

FORMULACIÓN DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE SÁCHICA, BOYACÁ, ECOPARQUE
“HITCHAWAIA”

KAROLAY DAYANA CHACÓN AMADO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD INGENIERIA AMBIENTAL

TUNJA

2020

FORMULACIÓN DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE SÁCHICA, BOYACÁ, ECOPARQUE
“HITCHAWAIA”

KAROLAY DAYANA CHACÓN AMADO

Trabajo de Grado

Para optar por el título de Ingeniera Ambiental

Directora, Yuddy Alejandra Castro Ortegón

Bioingeniera

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD INGENIERIA AMBIENTAL

TUNJA

2020

Dedicatoria

A Dios, por ser el autor de mi vida y el forjador de mi camino, a mis padres por su esfuerzo, entrega y amor incondicional, por ser mi ejemplo de vida, y a mi familia por el apoyo que siempre me han brindado.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarme y permitirme realizar este trabajo, a la Universidad Santo Tomás por proporcionar espacios de investigación, a mi directora Yuddy Alejandra Castro Ortégón por su supervisión y orientación, y a los docentes que contribuyeron en el logro de este proyecto.

Tabla de contenido

Introducción	12
Objetivos.....	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
Antecedentes	14
Marco Teórico	17
Marco Legal	21
Leyes, Decretos y Resoluciones sobre Residuos Sólidos.....	21
Normas Técnicas Colombianas – NTC sobre Residuos Sólidos.....	26
Metodología	29
Contextualización	31
Caracterización del Municipio	31
Localización Geográfica.....	31
Extensión	33
Caracterización de los RSU generados en el área urbana del municipio de Sáchica	33
Caracterización física de los RSU	33
Fuente de generación de los RSU.....	35
Cantidad de RSU generados.....	36
Producción per cápita de residuos en el área urbana	39
Diagnóstico social, económico y ambiental	40
Análisis de Marco Lógico.....	40
Análisis de Involucrados y Estrategias	41
Análisis de Alternativas	43
Matriz de Marco Lógico	46
Diseño del Ecoparque Hitchawaia.....	54
Ubicación del Ecoparque Hitchawaia.....	54
Procesos de Reciclaje para la Reincorporación de Residuos	56
Proceso de reciclaje de plástico y botella plástica.....	57
Proceso de reciclaje de papel y cartón.....	58
Proceso de reciclaje de vidrio	59
Proceso de reciclaje de metales	59
Reincorporación de residuos.....	60
Maquinaria y equipos	60

Instalaciones del Ecoparque Hitchawaia	62
Disponibilidad de atención al público	64
Impacto social y humanístico del proyecto	66
Conclusiones	67
Recomendaciones	69
Referencias.....	71

Lista de Tablas

Tabla 1. Normas que rigen en Colombia en materia de la Gestión Integral de Residuos Sólidos	21
Tabla 2. Normas Técnicas Colombiana (NTC) sobre Residuos Sólidos	26
Tabla 3. Resultados caracterización física de RSU en el municipio de Sáchica – jueves 17 de diciembre del 2015	34
Tabla 4. Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en el área urbana para el año 2020	35
Tabla 5. Generación de residuos sólidos urbanos depositados en el relleno sanitario dependiendo el día de recolección – Años 2019	37
Tabla 6. Generación de residuos sólidos urbanos depositados en el relleno sanitario, en el periodo de 2012 a 2019	38
Tabla 7. Valores de producción per cápita para municipios Colombianos (kg/hab-día), RAS 2000 – Título F	40
Tabla 8. Análisis de involucrados y estrategias para la formulación del proyecto en el municipio de Sáchica.....	42
Tabla 9. Matriz de Evaluación Multicriterio - análisis de alternativas para gestión y aprovechamiento de los RSU en el municipio de Sáchica.....	45
Tabla 10. Matriz Marco Lógico	46
Tabla 11. Matriz de Evaluación Multicriterio - análisis para la ubicación del Ecoparque Hitchawaia.....	55
Tabla 12. Análisis DOFA del Ecoparque Hitchawaia	65

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología	29
Figura 2. Ubicación y división territorial del municipio de Sáchica en el departamento de Boyacá	32
Figura 3. Tipo de residuo sólido urbano generado con mayor frecuencia en el municipio de Sáchica	35
Figura 4. Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en el área urbana para el año 2020	36
Figura 5. Volumen de residuos sólidos urbanos depositados en el relleno sanitario dependiendo el día de recolección – Año 2019	38
Figura 6. Volumen de residuos sólidos urbanos depositados en el relleno sanitario, en el periodo de 2012 a 2019.....	39
Figura 7. Logo Ecoparque Hitchawaia.....	54
Figura 8. Diagrama de flujo proceso de reciclaje de plástico y botellas plásticas.....	57
Figura 9. Diagrama de flujo proceso de reciclaje de cartón y papel	58
Figura 10. Diagrama de flujo proceso de reciclaje de vidrio	59
Figura 11. Diagrama de flujo proceso de reciclaje de metales	60

Resumen

A nivel mundial la generación y el aumento en la cantidad y volumen de los residuos sólidos urbanos - RSU, junto con la ineficiencia en los sistemas de manejo, han originado graves problemas socio - ambientales y sanitarios, los cuales durante décadas han sido el foco central al que los gobiernos y en especial la población en general buscan dar solución a través de la disposición y el tratamiento de los mismos, iniciando con los vertederos y rellenos sanitarios, lugares para la disposición de residuos sin la obtención de ningún beneficio, hasta la implementación de sistemas más eficientes y efectivos que contribuyen con el aprovechamiento y la reincorporación de los mismos por medio de los lineamientos de economía circular, como los Ecoparques o Parques de Reciclaje.

Al determinar los problemas socio – ambientales y económicos del municipio de Sáchica a causa de la limitada gestión y aprovechamiento de los RSU, el presente proyecto busca proponer una alternativa para la disposición y reincorporación de los RSU aprovechables del municipio de Sáchica – Boyacá, a través de la formulación del “Ecoparque Hitchawaia”, buscando disminuir los RSU que van a disposición final, implementando procesos desde los lineamientos de la economía circular que contribuyen con la reincorporación de los mismo en nuevos ciclos productivos y el desarrollo sostenible del municipio.

Por medio de la recolección y análisis de información bibliográfica del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS del municipio de Sáchica (2016) y el trabajo de campo realizado con la comunidad y la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Sáchica - ESPDS, se obtuvo la caracterización en cuanto al tipo, cantidad y fuente de los RSU generados en el municipio, y el diagnóstico social, económico y ambiental de la zona a través de la matriz de marco lógico, dando lugar al diseño del Ecoparque Hitchawaia, con el cual se estableció que la mejor zona dentro del municipio para la implementación y puesta en marcha del mismo es en la vereda centro por la vía Tunja – Chiquinquirá, zona comercial y de servicios, además, los residuos que serán aprovechados dentro del mismo son botellas plásticas, plástico, cartón, papel,

vidrio y metales, por medio de la recepción, pesaje, separación, clasificación, compactación o empacado, almacenamiento y comercialización.

Palabras claves

Economía Circular, Residuos Sólidos Urbanos, Aprovechamiento, Reciclaje y Ecoparque.

Abstract

Worldwide, the generation and increase in the quantity and volume of urban solid waste - MSW, together with the inefficiency in management systems, have caused serious socio-environmental and health problems, which for decades have been the central focus to which governments and especially the general population seek to provide a solution through their disposal and treatment, starting with landfills and sanitary landfills, places for the disposal of waste without obtaining any benefit, until implementation more efficient and effective systems that contribute to the use and reincorporation of the same through circular economy guidelines, such as Ecoparks or Recycling Parks.

When determining the socio-environmental and economic problems of the municipality of Sáchica due to the limited management and use of MSW, this project seeks to propose an alternative for the disposal and reincorporation of the usable MSW of the municipality of Sáchica - Boyacá, through of the formulation of the "Hitchawaia Ecopark", seeking to reduce the MSW that go to final disposal, implementing processes from the guidelines of the circular economy that contribute to the reincorporation of the same in new productive cycles and the sustainable development of the municipality.

Through the collection and analysis of bibliographic information from the Comprehensive Solid Waste Management Plan - PGIRS of the municipality of Sáchica (2016) and the field work carried out with the community and the Household Public Services Company of Sáchica - ESPDS, it was obtained the characterization regarding the type, quantity and source of the MSW generated in the municipality, and the social, economic and environmental diagnosis of the area through the logical framework matrix, giving rise to the design of the Hitchawaia Ecopark, with which the

established that the best area within the municipality for the implementation and start-up of the same is in the center sidewalk by the Tunja - Chiquinquirá road, commercial and services area, in addition, the waste that will be used within it are plastic bottles, plastic , cardboard, paper, glass and metals, through reception, weighing, separation, classification, compaction or packing, storage and commercialization.

Keywords

Circular Economy, Municipal Solid Waste, Management, Recycling and Ecopark.

Introducción

La generación de los RSU es uno de los problemas actuales que más preocupa a los gobiernos y en general a la población mundial, debido a que afecta en general y de forma horizontal a todas las personas, especies, espacio y actividades. Sin embargo, no es ni la pérdida de recursos naturales, ni incluso la peligrosidad para el entorno lo que más suele preocupar a los gestores públicos o privados de los residuos, sino las dificultades de todo tipo: económicas, geográficas, ecológicas y sociales para encontrar un destino final aceptable para los mismos (Val, 2016).

Según el Banco Mundial, el problema radica en el aumento de la cantidad y el volumen de los residuos en los últimos años, impulsado por el desarrollo económico, la rápida urbanización y el crecimiento poblacional que han venido presentando países de ingreso medio bajo como lo son los países Latinoamericanos y de África. De este modo, la mala gestión de los residuos no solo perjudica entornos locales, según Laura Tuck, vicepresidenta de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial, también afecta la salud de las personas y en general agudiza los desafíos que plantea el cambio climático, debido a que el tratamiento y la eliminación de los residuos genera la emisión de 1600 millones de toneladas de CO₂, que equivalen al 5% de las emisiones mundiales (Banco Mundial, 2018).

Por este motivo, se han originado estrategias para alcanzar procesos de sostenibilidad, como los Ecoparque o Parque de Reciclaje, lugares diseñados para la recuperación de residuos, por medio de la gestión integral de los RSU, la cual es un mecanismo basado en el desarrollo sostenible, que tienen como objetivo la reducción de los residuos enviados a disposición final y a su vez el cuidado ambiental, la conservación de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de las personas (Cárdenas-Ferrer et al., 2019); y la Economía Circular, enfocada al crecimiento económico, el cierre de ciclo de materiales y la inclusión social, piezas clave para la integración de las actividades de reducción (consumo de energía y residuos), reutilización,

recuperación durante la producción y el consumo, fortalecimiento cultural y generación de empleo en diferentes comunidades (Guarin et al., 2017).

El municipio de Sáchica ha venido registrando problemas sociales, ambientales y económicos, a causa del consumo irresponsable de la población, el desconocimiento de la separación en la fuente, la gestión limitada, centralizada y tradicional de los RSU y la falta de sistemas para el aprovechamiento de los mismos, dando paso al aumento del 40% en los últimos cuatro años en la cantidad de residuos que van a disposición final y con ello el incremento económico por el pago de este servicio al relleno sanitarios – parque ambiental de Pírgua ubicado en la ciudad de Tunja. Por este motivo, como solución a las problemáticas mencionadas, el presente proyecto busca ser una alternativa para la disposición y reincorporación de los RSU aprovechables del municipio de Sáchica – Boyacá, a través de la formulación del “Ecoparque Hitchawaia”, donde se buscó generar propuestas para dinamizar la economía del municipio, implementando procesos desde los lineamientos de la economía circular que contribuyen con la reincorporación de los residuos en nuevos ciclos productivos, el desarrollo sostenible, la mejora en la calidad de vida de los habitantes y la disminución de los RSU que van a disposición final.

Objetivos

Objetivo General

Formular un plan para la gestión y aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos en el municipio de Sáchica, Boyacá, a través del Ecoparque “Hitchawaia” que permita la disminución de residuos y su reincorporación en nuevos ciclos productivos desde los lineamientos de la Economía Circular.

Objetivos Específicos

- I. Caracterizar los residuos sólidos urbanos, su cantidad y fuente de generación en el municipio de Sáchica, Boyacá.
- II. Realizar un diagnóstico social, económico y ambiental que permita conocer las condiciones actuales en el área de influencia del proyecto.

- III. Diseñar el Ecoparque “Hitchawaia” para la gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos del municipio de Sáchica, con el fin de generar una diversificación en la oferta de bienes y servicios a partir de la reincorporación de residuos.

Antecedentes

La economía circular surge como respuesta al crecimiento poblacional y la gran demanda a nivel mundial de materias primas y recursos naturales, que una vez transformados y utilizados son considerados como residuos sin valor económico o funcional para el generador, produciendo la contaminación de ecosistemas y la pérdida de recursos (Hernández Sánchez et al., 2020). De este modo, y teniendo en cuenta la integridad entre la sostenibilidad ambiental y social con los actuales modelos de desarrollo económico se han generado estrategias que buscan el cierre de ciclo de materiales, la valorización continua de los recursos y la creación de nuevos modelos de negocio a través de la reincorporación de los residuos sólidos en la cadena productiva (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - MinCIT, 2019).

La reincorporación de los RSU es una oportunidad a la que muchos países y en especial regiones han apostado, debido a los beneficios sociales y ambientales, y a la rentabilidad económica que estos producen al implementar alternativas de reutilización, reciclaje, aprovechamiento y tratamiento de los residuos, por medio de Ecoparques o Parque de Reciclaje.

Desde diciembre de 1997 en la ciudad de Alicante España, entró en funcionamiento un Ecoparque con la finalidad de dar respuesta a dos problemas ambientales de la ciudad como lo era: los residuos urbanos voluminosos y los residuos tóxicos y peligrosos domésticos que se generaban puntualmente, pero que, debido a su capacidad de contaminación, no debían ser gestionados junto al resto de residuos urbanos. A la actualidad este Ecoparque presta un servicio gratuito y sólo admite residuos de ciudadanos particulares, por lo que la cantidad de residuos admitida está limitada, de igual manera otro de los servicios que ofrece son las visitas tanto a

instituciones de educación básica como superior con las cuales se lleva a cabo acciones de aprendizaje, responsabilidad y educación ambiental (Díez Ros, 2002).

En la ciudad de Tel Aviv en Israel se encuentra el parque de reciclaje metropolitano más grande del mundo, debido a que cuenta con 900 ha de jardines urbanos, en las que se ubica un cerro de 60 m llamado Hiriya, lugar empleado para reciclar, reducir y reutilizar residuos, además de ofrecer servicios ambientales enfocados a la educación ambiental a través de visitas guiadas dentro del parque por medio del centro Educativo de Medioambiente con el que cuenta (Alon-Mozes, 2012), permitiendo identificar claramente la factibilidad de proyectos de este tipo, los cuales involucra nuevas tecnologías, estrategias y políticas sustentables a través de las necesidades actuales de la humanidad.

Por otra parte, en América Latina también han surgido proyectos de este tipo como el Eco Parque de la ciudad de Guayaquil en Ecuador, un espacio basado en el aprovechamiento de desechos a través de diferentes procesos y técnicas de reciclaje (Triviño et al., 2012). O el Ecoparque de la ciudad de Gualguaychú ubicado en la provincia de Entre Ríos – Argentina, el cual es un espacio de tratamiento de residuos sólidos urbanos, que comenzó a funcionar en octubre de 2014, y que realiza un tratamiento general de los residuos reciclables, colaborando con el ambiente y generando conciencia y educación ambiental en la comunidad (De Luca & González, 2017).

No obstante, según Pietro Graziani (2018) el manejo de los residuos sólidos municipales - RSM es aun escaso en los países Latinoamericanos en donde se usa en un 45% vertederos y botaderos a cielo abierto para las disposiciones final de los residuos, desaprovechando todos los beneficios que de estos se pueden adquirir si se implementaran nuevas tecnologías y sistemas jerarquizados como: prevención, minimización, reutilización, reciclaje, recuperación de energía y, por último, la disposición final, además de la incorporación de nuevas formas de producción y consumo bajo los lineamiento de economía circular, basada en el principio natural en donde para la naturaleza nada se desperdicia, todo se integra y se transforma para otros fines (Pietro, 2018).

En Colombia las primeras iniciativas relacionadas con economía circular surgen con la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el año 1997, la cual pretendía incentivar el análisis del ciclo del producto, la gestión diferenciada de residuos aprovechables y basuras, y contribuir con el crecimiento y desarrollo sostenible del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - MinCIT, 2019).

De esta manera, respecto a las alternativas implementadas en Colombia para la reutilización, reciclaje, aprovechamiento y tratamiento de los residuos, por medio de Ecoparques o Parque de Reciclaje, Bogotá es la única ciudad que cuenta con un centro de Reciclaje conocido como La Alquería ubicado en la localidad de Kennedy, el cual tiene infraestructura dispuesta para recepcionar, clasificar, almacenar y comercializar el material potencialmente reciclable que se recolecta a través de la Ruta de Recolección de la ciudad. Este centro nació en septiembre del 2006 y pertenece a la Alcaldía Mayor de Bogotá, como respuesta al Plan Maestro Integral de residuos sólidos (Decreto 312 de 2006) y con el objetivo de recoger y aprovechar única y exclusivamente el material reciclado puerta a puerta (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2006).

Sin embargo, se han realizado varias investigaciones en el país debido a la ineficiencia en el manejo, logística y disposición de los residuos sólidos, problemas que causan degradación del entorno urbano, inundaciones, enfermedades, deterioro ambiental y de calidad de vida (Guerrero et al., 2018), como la propuesta arquitectónica y urbanística de Luis Pico (2013) la cual incluye el reciclaje y la educación ambiental, a manera de solución, que permite incorporar nuevamente las basuras en un círculo de uso (Pico Quintero, 2013). O la propuesta de Maite García, Andrea Rojas e Iván Valenzuela (2014) la cual busca integrar las seis áreas de servicios exclusivos (ASE) de Bogotá a través de la implementación de parques de reciclaje en cada una de las áreas y dos centros de acopio para el tratamiento de desechos inorgánicos específicos, con el fin de generar empleo, proporcionar lugares dignos de trabajo para los recicladores y disminuir la presión de los rellenos sanitarios de la ciudad (Silva et al., 2014).

De igual modo, es importante resaltar las metodologías desarrolladas por el gobierno nacional para el manejo adecuado de los RSU, a través de la implementación del PGIRS, los cuales son considerados como herramientas eficientes para hacer frente a la problemática de los desechos generados en los municipios, que a la larga permiten la generación de ingresos económicos, brinda oportunidades de empleo, disminuye la disposición final de los residuos y sus costos, así como la reducción del pasivo ambiental, previniendo los impactos socio – económicos y ambientales (Hernández Núñez, 2018).

Marco Conceptual

Almacenamiento: Según el RAS 2000, Título F el almacenamiento se define como la “Acumulación o depósito temporal, en recipientes o lugares, de los residuos sólidos de un generador o una comunidad, para su posterior recolección, aprovechamiento, transformación, comercialización o disposición final” (Ministerio de Desarrollo Económico - MinDesarrollo, 2000).

Aprovechamiento: Acción cuyo objetivo es reincorporar al ciclo económico y productivo los residuos por medio de la reutilización, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía que genere beneficios ambientales, sanitarios y económicos (Zapata Márquez & Jaramillo Henao, 2008).

Botadero: El Ministerio de Salud de Perú define los botaderos como “lugares donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control”, los cuales pueden llegar a producir olores desagradables, gases y líquidos contaminantes (Ministerio de Salud - Minsa, 2004).

Basuras cero: Es un programa y plan de acción de la Alcaldía Mayor de Bogotá, cuyo objetivo es “lograr que los residuos sólidos aprovechables no sean enterrados o incinerados, sino reciclados y devueltos al ciclo productivo en un 100%” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2014).

Caracterización de los residuos: Es la actividad que determina la composición cualitativa y cuantitativa de un residuo, mediante la cual podremos conocer a detalle contenidos y propiedades de interés con una finalidad específica (Ministerio de Desarrollo Económico - MinDesarrollo, 2000).

Centro de acopio: Según la Universidad del Norte el centro de acopio es un sitio de almacenamiento temporal de residuos recuperables, donde son clasificados y separados de acuerdo a su naturaleza, potencial de reusó o transformación (Universidad del Norte, 2015).

Compactación: Según el RAS 2000, Título F la compactación es el “proceso normalmente utilizado para incrementar el peso específico (densidad en unidades métricas) de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados más eficazmente” (Ministerio de Desarrollo Económico - MinDesarrollo, 2000).

Disposición final de residuos: Proceso de aislar y confinar los residuos de forma definitiva en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados (rellenos sanitarios), para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente como lo son los (Pérez Montaña, 2011).

Economía circular: Concepto que permite establecer nuevas políticas de sustentabilidad en los procesos económicos, productivos y comerciales de la sociedad. Para la gestión de los RSU, la economía circular va más allá de las políticas de cero residuos, “busca apartarse del modelo actual (tomar, hacer y desechar), hacia un modelo en donde los procesos se encadenen”, siendo los residuos los insumos de otros procesos a través del uso de energías renovables, de modo que no haya agotamiento de los recursos naturales (Millares, 2015).

Ecoparque: Son instalaciones adecuadas para la recuperación de residuos urbanos, pensada con el fin de que los ciudadanos depositen allí determinados residuos que, debido a sus características, no deberían ser gestionados junto al resto. De igual manera, estos lugares permiten la interacción entre las comunidades y los productos obtenidos de los residuos, a través de la educación ambiental (Díez Ros, 2002).

Educación ambiental: Según la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México la educación ambiental es un “proceso destinado a la formación de una ciudadanía que forme valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una

convivencia armónica entre los seres humanos, su cultura y su ambiente” (Secretaría del Medio Ambiente - Estado de México, 2018).

Generador: Persona natural o jurídica que genera residuos sólidos producto de “actividades domiciliarias, comerciales, industriales, institucionales, de servicios y en instituciones de salud, a nivel urbano y rural, dentro del territorio nacional” (Ministerio de Desarrollo Económico - MinDesarrollo, 2000).

Gestión integral de residuos sólidos urbanos: Es un sistema de manejo de los RSU, basada en el Desarrollo Sostenible, que tiene como objetivo principal la reducción de los residuos enviados a disposición final. Generando la preservación de la salud humana, a través de la mejora de la calidad de vida de la población, el cuidado del ambiente y la conservación de los recursos naturales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Argentina, 2019).

Producción per cápita: Cantidad generada de residuos sólidos por un habitante por día, expresada en términos (Kg/[habitante*día]) (Zafra Mejía, 2009).

Receptor: Persona natural o jurídica que realizar las actividades de almacenamiento, aprovechamiento, valorización (incluida la recuperación, el reciclado o la regeneración), tratamiento y disposición final de residuos sólidos (Grupo EPM, 2017).

Reciclador de oficio: (Decreto 0596 de 2016) establece al reciclador de oficio como “persona natural que realiza de manera habitual las actividades de recuperación, recolección, transporte, o clasificación de residuos sólidos para su posterior reincorporación en el ciclo económico productivo como materia prima; que deriva el sustento propio y familiar de esta actividad” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2016).

Reciclaje: Es el proceso de recuperación, transformación y valorización de los residuos sólidos como materias primas producidas y desechadas que se pueden volver a utilizar para la fabricación de nuevos productos, representando una fuente importante de ahorro de recursos, energía y materiales, y a su vez contribuyendo con la sostenibilidad (Fernández Colomina, 2005). De acuerdo al RAS 2000, Título F “el reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías

limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización” (Ministerio de Desarrollo Económico - MinDesarrollo, 2000)

Recolección: Acción de recoger y manejar los residuos sólidos, permitiendo eliminarlos del entorno de vida de las personas (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - República Dominicana, 2017).

Recuperación: Acción que permite la utilización de los residuos generados en otro proceso distinto del que lo produjo, este se puede introducir directamente o puede sufrir algún tipo de manipulación o tratamiento (Universidad Santo Tomás, s. f.).

Residuos sólidos urbanos (RSU): Según el RAS 2000, Título F los RSU son aquellos residuos que se generan en “viviendas, parques, jardines, vía pública, oficinas, mercados, comercios, demoliciones, construcciones, instalaciones, establecimientos de servicios y, en general, todos aquellos generados en actividades urbanas”, los cuales son atractivos económicos, ya sea por el reciclaje o la valorización energética (Ministerio de Desarrollo Económico - MinDesarrollo, 2000).

Reutilización: Volver a utilizar un residuo sólido en un mismo estado, y para la misma función original, sin reprocesamiento ni transformación del residuo (Glinka et al., 2006).

Ruta de reciclaje: El RAS 2000, Título F define la ruta de reciclaje como el recorrido que se realiza para recoger los residuos sólidos separados en el origen (Ministerio de Desarrollo Económico - MinDesarrollo, 2000).

Separación en la fuente: Actividad de clasificar y almacenar los diferentes residuos sólidos en su lugar de origen, para facilitar su posterior manejo y aprovechamiento (SEASINLTDA, s. f.).

Tratamiento: Para el Ministerio de Vivienda – MinVivienda el tratamiento de residuos sólidos es una actividad que consiste en “procesar los residuos sólidos a través de operaciones y procesos mediante los cuales se modifican las características físicas, biológicas o químicas para potencializar su uso”, estos procesos incluye técnicas de tratamiento mecánico, biológico y térmico (Ministerio de Vivienda - MinVivienda, 2017).

Vectores: Animales que transmiten patógenos a las personas y ocasionan enfermedades, a veces graves al ser humano (Ministerio de Salud - Perú, 2018).

Marco Legal

El Ecoparque Hitchawaia está inmerso en un conjunto de normas importantes para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Colombia, las cuales se resumen a continuación en orden cronológico.

Leyes, Decretos y Resoluciones sobre Residuos Sólidos

La normatividad en cuanto a los residuos sólidos es amplia, teniendo en cuenta que abarca Leyes, Decretos y Resoluciones. La tabla 1 relaciona las principales normas que han regido y rigen a nivel nacional en materia de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Tabla 1. Normas que rigen en Colombia en materia de la Gestión Integral de Residuos Sólidos

Norma	Descripción
Decreto – Ley 2811 de 1974	Elaborado por la Presidencia de la República de Colombia. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 99 de 1993	Elaborada por el Congreso de la República de Colombia. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, quien dentro de sus funciones tiene la búsqueda de acuerdos para la implantación de prácticas y tecnologías que favorezcan la descontaminación, reciclaje y reutilización de residuos; se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA.

Ley 142 de 1994	Elaborada por Congreso de la República de Colombia. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios donde se incluye el servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la Ley 142. Por medio del cual se establecen los lineamientos para la adecuada prestación de un servicio de aseo desde su generación, almacenamiento, recolección y transporte, transferencia hasta su disposición final y las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo.
Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de 1997	Elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente. Contiene el diagnóstico de la situación de los residuos, los principios específicos (Gestión integrada de residuos sólidos, análisis del ciclo del producto, gestión diferenciada de residuos aprovechables y basuras, responsabilidad, planificación y gradualidad), los objetivos y metas, las estrategias y el plan de acción.
Resolución 1096 de 2000	Expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por el cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, que reglamenta aspectos generales del sistema de aseo urbano, almacenamiento y presentación, recolección de residuos, barrido manual y mecánico de vías, limpieza de áreas públicas, cortes y podas en áreas públicas, transporte de

	residuos y estaciones de transferencia, aprovechamiento y disposición final.
Decreto 1713 de 2002	Elaborado por la Presidencia de la República de Colombia. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Modificando así toda la legislación anterior y creando la obligatoriedad de los municipios para formular un PGIRS, los cuales deben tener como pilares la maximización de oportunidades de aprovechamiento y actividades de fomento al reciclaje y los recicladores.
Decreto 1505 de 2003	Elaborado por la Presidencia de la República de Colombia. Por el cual se modifica parcialmente Decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos, reglamenta la recolección de residuos aprovechables y no aprovechables y establece como propósitos de la recuperación el garantizar la participación de los recicladores de oficio en las actividades de recuperación y aprovechamiento.
Resolución 1045 de 2003	Elaborada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS, y se toman otras determinaciones.

Documento CONPES 3530 de 2008	Define los lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. Entre sus objetivos está el promover el establecimiento de esquemas organizados de aprovechamiento y reciclaje.
Resolución 1457 de 2010	Elaborada por el Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 2981 de 2013	Elaborada por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorial. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo, modificando toda la legislación anterior y recogiendo los elementos de las sentencias de la corte y las distintas modificaciones del Decreto 1713 de 2002 y subsiguientes.
Resolución 0754 de 2014	Elaborada por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorial y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 1076 de 2015	Elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Decreto 1077 de 2015	Elaborada por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorial. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
Decreto 596 de 2016	Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones.
Documento CONPES 3874 de 2016	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, enfocada a la gestión de los residuos no peligrosos, que busca aportar al desarrollo sostenible y a la adaptación y mitigación del cambio climático, por medio de algunas estrategias como: el avance gradual de economía lineal a economía circular a través del diseño de instrumentos en el marco de la gestión integral de residuos sólidos y el fomento de la cultura ciudadana, la educación e innovación en gestión integral de residuos como bases para promover la prevención, reutilización y adecuada separación en la fuente.
Resolución 1407 de 2018	Elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras disposiciones.

Fuente: Autor.

Es importante resaltar que el Decreto 2981 de 2013, la Resolución 0754 de 2014, el Decreto 596 de 2016 y el Documento CONPES 3874 de 2016 son las normas con mayor relevancia para

el desarrollo y puesta en marcha del Ecoparque Hitchawaia, debido a que son las que se encuentran actualmente vigentes en el país y están enfocadas en el aprovechamiento y la reincorporación de los RSU bajos los lineamientos de Economía Circular. De igual manera, es conveniente mencionar la Estrategia Nacional de Economía Circular realizada por los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MinAmbiente y Comercio, Industria y Turismo - MinCIT en el año 2019, la cual busca el cierre de ciclo de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocios.

Normas Técnicas Colombianas – NTC sobre Residuos Sólidos

Basados en optimizar las obligaciones legislativas el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC a adoptado una serie de normas técnicas internacionales, para elaborar unas normas más contextualizadas, la cuales contribuyan con el manejo integral de los RS en Colombia (Tabla 2).

Tabla 2. Normas Técnicas Colombiana (NTC) sobre Residuos Sólidos

Norma	Descripción
Guía Técnica Colombiana GTC – 24	Guía para separación en la fuente, que establece directrices para realizar la separación de residuos en las diferentes fuentes generadoras: domestica, industrial, comercial, institucional y de servicios con el fin de facilitar su posterior aprovechamiento.
Guía Técnica Colombiana GTC – 35	Guía para la recolección selectiva de residuos sólidos, que suministra pautas para efectuar una recolección selectiva como parte fundamental en el proceso que permite mantener la calidad de los materiales aprovechables.
Guía Técnica Colombiana GTC – 53-2	Guía para el aprovechamiento de residuos plásticos, que dispone información para realizar una gestión integral de los

	residuos plásticos provenientes de la posindustria o del posconsumo, incluyendo lo relacionado con las etapas de separación en la fuente y la recolección selectiva.
Guía Técnica Colombiana GTC – 53-3	Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio, que describe el proceso de reciclaje del vidrio proveniente de envases posconsumo (casco ecológico) para su aprovechamiento, con el fin de reincorporarlo al ciclo económico y productivo.
Guía Técnica Colombiana GTC – 53-4	Guía para el reciclaje de papel y cartón, que establece directrices para el aprovechamiento de los residuos de papel y cartón producto de los desperdicios de procesos industriales y de la recuperación posconsumo, para ser utilizada como materia prima en la industria papelera.
Guía Técnica Colombiana GTC – 53-5	Guía para el reciclaje de residuos metálicos, que proporciona una herramienta para el adecuado manejo de los residuos metálicos no peligrosos, indicando los procesos de acondicionamiento para su aprovechamiento en las etapas de separación en la fuente, recolección, reciclaje y reutilización.
Guía Técnica Colombiana GTC – 53-6	Guía para el aprovechamiento de residuos de papel y cartón compuestos con otros materiales, que brinda pautas que permitan a través de los diferentes métodos de aprovechamiento, realizar un manejo adecuado de los residuos de los papeles y cartones compuestos.

Guía Técnica Colombiana GTC – 53-8	Guía para la minimización de impactos ambientales de los residuos de envases y embalajes, que presenta directrices para reducir el impacto ambiental de los residuos de envases y del embalaje, de cualquier material, mediante la consideración de los aspectos relacionados con su minimización, identificación con propósitos ambientales, reutilización y aprovechamiento.
Guía Técnica Colombiana GTC – 86	Guía para la implementación de la gestión integral de residuos – GIR, que presenta directrices para realizar una gestión integral de residuos, considerando las siguientes etapas de manejo: generación (minimización), separación en la fuente, presentación diferenciada, almacenamiento, aprovechamiento, transporte, tratamiento y disposición de los residuos; todas estas actividades enmarcadas dentro de un ciclo de mejoramiento continuo y orientada a ser aplicada por generadores de residuos de tipo doméstico, industrial, comercial, institucional o de servicios.

Fuente: Autor.

Con el fin de fortalecer los procesos en el manejo integral de los RS en Colombia, la Norma Técnica Colombiana más relevante para el presente proyecto es la GTC – 86, debido a que presenta directrices para realizar una gestión integral de residuos, a través de diferentes etapas como: generación (minimización), separación en la fuente, presentación diferenciada, almacenamiento, aprovechamiento, transporte, tratamiento y disposición final, las cuales son importantes para el funcionamiento adecuado del Ecoparque.

Metodología

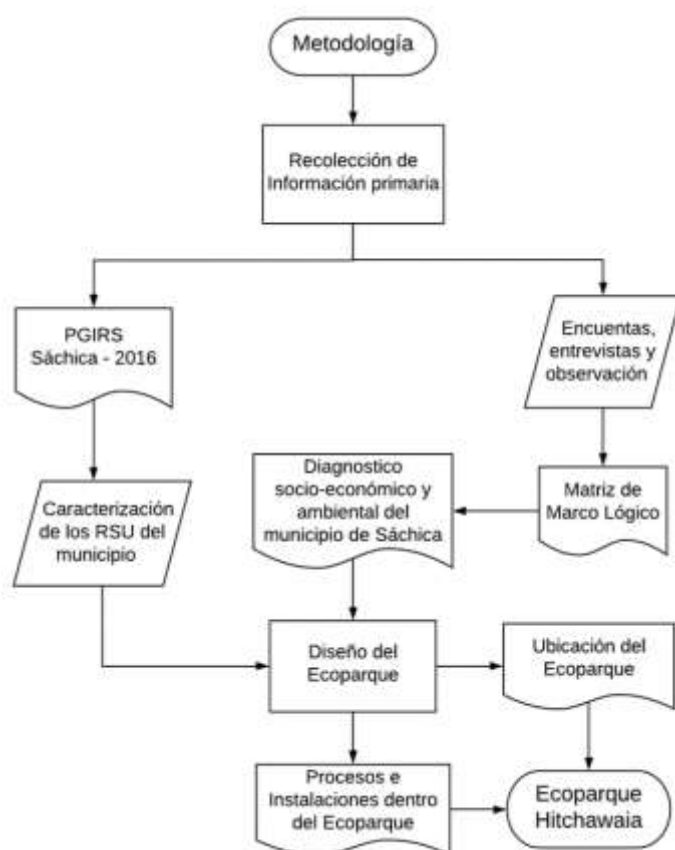


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología

Fuente: Autor.

- I. **Recolección de información primaria:** A partir de revisión bibliográfica del PGIRS del municipio de Sáchica (2016), se realizó la caracterización de los RSU en el municipio en cuanto al tipo y la fuente de generación. Para el caso de la cantidad de RSU generados se solicitó información al Relleno Sanitario Parque Ambiental de Pírgua de la ciudad de Tunja, teniendo en cuenta que allí se realiza la disposición final de los mismos, y a la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Sáchica - ESPDS con el fin de tener mayor precisión de los datos.

Para sustentar la viabilidad de la investigación se manejaron fuentes primarias como: encuestas, entrevistas y observación, las cuales permitieron contrastar la información bibliográfica. De igual modo, las encuestas y entrevistas arrojaron información sobre la situación

Para la realización del proyecto se tuvo en cuenta el método mixto convergente, el cual según John Creswell (2014) consiste en la recolección, análisis e interpretación de datos cuantitativos y cualitativos al mismo tiempo, permitiendo lograr la comparación de resultados para ver si los hallazgos confirman o no la hipótesis (Creswell, 2014), de este modo, se implementaron tres fases estratégicas en las cuales se desarrollaron los objetivos planteados (recolección de información primaria, construcción de la matriz de marco lógico y diseño del ecoparque).

actual del municipio en relación a los RSU, y con las visitas y trabajo en campo se identificaron algunos problemas sociales, ambientales y económicos de la comunidad frente al manejo de los mismos.

- II. Construcción de la matriz de marco lógico: Con la información obtenida, se elaboró la matriz de marco lógico, la cual facilita el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación del proyecto, debido a que su enfoque está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas (Ortegón et al., 2005).

Por medio de esta matriz se identificaron los actores involucrados en el proyecto y las actividades necesarias para cada componente y su cumplimiento, el cual se estableció de acuerdo a los objetivos específicos del proyecto, en donde cada componente responde a un propósito, único y enfocado a dar solución al objetivo general del mismo; simultáneamente si se logra el cumplimiento del propósito se contribuirá con el logro de los fines, los cuales hacen referencia a las metas propuestas en el proyecto (Ortegón et al., 2005).

A partir de esta información se realizó un diagnóstico social, económico y ambiental del municipio de Sáchica, apoyado por los datos encontrados en el PGIRS del municipio y las encuestas realizadas.

- III. Diseño del Ecoparque: Una vez recopilada toda la información necesaria para el diseño del Ecoparque, el cual constituye un estado integrado de la gestión y uso circular de los RSU del municipio de Sáchica, que por sus características, abundancia y asequibilidad pueden contribuir a la optimización de sistemas productivos con énfasis en el valor agregado y la obtención de nuevos productos y servicios, los cuales aportan al crecimiento económico, la educación ambiental, la eficiencia en el uso de los recursos y el consumo responsable y sostenible de la comunidad.

Se diseñó el Ecoparque “Hitchawaia” a partir de dos etapas fundamentales:

Ubicación de Ecoparque: De acuerdo a la matriz multicriterio, el Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT (2004) y al PGIRS del municipio de Sáchica (2016), se estableció la mejor zona dentro del municipio para la implementación y puesta en marcha del Ecoparque.

Procesos e Instalaciones dentro del Ecoparque: Con la información recolectada se determinó el tipo de residuos que serán aceptados y aprovechados dentro del Ecoparque, la disponibilidad de atención al público, los procesos, maquinaria y equipos de reciclaje para la reincorporación de residuos al ciclo productivo y la distribución de las instalaciones dentro del mismo, que en conjunto permitieron la elaboración de un portafolio de bienes y servicios que ofertará el Ecoparque Hitchawaia en el municipio de Sáchica (Anexo 2).

Contextualización

Caracterización del Municipio

Localización Geográfica

Boyacá es uno de los treinta y dos (32) departamentos que componen el territorio de la República de Colombia. Esta localizado en el centro nororiental del país, atravesado de sur a norte por la Cordillera Oriental de la Región Andina Colombiana, conformando una variada topografía con diversidad de pisos térmicos. Cuenta con una superficie 23.189 Km², lo que representa el 2.03% del territorio nacional, su capital es la ciudad de Tunja y está dividido política y administrativamente en 123 municipios (Gobernación del Departamento de Boyacá, 2018). Entre los que se encuentra el municipio de Sáchica, ubicado en el centro occidente del Departamento de Boyacá - Provincia del Alto Ricaurte.

El municipio de Sáchica limita al norte con los municipios de Sutamarchán y Villa de Leyva, al oriente con Chíquiza, al sur con Samacá y Ráquira y al Occidente con Ráquira y Sutamarchán. Su cabecera municipal está localizada a los 05° 35' 07" latitud norte y 73° 32' 42" de longitud oeste de Greenwich, estratégicamente se encuentra sobre el eje vial que comunica a la ciudad de Tunja con el municipio de Chiquinquirá. La gran parte del territorio se localiza en la zona árida del Desierto de la Candelaria y según la división territorial administrativa del municipio, este se

encuentra dividido en seis (6) veredas: Ritoque, Arrayán, Quebrada Arriba, Tintal, Centro y El Espinal (Figura 2) (Alcaldía Municipal de Sáchica Boyacá, 2016b).

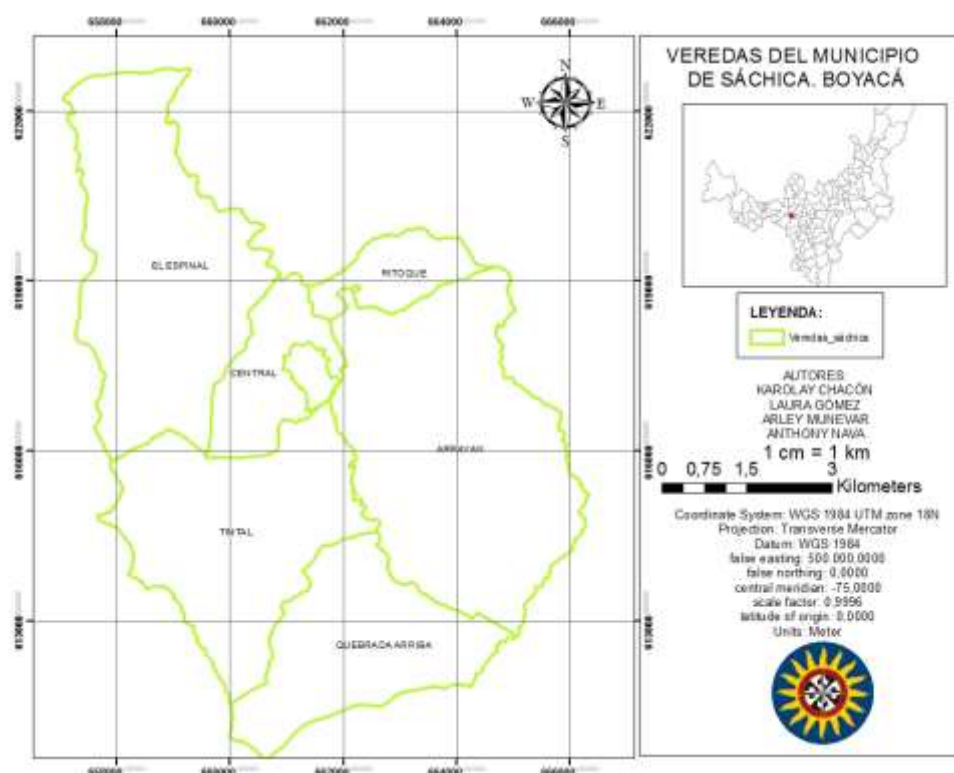


Figura 2. Ubicación y división territorial del municipio de Sáchica en el departamento de Boyacá

Fuente: Autor.

El desarrollo de Sáchica ha estado condicionado en la parte rural por la agricultura en especial la producción de cebolla de bulbo, tomate, pimentón y otros cultivos de menor interés como arveja, maíz, olivo y algunas hortalizas; la ganadería limitada a la crianza de caprinos, porcinos, ovinos y en pequeñas proporciones aves de corral para obtener carnes, leche, huevos, entre otros, por medio de pequeñas zonas de pastoreo semi – intensivo; la transformación de materias primas como arcilla, piedra, yeso y mármol para la construcción, donde sobresalen las fábricas de cerámica y las industrias ladrilleras; y en la zona urbana por el turismo afectando de manera positiva el crecimiento económico del municipio, debido al incremento en la infraestructura hotelera y los restaurantes (Alcaldía Municipal de Sáchica Boyacá, 2016a).

Extensión

Extensión Total: 61 km²

Extensión Área Urbana: 0,50 km²

Extensión Área Rural: 60,5 km²

Altura del Municipio: 2150 msnm

Temperatura Media: 16,2°C

Distancia de Referencia: 35 km de la ciudad de Tunja capital del Departamento.

Caracterización de los RSU generados en el área urbana del municipio de Sáchica

El municipio de Sáchica actualmente cuenta con dos rutas de recolección a la semana, las cuales según la ESPDS tienen una cobertura del 90% de la recolección de los residuos sólidos en el área urbana del municipio. De este modo, la primera ruta se realiza el día martes, en la que se recogen los residuos no aprovechables en un horario de 8:00 a.m a 1:00 p.m aproximadamente. La segunda ruta el día jueves, considerada como ruta selectiva para la recolección de residuos susceptibles a ser reciclados en un horario de 8:00 a.m a 12:00 p.m (Alcaldía Municipal de Sáchica Boyacá, 2016a).

Caracterización física de los RSU

Teniendo en cuenta la actualización del PGIRS del municipio de Sáchica en el año 2016, la caracterización física de los RSU del municipio fue realizada por la ESPDS, el día jueves 17 de diciembre del 2015 de acuerdo con lo establecido en el RAS – Título F (Tabla 3), permitiendo identificar que el 51,77% de los residuos generados en el municipio son inorgánicos aprovechables, en donde sobresalen materiales como: botellas plásticas, vidrio, plástico y en menor porcentaje cartón, metales y papel. Por otro lado, en cuanto al volumen de residuos orgánicos caracterizados este fue muy bajo, debido según el Comité Técnico y el Comité Coordinador del PGIRS, al uso de estos residuos como alimento en criaderos de cerdos (Alcaldía Municipal de Sáchica Boyacá, 2016a).

Tabla 3. Resultados caracterización física de RSU en el municipio de Sáchica – jueves 17 de diciembre del 2015

Nº	Clasificación	Tipo de material	Peso (kg)	Porcentaje (%)
1	Inorgánicos aprovechables	Botellas plásticas, PET	16	16,56
2		Bolsas plásticas	9	9,31
3		Cartón	4	4,15
4		Metales	4	4,15
5		Papel	2	2,07
6		Vidrio	15	15,53
		Total	50	51,77
7	Inorgánicos no aprovechables	Icopor	0,5	0,51
8		Higiénicos	2	2,08
9		Textiles	5	5,17
10		Envolturas de alimentos, material sucio, residuos de barrido y otros	35	36,24
11		RAEE	0,08	0,08
		Total	42,58	44,08
12	Orgánicos	Desechos de alimentos	4	4,15
		Total	96,58	100

Fuente: PGIRS municipio de Sáchica, 2016.

Es importante resaltar que por medio de las encuestas se corroboró que los RSU susceptibles a ser aprovechados y generados con mayor frecuencia en el municipio de Sáchica son plástico, cartón y papel, tal como se evidencia en la figura 3. De igual manera, a pesar de que los residuos orgánicos tienen un porcentaje de generación alto, estos no son sacados al paso del carro recolector para disposición final, ya que según el PGIRS (2016) son utilizados como alimento en criaderos de cerdos, por lo cual no se justifica su manejo y aprovechamiento.

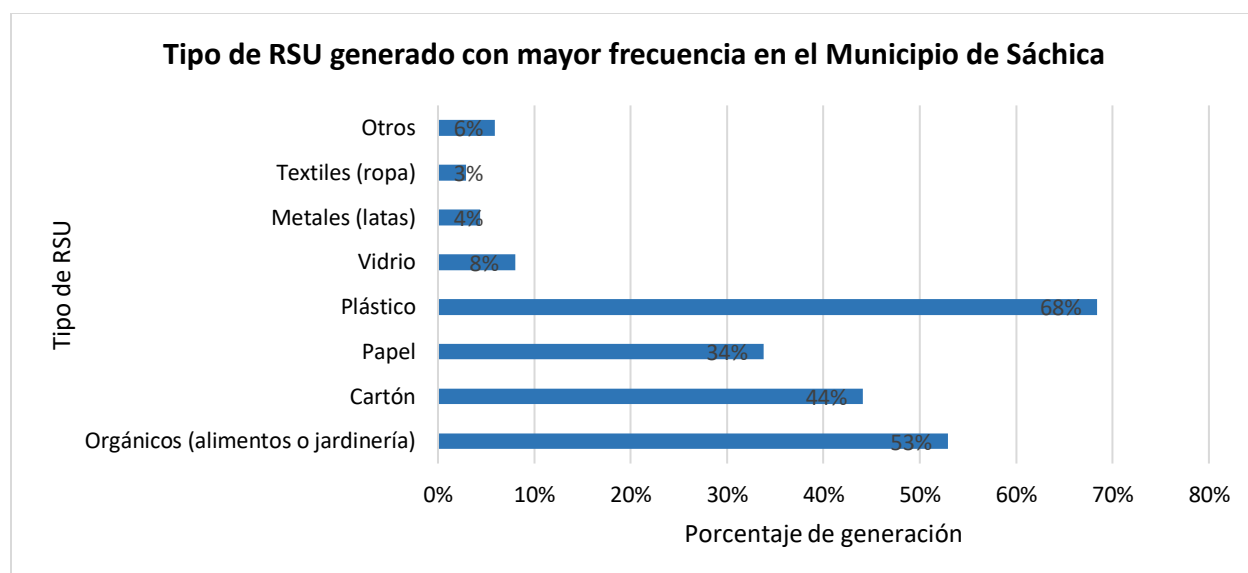


Figura 3. Tipo de residuo sólido urbano generado con mayor frecuencia en el municipio de Sáchica

Fuente: Autor.

Fuente de generación de los RSU

Según la ESPDS actualmente existen 983 usuarios del servicio público de aseo, tal como se describen en la tabla 4.

Tabla 4. Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en el área urbana para el año 2020

Estrato	Tipo	N° de usuarios 2020
1	Doméstico	387
2	Doméstico	443
3	Doméstico	71
4	Doméstico	2
	Comercial	60
	Oficial	19
	Temporal	1
Total		983

Fuente: Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Sáchica - ESPDS.

En el municipio se observa una tendencia de producción de RSU de tipo doméstico con 903 usuarios del servicio público de aseo de los estratos 1, 2, 3 y 4 quienes representan el 91,86%

de los usuarios, mientras que las actividades comerciales solo representan el 6%, los usuarios oficiales (escuelas, colegios, puesto de salud, estación de policía, iglesia y alcaldía) el 1,93% y los usuarios temporales (usuarios que han solicitado el servicio) el 0,20% (Figura 3).

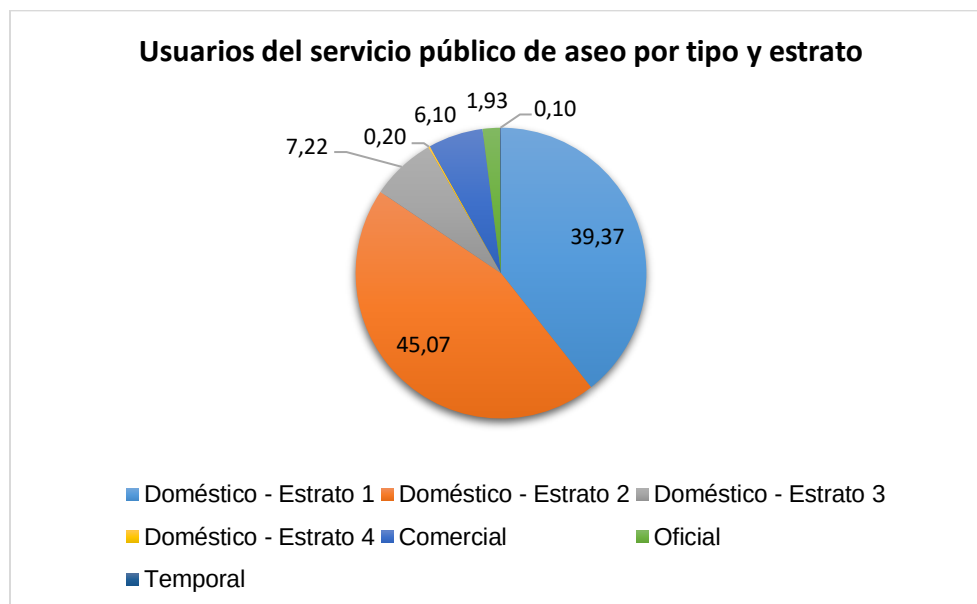


Figura 4. Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en el área urbana para el año 2020

Fuente: Autor.

Cantidad de RSU generados

De acuerdo a la información suministrada por el Relleno Sanitario Parque Ambiental de Pírgua de la ciudad de Tunja (lugar de disposición final de los RSU provenientes del municipio de Sáchica) y a la ESPDS el volumen de RSU depositado en el relleno sanitario para el año 2019 fue de 475,48 ton/año, tal como se describe en la tabla 5, en donde los meses con mayor generación de residuos fueron Diciembre con 56,27 ton/mes, Abril con 46,08 ton/mes y Octubre con 45,46 ton/mes; mientras que los meses con menor generación fueron Febrero con 32,22 ton /mes, Marzo con 33,07 ton/mes y Septiembre con 33,2 ton/mes (Figura 5), de igual manera, el promedio de residuos al mes para este año fue de 39,62 ton/mes.

Sin embargo, de acuerdo a la tabla 5 se puede identificar que, a pesar de que el municipio cuenta con dos rutas de recolección de las cuales una es para residuos no aprovechables (día martes) y la otra para residuos susceptibles a ser reciclados (día jueves), estos últimos no están siendo aprovechados, por el contrario, también son depositados en el relleno sanitario, generando disminución en la vida útil del Relleno, impactos ambientales tanto por la demanda y uso de materias primas como por la inadecuada disposición de los RSU, y pérdidas económicas a causa del alto costo a pagar por el servicio de disposición final y la falta de estrategias para la reincorporación de los residuos en nuevos ciclos productivos.

Tabla 5. Generación de residuos sólidos urbanos depositados en el relleno sanitario dependiendo el día de recolección – Años 2019

Generación de RSU dependiendo el día de recolección - Año 2019, Sáchica – Boyacá			
Mes	Residuos día Martes (ton / mes)	Residuos día Jueves (ton / mes)	Total (ton/mes)
Enero	27,49	14,1	41,59
Febrero	22,85	9,37	32,22
Marzo	24,32	8,75	33,07
Abril	31,23	14,85	46,08
Mayo	24,77	9,94	34,71
Junio	23,5	10,64	34,14
Julio	28,77	14,26	43,03
Agosto	22,93	11,45	34,38
Septiembre	23,65	9,55	33,2
Octubre	30,85	14,61	45,46
Noviembre	24,6	16,73	41,33
Diciembre	34,36	21,91	56,27
Total (ton/año)	319,32	156,16	475,48
Promedio Mes	26,61	13,01	39,62

Fuente: Relleno Sanitario Parque Ambiental de Pírgua.

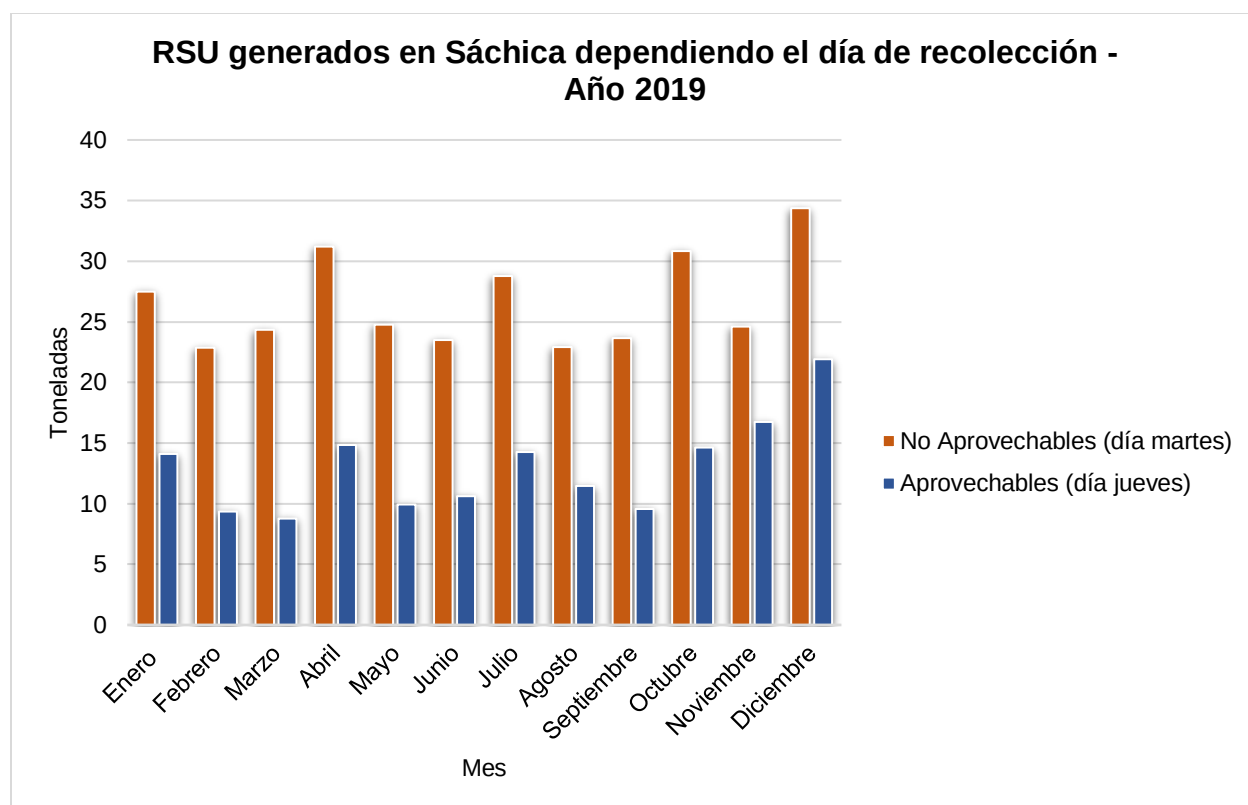


Figura 5. Volumen de residuos sólidos urbanos depositados en el relleno sanitario dependiendo el día de recolección – Año 2019

Fuente: Relleno Sanitario Parque Ambiental de Pírgua.

Además, al analizar la información suministrada por las entidades ya nombradas, se recolectó información del volumen de RSU depositados en el relleno sanitario en los últimos ocho años, en un periodo comprendido entre el 2012 y el 2019 (Tabla 6), identificando que en los últimos cuatro años (2016 a 2019) el municipio ha presentado un incremento del 40% de la cantidad de los RSU generados y llevados a disposición final (Figura 6), lo que puede deberse al cambio en la administración municipal y las diferentes estrategias de gestión implementadas por la misma.

Tabla 6. Generación de residuos sólidos urbanos depositados en el relleno sanitario, en el periodo de 2012 a 2019

**Generación de RSU en el
municipio de Sáchica del 2012 al
2019)**

Año	Total (ton/año)
2012	277,66
2013	257,83
2014	250,78
2015	244,2
2016	287,59
2017	360,39
2018	404,65
2019	475,48

Fuente: Relleno Sanitario Parque Ambiental de Pírgua.

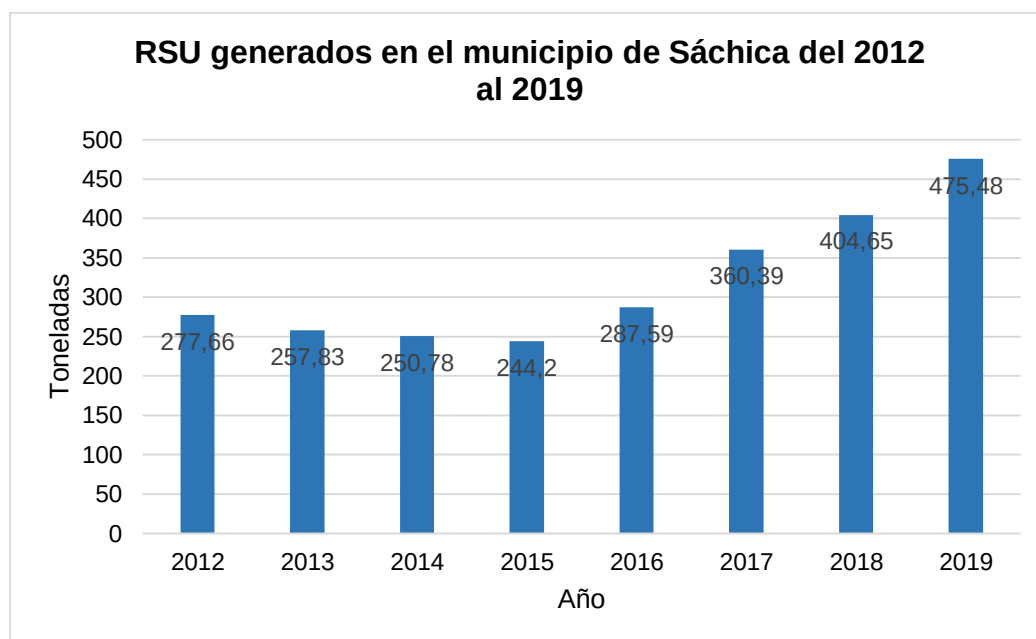


Figura 6. Volumen de residuos sólidos urbanos depositados en el relleno sanitario, en el periodo de 2012 a 2019

Fuente: Relleno Sanitario Parque Ambiental de Pírgua.

Producción per cápita de residuos en el área urbana

En el municipio según la ESPDS existe actualmente 983 usuarios del servicio de aseo y según datos del DANE - Censo Nacional de Población y Vivienda (2020) la población urbana corresponde a 2715 habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2020). De este modo, acorde a la producción de residuos del año 2019, el municipio produce en promedio 39,62 toneladas mensuales de RSU, incluyendo los materiales susceptibles a ser

reciclados debido a que todo está siendo depositado en el relleno sanitario. Así, la producción per cápita actual de residuos sólidos en el área urbana es de: 0.54 kg/hab-día, clasificando al municipio según el RAS 2000, Título F en un nivel de complejidad bajo (Tabla 7).

Tabla 7. Valores de producción per cápita para municipios colombianos (kg/hab-día), RAS 2000

– Título F

Nivel de complejidad	Valor mínimo	Valor máximo	Valor promedio
Bajo	0.30	0.75	0.45
Medio	0.30	0.95	0.45
Medio Alto	0.30	1.00	0.53
Alto	0.44	1.10	0.79

Fuente: RAS 2000, Título F.

Una vez realizada la caracterización de los residuos del municipio de Sáchica y de acuerdo a la fuente de generación de los mismos, se determinó que los RSU que serán aprovechados en el Ecoparque Hitchawaia provienen de fuentes domésticas y comerciales, siendo fundamental el compromiso y la colaboración de los habitantes del municipio para la separación en la fuente de los residuos, con el fin de tener mayor disponibilidad de estos y facilitar su posterior manejo y reciclaje.

En cuanto a los residuos que serán aprovechados en el Ecoparque con un porcentaje de aprovechamiento entre el 20% y el 30%, de acuerdo a la disponibilidad de los mismos son los residuos inorgánicos aprovechables tales como: botellas plásticas, plástico, cartón, papel, vidrio y metales, debido a que son los que se generan con mayor frecuencia en el municipio con un porcentaje de generación del 51,77%.

Diagnóstico social, económico y ambiental

Análisis de Marco Lógico

La metodología de marco lógico es según Edgar Ortégón, Francisco Pacheco y Adriana Prieto (2005) una herramienta que facilita el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación

hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas (Ortegón et al., 2005).

Por medio de esta matriz se identifican las actividades necesarias para cada componente y su cumplimiento, el cual se define como los objetivos específicos del proyecto, en donde cada componente responde a un propósito, único y enfocado a dar solución al objetivo general del mismo; si se logra el cumplimiento del propósito se contribuirá con el logro de los fines, los cuales hacen referencia a las metas propuestas en el proyecto (Ortegón et al., 2005).

Análisis de Involucrados y Estrategias

Esta metodología contempla como factor importante el análisis de la participación de los principales involucrados del proyecto, los cuales hacen referencia a los grupos y organizaciones que pueden estar directa o indirectamente relacionado con la problemática (Ortegón et al., 2005). Este análisis, además de los involucrados contempla también los intereses de los mismos frente al proyecto, los problemas percibidos, los mandatos y recursos, y la generación de estrategias (Tabla 8).

Para el presente proyecto los principales grupos involucrados son la población urbana, el sector comercial, la ESPDS, la Administración Municipal y los recicladores de oficio del municipio de Sáchica, quienes de manera general esperan con el proyecto la correcta gestión y aprovechamiento de los RSU, teniendo en cuenta que los principales problemas del municipio en cuanto a la generación de residuos son: el desconocimiento de la separación en la fuente por parte de la población y los establecimientos comerciales, el alto costo económico en el pago por la disposición final de los residuos al relleno sanitario, el aumento del 40% en la cantidad de los RSU generados en el municipio en los últimos cuatro años, la falta de aprovechamiento de los RSU aprovechables, la presencia de recicladores de oficio informales y la mala relación entre los recicladores de oficio, los habitantes, la administración municipal y la ESPDS, problemas que generan la disposición inadecuada de los RSU aprovechables, la contaminación y el deterioro ambiental del municipio (Tabla 8).

Además, de acuerdo a cada grupo involucrado se identificaron algunos mandatos y recursos con los cuales los involucrados podrían contribuir en el proyecto como lo son: el manejo adecuado de los residuos en el caso de la población urbana y los establecimientos comerciales, la disponibilidad de fondos a favor del proyecto por parte de la ESPDS y la Administración Municipal, y la inclusión de los recicladores de oficio en el mismo (Tabla 8).

Una vez identificados los problemas, mandatos y recursos, se definieron algunas estrategias con cada grupo involucrado entre las que sobresalen la capacitación a la población urbana y el sector comercial sobre el manejo y la separación en la fuente de los RSU, la realización de campañas sobre consumo responsable, educación ambiental y jornadas de limpieza dentro del municipio, la formalización y capacitación de los recicladores de oficio y la promoción e incentivación de actividades que fortalezcan la relación entre recicladores, habitantes, la ESPDS y la Administración Municipal (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de involucrados y estrategias para la formulación del proyecto en el municipio de Sáchica

Grupos	Intereses	Problemas percibidos	Mandatos y recursos	Estrategias
Población urbana	- Fomentar la separación en la fuente de los RSU. - Disminuir los botaderos puntuales dentro del área urbana del municipio.	- Disposición inadecuada de los RSU. - Desconocimiento de cómo realizar la separación en la fuente de los RSU.	- Manejo adecuado de los RSU aprovechables.	- Capacitar a la población urbana sobre el manejo y la separación en la fuente de los RSU.
Comercio	- Promover la separación de RSU en los establecimientos comerciales. - Tener reconocimiento como establecimiento que contribuye al cuidado del ambiente.	- Desconocimiento de cómo realizar la separación de los RSU en los establecimientos comerciales.	- Manejo adecuado de los RSU aprovechables.	- Capacitar al comercio sobre el manejo y la separación de los RSU en los establecimientos comerciales.

Empresa de servicios públicos domiciliarios de Sáchica - ESPDS	- Disminuir el costo pagado por la disposición final de los residuos en el relleno sanitario. - Incrementar los ingresos de la ESPDS. - Sensibilizar a la población en temas de aprovechamiento de RSU.	- Alto costo económico en el pago por la disposición final de los RSU en el relleno sanitario. - Aumento del 40% en la cantidad de los RSU generados en el municipio en los últimos cuatro años. - Falta de aprovechamiento de los RSU aprovechables	- Fondos de la ESPDS a favor del proyecto.	- Incentivar estrategias y zonas para el aprovechamiento de los RSU. - Realizar campañas sobre el consumo responsables de bienes. - Promover programas sobre educación ambiental.
Administración pública municipal	- Fortalecer la relación entre recicladores, habitantes, la ESPDS y la administración municipal. - Disminuir la contaminación por la mala disposición de los RSU.	- Poca relación entre los recicladores de oficio, los habitantes, la administración municipal y la ESPDS. - Contaminación por la inadecuada disposición de los RSU.	- Fondos de la administración municipal a favor del proyecto. - Disponibilidad del terreno para el proyecto.	- Promover actividades que fortalezcan la relación entre recicladores, habitantes, la ESPDS y la administración municipal. - Realizar campañas y jornadas de limpieza en el municipio.
Recicladores de oficio	- Formalizar a los recicladores de oficio. - Mejorar las condiciones laborales de los recicladores de oficio. - Incrementar las oportunidades laborales para los recicladores.	- Recicladores informales. - Poco acompañamiento a los recicladores de oficio por parte de las entidades municipales y la ESPDS. - Oportunidades laborales limitadas.	- Inclusión en el proyecto.	- Fomentar la formalización de los recicladores de oficio. - Capacitar a los recicladores de oficio en temas de manejo y aprovechamiento de RSU.

Fuente: Autor.

Análisis de Alternativas

La generación de RSU es uno de los problemas actuales que más preocupa a los gobiernos y a la población mundial, debido a que afecta en general y de forma horizontal a todas las personas, especies, espacio y actividades (Val, 2016). Por esta razón, se han implementado

diferentes alternativas para el manejo y la gestión adecuada de los RSU como: rellenos sanitarios, incineración de los residuos para la generación de energía, modelos ciclo de vida y parques de reciclaje o ecoparques.

Con el fin de evaluar y seleccionar la mejor alternativa para la gestión y aprovechamiento de los RSU en el municipio de Sáchica – Boyacá, se realizó la matriz multicriterio (Tabla 9), en la cual se tuvieron en cuenta las cuatro alternativas nombradas anteriormente, así como diez criterios (columna 1) acorde a las condiciones del municipio y la finalidad del proyecto, evaluados de acuerdo al peso de ponderación, el cual hace referencia al peso relativo en porcentaje de cada criterio.

Para la evaluación se tuvo en cuenta la importancia de cada criterio respecto a la alternativa, en un rango de puntos de 1 a 10, en donde 1 representa la menor importancia y 10 la mayor importancia, una vez calificados por puntos los criterios para cada propuesta, estos fueron multiplicados con los porcentajes del peso de ponderación de la misma fila, con el fin de obtener la valoración de cada criterio, la cual aparece en la columna denominada “valor”. Por último, en la parte inferior de la matriz se encuentra el total de la evaluación ponderada de cada propuesta, en donde la alternativa con la valoración más alta, fue la elegida para ser implementada (Tabla 9).

De este modo, y acorde a los resultados de la matriz multicriterio (Tabla 9), se pudo identificar que la mejor alternativa a ser implementada en el municipio de Sáchica para la gestión y aprovechamiento de los RSU es el Ecoparque con un total en la evaluación ponderada de 734, en donde los criterios con mayor importancia son la sostenibilidad y el impacto ambiental de la propuesta con un valor de 104 debido a que esta alternativa se basa en la reincorporación de los residuos en la cadena productiva, proceso que contribuyendo con la sostenibilidad y la disminución de los impactos negativos sobre el ambiente.

La metodología a emplear y el costo / beneficio son también criterios importantes para esta alternativa con un valor de 80 a causa de los diferentes procesos que se deben realizar para el

manejo de los residuos, el costo y los beneficios que se obtendrá al implementar la propuesta; por el contrario, el criterio menos importantes es el impacto turístico con un valor de 42 teniendo en cuenta que este criterio está más relacionado con el crecimiento que ha venido presentando el municipio en los últimos años, siendo pertinente pero no indispensable para la formulación del Ecoparque.

Además, se pudo identificar que la alternativa menos apta para la gestión y aprovechamiento de los RSU del municipio de Sáchica es el relleno sanitario con un total en la evaluación ponderada de 394 (Tabla 9), debido a que con esta alternativa se desaprovechan y pierden todos los benéficos sociales, económicos y ambientales como cierre de ciclo de materiales, valorización continua de los recursos, disminución en la demanda de materia prima y energía y creación de nuevos modelos de negocio a través de la reincorporación de los residuos sólidos en la cadena productiva (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - MinCIT, 2019).

Tabla 9. Matriz de Evaluación Multicriterio - análisis de alternativas para gestión y aprovechamiento de los RSU en el municipio de Sáchica

Criterios	Peso Ponderación %	Propuesta planteada - Ecoparque		Relleno Sanitario		Incineración - generación de energía		Modelo - Ciclo de Vida	
		Ptos	Valor	Ptos	Valor	Ptos	Valor	Ptos	Valor
Localización	8%	7	56	8	64	7	56	3	24
Costo / Beneficio	10%	8	80	3	30	6	60	8	80
Pertinencia	10%	7	70	4	40	4	40	6	60
Sostenibilidad	13%	8	104	3	39	6	78	8	104
Metodología empleada	10%	8	80	4	40	7	70	8	80
Impacto social	8%	7	56	2	16	6	48	7	56
Impacto económico	10%	7	70	3	30	5	50	5	50
Impacto ambiental	13%	8	104	3	39	5	65	7	91
Impacto Turístico	6%	7	42	2	12	2	12	3	18

Presupuesto	12%	6	72	7	84	7	84	6	72
TOTAL	100%		734		394		563		635

Fuente: Autor.

Matriz de Marco Lógico

Tabla 10. Matriz Marco Lógico

Nivel	Resumen narrativo	Indicador	Medios de verificación					Supuestos	Factores de riesgo				
			Fuente de información	Método de recolección	Método de análisis	Frecuencia de recolección	Responsable		Financiero	Político	Social	Ambiental	Legal
Fines	Identificar áreas óptimas para la gestión y aprovechamiento de los RSU	Disminución entre el 20% y 30% de los RSU aprovechables que van a disposición final	Datos históricos de RSU que van a disposición final vs datos actuales	Producción per cápita	Estadístico	Mensual	Empresa de Servicios Públicos	Se contribuye con las estrategias de economía circular del Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022	x	x	x	x	x
	Generar nuevas actividades económicas sostenibles	Nuevas alternativas económicas sostenibles desarrolladas por la comunidad	Lista de actividades económicas sostenibles planteadas en el Ecoparque	Revisión de lista	Simple verificación	Semestral	Responsable del proyecto	Se generan nuevas actividades económicas sostenibles en la zona	x	x	x	x	x

Propósito	Contar con una comercialización sostenible por medio de un aliado comercial	Número de aliados comerciales	Registro de nuevos aliados comerciales potenciales	Revisión de registros	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se garantiza que existe un aliado comercial que garantice un mercado estable en la zona	x	x	x		x
	Dinamizar las actividades presentes en la zona	Actividades de reciclaje y aprovechamiento de RSU con el fin de convertirlas en fuente de ingresos	Lista de actividades de reciclaje y aprovechamiento de RSU registradas en el Ecoparque	Revisión de lista	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se generan nuevas actividades económicas sostenibles en la zona	x	x	x	x	x
	Formular un Plan para la Gestión y Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos en el municipio de SÁCHICA Boyacá "Ecoparque Hitchawai a"	Desarrollo de estrategias orientadas a la diversificación de actividades económicas a partir de la gestión y el aprovechamiento de los RSU	Registro de estrategias propuestas a desarrollar en el Ecoparque	Revisión de registros	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se genera una correcta formulación del Plan para la Gestión y Aprovechamiento de los RSU	x	x	x	x	x

Componentes	Diagnóstico ambiental, social y económico	Participación de la comunidad sobre la situación actual del municipio en relación a la generación y gestión de los RSU	Registro de personas encuestadas	Revisión de encuestas	Estadístico	Mensual	Responsable del proyecto	Se realiza correctamente el diagnóstico ambiental, social y económico	x	x	x	x
	Ecoparque Hitchawai	Desarrollo de un portafolio de bienes y servicios	Portafolio del Ecoparque	Revisión del portafolio	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se genera una correcta formulación del Plan para la Gestión y Aprovechamiento de los RSU	x	x	x	x
		Desarrollo de estrategias orientadas a la diversificación de actividades económicas a partir de la gestión y el aprovechamiento de los RSU	Registro de estrategias propuestas a desarrollar en el Ecoparque	Revisión de registros	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto					

Actividades	Análisis DOFA del Ecoparque Hitchawaia	Disminución de los riesgos y amenazas del Ecoparque	Matriz DOFA del Ecoparque Hitchawaia	Revisión de la matriz	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se logra establecer las debilidades y amenazas para dar oportunidades y fortalezas hacia la correcta ejecución del Ecoparque Hitchawaia	x	x	x	x
	Manejo y separación en la fuente de los RSU por parte de la población urbana y el sector comercial	Desarrollo de 3 estrategias que ayuden a la población urbana y el sector comercial en el manejo y separación en la fuente de los RSU	Registro de estrategias propuestas en el proyecto	Revisión de registros	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se lleva a cabo correctamente el manejo y la separación en la fuente de los RSU generados en el municipio			x	x
	Educación ambiental y consumo responsable dentro del Ecoparque	Establecimiento de zonas para los visitantes del Ecoparque que contribuyan con el conocimiento sobre educación ambiental y consumo responsable	Lista de zonas propuestas dentro del Ecoparque	Revisión de lista	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se diseñan zonas adecuadas en el Ecoparque para el aprendizaje sobre educación ambiental y consumo responsable	x		x	x

Protección del ambiente	Identificación de posibles zonas en el municipio para el aprovechamiento de los RSU	Lista de zonas aptas para el aprovechamiento de los RSU	Revisión de lista	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Disminuyen los RSU aprovechables que van a disposición final	x	x	x	x
Aliados comerciales que apoyen la gestión y aprovechamiento de los RSU	Número de aliados comerciales	Registro de nuevos aliados comerciales potenciales	Revisión de registros	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se establecen alianzas comerciales	x	x	x	x
Formalización de los recicladores de oficio del municipio	Desarrollo de 2 estrategias que ayuden a la formalización de los recicladores de oficio del municipio	Registro de estrategias propuestas para la formalización	Revisión de registros	Simple verificación	Mensual	Empresa de Servicios Públicos	Se logra la formalización de todos los recicladores de oficio del municipio	x	x		x
Procesos de reciclaje para la reincorporación de los RSU bajo los lineamientos de economía circular	Determinación de procesos de reciclaje establecidos en el Ecoparque para cada residuo aprovechable con el fin de	Lista de procesos propuestos dentro del Ecoparque	Revisión de lista	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Se determinan procesos de reciclaje para la reincorporación de los residuos efectivamente aprovechables en el Ecoparque Hitchawaia	x	x	x	

	contribuir con el desarrollo sostenible s del municipio								
Garantizar el reconocim iento del Ecoparqu e Hitchawai a	Desarrollo de un portafolio para la divulgació n del propósito, los bienes y los servicios que ofertara el Ecoparqu e Hitchawai a	Portafolio del Ecoparque	Revisión del portafolio	Simple verificación	Mensual	Responsable del proyecto	Toda la población urbana del municipio reconoce el propósito y fundamento del Ecoparque Hitchawaia	x	x

Fuente: Autor.

Por medio de esta matriz se plantearon actividades a nivel social, económico y ambiental como: estrategias para el manejo, la separación en la fuente de los RSU, y la formalización de los recicladores de oficio con el fin de incentivar actividades económicas que favorecer a toda la comunidad, búsqueda de aliados comerciales que apoyen la gestión y el aprovechamiento de los RSU, generación de alternativas económicas sostenibles, protección del ambiente, y a través del Ecoparque Hitchawaia se dará la formación de la comunidad y los visitantes en temas de consumo responsable y educación ambiental, así como la identificación y reconocimiento de los principales procesos de reciclaje para la reincorporación de los residuos en nuevos ciclos productivos, los cuales serán ofertados por medio del portafolio de bienes y servicios, creado con el objetivo de garantizar el reconocimiento del Ecoparque.

De este modo, se puede inferir que el cumplimiento de las anteriores actividades permite llevar a cabo lo establecido en los componentes, propósito y fines, en donde se tienen en cuenta indicadores como: participación de la comunidad sobre la situación actual del municipio en

relación a la generación y gestión de los RSU, disminución entre el 30% y 40% de los RSU aprovechables que van a disposición final y desarrollo de estrategias orientadas a la diversificación de actividades económicas a partir de la gestión y el aprovechamiento de estos residuos, indicadores que permiten medir el progreso del proyecto y el logro de los objetivos una vez puesto en marcha en Ecoparque.

Es importante resaltar que estos indicadores son evaluados y monitoreados por los medios de verificación, definidos por los siguientes aspectos: fuente de información, método de recolección, método de análisis, frecuencia de recolección y responsable; en donde los principales medios de verificación son listas de actividades, registros de estrategias y datos históricos, los cuales tendrán frecuencia de recolección mensual, con un método de análisis de simple verificación y análisis estadístico, bajo la responsabilidad de la ESPDS y los autores del desarrollo del proyecto.

De igual manera, para el desarrollo de proyecto se tuvo en cuenta una serie de supuestos, condiciones o factores que se consideran ciertos o verdaderos y son suficientes para garantizar el éxito del plan en cada uno de sus niveles (fines, propósito, componentes y actividades), estos supuestos son: el correcto manejo y separación en la fuente de los RSU en la zona urbana, la generación de nuevas actividades económicas sostenibles en el municipio, la formalización de todos los recicladores de oficio, la existencia de un aliado comercial que garantice un mercado estable y el reconocimiento del Ecoparque Hitchawaia por toda la población urbana del municipio. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se consideran riesgos aquellos supuestos que no se lleguen a cumplir, por tanto, al evaluar los factores de riesgo, se encontró debilidad en la parte social debido a que con el proyecto se requiere de la participación de todos los habitantes de la zona urbana del municipio.

Finalmente, con el cumplimiento requerido para el desarrollo de las actividades, se logra cumplir con los componentes, los cuales hacen referencia a los objetivos específicos del proyecto; al analizar cada factor, se identificaron los indicadores, medios de verificación, y

supuestos dando lugar al desarrollo del propósito, considerado como el objetivo general y por ende el cumplimiento de los fines establecidos para el mismo.

Por otro lado, con este análisis se logró identificar para la parte social falta de conocimiento de la comunidad en temas de manejo y separación de residuos, y poca participación de los habitantes en proyectos de consumo responsable y aprovechamiento de material susceptible a ser reciclado debido a la gestión limitada, centralizada y tradicional de los RSU y el escaso compromiso de la ESPDS en el desarrollo de sistemas para el aprovechamiento de los mismos y la formalización de los recicladores de oficio presentes en el municipio, procesos fundamentales para el progreso sostenible de Sáchica.

En la parte económica se establecieron dificultades a nivel financiero, político y social debido a que el municipio actualmente debe pagar altos costos al relleno sanitarios – parque ambiental de Pírgua ubicado en la ciudad de Tunja, por la prestación del servicio de disposición final de los residuos, impidiendo así el desarrollo de sistemas de aprovechamiento, debido a la falta de presupuesto por parte de la administración municipal y la EDPDS. Además, se pudo percibir que los recicladores de oficio informales son población vulnerable, ya que tienen pocos ingresos económicos debido a su abandono, condición excluyente e informal y a la falta de aliados comerciales que les permitan contar con un comercio estable.

Por último, para la parte ambiental se identificó que el mayor problema es el aumento en los últimos cuatro años del 40% en la cantidad de residuos que van a disposición final, acompañado del poco compromiso de la población urbana respecto al buen manejo y separación en la fuente de los RSU, el consumo irresponsable, la falta de educación ambiental y la ineficiencia en la implementación del PGIRS del municipio de Sáchica (2016), generando así sobrecarga de áreas para la disposición final de los residuos, contaminación de los recursos naturales (agua, aire y suelo) y deterioro ambiental.

Ver Anexo 1. Matriz Marco Lógico.

Diseño del Ecoparque Hitchawaia

Con el propósito de reincorporar los RSU generados en el municipio de Sáchica en la cadena productiva y aumentar la tasa de aprovechamiento de los mismos a través de los lineamientos de economía circular, se propone la construcción y puesta en marcha del Ecoparque Hitchawaia, un lugar diseñado con criterios de ingeniería y eficiencia económica, dedicado a la recepción, pesaje, separación, clasificación, reciclaje, almacenamiento y comercialización de los residuos inorgánicos aprovechables tales como: botellas plásticas, plástico, cartón, papel, vidrio y metales, mediante procesos manuales, mecánicos y mixtos.



Figura 7. Logo Ecoparque Hitchawaia

Fuente: Autor.

El nombre Ecoparque Hitchawaia viene de las palabras Ecoparque que significa ‘parque ecológico’, e Hitcha que significa en lengua muisca ‘tierra’ y waia o uaia que significa en lengua muisca ‘madre’ (Gómez, 2008). Por lo tanto, Ecoparque Hitchawaia significa ‘parque ecológico de la madre tierra’, su nombre se debe principalmente a las costumbres y cultura del municipio de Sáchica y a la razón de ser del parque, como un espacio dedicado a promover la educación ambiental a través de la gestión y aprovechamiento de los RSU.

Ubicación del Ecoparque Hitchawaia

Para la ubicación del Ecoparque fue necesario evaluar a través de la matriz multicriterio algunas zonas dentro del municipio con el fin de seleccionar la mejor zona para la puesta en marcha del proyecto. De este modo, se tuvieron en cuenta cuatro zonas (Tabla 11), y seis criterios de evaluación (columna 1) acordes a los Lineamientos para la Construcción de Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos – ECA, realizado por el

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MINVIVIENDA en el año 2018 (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2018).

En la evaluación se tuvo en cuenta la importancia de cada criterio respecto a las cuatro zonas propuestas, en un rango de puntos de 1 a 10, en donde 1 representa la menor importancia y 10 la mayor importancia, una vez calificados por puntos los criterios para cada propuesta, estos fueron multiplicados con los porcentajes del peso de ponderación de la misma fila, con el fin de obtener la valoración de cada criterio, la cual aparece en la columna denominada “valor”. Al finalizar, en la parte inferior de la matriz se encuentra el total de la evaluación ponderada de cada propuesta, en donde la zona con la valoración más alta, fue la elegida para ser implementado el proyecto (Tabla 11).

Acorde a los resultados de la matriz multicriterio (Tabla 11), se pudo identificar que la mejor zona para la puesta en marcha del Ecoparque Hitchawaia es la vereda centro por la vía Tunja – Chiquinquirá, la cual de acuerdo al uso de suelo establecido en el EOT de Sáchica (2004), está clasificada como zona comercial y de servicios, apta para el acopio de materiales reciclables (Alcaldía Municipal de Sáchica Boyacá, 2004). Esta zona, además presenta pendientes bajas menores al 5%, se encuentra cerca al casco urbano lo cual facilita el transporte de los residuos y la disponibilidad de mano de obra, no está cerca a cuerpo hídricos que se puedan ver afectados por el proyecto, cuenta con vías de acceso como la vía principal Tunja – Chiquinquirá permitiendo la minimización de impactos generados por el tráfico, y también con la disponibilidad de servicios públicos como agua, luz, gas y conectividad, servicios importantes en la operación y funcionamiento del Ecoparque.

Tabla 11. Matriz de Evaluación Multicriterio - análisis para la ubicación del Ecoparque Hitchawaia

Criterios	Peso Ponderación %	Vereda Centro - Zona comercial y de servicios	Vereda Espinal - Zona comercial e industrial	Vereda Tintal – Zona agrícola con tecnologías apropiadas	Vereda Espinal - Zona revegetali- zación
------------------	-----------------------------------	--	---	---	---

		Ptos	Valor	Ptos	Valor	Ptos	Valor	Ptos	Valor
Pendiente del terreno	14%	7	98	5	70	2	28	3	42
Cercanía al casco urbano	19%	8	152	5	95	4	76	2	38
Uso de suelo de acuerdo al EOT	24%	9	216	8	192	3	96	6	144
Distancia a cuerpos hídricos	12%	7	84	6	72	5	60	6	72
Rutas y vías de acceso	17%	9	153	8	136	3	51	7	119
Disponibilidad de servicios públicos	14%	8	112	6	84	4	56	3	42
TOTAL	100%		815		649		367		457

Fuente: Autor.

Procesos de Reciclaje para la Reincorporación de Residuos

Los procesos de reciclaje para la reincorporación de los RSU son métodos con los cuales se separan los residuos aprovechables de los no aprovechables, de igual manera, los materiales aprovechables son separados según sus características físicas para luego ser reutilizados o transformados. Una vez separados y clasificados los residuos, estos son sometidos a diferentes procesos con el fin de obtener nuevos productos con las mismas características de los originales o productos similares (Triviño et al., 2012). De este modo, se aceleran los procesos de recuperación y reincorporación de materia, contribuyendo con el deterioro ambiental y el cambio climático (Acosta Castellanos et al., 2020) al reducir la cantidad de residuos que van a disposición final, las emisiones de CO₂, el consumo de materia prima, energía y agua, e incentivar la creación de empleos verdes (Ecoembes, 2013).

A continuación, se describen los procesos de reciclaje para la reincorporación de residuos que se llevarán a cabo dentro del Ecoparque Hitchawaia, en donde se tendrán en cuenta tres procesos previos para todos los residuos como lo son: la recepción, pesaje y registro del material que ingresara al Ecoparque.

Proceso de reciclaje de plástico y botella plástica

El plástico es uno de los materiales más común y usado por la sociedad, el cual una vez utilizado es considera como el residuo de mayor abundancia en el planeta, por este motivo para facilitar la recolección y clasificación del mismo se ha establecido un código numérico de identificación, representado por el triángulo de Möbius (símbolo universal del reciclaje) que rodea un número de 1 a 7, en donde 1 PET (polietileno tereftalato), 2 PEAD (polietileno de alta densidad), 3 PVC (policloruro de vinilo), 4 PEBD (polietileno de baja densidad), 5 PP (polipropileno), 6 PS (poliestireno) y 7 OTROS, permitiendo conocer el material con el que está elabora el envase, así como la posibilidad de ser reciclado para nuevos productos (SPGroup, 2018).

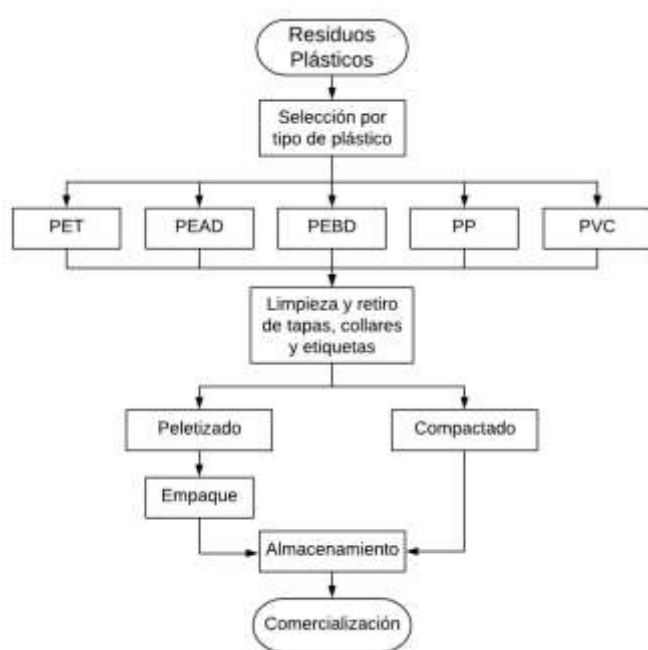


Figura 8. Diagrama de flujo proceso de reciclaje de plástico y botellas plásticas

Fuente: Autor.

El reciclaje de plástico dentro del Ecoparque es un proceso que consiste en la selección y clasificación del plástico ya utilizado de acuerdo al código de identificación (tipo de plástico), posteriormente este es limpiado: retirando tapas, collares o etiquetas, en donde una parte es enviada a peletizado y empaque, y la otra parte va a compactación o prensado con el fin disminuir su volumen y facilitar su almacenamiento y comercialización (Figura 8).

Proceso de reciclaje de papel y cartón

El papel es un material compuesto por celulosa que se transforma en pasta a través de procesos mecánicos o químicos para obtener diferentes productos. El reciclaje de papel en el Ecoparque es el proceso de recuperación de este material luego de su uso (post-consumo) en sus diferentes presentaciones como: periódico, cartón plegadizo, archivo, kraft y revista, que una vez seleccionado es prensado, almacenado y comercializado (Figura 9).

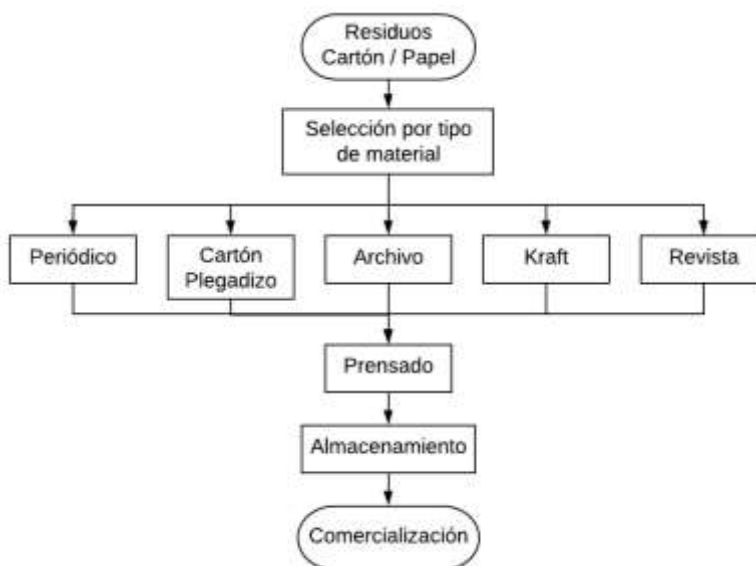
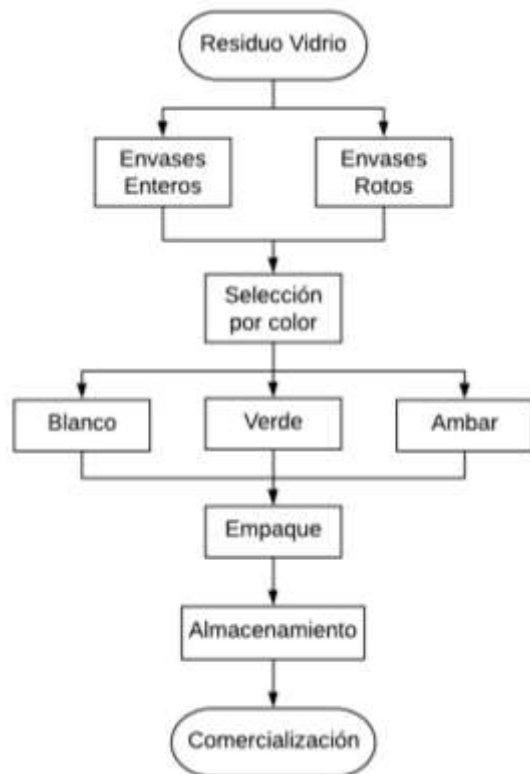


Figura 9. Diagrama de flujo proceso de reciclaje de cartón y papel

Fuente: Autor.

Proceso de reciclaje de vidrio



El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo, que puede ser reutilizado varias veces por medio de procesos especializados de limpieza. El reciclaje de vidrio dentro del Ecoparque consiste en la recepción de envases tanto enteros como rotos, los cuales se seleccionan de acuerdo al color: blanco, verde o ámbar, luego estos son empacados en lonas, con el fin de facilitar su almacenamiento y comercialización (Figura 10.)

Figura 10. Diagrama de flujo proceso de reciclaje de vidrio

Fuente: Autor.

Proceso de reciclaje de metales

Los metales son elementos químicos caracterizados por su buena conductividad de calor y electricidad, clasificados en dos categorías ferrosos donde sobresale el hierro puro y el acero, y no ferrosos conformado por metales ligeros, pesados, no pesados y aleaciones. Los residuos de metales aprovechados dentro de Ecoparque son los ferrosos y los no ferrosos como aluminio, cobre y bronce, los cuales una vez seleccionados son empacados, almacenados y comercializados (Figura 11).

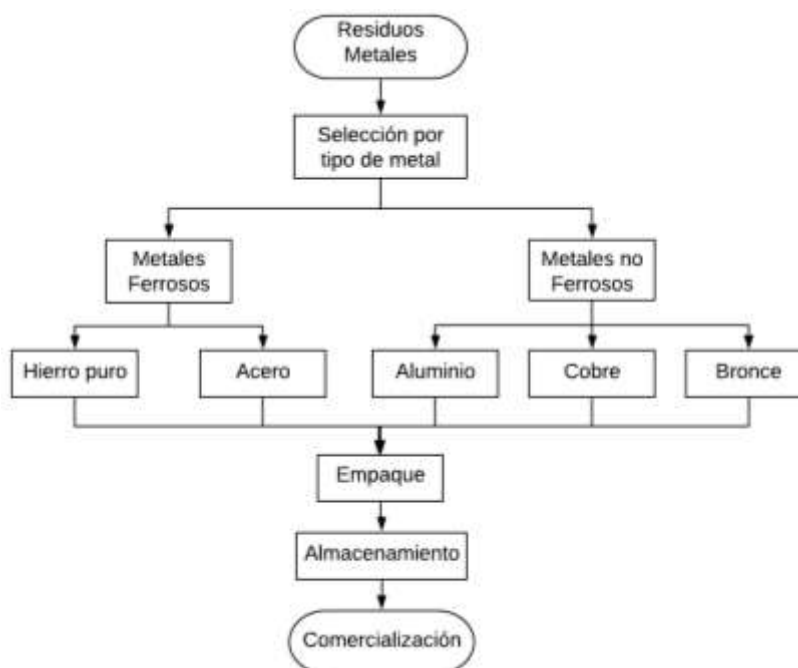


Figura 11. Diagrama de flujo proceso de reciclaje de metales

Fuente: Autor.

Reincorporación de residuos

Adicional a los procesos de reciclaje descritos anteriormente para cada residuo, dentro del Ecoparque Hitchawaia se elaborarán algunos productos como: materas y floreros a base de botellas plásticas PET, PEAD y vidrio; Puff con botellas plásticas PET; papel reciclado y bolsas de regalo de papel periódico, productos que además de ayudar con la reincorporación de residuos y ser la base para la implementación de la economía circular, contribuyen con los ingresos económicos que tendrá el Ecoparque para su funcionamiento.

Ver Anexo 2. Portafolio de bienes y servicios del Ecoparque Hitchawaia

Maquinaria y equipos

Para la puesta en marcha del Ecoparque Hitchawaia se requiere mínimo de una (1) prensadora vertical, una (1) banda transportadora de RSU y contenedores de reciclaje de 800 lts de acuerdo a los residuos que serán aprovechados. Sin embargo, con el incremento y disponibilidad de los RSU aprovechables también podría necesitarse una (1) peletizadora de

plástico y un (1) montacargas, los cuales pueden ser adquiridos una vez puesto en funcionamiento el Ecoparque.

Prensadora vertical

La prensadora vertical para la compactación de residuos es una máquina alimentada frontalmente, que comprime de arriba hacia abajo y cuenta con un mecanismo de acción manual. Esta prensa ayuda de manera fácil y sencilla a transformar el material reciclable (plástico, cartón, latas entre otros) en balas, permitiendo el ahorro de espacio y dinero al disminuir el volumen de los residuos hasta en un 90%. Cabe resaltar que la mayoría de máquinas puede ser operada por una sola persona (Cerezo, 2017).

Band transportadora

La banda o cinta transportadora de reciclaje es una maquina utilizada para la separación y clasificación de los RSU. Su funcionamiento consiste en el movimiento de un soporte físico continuo (cinta), accionado por un motor, montado sobre unas plataformas de dimensiones variables a una velocidad y capacidad de carga gradual (Eurotransis, 2018), en donde se colocan los materiales reciclables, los cuales son seleccionados y depositados manualmente por dos o más personas en contenedores dependiendo el tipo de residuo, a medida del desplazamiento de la banda.

Contenedores para reciclaje

Los contenedores para reciclaje son recipientes de varios tamaños, diseños y colores que se usan para guardar los materiales reciclables (plástico, papel, vidrio o latas) antes de ser enviados a los centros de reciclado, estos son utilizados mayormente en viviendas, instalaciones públicas y empresas (OVACEN, 2018).

Peletizadora de plástico

La peletizadora o máquina granuladora, es un equipo que sirve para reutilizar y transformar material plástico en pequeñas piezas redondas llamadas gránulos o pellets para su posterior uso en procesos industriales (Mabrik, 2018).

Montacargas

El montacargas es un equipo de elevación que sirve para cargar y transportar materiales de gran tamaño y peso, consta de una plataforma que se desliza a lo largo de dos guías rígidas paralelas, con una capacidad de cargas hasta de 3 toneladas (Ruiz, 2018).

Instalaciones del Ecoparque Hitchawaia

A partir de los RSU que serán aprovechados, los diferentes procesos de reciclaje para la reincorporación de los mismo, la razón de ser del Ecoparque y los Decretos 2981 de 2013 y 596 de 2013, el Ecoparque Hitchawaia tendrá seis zonas clasificadas y caracterizadas de la siguiente manera, las cuales estarán claramente demarcadas:

1. **Zona administrativa:** Sector en el que funciona la oficina donde se llevará a cabo el registro y control del material que entra y posteriormente sale del Ecoparque, así como la información y los datos económicos de la comercialización de los mismos.
2. **Zona operativa:** Esta zona está dividida en cuatro áreas: recepción, pesaje, selección y clasificación, compactación y empaque, de acuerdo a los procesos de reciclaje que se realizan en el Ecoparque para cada residuo.

Área de recepción: Sector de ingreso del material que será aprovechado dentro del Ecoparque, en este se permite el tránsito de vehículos para el descargue de los residuos.

Área de pesaje: Área donde se realiza el pesaje tanto del material que ingresan al Ecoparque para ser aprovechado, como de los residuos listos para su comercialización o disposición final.

Área de selección y clasificación: Sector donde se realiza la actividad de separación del material, definiendo los residuos que se aprovechan en el Ecoparque y los que por el contrario se envían a disposición final.

Área de compactación y empaque: Área en la que se ejecuta la actividad de recuperación del material efectivamente aprovechable, con el fin de disminuir el volumen de los residuos y facilitar su almacenamiento y comercialización.

3. **Zona de almacenamiento de material aprovechable:** Zona en la que se almacena el material efectivamente aprovechable en el Ecoparque.
4. **Zona de almacenamiento de material descartable:** Zona en la que se almacena el material descartable o de rechazo, luego enviado a disposición final.
5. **Zona de reincorporación de residuos y comercialización:** Sector del Ecoparque en el que se realiza la reincorporación del material efectivamente aprovechable para la obtención de nuevos productos, los cuales son ofertados a los visitantes, contribuyendo así con los fundamentos de economía circular.
6. **Zona de educación y recreación:** Zona donde estará el auditorio y el área de exhibición de los productos elaborados en el Ecoparque, con el fin de promover y desarrollar actitudes en pro al consumo responsable, separación de los residuos, educación ambiental y cuidado del entorno.

Adicionalmente, de acuerdo a los Decretos 2981 de 2013 y 596 de 2013, el Ecoparque Hitchawaia contará con:

- Medidas de seguridad industrial como rutas de evacuación, botiquín y camillas, con el fin de proteger a los trabajadores del Ecoparque.
- Sistema de control de emisiones de olores, asegurando que el aire dentro de las zonas operativas y de almacenamiento fluya, evitando la acumulación de vapores u olores que puedan llevar a ser emitidos por los residuos almacenados.
- Sistema de prevención y control de incendios, el cual contará con extintores recargados y con fechas de recarga visibles para ser nuevamente llenados.
- Sistema de drenaje para aguas lluvia y esorrentía como canales, rejillas entre otros.
- Para facilitar la limpieza y desinfección de las zonas de operación y almacenamiento, el Ecoparque debe tener impermeabilización de los pisos y paredes que permitan su aseo, desinfección periódica y mantenimiento mediante lavado.

Finalmente, el Ecoparque deberá estar vinculado al servicio público de aseo, para la recolección y entrega de los residuos de rechazo con destino a disposición final, cabe resaltar que estos residuos deberán ser pesados y registrados antes de su entrega.

Disponibilidad de atención al público

En cuanto al uso de las instalaciones del Ecoparque, se prevé que este estará abierto de lunes a viernes desde las 8:00 a.m hasta las 5 p.m, prestando servicio a los usuarios los días laborales. Sin embargo, a futuro se espera poder atender al público los fines de semana, pero solo para prestar servicios como talleres, charlas, foros y recorridos guiados dentro del Ecoparque.

Análisis DOFA

Por medio de un análisis DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) se establecieron las principales debilidades y amenazas y los puntos a favor del Ecoparque Hitchawaia, formulado para la gestión y el aprovechamiento de los RSU en el municipio de Sáchica.

Tabla 12. Análisis DOFA del Ecoparque Hitchawaia

E C O P A R Q U E H I T C H A W A I A	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
	Disponibilidad de materia prima	Negocio novedoso y sostenible
	Conocimiento del mercado	Incremento de la economía local
	Buena atención al público	Desarrollo de procesos y tecnologías para el reciclaje de RSU
	Exclusividad y diferenciación de los productos y servicios ofertados	Demanda de productos y servicios amigables con el ambiente
	Habilidades para la innovación de productos y servicios sostenibles	Elaboración de nuevos proyectos enfocados al aprovechamiento de los RSU
	Flexibilidad organizativa	Mejores condiciones de vida
	Equidad e inclusión de la comunidad	Diversificación de productos y servicios sostenibles
	Buena ubicación del Ecoparque (zona comercial y turística)	Poco conocimiento por parte de la comunidad sobre manejo y separación en la fuente de los RSU
	Actividad económica sostenible	Disponibilidad limitada de lugares para la disposición final de los residuos
	DEBILIDADES	AMENAZAS
	Falta de alianzas eficientes con los socios clave del proyecto para la correcta gestión de los RSU	Poca relación entre habitantes, recicladores de oficio, administración municipal y ESPDS para el aprovechamiento de los RSU
	Ingresos iniciales limitados	Lento crecimiento del mercado
	Necesidades de capital	Entrada de nuevos competidores
	Capacidad restringida de financiar cambios en el proyecto	Falta de formalización de los recicladores de oficio
	Infraestructura y maquinaria inicial limitada	Incumplimiento de las actividades establecidas y pactadas con la ESPDS
	Baja participación en el mercado al ser un proyecto novedoso	Difícil acceso a créditos y financiación

Fuente: Autor.

Impacto social y humanístico del proyecto

Por medio de la separación en la fuente y el trabajo en conjunto por parte de la ESPDS y los recicladores de oficio del municipio, la comunidad puede fortalecer el desarrollo de los sistemas de gestión y aprovechamiento de los RSU “Ecoparque Hitchawaia”, alternativa caracterizada por ser sostenible y económicamente rentable para la población urbana, debido a que genera ingresos a través de la oferta de bienes y servicios a base y en torno al reciclaje y el consumo responsable, además de visualizar a Sáchica como un municipio desarrollado bajo los lineamientos de la economía circular.

De acuerdo a los problemas sociales, ambientales y económicos que se han venido registrando en el municipio de Sáchica a causa del consumo irresponsable de la población, el desconocimiento de la separación en la fuente, la gestión limitada, centralizada y tradicional de los RSU y la falta de sistemas para el aprovechamiento de los mismos, ha generado el aumento del 40% en la cantidad de residuos que van a disposición final en los últimos cuatro años y con ello el incremento económico por el pago de este servicio al relleno sanitarios – parque ambiental de Pirgua ubicado en la ciudad de Tunja; otro factor que contribuye con la problemática es el poco compromiso por parte de la ESPDS, al evidenciar la presencia de recicladores de oficio quienes a la actualidad no se encuentran formalizados. De este modo, el Ecoparque Hitchawaia ayuda a la solución de los problemas plantados anteriormente ya que genera alternativas de desarrollo sostenible, mejora las condiciones de vida de la comunidad, permitiendo la inclusión de las personas y la articulación de las entidades municipales, la ESPDS y los recicladores de oficio.

El Ecoparque Hitchawaia genera espacios para fomentar la educación ambiental, el consumo responsable de la población y el desarrollo sostenible del municipio por medio de la vinculación de la comunidad y las actividades comerciales en los procesos de separación en la fuente, la inclusión y formalización de los recicladores de oficio, así como la disminución en la cantidad de

RSU que van a disposición final por medio de la generación y diversificación de oferta de bienes y servicios a partir del reciclaje para reincorporar los residuos en nuevos ciclos productivos.

Conclusiones

De acuerdo a la caracterización de los RSU realizada por la ESPDS en el año 2016 y a la información suministrada por el relleno sanitario parque ambiental de Pirgua ubicado en la ciudad de Tunja, se logró identificar que el 51,77% de los residuos generados en el municipio de Sáchica son inorgánicos aprovechables, en donde sobresale residuos como: botellas plásticas, vidrio, plástico, cartón, metales y papel. En cuanto a la fuente generadora, se encontró que, de los 983 usuarios del servicio público de aseo para el año 2020, la mayoría de los residuos proviene de fuentes domésticas con un 91,86% (903 usuarios) de estratos 1, 2, 3 y 4, seguido de fuentes comerciales con un 6% (60 usuarios). Para el caso de la cantidad de residuos generada se identificó que para el año 2019 el volumen de RSU depositado en el relleno sanitario fue de 475,48 ton/año, con un promedio mensual de 39,62 ton/mes, además, al analizar la cantidad de residuos generada en los últimos ocho años de 2012 a 2019 se logó determinar que en los últimos cuatro años (2016 a 2019) el municipio presento aumento del 40% de los residuos llevados a disposición final al relleno sanitario – parque ambiental de Pirgua ubicado en la ciudad de Tunja.

Por medio del diagnóstico social, económico y ambiental se determinó que los principales actores involucrados en el proyecto son la población urbana, el sector comercial, la ESPDS, la Administración Municipal y los recicladores de oficio del municipio de Sáchica, quienes esperan a través del Ecoparque Hitchawaia la correcta gestión y aprovechamiento de los RSU, teniendo en cuenta que los principales problemas identificados en el municipio fueron la falta de conocimiento y educación ambiental de los habitantes en temas de manejo y separación de residuos, la gestión limitada, centralizada y tradicional de los RSU, la presencia de recicladores de oficio informales, el aumento del 40% en los últimos cuatro años en la cantidad de residuos que van a disposición final y con ello el incremento económico por el pago de este servicio al relleno sanitarios – parque ambiental de Pirgua ubicado en la ciudad de Tunja, y la ineficiencia

en la implementación del PGIRS del municipio de Sáchica (2016) por parte de la ESPDS, generando así sobrecarga de áreas para la disposición final de los residuos, contaminación de los recursos naturales (agua, aire y suelo) y deterioro ambiental.

Por medio de la información recolectada se llevó a cabo la formulación del Ecoparque Hitchawaia, el cual estará ubicado en la vereda centro por la vía Tunja – Chiquinquirá, zona clasificada de acuerdo al EOT (2004) como comercial y de servicios, apta para el acopio de materiales reciclables; y contara con equipos e instalaciones acorde a los procesos de reciclaje realizados para cada residuo aprovechable bajo los lineamientos de economía circular (cierre de ciclo de materiales) entre los que sobresalen: recepción, pesaje, separación, clasificación, compactación o empaquetado, almacenamiento y comercialización, en donde los RSU que se aprovecharán son: botellas plásticas, plástico, papel, cartón, vidrio y metales, los cuales provienen principalmente de fuentes domésticas y comerciales siendo fundamental el compromiso y la colaboración de los habitantes del municipio para la separación en la fuente de los residuos, con el fin de tener mayor disponibilidad de estos y facilitar su posterior manejo y aprovechamiento. De igual modo, el Ecoparque contara con seis zonas entre las que se desatacan la zona de reincorporación de residuos y comercialización, y la zona de educación y recreación, las cuales permitirán la interacción entre los visitantes y las actividades realizadas dentro del mismo por medio de charlas, talleres y recorridos guiados sobre educación ambiental y consumo responsable para lograr mayor participación de la comunidad en la gestión y el aprovechamiento de los RSU.

Se concluye que el Ecoparque Hitchawaia es un espacio sostenible el cual ayuda con la disminución de RSU que van a disposición final y permite la diversificación de la oferta de bienes y servicios a partir de la reincorporación de residuos en nuevos ciclos productivos desde los lineamientos de la Economía Circular, generando beneficios sociales, económicos y ambientales a la población urbana del municipio de Sáchica, en donde para el factor social se contribuye con el aprendizaje de la comunidad en temas de manejo y separación de residuos y se incentiva la

formalización de los recicladores de oficio, a nivel económico disminuyen los altos costos pagados al relleno sanitario por la disposición final de los residuos e incrementan los recursos dispuestos para optimizar los sistemas de gestión y aprovechamiento de RSU, que a su vez mejora la calidad de vida de los habitantes del municipio, por último, a nivel ambiental se contribuye con la disponibilidad de áreas óptimas para la disposición final de los residuos, la recuperación de recursos naturales (agua, aire y suelo) y la protección ambiental.

Finalmente se realizó un análisis DOFA en el cual se identificaron las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del Ecoparque Hitchawaia, para la correcta gestión y aprovechamiento de los RSU del municipio de Sáchica.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta el diagnóstico social, económico y ambiental realizado, se recomienda a la administración municipal y a la ESPDS, proporcionar a la comunidad espacios para la gestión y el aprovechamiento de los RSU, de manera integral junto con la población urbana, el sector comercial y los recicladores de oficio del municipio, estos últimos considerados como población vulnerable.

Se debe formalizar y capacitar a los recicladores de oficio del municipio, de acuerdo a lo establecido en el decreto 596 de 2016 con el fin de garantizar los mandatos constitucionales, y en donde se reconoce a los recicladores como personas que contribuyen con el incremento en la tasa de aprovechamiento de los RSU.

Es necesario que se fomente el consumo responsable y la educación desde el núcleo familiar, incentivando a los niños, jóvenes y adultos a realizar el correcto manejo y separación en la fuente de los RSU, con el fin de facilitar la recolección, evitar su contaminación y tener mayor disponibilidad de los mismo.

Se debe asegurar que todos los actores involucrados (población urbana, comercio, ESPDS, administración municipal y recicladores de oficio), implementen estrategias de consumo

responsable y educación ambiental con el fin de lograr la disminución de los RSU que va a disposición final al relleno sanitario – parque ambiental de Pirgua.

Es importante realizar actividades que fortalezcan la relación entre los recicladores de oficio, los habitantes, la ESPDS y la administración municipal, con el objetivo de mejorar la participación de todos los involucrados en campañas, jornadas de limpieza y proyectos que incentiven el desarrollo sostenible del municipio.

En cuanto al buen funcionamiento del Ecoparque Hitchawaia, es importante a la hora de implementar otros procesos y adquirir nueva maquinaria, tener presente la cantidad y disponibilidad de RSU aprovechables del municipio, pues de lo contrario podrían presentarse problemas económicos dentro del Ecoparque.

Para garantizar el óptimo desarrollo del Ecoparque Hitchawaia, se deben realizar campañas de concientización sobre el funcionamiento y los beneficios del Ecoparque, con el propósito de lograr una mayor aceptación local, y de esta manera conseguir mayor disponibilidad de los RSU efectivamente aprovechables.

Referencias

- Acosta Castellanos, P. M., Queiruga Dios, A., & Castro Ortégón, A. (2020). *Análisis de los enfoques educativos de sostenibilidad ambiental en la enseñanza de la ingeniería*. 5. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2056>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2006). *Decreto 312 de 2006 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.* <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21059>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2014). *Basura Cero Responsabilidad de todos*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/basura-cero-responsabilidad-de-todos>
- Alcaldía Municipal de Sáchica Boyacá. (2004). *Esquema de ordenamiento territorial Sáchica Boyacá*. http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/S/sachica_-_boyaca_-_eot_-_2004/sachica_-_boyaca_-_eot_-_2004.asp
- Alcaldía Municipal de Sáchica Boyacá. (2016a). *Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)*.
- Alcaldía Municipal de Sáchica Boyacá. (2016b). *Plan de Desarrollo 2016-2019 Para Servirle Sumercé—Alcaldía Municipal de Sáchica—Boyacá*. <http://sachicaboyaca.micolombiadigital.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-20162019-para-servirle-sumerce>
- Alon-Mozes, T. (2012). Ariel Sharon Park and the Emergence of Israel's Environmentalism. *Journal of Urban Design*, 17(2), 279-300. <https://doi.org/10.1080/13574809.2012.666177>
- Banco Mundial. (2018). *Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. World Bank. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Cárdenas-Ferrer, T. M., Santos-Herrero, R. F., Contreras-Moya, A. M., Rosa-Domínguez, E., Domínguez-Núñez, J., Cárdenas-Ferrer, T. M., Santos-Herrero, R. F., Contreras-Moya, A. M., Rosa-Domínguez, E., & Domínguez-Núñez, J. (2019). *Propuesta Metodológica*

- Para el Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Villa Clara. *Tecnología Química*, 39(2), 18. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852019000200471&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Cerezo, M. C. (2017). ¿Qué es y cómo funciona una prensa vertical compactadora de residuos? *MACHEMAC*. <https://machemac.com/que-es-y-como-funciona-una-prensa-vertical-compactadora-de-residuos/>
- De Luca, F., & González, J. (2017). *Estudio de reutilización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Gualeguaychú* [Universidad Tecnológica Nacional]. <http://ria.utn.edu.ar/xmlui/handle/20.500.12272/2824>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2020). *Sáchica, Boyacá*. <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/15638>
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2018). *Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos—ECA*. 54. https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/13.11.2018-ECAS-Lineamientos_V2-ajustado-3.pdf
- Díez Ros, R. (2002). Una experiencia de educación ambiental a través de la geografía: La visita al Ecoparque Municipal de Alicante. *Investigaciones Geográficas*, 27, 191-203. <https://doi.org/10.14198/INGEO2002.27.01>
- Ecoembes. (2013, octubre 27). *Proceso de recogida, selección y reciclaje*. Ecoembes. <https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/envases-y-proceso-reciclaje/proceso-recogida-seleccion-reciclaje>
- Eurotransis. (2018, julio 30). ¿Qué es una cinta transportadora? Principios de funcionamiento. *Eurotransis - Industria metalmecánica*. <https://eurotransis.com/que-es-una-cinta-transportadora-principios-de-funcionamiento/>

- Fernández Colomina, A. (2005). La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el desarrollo sostenible local. *Revista Cubana de Química*, XVII(3), 6.
<https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543687013.pdf>
- Glinka, M., Vedoya, D., & Pilar, C. (2006). *Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición*. 5.
https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=ee91d760-284f-4d98-b29e-55c5a7f36ea6&groupId=7294824
- Gobernación del Departamento de Boyacá. (2018). *Boyacá: Departamento de Boyacá Colombia*.
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_nbVRDCNjL0J:https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/boyaca/index.html+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co
- Gómez, D. (2008). *Diccionario muysca—Español*. Muysc cubun - Lengua Muisca.
<http://muysca.cubun.org/Portada>
- Grupo EPM. (2017). *Glosario Naranja*. <https://www.emvarias.com.co/home/informacion-de-interes/glosario-naranja#:~:text=Receptor%3A%20El%20titular%20autorizado%20para,de%20residuos%20o%20desechos%20peligrosos>.
- Guarin, A. S., Molina, J. S., & Díaz, J. C. L. (2017). Uso de nutrientes tecnológicos como materia prima en la fabricación de materiales de construcción en el paradigma de la economía circular. *Respuestas*, 22(1), 6-16.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5848293>
- Guerrero, H. F., Sierra, M., Vega, E., & Acosta Castellanos, P. M. (2018). *Estudios sobre medio ambiente y sostenibilidad: Una mirada desde Colombia* (pp. 123-156).
- Hernández Núñez, C. F. (2018). *Beneficios económicos, sociales y ambientales en el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos*. 3(2).
<http://revistas.sena.edu.co/index.php/riads/article/view/1449>

- Hernández Sánchez, B., Cardella, G., & Sánchez García, J. C. (2020). *Retos y oportunidades para emprender en la sociedad del conocimiento*. Dykinson, S.L; Incorporación de estrategias de economía circular a la industria vinícola. Caso de estudio: viñedo Ain Karim - Sutamarchán, Boyacá, Colombia (pp. 491).
- Mabrik. (2018). *Maquina peletizadora*. <https://mabrik.com/productos.html?familia=17>
- Millares, C. A. R. (2015). *Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos (RSU)*. 7. <https://www.ineel.mx//boletin022015/tenden02.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Argentina. (2019, julio 19). *Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos*. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/observatorioresiduos/solidosurbanos/gestion/integral>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente, & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - MinCIT. (2019). *Estrategía Nacional de Economía Circular*.
- Ministerio de Desarrollo Económico - MinDesarrollo. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000—Titulo F*. <http://www.ceo.org.co/images/stories/CEO/ambiental/documentos/Normas%20ambientales/1990-2000/2000/Resolucion%201096%20de%202000%20-%20Titulo%20F.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - República Dominicana. (2017). *Manual de Recolección y Transporte de los Residuos Sólidos*. <https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/10/03-Recolecci%C3%B3n-y-Transporte-RS.pdf>
- Ministerio de Salud - Minsa. (2004). *Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos, Lima -Perú*. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1650.pdf>
- Ministerio de Salud - Perú. (2018). *Vigilancia de residuos sólidos*. CREATIVE SIDEKICK. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4519.pdf>
- Ministerio de Vivienda - MinVivienda. (2017). *Tratamiento y Disposición Final*. <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de->

agua/gestioninstitucional/gesti%C3%B3n-de-residuos-solidos/tratamiento-y-disposici%C3%B3n-final

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2016). *DECRETO 596 DEL 11 DE ABRIL DE 2016*.

<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20596%20DEL%2011%20DE%20ABRIL%20DE%202016.pdf>

Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Naciones Unidas, CEPAL, Inst. Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. <http://www.cepal.org/publicaciones/llpes/0/LCL2350P/manual42.pdf>

OVACEN. (2018, noviembre 20). *Contenedores de reciclaje y residuos; Tipos, colores y qué va en cada uno*. Noticias eficiencia energética y arquitectura | OVACEN. <https://ovacen.com/contenedores-reciclaje-y-residuos/>

Pérez Montaña, E. (2011). Procedimiento para la gestión y disposición de los residuos sólidos y peligrosos. *Universidad de los Andes*, 01, 2-17. <https://gerenciacampus.uniandes.edu.co/content/download/2304/11870/file/5.%20Disposicion%20de%20Residuos.pdf>

Pico Quintero, L. A. P. (2013). Centro de acopio-recreativo reciclable. *Universidad Católica de Colombia*, 36. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1139/2/CENTRO%20DE%20ACOPIO-RECREATIVO%20RECICLABLE.pdf>

Pietro, G. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos Oportunidades en América Latina*. Corporación Andina de Fomento. <http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/az4041.pdf>

Ruiz, Á. (2018). Montacargas, transporte indispensable del mundo industrial. *Revista de Logística*. <https://revistadelogistica.com/almacenamiento/montacargas-transporte-indispensable-del-mundo-industrial/>

SEASINLTDA. (s. f.). *PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS*. 44.

https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_tienda_virtual/plan_ambiental.pdf

Secretaría del Medio Ambiente - Estado de México. (2018). *Educación Ambiental*.

https://sma.edomex.gob.mx/educacion_ambiental

Silva, I. M. G., Rojas, L. A. R., & Galeano, I. D. V. (2014). *Parque de reciclaje de plástico Meandro del Say* [Universidad Piloto de Colombia].

<http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001362.pdf>

SPGroup. (2018, junio 27). Códigos de identificación de los plásticos. *SPGroup*. <https://www.spg-pack.com/blog/codigos-identificacion-plasticos/>

Triviño, L., Narváez, D., & Urquizo, J. (2012). *Eco Parque de Guayaquil, una propuesta de recolección de residuos en Guayaquil*. 7.

https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19193/1/paper_eco_parque.pdf

Universidad del Norte. (2015). *Centro de Acopio*. [https://www.uninorte.edu.co/web/guest-administrativa-y-financiera/centro-de-](https://www.uninorte.edu.co/web/guest-administrativa-y-financiera/centro-de-acopio#:~:text=La%20Central%20de%20acopio%20es,trav%C3%A9s%20de%20la%20correcta%20clasificaci%C3%B3n%20)

[acopio#:~:text=La%20Central%20de%20acopio%20es,trav%C3%A9s%20de%20la%20correcta%20clasificaci%C3%B3n%20](https://www.uninorte.edu.co/web/guest-administrativa-y-financiera/centro-de-acopio#:~:text=La%20Central%20de%20acopio%20es,trav%C3%A9s%20de%20la%20correcta%20clasificaci%C3%B3n%20)

Universidad Santo Tomás. (s. f.). *Recuperación y Reciclaje*. Recuperado 19 de agosto de 2020, de

http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Momento%20_Gestion%20De%20Residuos%20Solidos_%20Maria%20Teresa%20Sarabia/recuperacin_y_reciclaje.html#:~:text=Terminolog%C3%ADa%20empleada%20en%20ingenier%C3%ADa%20ambiental,a%20la%20cadena%20de%20uso.

Val, A. del. (2016). Tratamiento de los residuos sólidos urbanos. *Boletín CF+S*, 0(2), Article 2.

<http://polired.upm.es/index.php/boletincfs/article/view/2779>

Zafra Mejía, C. A. (2009). Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: Sistemas de caja fija (SCF). *Revista Ingeniería e Investigación*, 29(2), 119-126.

Zapata Márquez, L. M., & Jaramillo Henao, G. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia* [Universidad de Antioquia].
<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

Anexos

Anexo 1. Matriz Marco Lógico.

Anexo 2. Portafolio de bienes y servicios del Ecoparque Hitchawaia.