. investigación de Carácter Descriptivo

Otro tipo de que se utilizó fue la investigación de carácter descriptivo, debido a que nuestro objetivo fue plasmar, con la mayor precisión posible, el cómo se gestionan los residuos hoy en día. No solo se recopiló datos sobre el almacenamiento y la recolección, sino también se organizó toda esa información en tablas y gráficos. Esto nos permitió identificar estándares comunes y, lo más importante, crear una base real sobre la cual proponer mejoras integrales para el sector.

11.3. Metodología

11.3.1. Método inductivo

Se utilizó el método inductivo en la metodología de esta investigación, ya que el análisis se inició a partir de la información específica obtenida de las empresas del sector metalmecánico del Parque Industrial de Ambato. En base a estos datos particulares, se identifican patrones relacionados con las fuentes, tipos y cantidades de residuos generados, lo que permitió construir conclusiones y plantear estrategias orientadas al fortalecimiento de su gestión integral.

11.3.2. Método Analítico

Para complementar el método anterior se aplicó el método analítico. En la primera etapa, la información que se recopiló fue detallada para examinar por separado las características de los residuos, sus fuentes de generación, las cantidades producidas y las principales dificultades asociadas a su manejo. Posteriormente, luego de analizar los hallazgos se estableció prioridades y formular estrategias y proyectos de gestión integral de residuos comunes.

La metodología propuesta se fundamenta en antecedentes recientes que desarrollan procesos de diagnóstico, caracterización, análisis documental y formulación de estrategias para la gestión integral de residuos sólidos. En particular, estudios como: Plan de gestión integral de residuos sólidos de CIAT y Guía para la implementación de la gestión integral e inclusiva de residuos estructuran su desarrollo en fases secuenciales que incluyen diagnóstico, caracterización, elaboración de estrategias y resultados, lo cual respalda la aplicación de una metodología similar en el Parque Industrial de Ambato (Burbano, 2021; Rosa Natalia Carmona Pardo & Yorman Andrés Mosquera, 2024).

11.4. Técnicas

11.4.1. Revisión bibliográfica documental

Se realizó búsquedas en distintos sitios bibliográficos, tesis, libros, artículos científicos, entre otros documentos, en los cuales se verificó información de distintos autores con el fin de obtener mayor información acerca del tema, lo que nos ayudó a realizar la fundamentación científica de la investigación. Para realizar la búsqueda de la información se utilizaron palabras clave como: manejo de residuos, economía circular, estrategias y sostenibilidad, con el propósito de recopilar antecedentes y adquirir nuevos conocimientos para desarrollar correctamente el proyecto.

11.4.2. Técnica de Análisis estadístico descriptivo.

La información recopilada de la base de datos proporcionada, fue tratada utilizando estadísticas descriptivas. Se aplicaron tablas de frecuencias, porcentajes, totales y promedios para caracterizar como se distribuyen los residuos generados. También se utilizaron gráficos de barras para mostrar las sugerencias de las empresas para tratar adecuadamente los residuos. Gracias a este análisis, se logró ver que residuos son los que más generan y cómo se están manejando actualmente. Con estos datos se logró priorizar los problemas y proceder con el siguiente análisis. (Atlas.ti, 2025).

11.4.3. Análisis de Pareto (80/20)

Para priorizar los resultados y establecer estrategias con enfoque en economía circular y sostenibilidad se utilizó el análisis de Pareto, que se basa en el principio 80/20. Este principio indicó que una pequeña parte de las causas suelen ser responsables de la mayoría de los efectos. Se clasificaron los residuos según la frecuencia o la cantidad generada, organizándolo de mayor a menor. A continuación, se calcularon los porcentajes individuales y acumulados, y se creó un diagrama de Pareto. Este análisis facilitó la identificación de los residuos que constituyen la mayor parte del total generado, esto sirvió como base para establecer prioridades en el diseño de las estrategias (BARREZUETA ORELLANA, 2020).

11.5. Instrumentos

El desarrollo de esta investigación se articuló mediante un conjunto de herramientas diseñadas para garantizar un manejo de datos riguroso y estructurado. Uno de los instrumentos fue la matriz de gestión del Parque Industrial de Ambato, lo cual proporcionó el inventario base de las empresas del sector. Esta información se complementó con fichas de revisión documental, lo cual fueron esenciales para sistematizar tanto la normativa ambiental vigente como los hallazgos de la literatura científica. El procesamiento y análisis técnico de los datos se realizó a través de una hoja de cálculo, culminando con la aplicación de una matriz de Pareto. La última herramienta resultó estratégica para jerarquizar los residuos y discriminar, mediante el cálculo de porcentajes acumulados, aquellos que por su volumen o impacto ambiental demandan una intervención prioritaria en la propuesta de manejo.

11.6. Población y Muestra

11.6.1. Población.

El universo del estudio comprendió a las empresas del sector metalmecánico asentadas en el Parque industrial de Ambato. La delimitación poblacional se realizó a partir de las organizaciones registradas en la matriz de gestión proporcionada para la presente investigación, seleccionando específicamente unidades empresariales que disponían de registros técnicos sobre la generación y el manejo de residuos comunes.

11.7. Diseño de investigación

En el estudio fue no experimental y de corte transversal, no se manipuló ninguna variable, simplemente se analizó los registros actuales de las empresas en el Parque Industrial de Ambato en un momento específico. Al analizar estos datos se comprendió como se genera y

manipula los residuos, en base a los resultados obtenidos, lo que permitió diseñar estrategias para un sistema de gestión integral bien fundamentado.

12. RESULTADOS.

12.1. Diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos Metal Mecánico en el parque industrial de Ambato.

Se llevó a cabo los resultados obtenidos y se organizó de acuerdo al tipo de variables que se encontró en el documento: Sector, Fuente, tipo de residuos, cantidades, y forma en la que se la gestiona. Como punto de partida, se presentó una caracterización de las empresas analizadas, luego se procedió a examinar los tipos de residuos generados y posteriormente se interpretó la forma en la que son gestionados y finalmente se establecieron estrategias de manejo de residuos en el Parque Industrial de Ambato.

12.1.1. Empresas analizadas

Tabla 5

Empresas analizadas

Variables	Resultados
Empresas analizadas	18
Sector económico	Sector Metalmecánico
Fuente de información	Matriz de gestión del Parque industrial de Ambato
Tipo de estudio	Investigación Documental

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de gestión del Parque Industrial de Ambato (2026).

La investigación se desarrolló en 18 empresas del sector metalmecánico ubicadas en el Parque Industrial de Ambato. La selección de estas empresas permitió obtener una visión representativa de la gestión de los residuos sólidos comunes generados por estas industrias.

El estudio de estas empresas permitió definir la situación del sector en relación con las prácticas de gestión de residuos, identificando aspectos vinculados a las metodologías de manejo, tipos de residuos producidos y las necesidades existentes para optimizar su gestión. Dado que las empresas llevan a cabo actividades de fabricación, transformación, mantenimiento y comercialización de productos metálicos, se producen residuos de diversas índoles, principalmente chatarra, papel, cartón, plástico y desechos de aparatos electrónicos, cuya

gestión demanda procedimientos específicos de almacenamiento, aprovechamiento y disposición final.

La caracterización presentada es el punto de partida para el diagnóstico de la gestión de residuos, ya que permite entender el contexto en el que se realizan las actividades industriales y establecer una referencia base para interpretar los resultados de los siguientes apartados. En este sentido, más que contar el número de empresas analizadas, esta información demuestra que la gestión de residuos debe ser evaluada teniendo en cuenta las características particulares del sector metalmecánico, donde la variedad de procesos productivos afecta directamente la generación y manejo de los residuos.

Estos hallazgos están relacionados con el estudio realizado por Orozco Mazo & Restrepo Correa (2022) en empresas industriales de sector Guayabal, Medellín, que indica que el diagnóstico inicial es una etapa clave para identificar las condiciones reales de manejo de residuos antes de proponer estrategias de mejora. De manera similar, en el presente estudio, la caracterización de las empresas permitió identificar el contexto en el que se lleva a cabo la gestión de residuos en el Parque Industrial de Ambato y proporcionó la información necesaria para analizar posteriormente las prácticas de manejo, los tipos de residuos generados y las oportunidades de mejora enfocadas en la economía circular.

12.1.2. Estado actual de la gestión de residuos

En la siguiente tabla se puede evidenciar cómo se manejan los residuos en el Parque Industrial de Ambato:

Tabla 6
Gestión de Manejo de residuos

Gestores de residuos	N°	%
Con la empresa municipal de recolección de desechos	5	28
A través de un gestor formal autorizado	8	44
Mediante un gestor informal o reciclador independiente	3	17
Varios	2	11
Total	18	100

Nota: Elaboración propia con base en la matriz de gestión del Parque Industrial de Ambato (2026). La información presenta la clasificación de las empresas según el tipo de gestor autorizado para su manejo.

El mecanismo de gestión más común entre las empresas corresponde a los gestores formales acreditados, empleados por el 44% de las organizaciones estudiadas. Aunque esta

opción es la más utilizada, el porcentaje representa menos de la mitad de las empresas evaluadas, lo que demuestra que aún no se ha instaurado un modelo uniforme de gestión de residuos en el Parque Industrial de Ambato. Esta realidad refleja disparidades en las prácticas de manejo adoptadas por las organizaciones y subraya la necesidad de reforzar procesos que faciliten una gestión más estandarizada y alineada con los principios de la gestión integral de residuos.

El 28% de las empresas utiliza el servicio municipal de recolección de basura como su principal método de disposición. Este hallazgo sugiere que una parte significativa de los residuos generados es manejada a través del sistema público de recolección, lo que puede ser apropiado para residuos sólidos comunes. No obstante, dado el tipo de actividades metalmecánicas, es fundamental asegurar que los residuos con potencial de reutilización o aquellos que requieren un manejo diferenciado sean gestionados mediante mecanismos que garanticen su adecuada valorización y disposición.

El 17 % de las empresas manifestó que entrega sus residuos a gestores informales o recicladores independientes. Esta práctica evidencia que una parte de las organizaciones aún no utiliza canales formales para el manejo y aprovechamiento de sus residuos, lo que puede limitar la trazabilidad del destino final de los materiales y dificultar la verificación del cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Aunque esta modalidad favorece la recuperación de materiales reciclables, resulta necesario fortalecer la articulación con gestores ambientales autorizados que garanticen un manejo adecuado y un mayor control dentro del sistema de gestión integral de residuos.

El 11% de las empresas indicó utilizar diversas modalidades de gestión, combinando diferentes alternativas según el tipo de residuos generados. Este comportamiento evidencia que algunas organizaciones reconocen que los residuos poseen características distintas y, por lo tanto, requieren mecanismos específicos para su tratamiento. Sin embargo, el uso de múltiples gestores también demanda procesos adecuados de segregación, almacenamiento y control interno para asegurar que cada tipo de residuos reciba el tratamiento correspondiente.

En conjunto, los resultados permiten que la gestión de residuos en las empresas del Parque Industrial de Ambato presente un grado de formalización parcial. A pesar de que el uso de gestores autorizados es la práctica más común, más de la mitad de las empresas sigue utilizando métodos alternativos para el manejo de residuos. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer la planificación, la trazabilidad y la estandarización de los procesos de

gestión, con el objetivo de incrementar el aprovechamiento de los residuos y facilitar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Estos resultados son consistentes con lo indicado por Villanueva-Jimenez et al., (2022), quienes afirman que, en numerosas empresas industriales, la gestión de residuos sigue realizándose a través de prácticas heterogéneas y con limitaciones en la planificación ambiental. De modo similar, los hallazgos en el Parque Industrial de Ambato muestran que, aunque ha habido un avance en la utilización de gestores autorizados, aún persisten diferencias en las modalidades de manejo adoptadas por las empresas, lo que justifica la necesidad de fortalecer estrategias de gestión integral orientadas a mejorar la eficiencia ambiental y promover la economía circular.

12.1.3. Necesidades identificadas para mejorar la gestión de residuos

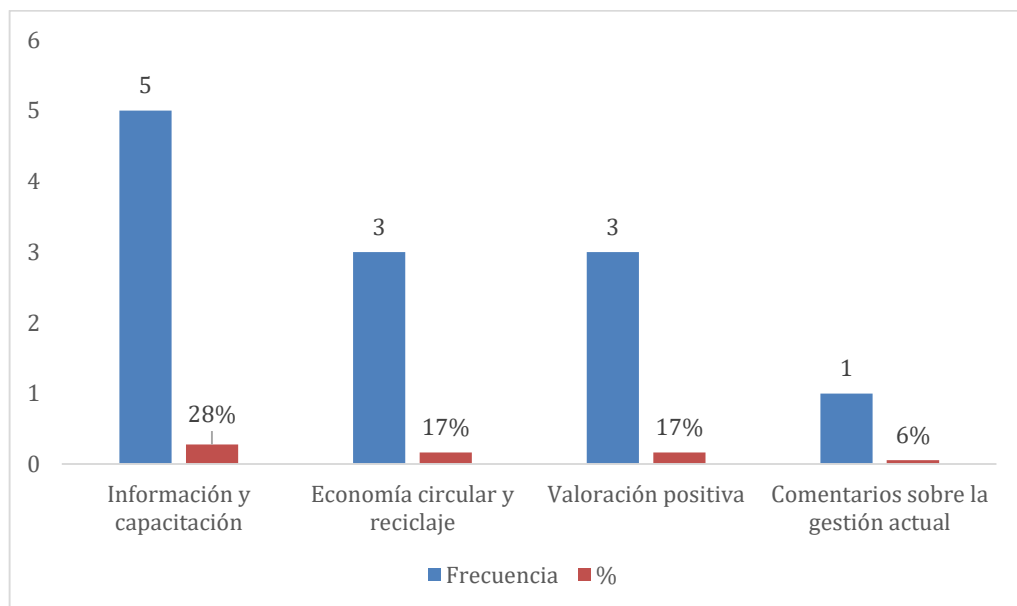


Figura 3

Necesidades identificadas por las empresas para mejorar la gestión de residuos en el Parque Industrial de Ambato.

La principal necesidad señalada por las empresas se relaciona con el fortalecimiento de la información y la capacitación, mencionada por el 28% de los participantes. Este descubrimiento sugiere que las principales limitaciones para mejorar la gestión de residuos están vinculadas no solo a aspectos operativos, sino también a la necesidad de reforzar las habilidades del personal en áreas como la clasificación, el almacenamiento, el aprovechamiento y la disposición correcta de los residuos comunes. En este aspecto, la capacitación se convierte en un componente crucial para optimizar la gestión ambiental en las empresas, ya que facilita

la aplicación adecuada de procedimientos y fomenta el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

El 17% de las empresas destacó la relevancia de promover acciones relacionadas con la economía circular y el reciclaje. Este resultado indica que una parte del sector reconoce el potencial de los residuos como recursos a ser reutilizados e integrados nuevamente en los procesos productivos, en lugar de ser vistos únicamente como desechos. La puesta en práctica de estrategias enfocadas en la valorización de residuos representa una oportunidad para reducir la generación de residuos destinados a la eliminación, optimizar el uso de materias primas y fortalecer la sostenibilidad de las actividades industriales.

El 17% de las empresas ofreció comentarios positivos sobre las iniciativas relacionadas con la gestión de residuos. Aunque estas respuestas no constituyen una necesidad específica de mejora, evidencian una actitud favorable hacia la implementación de acciones ambientales y un interés por reforzar las prácticas de gestión de residuos en el sector metalmecánico. Esta disposición representa una condición propicia para llevar a cabo programas de capacitación, sensibilización y mejora continua.

El 6% de las empresas indicó que sus residuos son entregados a gestores responsables de su tratamiento. Aunque este porcentaje es bajo, muestra que algunas organizaciones han adoptado mecanismos de gestión orientados a asegurar el tratamiento adecuado de los residuos. Estas experiencias pueden servir como referencia para fomentar buenas prácticas y fortalecer la gestión integral de residuos en el resto de las empresas del Parque Industrial de Ambato.

En conjunto, los resultados permiten interpretar que las principales necesidades del sector se dirigen hacia el fortalecimiento de las capacidades técnicas del personal y la implementación de estrategias que promuevan la valorización de los residuos bajo los principios de la economía circular. Esto demuestra que las oportunidades de mejora no se limitan a la disposición final de los residuos, sino que requieren el desarrollo de una cultura organizacional centrada en la prevención, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por Plaza (2024), quien argumenta que la implementación de programas permanentes de capacitación fortalece los conocimientos del personal y optimiza las prácticas de manejo de residuos dentro de las organizaciones. Además, el autor resalta que la formación continua favorece la realización de acciones de reducción, separación, reutilización y reciclaje, contribuyendo al cumplimiento de la normativa

ambiental y al fortalecimiento de la gestión ambiental empresarial. De manera similar, las necesidades identificadas en las empresas del Parque Industrial de Ambato evidencian que la capacitación y la promoción de estrategias de economía circular son acciones prioritarias para avanzar hacia una gestión integral y sostenible de los residuos.

12.2. Identificación de principales fuentes, tipos y cantidades producidas en el Parque Industrial de Ambato.

Este apartado se desarrolló en cumplimiento del segundo objetivo específico de la investigación, que se centra en la identificación y el análisis de las principales fuentes, tipos y cantidades de residuos generados en el sector metalmeccánico en el Parque Industrial de Ambato. A través de la utilización de una matriz de diagnóstico en 18 empresas involucradas, se organizó información clave sobre las dinámicas operativas y los flujos de materiales que emergen de la producción industrial. Esta caracterización técnica no solo facilita el diagnóstico de la situación actual del sector, sino que también sirve como la base fundamental para desarrollar estrategias de gestión integral. Así, se pretende establecer una base técnica robusta para la implementación de modelos de aprovechamiento sostenible y economía circular que mejore la eficiencia de los recursos industriales hacia el año 2026.

12.2.1. Fuentes de generación de residuos de las empresas analizadas

Tabla 7

Fuentes de generación

Fuente de generación de residuos	Actividades incluidas	Empresas
Procesos de fabricación y transformación industrial	Fabricación de compuestos de PVC, Metalmeccánica, Fabricación de autopartes para buses, Fabricación de carrocería, fabricación de muebles, Construcción de ventanas de aluminio, vidrio y acero inoxidable, Fundición de metales ferrosos y no ferrosos, Venta de hormigón premezclado y prefabricado de hormigón.	• Millpolimeros • Instruequipos • Moldecua • INPHEC Agroindustrial • Dismarlum • Hormicen Colchones Paraíso • Creavid • Siderúrgica Tungurahua.
Comercio y comercialización	Importadora ferretera, venta al por menor de herramientas eléctricas, venta de camiones y repuestos, comercio al por mayor y menor de productos de consumo masivo.	• Importadora Zunino • Miviltech • Mavesa Agencia Ambato CSM

		• Representaciones J. Leonardo Soria L. Ca.
Mantenimiento y servicio técnico de vehículos	Mantenimiento y reparación de motos y vehículos, comercialización y servicio de vehículos.	• Vihalmotos Importaciones S.A. • Vehicentro.
Industria del caucho	Rencauche de llantas	• Caucho Sierra • Mega Llantas.
Otros sectores	Sector secundario	• Cepeda Cía. Ltda.
Total		18

Nota: La agrupación de las actividades económicas se realizó con fines de análisis para identificar las principales fuentes de generación de residuos. Elaboración propia.

Las principales fuentes de desechos en el Parque Industrial de Ambato pertenecen a las empresas que se dedican a la fabricación y transformación industrial. Esta concentración pone de manifiesto el carácter mayormente productivo del sector metalmecánico, donde actividades como la producción de autopartes, estructuras metálicas, productos de PVC, elementos de construcción y la fundición de metales requieren un uso intensivo de materias primas, resultando en una mayor generación de residuos sólidos durante las distintas etapas del proceso productivo.

Las empresas enfocadas en el comercio y la comercialización ocupan el segundo lugar en el grupo identificado. Aunque estas organizaciones no llevan a cabo procesos de transformación industrial de la misma magnitud que las empresas manufactureras, sus actividades generan desechos que provienen principalmente del almacenamiento, transporte, embalaje y venta de productos. Este hallazgo indica que las características y el volumen de los residuos difieren según la naturaleza de la actividad económica, lo que implica que las estrategias de gestión deben ajustarse a las necesidades particulares de cada empresa.

Igualmente, las empresas que ofrecen mantenimiento y servicio técnico de vehículos, así como las que pertenecen a la industria del caucho, representan una proporción menor en el conjunto analizado. Sin embargo, sus procesos generan residuos con características específicas, como neumáticos inservibles, piezas metálicas, envases de lubricantes y otros materiales relacionados con el mantenimiento mecánico, que requieren un manejo especial para evitar impactos ambientales y favorecer su aprovechamiento cuando sea técnicamente factible.

La presencia de empresas clasificadas en otros sectores demuestra la diversidad de actividades que configuran el Parque Industrial de Ambato. Aunque su participación es menor, estas organizaciones también inciden en la generación de residuos y necesitan mecanismos de gestión adaptados a sus procesos productivos.

En conjunto, los datos permiten concluir que la naturaleza de la actividad económica es un factor clave en la generación de residuos dentro del Parque Industrial de Ambato. Las empresas que se dedican a procesos de fabricación y transformación industrial tienen más probabilidades de generar residuos a partir del procesamiento de materiales, mientras que las actividades comerciales y de servicios producen residuos relacionados principalmente con el manejo de productos y materiales de apoyo. Esta diferenciación es esencial para diseñar estrategias de gestión integral que se ajusten a las características de cada actividad, promoviendo el aprovechamiento de los residuos y la implementación de principios de economía circular.

Los resultados obtenidos coinciden con lo señalado por Valencia Rodríguez et al. (2019), quienes afirman que las actividades de fabricación, transformación y procesamiento de materiales metálicos son las principales fuentes de generación de residuos en el sector metalmeccánico. De igual forma, en el Parque Industrial de Ambato se demuestra que el predominio de empresas enfocadas en procesos industriales influye directamente en las características de los residuos generados, lo que subraya la importancia de identificar las fuentes de generación como base para la planificación de estrategias de gestión integral orientadas a la prevención, la valorización y el manejo adecuado de los desechos.

12.2.2. Tipos de residuos generados

Tabla 8

Residuos generados

Tipo de residuos	Cantidad total en día (kg)	%
Papel	245	3 %
Cartón	795	10 %
Plástico	545	7 %
Chatarra	4260	54 %
Aparatos eléctricos y electrónicos	310	4 %
Otros	1705	22 %
Total	7860	100 %

Nota: La categoría "**Otros**" incluye residuos sólidos no clasificados individualmente en la matriz, tales como madera de embalaje, vidrio, caucho, empaques, materiales de aislamiento,

residuos de barrido y otros residuos comunes generados en los procesos del sector metalmecánico.

Los datos mostrados en la Tabla 9 indican que las empresas evaluadas producen un total de 7860 kg de desechos al día, distribuidos en seis categorías principales. La composición de estos desechos refleja las características inherentes a las actividades del sector metalmecánico, en el que predominan los procesos de fabricación, transformación y mantenimiento de productos metálicos.

La chatarra es el residuo más significativo generado, alcanzando 4260 kg/día, lo que representa el 54% del total. Este dato refuerza que la mayor parte de los desechos proviene directamente de los procesos industriales de corte, mecanizado, soldadura y conformado de materiales metálicos. Desde la perspectiva de la gestión ambiental, este resultado ofrece una oportunidad para fortalecer las estrategias de valorización, dado que la chatarra tiene un alto potencial para ser reciclada y reincorporada a nuevos procesos productivos. Por lo tanto, una gestión adecuada no solo ayuda a disminuir la cantidad de residuos que se envían a disposición final, sino que también favorece el uso eficiente de los recursos y la implementación de principios de economía circular.

La categoría "Otros" abarca 1705 kg/día representando un (22%) del total, convirtiéndose en el segundo grupo más significativo generado. Este resultado demuestra que, además de los residuos predominantes del sector metalmecánico, las empresas generan una variedad de materiales relacionados con actividades complementarias de producción, almacenamiento, mantenimiento y embalaje. Entre estos desechos se cuentan la madera de embalaje, vidrio, caucho, empaques, materiales de aislamiento, residuos de barrido y otros desechos comunes que, aunque en menor cantidad de forma individual, juntos constituyen una proporción importante del total generado.

La diversidad de materiales en esta categoría subraya la necesidad de mejorar la segregación y caracterización de los residuos desde su origen, dado que cada uno presenta diferentes alternativas de manejo y aprovechamiento. Una clasificación más detallada facilitaría la implementación de estrategias de valorización, permitiría identificar materiales con potencial para reciclaje o reutilización y contribuiría a disminuir la cantidad de residuos destinados a disposición final, optimizando así la gestión integral de residuos en el Parque Industrial de Ambato.

Respecto a los residuos con potencial de reciclaje, el cartón (10%), el plástico (7%) y el papel (3%) constituyen una proporción considerable del total generado. Aunque su volumen es menor que el de la chatarra, estos materiales tienen un alto potencial para su aprovechamiento a través de procesos de reciclaje. Su correcta separación en la fuente permitiría aumentar las tasas de recuperación de materiales, reducir la cantidad de residuos que se envían a disposición final y fortalecer la implementación de programas de gestión integral enfocados en la valorización de residuos dentro del Parque Industrial.

Por otro lado, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) representan el 4% del total generado. Si bien su participación es relativamente baja, este tipo de desechos exige un manejo especial debido a la presencia de componentes que pueden representar riesgos para el medio ambiente y la salud si no se gestionan de manera correcta. Por eso, su almacenamiento temporal, transporte y disposición deben hacerse mediante gestores autorizados que aseguren el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la generación de residuos en el Parque Industrial de Ambato está íntimamente ligada a la naturaleza de las actividades productivas llevadas a cabo por las empresas del sector metalmecánico. El predominio de la chatarra y la existencia de materiales reciclables resaltan un considerable potencial para implementar estrategias de valorización y economía circular, mientras que la presencia de residuos que requieren un manejo especializado enfatiza la necesidad de mejorar la segregación en el origen y establecer mecanismos de gestión diferenciados según las características de cada tipo de residuo.

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Valencia Rodríguez et al. (2019), quienes señalaron que la chatarra metálica es el residuo más generado en las empresas del sector metalmecánico debido a los procesos de corte, mecanizado y transformación de materiales. De manera similar, en las empresas del Parque Industrial de Ambato, la chatarra representa más de la mitad de los residuos generados, lo que confirma que este material es el principal recurso susceptible de valorización. En consecuencia, el fortalecimiento de estrategias para la recuperación y reciclaje de residuos metálicos podría mejorar la eficiencia en el uso de materias primas, disminuir la generación de residuos que se envían a disposición final y promover una gestión ambiental más sostenible.

12.2.3. Análisis de Pareto de los residuos generados

Tabla 9

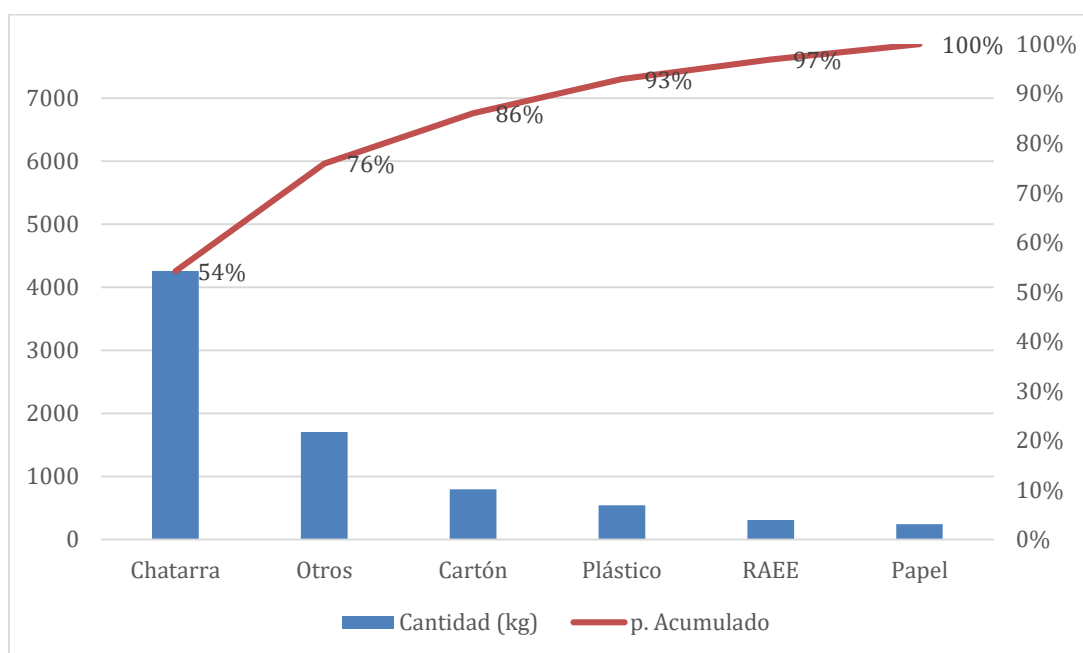
Distribución acumulada de los residuos generados por las empresas del Parque Industrial de Ambato

Residuo	Cantidad (kg)	. Acumulado
Chatarra	4260	54%
Otros	1705	76%
Cartón	795	86%
Plástico	545	93%
RAEE	310	97%
Papel	245	100%
Total	7860	

Nota: La categoría "**Otros**" incluye residuos sólidos no clasificados individualmente en la matriz, tales como madera de embalaje, vidrio, caucho, empaques, materiales de aislamiento, residuos de barrido y otros residuos comunes generados en los procesos del sector metalmeccánico.

Figura 4

Diagrama de Pareto de los residuos generados por las empresas del Parque Industrial de Ambato.



Nota: Diagrama a partir de la matriz de gestión de residuos de las empresas del Parque Industrial de Ambato (2026).

El estudio de Pareto permitió identificar los residuos que deben ser priorizados para el diseño de estrategias de gestión integral en las compañías del sector metalmecánico del Parque Industrial de Ambato. Los datos indican que la chatarra es el residuo de mayor volumen, con 4260 kg, lo que representa el 54% del total registrado. Este patrón refleja las características específicas de los procesos de fabricación, corte, mecanizado, soldadura y transformación de metales llevados a cabo por las empresas analizadas, confirmando que este material ofrece la principal oportunidad para implementar acciones de valorización y recuperación.

Aunque la categoría "Otros" se sitúa en segundo lugar en cuanto a la cantidad generada, incluye una variedad de residuos de distintas naturalezas, tales como madera de embalaje, vidrio, caucho, empaques, materiales de aislamiento y residuos de limpieza, entre otros. Dada su heterogeneidad, esta categoría no permite establecer una estrategia de gestión específica para un solo tipo de residuo, por lo que, para el análisis de priorización, se consideraron aquellos residuos que tienen características homogéneas y un mayor potencial de aprovechamiento.

Con base en este criterio, la chatarra, el cartón y el plástico son los residuos prioritarios para el desarrollo de estrategias de gestión. En total, estos residuos suman 5600 kg diarios, lo que equivale aproximadamente al 71% del total de residuos generados en las empresas analizadas. Este resultado muestra que enfocar los esfuerzos en estos tres residuos permitiría abordar la mayor parte de los materiales con potencial de valorización, optimizando así el uso de recursos y reduciendo de manera significativa la cantidad de residuos enviados a disposición final.

La chatarra se destaca por su alto potencial de reciclaje y reintegración en los procesos industriales, mientras que el cartón y el plástico son materiales que pueden ser altamente valorizados a través de procesos de recuperación y reciclaje. Por lo tanto, el fortalecimiento de programas de separación en la fuente, almacenamiento diferenciado y comercialización de estos residuos podría aumentar la eficiencia en la gestión ambiental y promover la implementación de principios de economía circular dentro del Parque Industrial de Ambato.

En conclusión, los resultados del análisis de Pareto demuestran que priorizar la chatarra, el cartón y el plástico es una estrategia técnica para orientar las acciones de gestión integral de residuos. La concentración de estos materiales en una gran proporción del total generado justifica que las propuestas presentadas en esta investigación se centren en su aprovechamiento y valorización, ya que una gestión adecuada de ellos generaría los mayores beneficios ambientales, operativos y económicos para las empresas del sector metalmecánico.

12.3. Propuesta de estrategias orientadas a la economía circular y la sostenibilidad.

12.3.1. Fundamentación de la propuesta.

El diseño de las estrategias se basa en los pilares de la economía circular, un modelo que prioriza la prevención de residuos y busca maximizar el valor de cada recurso. Por medio de la reducción, reutilización, reciclaje y valorización, se plantea una alternativa sólida frente al plan tradicional de “Producir y desechar”. El propósito central fue optimizar el uso de las materias primas y mitigar el impacto ambiental generado por la disposición final de los residuos.

La necesidad de este enfoque surgió directamente de los hallazgos del diagnóstico. En las empresas del Parque Industrial de Ambato se presentan desafíos críticos, tales como una generación excesiva de desperdicios, un manejo poco eficiente de materias con potencial para ser reutilizadas y una limitada cultura de valorización de los mismos. Estas fueron el detonante para estructurar una propuesta que fortaleciera la gestión integral de residuos, enfocándose en la clasificación desde el origen, la planificación, estratégica y la mejora constante de cada proceso operativo.

La propuesta se orientó a guiar las organizaciones hacia una gestión más consciente y sostenible. No solo se buscó reducir la carga de residuos en los vertederos, sino también integrar estrategias circulares que elevaran el desempeño ambiental del sector. Gracias a esto, se facilitó el camino para que las empresas no solo cumplieran con la normativa vigente, sino que se convierta en referentes de eficiencia y responsabilidad con su entorno.

12.3.2. Objetivo de la propuesta

12.3.2.1. Objetivo General

Proponer estrategias de gestión integrales para el manejo sostenible de los residuos generados en el Parque Industrial de Ambato.

12.3.2.2. Objetivo específico

- Mejorar su tratamiento a través de sus clasificaciones de residuos.
- Minimizar los impactos ambientales, por medio de técnicas de economía circular.
- Fortalecer la gestión integral de residuos sólidos comunes con reusos de materia prima generada en el Parque Industrial de Ambato.

12.3.3. Estrategias de mejora en el Parque Industrial de Ambato

Estrategia 1

Capacitación del personal.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	RESULTADOS
Capacitación de gestión integral de residuos y economía circular.	Más que una capacitación, se busca transformar al equipo (operativo, administrativo y directivo) en verdaderos agentes de cambio. A través de jornadas dinámicas y prácticas, se aprenderá no solo a cumplir la ley, sino a aplicar los principios de la economía circular en nuestro día a día, convirtiendo el Parque Industrial de Ambato en un referente de gestión responsable.	• Diagnóstico de las necesidades de capacitación , mediante encuestas, entrevistas y listas de verificación dirigidas al personal. Esta actividad permitirá conocer el nivel de preparación sobre gestión integral de residuos y establecer los temas prioritarios. • Plan Anual de Capacitación , con cronograma, contenidos, metodología, responsables y recursos, elaborado a partir de la normativa ambiental vigente, los procedimientos internos y los resultados del diagnóstico. Este plan servirá como guía para organizar las jornadas de formación durante el año. • Material didáctico adaptado a la realidad de la empresa , conformado por manuales, presentaciones, infografías, señalética y guías técnicas relacionadas con los residuos	• Área Ambiental. • Responsable del Sistema de Gestión Ambiental. • Coordinador de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA), si aplica. • Instructores o capacitadores externos especializados en gestión de residuos.	• Personal capacitado y sensibilizado sobre la gestión integral de residuos sólidos. • Incremento de la correcta segregación de residuos desde la fuente. • Reducción de errores en el manejo, almacenamiento y disposición de residuos. • Mayor aprovechamiento de materiales reciclables y valorizables. • Fortalecimiento de la cultura ambiental y de la economía circular

generados. Estos recursos facilitarán la comprensión de los contenidos y favorecerán la aplicación uniforme de los procedimientos.

- Jornadas de capacitación teórico-prácticas, con demostraciones sobre clasificación, almacenamiento y manejo de residuos. Las actividades podrán desarrollarse con los contenedores, equipos y residuos disponibles en la empresa, facilitando un aprendizaje relacionado con las tareas cotidianas del personal.

- Evaluación del aprendizaje y de la aplicación de los conocimientos , mediante cuestionarios, listas de verificación, inspecciones internas y observación directa en los puestos de trabajo. Esta evaluación permitirá comprobar los resultados de la capacitación e identificar aspectos que requieren refuerzo.

- Seguimiento continuo de las prácticas implementadas , a

dentro de las empresas.

- Mayor cumplimiento de los procedimientos internos y de la normativa ambiental vigente.

través de inspecciones periódicas, revisión de registros y retroalimentación al personal. Este proceso contribuirá al cumplimiento de las buenas prácticas y al fortalecimiento de la mejora continua en la gestión de residuos.

Estrategia 2

Revisión y actualización de la normativa interna para la gestión integral de residuos sólidos.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	RESULTADOS
Revisión y actualización de la normativa interna para la gestión integral de residuos.	Fortalecimiento de la gestión interna mediante la actualización de las normativas, alineándolas con las leyes ambientales vigentes en el país. El objetivo es que cada proceso, desde la generación de residuos hasta su salida de la empresa, sea	- Actualización Legal: Realizar un análisis exhaustivo de las leyes actuales, como el COA y la Ley de Economía Circular, para garantizar que nuestra empresa no solo cumpla, sino que supere los estándares establecidos. - Nuestro Manual de Convivencia Ambiental: Crear una guía clara que detalle el proceso de manejo de residuos, especificando las responsabilidades de cada	- Responsable Ambiental. - Comité Ambiental. - Jefes de Producción. - Responsable del Sistema de Gestión Ambiental. - Gerencia de la empresa.	- Normativa interna actualizada y alineada con la legislación ambiental vigente. - Procedimientos estandarizados para la gestión integral de residuos sólidos. - Mayor cumplimiento del Código Orgánico del Ambiente, su

sencillo, seguro y eficiente para todos los involucrados.	uno y cómo protegernos durante este proceso. • Herramientas de Control Sencillas: Implementar registros de fácil uso que nos permitan monitorizar el estado de cada residuo, asegurando así transparencia y orden en nuestra gestión. • Cuidado y Mejora Continua: Realizar revisiones periódicas del avance, no con el objetivo de señalar culpables, sino para corregir cualquier error a tiempo y asegurar que nuestro sistema evolucione continuamente.	Reglamento y la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva. • Personal informado sobre los procedimientos y responsabilidades relacionadas con la gestión de residuos. • Fortalecimiento del sistema de gestión ambiental y mejora continua de los procesos internos. • Reducción de incumplimientos y mayor control sobre el manejo de los residuos generados.
--	---	---

Estrategia 3

Implementación de áreas de almacenamiento temporal de los residuos sólidos.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	RESULTADOS
Implementación de áreas de almacenamiento temporal de los residuos sólidos	Acondicionamiento de áreas destinadas al almacenamiento temporal de residuos sólidos , con criterios técnicos, ambientales y de seguridad ocupacional. Estos espacios incluyen condiciones adecuadas para la segregación, organización, identificación y protección de los residuos generados en las actividades productivas, previo a su aprovechamiento, tratamiento o entrega a gestores ambientales autorizados. Esta estrategia contribuye a disminuir los riesgos derivados del manejo inadecuado, evitar la mezcla de materiales aprovechables con residuos no valorizables y fortalecer la gestión integral de residuos en las empresas del sector metalmecánico.	• Llevar a cabo un análisis exhaustivo de los espacios disponibles para el almacenamiento temporal de residuos. Este proceso considerará aspectos como la accesibilidad, seguridad, ventilación, impermeabilización y protección contra condiciones climáticas adversas. El objetivo es garantizar un entorno seguro y adecuado para el manejo de los residuos. • Implementación un sistema de contenedores que serán resistentes y claramente identificados. Utilizaremos un código de colores y rótulos específicos según el tipo de residuo generado. Esto facilitará la segregación en la fuente y evitará la mezcla de diferentes tipos de residuos, promoviendo así una gestión más eficiente. Adecuar físicamente los espacios seleccionados mediante la instalación de divisiones, recipientes,	• Responsable Ambiental. • Comité Ambiental. • Personal operativo. • Jefes de producción. • Responsable del Sistema de Gestión Ambiental. • Gerencia de la empresa.	• Áreas de almacenamiento temporal implementadas bajo criterios técnicos y ambientales. • Mayor organización y control de los residuos generados dentro de las instalaciones. • Reducción de la mezcla de residuos aprovechables y no aprovechables. • Disminución de riesgos ambientales y ocupacionales asociados al almacenamiento inadecuado. • Mejora en la trazabilidad de los residuos previo a su entrega a gestores autorizados.

contenedores o estructuras necesarias para mantener los residuos organizados y evitar su dispersión.

- Desarrollo de instrucciones detalladas que definirán el proceso de clasificación e identificación de residuos, el tiempo máximo de almacenamiento permitido, las condiciones de seguridad, y la frecuencia de recolección interna. Este procedimiento estandarizará el manejo de residuos dentro de la empresa, asegurando un flujo de trabajo más organizado.
- Proporción al personal el equipo de protección necesario y se llevarán a cabo capacitaciones sobre el manejo seguro de residuos. Estas sesiones incluirán demostraciones prácticas y la aplicación de los procedimientos establecidos, con el fin de reducir los riesgos laborales y ambientales durante las actividades de almacenamiento.
- Creación de formatos de control para registrar el ingreso y salida de residuos, así como para llevar

- Fortalecimiento de las prácticas de separación en la fuente y gestión integral de residuos sólidos.
 - Cumplimiento de requisitos establecidos en la normativa ambiental vigente.
-

a cabo inspecciones periódicas. Además, se realizarán registros fotográficos que mantendrán la trazabilidad de los residuos almacenados y permitirán verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

- Programar recolecciones de residuos almacenados, elaborando actas de entrega y verificando los permisos de los gestores ambientales. Este proceso asegurará que la disposición o valorización de los residuos se realice conforme a la normativa ambiental vigente, garantizando una gestión responsable y adecuada.

Estrategia 4

Adquisición de equipos e insumos.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	RESULTADOS
Adquisición de equipos e insumos para la gestión integral de residuos sólidos	Fortalecimiento de la infraestructura y disponibilidad de equipos para la gestión integral de residuos sólidos en las empresas del Parque Industrial de Ambato. La estrategia contempla espacios,	• Realizar un diagnóstico exhaustivo en las áreas donde se generan, almacenan y manejan residuos. Este análisis considerará el tipo y cantidad de residuos producidos,	• Gerencia. • Departamento Administrativo. • Responsable Ambiental.	• Empresas dotadas con equipos e insumos adecuados para fortalecer la gestión integral de residuos sólidos.

contenedores, señalética, equipos de protección personal y otros recursos necesarios para una adecuada segregación, almacenamiento temporal, manipulación y aprovechamiento de los residuos. También incluye condiciones apropiadas para el mantenimiento y uso permanente de estos recursos, de acuerdo con las necesidades de cada empresa y con los requisitos establecidos en la normativa ambiental vigente. De esta manera, se favorece un manejo más seguro y ordenado de los residuos, junto con una mayor eficiencia en las prácticas de gestión integral.

- Crear un plan priorizando la adquisición de contenedores diferenciados, señalética, equipos de protección personal, balanzas, estanterías y otros implementos esenciales. Se tendrá en cuenta el presupuesto disponible para asegurar la obtención de los recursos requeridos.
- Ubicar estratégica de contenedores, señalética y áreas de almacenamiento temporal, conforme a los procedimientos establecidos y la distribución de la empresa. Esto facilitará la segregación, manipulación y almacenamiento seguro de los residuos.
- Entrega controlada de guantes, mascarillas, botas, chalecos y otros implementos necesarios para el personal. Esta acción busca reducir los riesgos asociados al manejo de residuos y proteger la salud de los trabajadores.
- Realización de revisiones periódicas de contenedores,

- Comité Ambiental.
- Personal operativo.

- Mejora de las condiciones de separación, almacenamiento y manejo interno de residuos.
- Mayor eficiencia en las actividades operativas relacionadas con la gestión de residuos.
- Reducción de riesgos asociados a la manipulación inadecuada de residuos.
- Personal capacitado en el uso correcto de equipos y materiales.
- Fortalecimiento del control y seguimiento de los recursos destinados a la gestión ambiental.
- Mejora del cumplimiento de los procedimientos internos de manejo de residuos sólidos.

señalética, equipos y áreas de almacenamiento, registrando las condiciones observadas y las acciones correctivas implementadas. Esto asegurará el correcto funcionamiento de la infraestructura y prolongará su vida útil.

- Inspecciones regulares, registros de mantenimiento e inventarios actualizados para garantizar la continuidad y eficiencia del sistema de gestión integral de residuos.

Estrategia 5

Seguimiento y evaluación.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	RESULTADOS
Seguimiento y evaluación del sistema de gestión integral de residuos sólidos	Sistema de seguimiento, monitoreo y evaluación de la gestión integral de residuos sólidos en las empresas del Parque Industrial de Ambato. La estrategia contempla indicadores de desempeño, inspecciones periódicas, registros de control y auditorías internas para verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos. Este sistema facilita la identificación de deficiencias y oportunidades de mejora en las	• Definición de indicadores de gestión mediante parámetros técnicos de generación, segregación, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final, orientados a la valoración del desempeño del sistema integral de residuos. • Implementación de instrumentos de registro y	• Responsable Ambiental. • Comité Ambiental. • Jefes de área. • Responsable del Sistema de Gestión Ambiental. • Gerencia.	• Sistema de gestión integral de residuos evaluado periódicamente mediante indicadores de desempeño. • Mayor control sobre las actividades de manejo, separación y almacenamiento de residuos sólidos.

distintas etapas del manejo de residuos. Además, proporciona información útil para la toma de decisiones y contribuye a optimizar la gestión, fortalecer el control interno y mejorar continuamente las prácticas ambientales de las empresas.

control (hojas de seguimiento, listas de verificación y reportes de inspección) para el respaldo documental de las actividades y la garantía de trazabilidad de la información.

- Ejecución de inspecciones periódicas y recorridos programados en las áreas de generación y acopio, fundamentados en listas de chequeo para la verificación de protocolos y la identificación de oportunidades de mejora.
- Evaluación sistemática de resultados a partir del análisis de indicadores y registros técnicos, con el fin de determinar la eficacia operativa y el nivel de cumplimiento de los objetivos del sistema.
- Establecimiento de medidas correctivas y preventivas a través de planes de mejora derivados de no conformidades y auditorías internas, enfocados en la mitigación de deficiencias y la prevención de recurrencias.

- Identificación oportuna de incumplimientos y aplicación de acciones correctivas.
 - Generación de registros e informes que permitan evidenciar la mejora del sistema de gestión ambiental.
 - Fortalecimiento de la cultura ambiental del personal mediante seguimiento continuo.
 - Mejora continua de los procesos internos relacionados con la gestión integral de residuos sólidos.
 - Mayor cumplimiento de los requisitos ambientales aplicables.
-

- Elaboración de informes de gestión periódicos mediante la consolidación de datos de monitoreo para la comunicación de resultados a la alta gerencia y el soporte en la toma de decisiones estratégicas.

Estrategia 6

Implementar proyectos de economía circular y sostenibilidad de los residuos sólidos generados en el Parque industrial.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	RESULTADOS
Implementación de proyectos de economía circular y sostenibilidad de los residuos sólidos generados en el Parque Industrial	Proyectos de economía circular para el aprovechamiento sostenible de los residuos sólidos generados en las empresas del Parque Industrial de Ambato. La estrategia contempla la reutilización, el reciclaje, la recuperación y la valorización de materiales, junto con la optimización de los procesos productivos y la creación de alianzas con gestores ambientales autorizados. Estas iniciativas contribuyen a reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final y disminuir el consumo de materias primas. Además, fortalecerán el	• Elaboración de un plan estratégico para proyectos de economía circular, fundamentado en la definición de objetivos, recursos, cronogramas y asignación de responsabilidades para la estructuración operativa dentro de las empresas del Parque Industrial. • Implementación de estrategias de reutilización y reciclaje de materiales mediante la separación selectiva, el acondicionamiento de insumos y la integración de materias primas secundarias en los procesos productivos	• Gerencia. • Responsable Ambiental. • Comité Ambiental. • Gestores ambientales autorizados. • Empresas del Parque Industrial. • Instituciones académicas o practicantes ambientales.	• Implementación de proyectos de economía circular orientados al aprovechamiento y valorización de residuos sólidos. • Incremento del porcentaje de residuos recuperados y reincorporados a cadenas productivas. • Reducción de la cantidad de residuos enviados a disposición final.

desempeño ambiental y económico de las empresas mediante un uso más eficiente de los recursos y la incorporación de prácticas productivas sostenibles.

para la optimización de recursos.

- Evaluación sistemática de resultados de los proyectos ejecutados mediante indicadores ambientales, económicos y operativos, junto con el análisis de informes técnicos para la medición de la efectividad y la consolidación de la mejora continua.

- Mayor incorporación de principios de economía circular dentro de la gestión ambiental empresarial.
 - Mejora de la sostenibilidad del manejo de residuos sólidos en el Parque Industrial.
-

12.4. Diagrama de flujo

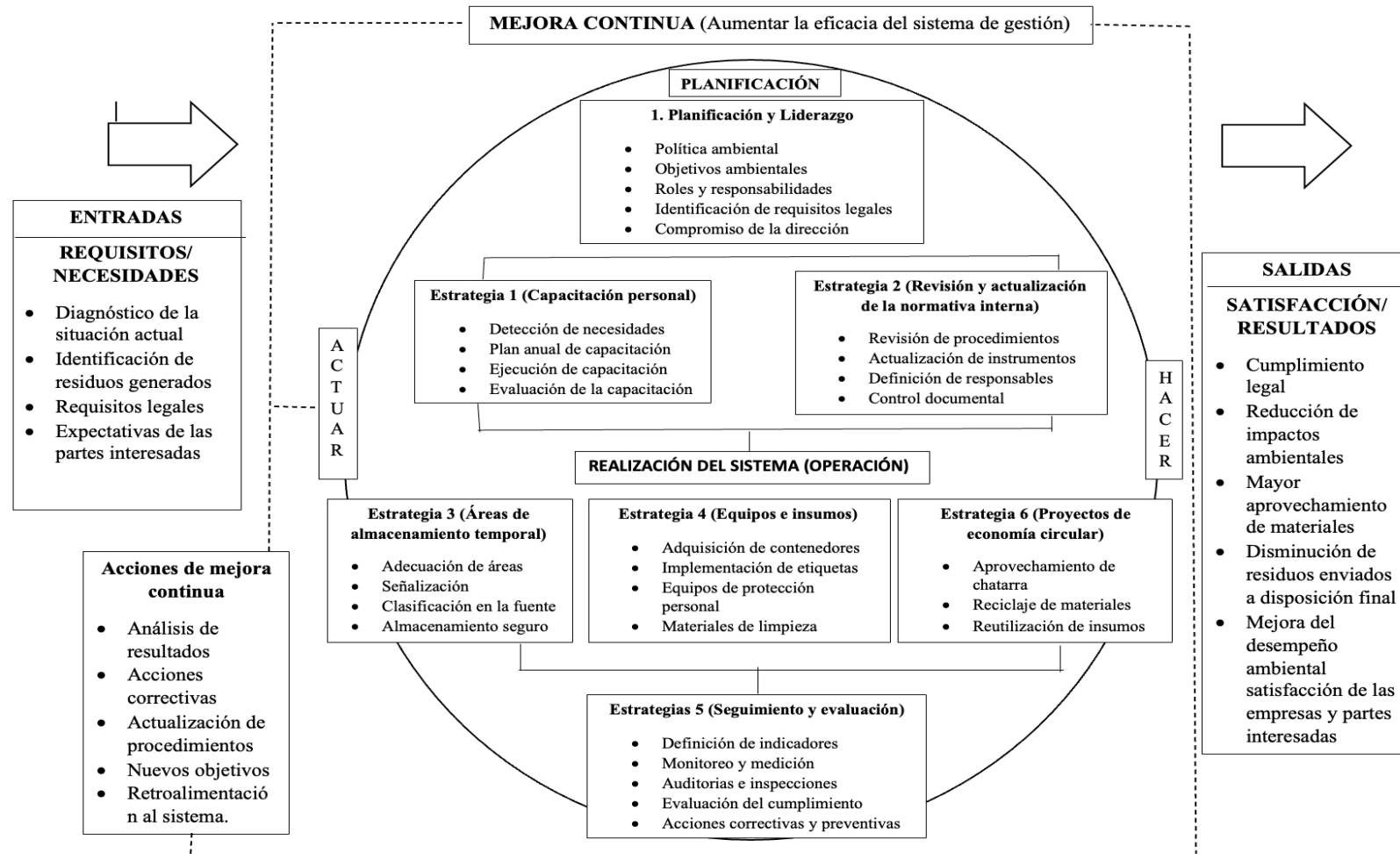


Figura 3

Diagrama de flujo de aprovechamiento de Residuos

12.5. Proyecto 1. Centro de valorización interna de chatarra metálica para la fabricación de mobiliario y accesorios industriales

12.5.1. Objetivo del proyecto

Implementar un centro de valorización interna que permita el aprovechamiento de la chatarra metálica generada en las empresas del Parque Industrial de Ambato para la fabricación de mobiliario y accesorios industriales de uso interno, promoviendo la economía circular, reduciendo la generación de residuos y optimizando el aprovechamiento de los recursos materiales.

12.5.2. Justificación

Las empresas del sector metalmecánico generan continuamente residuos metálicos provenientes de procesos de corte, perforado, soldadura, mecanizado y fabricación de estructuras metálicas. Una parte importante de estos residuos conserva propiedades físicas y mecánicas que permiten su reincorporación al proceso productivo mediante actividades de reutilización y transformación. Sin embargo, en la mayoría de los casos estos materiales son comercializados como chatarra o enviados directamente a gestores autorizados, desaprovechando su potencial de valorización.

Por lo tanto, se plantea la fabricación de estanterías metálicas para su uso interno, utilizando como materia prima principal la chatarra recuperada. Esta alternativa permite prolongar la vida útil de los materiales y reincorporarlos al ciclo productivo, así se evita que sean considerado únicamente como residuos destinados a comercialización o reciclaje externo.

12.5.3. Materia prima

La materia prima estará constituida principalmente por residuos metálicos generados durante las actividades productivas de la empresa.

Tabla 10
Materia prima

Materia prima	Especificación	Producción estimada
Retazos de perfiles metálicos	Ángulos, tubos cuadrados y rectangulares	120 kg/mes
Retazos de planchas metálicas.	Láminas de acero al carbono	100 kg/mes

Tubos mecánicos sobrantes	Diferentes diámetros y dimensiones	80 kg/mes
Platinas y barras metálicas	Retazos de procesos de corte	50 kg/mes
Tornillos y pernos recuperados	Elementos reutilizables	50 unid/mes

Nota. Materia prima disponible: aproximadamente 350 kg de chatarra metálica por mes.

12.5.4. *Producto estimado*

El proyecto estará orientado exclusivamente a la fabricación de estanterías metálicas para almacenamiento interno.

Tabla 11
Producto estimado

Característica	Especificación
Material	Acero al carbono recuperado
Altura	1,80 m
Ancho	0,90 m
Profundidad	0,40 m
Número de niveles	4
Uso	Almacenamiento de herramientas e insumos
Acabado	Pintura anticorrosiva
Capacidad referencial	100 kg por nivel

Nota. La capacidad definitiva deberá determinarse mediante el diseño estructural y las características reales del material utilizado.

12.5.5. *Procedimiento para la fabricación de las estanterías.*

El procedimiento se desarrollará mediante una secuencia de actividades que permita garantizar que la chatarra sea correctamente seleccionada y transformada en un producto funcional.

Etapas 1. Identificación y recolección

Se realizará la identificación de los puntos donde se genera chatarra metálica, principalmente en las áreas de corte, mecanizado, perforado y fabricación.

Los residuos serán recolectados y trasladados hacia el área destinada a la valorización interna.

Etapla 2. Clasificación

La chatarra será clasificada considerando:

- Tipo de metal.
- Dimensiones.
- Espesor.
- Estado físico.
- Presencia de corrosión.
- Posibilidad de reutilización.

Los materiales que presenten contaminación, deterioro excesivo o características que impidan su utilización serán separados y destinados al gestor correspondiente.

Etapla 3. Selección del material

Se seleccionarán los perfiles, tubos, planchas y platinas que presenten condiciones adecuadas para formar parte de la estructura de la estantería.

En esta etapa se determinará qué piezas pueden utilizarse para:

- Estructura vertical.
- Soportes horizontales.
- Refuerzos.
- Bandejas.
- Bases.

Etapla 4. Limpieza y acondicionamiento

Los materiales seleccionados serán limpiados para eliminar restos de grasa, polvo, pintura deteriorada u otros elementos que puedan afectar el proceso de fabricación.

En caso de presentar corrosión superficial, se realizará limpieza mecánica mediante cepillado o esmerilado.

Etapa 5. Medición y trazado

Se medirán los materiales seleccionados de acuerdo con las dimensiones establecidas para la estantería.

Posteriormente se marcarán las zonas donde se realizarán los cortes y perforaciones.

Etapa 6. Corte

Los perfiles y planchas serán cortados utilizando herramientas apropiadas, procurando aprovechar al máximo las dimensiones disponibles de los residuos.

Los nuevos retazos generados durante esta actividad serán nuevamente clasificados para evitar que se conviertan inmediatamente en residuos sin aprovechamiento.

Etapa 7. Perforado

Se realizarán las perforaciones necesarias para permitir el ensamblaje de los componentes de la estantería.

Esta alternativa puede facilitar el desmontaje y mantenimiento posterior de la estructura.

Etapa 8. Ensamblaje y soldadura

Los componentes serán posicionados y ensamblados de acuerdo con el diseño establecido.

Las uniones permanentes podrán realizarse mediante soldadura, utilizando el equipo disponible en la empresa y aplicando las medidas de seguridad correspondientes.

Etapa 9. Acabado superficial

La estructura será sometida a un proceso de limpieza y preparación superficial.

Posteriormente se aplicará pintura anticorrosiva para proteger el material y prolongar la vida útil de la estantería.

Etapa 10. Inspección

Antes de utilizar la estantería se realizará una inspección para verificar:

- Estabilidad.

- Calidad de las uniones.
- Dimensiones.
- Estado del acabado.
- Nivelación.
- Condiciones generales de seguridad.

Etapa 11. Implementación

Una vez aprobada la estantería, será ubicada en el área destinada al almacenamiento de herramientas, materiales o insumos.

Finalmente, se registrará la cantidad de chatarra utilizada y el producto obtenido.

12.5.6. Presupuesto estimado

Tabla 12

Presupuesto estimado del proyecto

Concepto	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Discos de corte	10	2,50	25,00
Discos de desbaste	5	3,00	15,00
Electrodos para soldadura	1 kg	8,00	8,00
Pintura anticorrosiva	1 galón	38,00	38,00
Diluyente	1 galón	12,00	12,00
Brochas y rodillos	1 lote	15,00	15,00
Pernos, tuercas y arandelas	1 lote	25,00	25,00
Equipo de protección personal	2 juegos	28,00	56,00
Material para señalización	1 lote	20,00	20,00
TOTAL			214,00

Nota: El presupuesto considera únicamente los insumos adicionales requeridos para la implementación del proyecto, debido a que la empresa dispone de la maquinaria principal necesaria para los procesos de fabricación.

12.6. Proyecto 2. Sistema de empaques retornables y protectores reutilizables para productos metalmecánicos

12.6.1. Objetivo del proyecto

Implementar un sistema de empaques retornables que permita aprovechar los residuos de cartón generados en las empresas del parque Industrial de Ambato para la fabricación de separadores internos reutilizables destinados a la protección de productos metalmecánicos, promoviendo la reutilización de materiales, reduciendo la generación de residuos y fortaleciendo los principios de la economía circular

12.6.2. Justificación

Las empresas del sector metalmecánico generan residuos de cartón provenientes del embalaje de materias primas, repuestos, herramientas y equipos. Generalmente, estos materiales son almacenados temporalmente y posteriormente entregados a gestores autorizados para su reciclaje. Sin embargo, una parte importante del cartón conserva las condiciones necesarias para ser reutilizada en la fabricación de separadores internos, protectores de piezas metálicas y empaques retornables destinados al almacenamiento y transporte interno de productos.

Bajo esta premisa, se propone el diseño y elaboración de divisores internos a partir de cartón recuperado, integrándolos en sistemas de empaque retornable para el sector metalmecánico. Esta estrategia busca optimizar el ciclo de vida del material mediante su aprovechamiento en múltiples ciclos de uso, lo que a su vez minimiza la demanda de insumos vírgenes y reduce el volumen de desechos que se derivan de forma prematura hacia los procesos de reciclaje.

12.6.3. Materia prima

Esta materia prima estará constituida por residuos de cartón generados durante las actividades de recepción, almacenamiento y embalaje de la empresa

Tabla 13
Materia prima utilizada

Materia prima	Especificación	Cantidad estimada
Cartón corrugado	Cajas de embalaje en buen estado	100 kg/mes
Cartón de doble pared	Embalajes de equipos y repuestos	50 kg/mes
Separadores de cartón recuperados	Elementos internos de embalajes	30 kg/mes
Esquineros de cartón	Protectores recuperables	20 kg/mes

Nota. La materia prima disponible se estima en aproximadamente 200 kg de cartón por mes. La cantidad definitiva dependerá de la generación real registrada en cada empresa.

12.6.4. Producción estimada

El proyecto estará orientado a la fabricación de separadores internos de cartón reutilizables para empaques retornables, destinados a proteger y mantener organizados los productos metalmecánicos durante su almacenamiento y transporte.

Tabla 14
Características del producto

Característica	Especificación
Material	Cartón corrugado recuperado
Tipo	Separadores internos modulares
Dimensiones referenciales	40 × 30 cm
Espesor	3–5 mm
Uso	Separación y protección de productos metalmecánicos
Sistema	Retornable y reutilizable
Compartimentos	6–12, según el producto
Identificación	Código o etiqueta reutilizable
Vida útil estimada	5–10 ciclos de uso

Nota. Las dimensiones y el número de compartimentos deberán ajustarse de acuerdo con las características y dimensiones de los productos metalmecánicos que serán transportados.

12.6.5. Procedimiento para la fabricación de los separadores internos.

El procedimiento se desarrollará mediante una secuencia de actividades que permita garantizar que los residuos de cartón sean correctamente seleccionados, acondicionados y transformados en separadores funcionales y reutilizables.

Etapla 1. Identificación y recolección

Se realizará la identificación de los puntos donde se generan residuos de cartón, principalmente en las áreas de recepción de materiales, almacenamiento, embalaje y despacho.

Los residuos serán recolectados y trasladados hacia el área destinada al aprovechamiento y transformación del material.

Etapla 2. Clasificación

El cartón será clasificado considerando:

- Tipo de cartón.
- Dimensiones.
- Espesor.
- Estado físico.
- Resistencia.
- Presencia de humedad.
- Presencia de contaminantes.
- Posibilidad de reutilización.

Los materiales que presenten humedad, contaminación con aceites, sustancias químicas, residuos orgánicos o deterioro excesivo serán separados y destinados al reciclaje o gestión correspondiente.

Etapla 3. Selección del material

Se seleccionarán las cajas, láminas y piezas de cartón que presenten condiciones adecuadas para la fabricación de los separadores.

En esta etapa se determinará qué piezas pueden utilizarse para:

- Separadores verticales.
- Separadores horizontales.
- Bases internas.
- Protectores laterales.
- Esquineros.

Etapa 4. Limpieza y acondicionamiento

Los materiales seleccionados serán acondicionados mediante el retiro de cintas adhesivas, grapas, etiquetas y otros elementos que puedan interferir en el proceso de fabricación.

Posteriormente, el cartón será almacenado en un espacio seco y protegido de la humedad para conservar sus propiedades físicas.

Etapa 5. Medición y trazado

Se determinarán las dimensiones de los productos metalmecánicos que serán almacenados o transportados.

Con base en estas dimensiones se realizará el trazado de los separadores, procurando que cada compartimento permita mantener las piezas separadas y evitar golpes, rayones o daños durante su manipulación.

Etapa 6. Corte

Las piezas de cartón serán cortadas de acuerdo con las dimensiones previamente establecidas mediante cúter industrial o guillotina manual.

Durante esta actividad se procurará aprovechar al máximo el material disponible, reduciendo la generación de nuevos sobrantes.

Los recortes que conserven condiciones adecuadas serán clasificados nuevamente para su posible utilización en otros componentes del sistema.

Etapa 7. Ensamblaje

Los separadores serán ensamblados mediante la elaboración de ranuras que permitan unir las piezas de cartón entre sí.

Se priorizará un sistema modular que permita desmontar, reemplazar o modificar los separadores de acuerdo con las dimensiones de los productos metalmecánicos.

Etapa 8. Acabado e identificación

Una vez ensamblados los separadores, se realizará la revisión de sus bordes y superficies para eliminar elementos que puedan ocasionar daños a los productos.

Posteriormente, cada juego de separadores será identificado mediante un código que permita realizar el seguimiento de su utilización y número de ciclos de reutilización.

Etapa 9. Inspección

Antes de su implementación se realizará una inspección para verificar:

- Estado físico del cartón.
- Resistencia de los separadores.
- Dimensiones.
- Correcto ensamblaje.
- Ausencia de humedad.
- Ausencia de contaminantes.
- Adaptación al producto.
- Condiciones adecuadas de protección.

Los separadores que no cumplan con las condiciones establecidas serán retirados y enviados al proceso de reciclaje.

Etapa 10. Implementación

Una vez aprobados, los separadores serán colocados dentro de los empaques retornables para proteger y organizar los productos metalmecánicos durante su almacenamiento y transporte.

Después de cada utilización, los empaques y separadores serán recuperados para ser utilizados nuevamente, siempre que mantengan condiciones adecuadas.

Finalmente, se registrará la cantidad de cartón utilizada, el número de separadores fabricados y los ciclos de reutilización alcanzados.

12.6.6. Presupuesto por empresa

Tabla 15
Indicadores de seguimiento

Concepto	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Guillotina manual para cartón	1	65,00	65,00
Cúteres industriales	2	8,00	16,00
Reglas metálicas	2	6,00	12,00
Escuadras metálicas	2	5,00	10,00

Perforadora manual	1	15,00	15,00
Marcadores permanentes	1 lote	8,00	8,00
Etiquetas reutilizables	100	0,15	15,00
Material para señalización	1 lote	20,00	20,00
Capacitación del personal	1	60,00	60,00
TOTAL			221,00

Nota. El presupuesto considera únicamente los insumos y herramientas adicionales requeridos para la implementación del proyecto, debido a que el cartón utilizado como materia prima corresponde a los residuos generados por la propia empresa y se considera que esta dispone de espacios básicos para la preparación y almacenamiento del material.

12.7. Proyecto 3. Centro de transformación de plásticos reciclados para la fabricación de accesorios industriales mediante impresión 3D

12.7.1. Objetivo del proyecto

Implementar un centro de transformación de residuos plásticos para la fabricación de accesorios industriales mediante impresión 3D, promoviendo el aprovechamiento de materiales reciclables, la reducción de residuos plásticos y la aplicación de los principios de la economía circular en las empresas del Parque Industrial de Ambato.

12.7.2. Justificación

Las empresas del sector metalmecánico generan residuos plásticos provenientes principalmente de empaques, envolturas, envases, fundas y materiales de protección utilizados durante el almacenamiento y transporte de materias primas e insumos. Aunque estos residuos generalmente son entregados a gestores autorizados para su reciclaje, poseen un alto potencial para ser transformados en nuevos productos mediante tecnologías de fabricación aditiva.

La implementación de un centro de transformación permitirá convertir estos residuos en materia prima para la fabricación de accesorios industriales, organizadores y piezas auxiliares de uso interno, disminuyendo la compra de productos comerciales, reduciendo los costos operativos y fortaleciendo la economía circular mediante la valorización de residuos.

12.7.3. Materia prima

La materia prima estará constituida principalmente por residuos plásticos generados durante las actividades productivas y operativas de la empresa.

Materia prima para la fabricación de organizadores de herramientas.

Tabla 16
Materia prima utilizada

Materia prima	Especificación	Producción estimada
Residuos de plástico rígido	Envases y recipientes plásticos en condiciones aprovechables	40 kg/mes
Retazos de plástico	Sobrantes de procesos productivos	25 kg/mes
Piezas plásticas deterioradas	Componentes fuera de uso y no contaminados	20 kg/mes
Otros plásticos aprovechables	Material plástico compatible previamente clasificado	15 kg/mes

Nota. Materia prima disponible: aproximadamente 100 kg/mes

12.7.4. Producción estimada

El proyecto estará orientado exclusivamente a la fabricación de organizadores para herramientas mediante impresión 3D, destinados al almacenamiento y organización de herramientas manuales utilizadas en las áreas de producción y mantenimiento.

Tabla 17
Características del producto

Característica	Especificación
Material	Filamento elaborado a partir de plástico recuperado
Producto	Organizador modular para herramientas
Dimensiones referenciales	30 × 20 × 10 cm
Compartimentos	6–10 espacios
Uso	Organización de herramientas manuales
Fabricación	Impresión 3D
Sistema	Modular y personalizable
Identificación	Código o etiqueta
Vida útil estimada	≥ 2 años

Nota. Las dimensiones y número de compartimentos podrán modificarse de acuerdo con las características de las herramientas que serán almacenadas. La vida útil dependerá del tipo de plástico utilizado, las condiciones de uso y la carga soportada por el organizador.

12.7.5. Procedimiento para la fabricación de los organizadores de herramientas

El procedimiento se desarrollará mediante una secuencia de actividades que permita garantizar que los residuos plásticos sean correctamente identificados, seleccionados y acondicionados antes de ser transformados en filamento reciclado y utilizados posteriormente en la fabricación de los organizadores.

Etapa 1. Identificación y recolección

Se realizará la identificación de los puntos donde se generan residuos plásticos, principalmente en las áreas de producción, mantenimiento, almacenamiento, recepción y despacho.

Los residuos serán recolectados y trasladados hacia el área destinada al aprovechamiento y acondicionamiento del material.

Etapa 2. Clasificación

Los residuos plásticos serán clasificados considerando:

- Tipo de plástico.
- Estado físico.
- Dimensiones.
- Color.
- Presencia de contaminantes.
- Posibilidad de aprovechamiento.
- Compatibilidad para su transformación en filamento.

Los materiales que presenten contaminación con aceites, sustancias químicas, residuos orgánicos u otros elementos que puedan afectar el proceso serán separados y destinados al manejo correspondiente.

Etapa 3. Selección del material

Se seleccionarán los residuos plásticos que presenten condiciones adecuadas para su posterior transformación en filamento reciclado.

En esta etapa se priorizarán los materiales compatibles entre sí y se evitará mezclar diferentes tipos de plástico cuando esto pueda afectar las propiedades del filamento.

El material seleccionado será pesado y registrado para conocer la cantidad que será enviada al proveedor especializado.

Etapa 4. Limpieza y acondicionamiento

Los residuos seleccionados serán sometidos a un proceso de limpieza para retirar polvo, etiquetas, adhesivos y otros elementos presentes en su superficie.

Posteriormente, el material será secado completamente y almacenado temporalmente en recipientes identificados, evitando su exposición a humedad o contaminación.

Etapa 5. Preparación y almacenamiento

El plástico acondicionado será separado de acuerdo con su tipo y características.

Cada recipiente será identificado mediante etiquetas que indiquen:

- Tipo de plástico.
- Peso.
- Fecha de almacenamiento.
- Área de procedencia.
- Responsable.

Una vez alcanzada la cantidad establecida, el material será preparado para su entrega al proveedor especializado.

Etapa 6. Transformación externa en filamento reciclado

El plástico previamente clasificado y acondicionado será entregado a un proveedor especializado para su transformación mediante procesos de trituración, fundición y extrusión, obteniendo filamento compatible con impresión 3D.

La empresa deberá verificar las características del filamento recibido, principalmente su diámetro, uniformidad y condiciones físicas, para garantizar su utilización en la impresora 3D.

El proveedor deberá entregar el material identificado de acuerdo con el tipo de plástico utilizado y la cantidad procesada.

Etapa 7. Diseño e impresión 3D

Con el filamento reciclado disponible, se elaborará un diseño digital del organizador de herramientas considerando las dimensiones y características de los instrumentos que serán almacenados.

Posteriormente, el diseño será enviado a la impresora 3D para fabricar el producto.

Se priorizará un diseño modular que permita adaptar los espacios del organizador a diferentes tipos de herramientas y facilite su utilización dentro de las áreas de producción y mantenimiento.

Etapa 8. Acabado e identificación

Una vez finalizada la impresión, se retirarán los soportes y excedentes generados durante el proceso.

Posteriormente, se realizará una revisión de las superficies del producto para eliminar irregularidades que puedan afectar su utilización.

Cada organizador será identificado mediante un código o etiqueta que permita conocer la fecha de fabricación y el tipo de material utilizado.

Etapa 9. Inspección

Antes de utilizar el organizador se realizará una inspección para verificar:

- Dimensiones.
- Estabilidad.
- Calidad de impresión.
- Resistencia.
- Ausencia de deformaciones.
- Distribución de los compartimentos.
- Capacidad para sostener las herramientas previstas.

Los productos que presenten defectos que afecten su funcionamiento serán separados para determinar si pueden ser corregidos o reprocesados.

Etapa 10. Implementación

Una vez aprobados, los organizadores serán colocados en las áreas de producción o mantenimiento para almacenar las herramientas correspondientes.

Finalmente, se registrará la cantidad de plástico recuperado, la cantidad enviada al proveedor, el filamento obtenido, los organizadores fabricados y los productos aprobados.

12.7.6. Presupuesto estimado

Tabla 18

Presupuesto estimado para la implementación del proyecto

Concepto	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Trituradora de plástico de pequeña escala	1	450,00	450,00
Extrusora para filamento 3D	1	500,00	500,00
Impresora 3D	1	350,00	350,00
Recipientes para clasificación y almacenamiento	4	15,00	60,00
Calibrador digital	1	20,00	20,00
Herramientas de acabado	1 lote	30,00	30,00
Material de limpieza y acondicionamiento	1 lote	25,00	25,00
Equipo de protección personal	2 juegos	28,00	56,00
Capacitación para manejo de equipos	1	100,00	100,00
Material para señalización e identificación	1 lote	20,00	20,00
TOTAL			1.611,00

Nota. El presupuesto considera la adquisición de los equipos principales necesarios para realizar las etapas de trituración, extrusión e impresión 3D. El valor puede disminuir si la empresa dispone previamente de alguno de estos equipos o si el proceso de transformación del plástico se realiza mediante un proveedor externo.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones.

El análisis realizado en 18 empresas del sector metalmecánico del Parque Industrial de Ambato reveló que la gestión de residuos se lleva a cabo a través de diversos mecanismos. El 44% de las empresas entrega sus desechos a gestores ambientales autorizados, el 28% utiliza el servicio municipal de recolección, el 17% acude a gestores informales y el 11% combina varios métodos de gestión. Estos hallazgos evidencian progresos, el control y la trazabilidad para establecer una gestión integral de residuos.

La identificación y caracterización de los residuos permitieron calcular una generación total de 7.860 kg, donde la chatarra metálica constituyó el 54% (4.260 kg) del total, seguida por otros desechos con el 22% (1.705 kg), cartón con el 10% (795 kg), plástico con el 7% (545 kg), residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) con el 4% (310 kg) y papel con el 3% (245 kg). Además, se identificó que los procesos de fabricación y transformación industrial son la principal fuente de generación de residuos, ya que 9 de las 18 empresas analizadas (50%) lo

evidencian, lo cual demuestra un importante potencial para la valorización y el aprovechamiento de materiales reciclables.

Con base en el diagnóstico y en la priorización de residuos mediante el análisis de Pareto, se desarrollaron estrategias dirigidas a reforzar la gestión integral de los residuos sólidos, centrándose en la separación en la fuente, la capacitación del personal, la implementación de zonas de acopio, la valorización de residuos reciclables y el seguimiento continuo de las acciones adoptadas. Estas estrategias constituyen una propuesta técnica que optimizará el aprovechamiento de los residuos generados en mayor cantidad y ayudará a cumplir con la normativa ambiental vigente

13.2. Recomendaciones.

A los encargados legales y responsables de gestión ambiental de las empresas en el Parque Industrial de Ambato, se les aconseja establecer un programa continuo de capacitación para el personal operativo y administrativo sobre la gestión integral de residuos, la clasificación en la fuente, el manejo seguro, el cumplimiento de la normativa ambiental y los principios de economía circular. También se recomienda desarrollar y aplicar procedimientos internos que definan las responsabilidades, las rutas de manejo, el almacenamiento temporal y los métodos de registro y control, con el objetivo de mejorar la trazabilidad y fomentar la mejora continua en la gestión de residuos.

A la administración del Parque Industrial de Ambato, en colaboración con los representantes legales y responsables ambientales de las empresas, se sugiere integrar las estrategias propuestas dentro de los planes de gestión ambiental de la institución, impulsando acciones continuas de reducción, reutilización, reciclaje y valorización de residuos. Además, se recomienda formar alianzas entre las empresas para compartir áreas de acopio, mejora la coordinación con gestores ambientales autorizados e implementar indicadores de seguimiento que permitan evaluar periódicamente la efectividad de las estrategias y promover un proceso de mejora continua de acuerdo con los principios de la economía circular y la normativa ambiental vigente.

A los responsables de la gestión ambiental de las empresas del Parque Industrial de Ambato, se les aconseja establecer un sistema de seguimiento y evaluación de la gestión integral de residuos mediante indicadores de desempeño, registros periódicos de generación y aprovechamiento de residuos, auditorías internas y revisiones semestrales del cumplimiento de

las estrategias propuestas. Esto facilitará medir la efectividad de las acciones implementadas, identificar oportunidades de mejora y garantizar la sostenibilidad del sistema de gestión de residuos a largo plazo.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Agila Jiménez, D. A. (2024). Diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos urbanos en el cantón Guano [bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12875>
- Alulema, A. S. L., Campaña, M. V. C., & Acevedo, V. J. L. (s. f.). Manejo de los residuos sólidos urbanos en el cantón Ambato al año 2022.
- Amaya Silva, E. R. (2025, marzo 2). La Importancia de un Diagnóstico Ambiental en Empresas. https://www.cindesus.org/post/diagn%C3%B3stico-ambiental-para-empresas-paso-a-paso?utm_source=chatgpt.com
- Arévalo, D., Lechón, W., Moreira, H., & Guzmán, H. (2022). COMPETENCIAS Y PROCESOS DE CALIDAD AMBIENTAL.
- Arockiam JeyaSundar, P. G. S., Ali, A., Guo, di, & Zhang, Z. (2020). 6—Waste treatment approaches for environmental sustainability. En P. Chowdhary, A. Raj, D. Verma, & Y. Akhter (Eds.), *Microorganisms for Sustainable Environment and Health* (pp. 119-135). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00006-1>
- Atlas.ti. (2025). ATLAS.ti. <https://atlasti.com/es/research-hub/tipos-de-analisis-de-datos>
- BARREZUETA ORELLANA, J. A. (2020). APLICACIÓN DEL DIAGRAMA DE PARETO EN EL DEPARTAMENTO DE COBRANZAS DE LA COMPAÑÍA DE SEGUROS CÓNDOR.
- Burbano, L. M. C. (2021). EVALUACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE IPIALES Y ALTERNATIVAS PARA LA MEJORA DE LOS PROGRAMAS.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). *ECONOMÍA CIRCULAR*. 2026.
- Chafla, L., Margarita, A., & Lima, G. P. S. (s. f.). Trabajo de titulación para optar al título de ingeniera Ambiental. 2024.

Código Orgánico del Ambiente. (s. f.).

Constitución de la República del Ecuador, 2008. (s. f.).

Flores Merchá, K. T. (2020). Trabajo de Titulación presentado para optar el título de Ingeniera Ambiental [bachelorThesis, Jipijapa.UNESUM].
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2388>

García M., A. M., García Mogollón, J. M., & Angarita L, J. J. (2023). GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA ECONOMIA CIRCULAR: UN ANALISIS BIBLIOMETRICO. REVISTA AMBIENTAL AGUA, AIRE Y SUELO, 14(1), 91-111. <https://doi.org/10.24054/raaas.v14i1.2749>

García, P. A. C., & Encalada, A. G. R. (2019). PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PARROQUIA RURAL TOTORAS DEL CANTÓN AMBATO.

Gestión Integral de Residuos Sólidos. (s. f.).

Hernandez, J. H. (2014). Tema: Diagnóstico Ambiental de los Residuos Sólidos a “Industrial Comercial San Martín, S.A”.

INEC. (2023). Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, & Teresa De Jesús, S.-S. (2012). El destino de la basura: Una mirada a sus impactos. Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo, 14(39), 49-63. <https://doi.org/10.31644/IMASD.39.2025.a03>

ISO 59004:2024—ISO 59004:2024. (s. f.). Recuperado 13 de julio de 2026, de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/80648/2367ea401b9a4d229d35702ed04f1743/ISO-59004-2024.pdf>

Jiménez, D. A. A., & Paredes, M. (2024). Diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos urbanos en el cantón Guano.

Leiton Rodriguez, N. V., & Revelo Maya, W. G. (2017). Gestión integral de residuos sólidos en la empresa Cyrgo SAS. Tendencias, 18(2), 103-121. <https://doi.org/10.22267/rtend.171802.79>

Lobo, S. O. (2023). Caracterización de residuos industriales. SEAG0108. IC Editorial.

Lopez, P., & Jhon, H. (2023). “Evaluación de los indicadores de los residuos sólidos generados en el cantón Azogues y en las parroquias, Javier Loyola, Guapán, San Miguel de Porotos y Cojitambo”. 144.

Machado Maliza, M. E., Romero Hernández, J. E., & Samaniego Macas, K. A. (2024). Gestión ambiental corporativa en Ecuador: Análisis y mejoras para una mayor responsabilidad empresarial. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v12i1.4314>

Manual para el manejo de los residuos peligrosos de tipo químico (CRETI). (s. f.). Recuperado 16 de julio de 2026, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46086456/residuos_peligrosos-libre.pdf?1464670376=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DINSTITUTO_NACIONAL_DE_PERINATOLOGIA_ISID.pdf&Expires=1784244511&Signature=QCYesmJ5bQx8FAB4I5ld6U49UlPEqlwiFkyKuPbNcnRrimtCEm9n5jZkhq3JnbcPySDAAjXiyhRxm4M760U-w-9-uRiQM97FifFRqHTK3yP-sELQXSHeutfYUOZzus7TVlcou0VZJfMTN5Fek9mdnyARWp3mSXwBVtfwKHkrjoYG-DeOLIRiUliNOigm6pEL28086MGigO3C6JybutLGc~zbRjxHa3Ir2ptFOndgSFQdu6MYzmLBU0zqMtcc6hoPZFnAYL6hIDtZsDnYxrcK1A82yXdBUKMavDc1aMAPHB9hW-OJJDHPL~eSaYRfBXELGwWH323byOKPxTdaFfCX0g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Menéndez Jaramillo, G. G., Saavedra Meza, M. E., & Díaz Bedón, L. A. (2025). Estrategias de Economía Circular en la Gestión de Residuos Sólidos: Impacto Ambiental y Optimización de Recursos. Revista Social Fronteriza, 5(1). [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(1\)578](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(1)578)

Merino B., G. (2006). Plan de manejo de residuos sólidos en cinco empresas del parque industrial Ambato [Thesis, Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/334>

Norma Técnica Para La Elaboracion de Estudio de Impacto Ambiental. (s. f.). Recuperado 16 de julio de 2026, de

<https://gptsachila.gob.ec/estudioambiental2/documentos/Biblioteca/Normativa%20Ambiental/Norma%20Tecnica%20-%20Elaboracion%20de%20Estudio%20de%20Impacto%20Ambiental.pdf>

Paredes, A. Á. S. (s. f.). REPÚBLICA DEL ECUADOR.

Paredes, A. Á. S. (2021). REPÚBLICA DEL ECUADOR.

Plan Tabulados e Indicadores GIRS. (s. f.).

Quinteros, P. A., González, J. K., Delgado, F. M., & Casanova, B. M. (2020). Modelo multicriterio para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Quevedo – Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI(4), 328-352.

Ramírez Astudillo, J. C. (2022). Sistema de gestión ambiental para el manejo de residuos sólidos en el Centro Poblado villa Puerto Pizarro. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/items/f4afaf47-7e4f-4115-acfc-0a0a765e7580>

Raudales-Garcia, E. V., Acosta-Tzin, J. V., & Aguilar-Hernández, P. A. (2024). Circular economy: A systematic and bibliometric review. *Región Científica*, 2024192. <https://doi.org/10.58763/rc2024192>

Reducción, aprovechamiento y valorización de residuos. (s. f.).

Revelo, Y. E. S. (2023). Plan de manejo de desechos sólidos para una industria metal mecánica.

Romero Ramírez, T. A. (2025). Análisis de la gestión de residuos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito: Un enfoque a la situación social de los recicladores. <http://hdl.handle.net/10469/22283>

Rosa Natalia Carmona Pardo & Yorman Andrés Mosquera. (2024). Plan de gestión integral de residuos solidos [Informe técnico Institucional].

Sáez, A. (2022). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.

Sandoval Sandoval, E. M. (2025). Evaluación de gestión del manejo de los Residuos Sólidos, aplicando indicadores de Economía Circular en Santo Domingo, Ecuador. *CONECTIVIDAD*, 6(2), 320. <https://doi.org/10.37431/conectividad.v6i2.297>

- Sinche, S. (2007). PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN.
- Suarez, L. A. C., Torres, D. J. P., Ramirez, W. E. C., & Santi, W. E. M. (2022). Comportamiento compostable y biodegradable de bioplásticos producidos con desechos agrícolas. *RECIAMUC*, 6(3), 546-555. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.546-555](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.546-555)
- Tungurahua_Demografia. (s. f.). Recuperado 18 de julio de 2026, de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sitios/Panorama_estadistico_provincial/tungurahua_demografia.html
- Valdés López, A. (2019, septiembre). (PDF) Valdés, A., López, E. J., & Alonso, A. (2019). Gestión de residuos industriales y sostenibilidad. Necesidad de un enfoque de economía ecológica. *Universidad y Sociedad*, 11(4), 424-435. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/336987599_Valdes_A_Lopez_E_J_Alonso_A_2019_Gestion_de_residuos_industriales_y_sostenibilidad_Necesidad_de_un_enfoque_de_economia_ecologica_Universidad_y_Sociedad_114_424-435
- Valencia Rodríguez, O., Forero Páez, Y., Universidad Nacional de Colombia, & Universidad Autónoma de Manizales. (2019). Caracterización y uso de los residuos sólidos generados por empresas del sector metalmecánico en la ciudad de Manizales. *Luna Azul*, (48), 90-108. <https://doi.org/10.17151/luaz.2019.48.5>
- Velis, C. A., Wilson, D. C., Gavish, Y., Grimes, S. M., & Whiteman, A. (2023). Socio-economic development drives solid waste management performance in cities: A global analysis using machine learning. *Science of The Total Environment*, 872, 161913. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161913>

