



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

MAESTRÍA VIRTUAL EN ECONOMÍA CIRCULAR

Trabajo de Titulación

**Diseño del sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos
domésticos en la Parroquia de Nayón. Distrito Metropolitano de Quito,
año 2024**

Israel Patricio Herrera López
ipherrera@puce.edu.ec

Director: Dra. María de los Angeles Barrionuevo
mabarrionuevom@puce.edu.ec

Quito, 20 de mayo de 2024

Resumen

La economía circular busca reducir el desperdicio, minimizar emisiones y maximizar el uso de recursos para crear un sistema sostenible. A nivel mundial, la producción de residuos sólidos está en aumento, lo que destaca la necesidad de tecnologías avanzadas para una gestión más eficiente. En América Latina y el Caribe, la generación de residuos urbanos está en aumento, lo que se atribuye a la expansión urbana, la cultura consumista y cambios en el estilo de vida. En Ecuador, la disposición final de los residuos es principalmente en rellenos sanitarios, lo que conlleva a una baja tasa de recolección diferenciada. En el Distrito Metropolitano de Quito se genera 2,227 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos, de los cuales el 90% se somete a una gestión tradicional y el 10% restante se recupera mediante gestores ambientales de menor escala. La fracción orgánica representa el 57% de los residuos generados en la ciudad y el 43% equivale a inorgánicos, de los cuales el 18% aproximadamente equivale a materiales potencialmente reciclables, y actualmente no existe un flujo específico para una gestión integral de los residuos.

La economía circular prioriza la prevención, reducción y reutilización de residuos. En Ecuador, una gestión adecuada de residuos sólidos inorgánicos reciclables podría generar 20 mil empleos y hasta 40 mil toneladas de materias primas. La gestión diferenciada de residuos se vuelve crucial, ya que el país pierde entre 1,8 y 2,4 millones de dólares mensuales debido al manejo inadecuado de la materia orgánica. La parroquia Nayón, en el este del DMQ, es un punto focal para el diseño del sistema de recolección diferenciada, ya que carece de un flujo específico para la gestión integral de residuos, especialmente la fracción inorgánica reciclable que puede ser reinsertada como materia prima en procesos productivos.

El diseño del sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos domésticos en la Parroquia de Nayón DMQ para el año 2024 es un proyecto innovador que busca mejorar la gestión de los residuos en la comunidad. Este sistema se enfoca en promover la separación de residuos en origen para facilitar su posterior tratamiento y reciclaje, contribuyendo así a la reducción de la contaminación ambiental y fomentando la sostenibilidad. La implementación incluye la recolección de residuos reciclables, el establecimiento de una frecuencia de recolección diferenciada que garantice la eficiencia en la gestión de los residuos, optimizando los recursos y reduciendo el impacto ambiental negativo. Se espera que este proyecto no solo mejore la calidad de vida de los residentes de Nayón, sino que también sienta las bases para un modelo de gestión de residuos más sostenible y replicable en otras zonas urbanas, involucrando activamente a la comunidad en el cuidado del ambiente y promoviendo prácticas responsables que beneficien a todos los habitantes del DMQ.

Palabras claves: Economía circular, separación, gestión, reciclaje, inorgánico.

Diseño del sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos domésticos en la parroquia Nayón del Distrito Metropolitano de Quito.

Resumen	2
1. Introducción	7
2. Planteamiento del Problema.	10
3. Objetivo.....	11
3.1. Objetivo General.....	11
4. Metodología y Datos.	12
5. Marco Teórico.....	13
5.1. Desarrollo Sostenible.....	13
5.2. Ecología Urbana	13
5.3. Gestión Ambiental.....	14
5.4. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.....	14
5.5. Economía Circular	15
5.5.1. Principios de la economía circular.....	15
6. Marco Empírico	17
6.1. Modelo de GIRS.....	17
6.2. Estudios de caso de Modelos de recolección diferenciada.....	17
6.2.1. Modelo Alemán (Nacional)	17
6.2.2. Modelo Belga (Flandes)	17
6.2.3. Modelo Japonés (Tokio)	17
6.2.4. Modelo Noruego (Oslo).....	18
7. Propuesta de diseño del proyecto.	19
7.1. Características del diseño.	19
7.2. Marco lógico.....	19
7.3. Propuesta para el diseño de recolección diferenciada.	19
7.3.1. Actores Involucrados.	19
7.3. Propuesta de diseño de recolección diferenciada en la parroquia de Nayón del DMQ.	25
7.4.1. Rutas y frecuencias.	26
7.4.2. Recursos operativos mínimos.....	28
7.4.3. Variable social.....	29
7.4.4. Variable económica.....	30
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	37
8.1. Conclusiones.....	37
8.2. Recomendaciones.....	37
9. Bibliografía	38
10. Anexos.....	41

10.1. Receptores o usuarios del diseño propuesto..... 41

10.2. Cronograma propuesto para implementación del diseño..... 42

Índice de Figuras

Figura 1: Flujo de la GIRS en el DMQ.....	9
Figura 2: Diagrama de flujo ampliado para la propuesta del diseño de recolección diferenciada.	19
Figura 3: Árbol de Problemas.....	23
Figura 4: Árbol de Objetivos.....	24
Figura 5: Matriz de Marco Lógico.....	25
Figura 6: Flujograma del diseño de recolección diferenciada RSUD.....	26
Figura 7: Micro-ruta propuesta para la recolección diferenciada de residuos sólidos inorgánicos reciclables.	27

Índice de Tablas

Tabla 1: Descripción de los grupos de actores de interés.....	20
Tabla 2: Descripción de recursos operativos mínimos para ejecución del diseño del proyecto.....	28
Tabla 3: Propuesta de inclusión para recicladores y GME.....	29
Tabla 4: Precio de residuos reciclables y promedio de comercialización de la fracción inorgánica reciclable..	30
Tabla 5: Comparación de costos operativos con el sistema actual de GIRS en el DMQ, versus el sistema de GIRS que incluya la separación en la fuente, y recolección diferenciada de residuos inorgánicos reciclables.	31
Tabla 6: Flujo de Caja y retorno de inversión.	33
Tabla 7: Receptores o usuarios.....	41

1. Introducción

La economía circular es un enfoque que tiene por fin reducir el desperdicio, minimizar las emisiones y descargas contaminantes y maximizar el uso de los recursos disponibles, con el fin de crear un sistema más sostenible y eficiente (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017). Uno de los enfoques fundamentales de la economía circular es la gestión de los residuos, que busca transformar los residuos en recursos útiles, minimizando así el desperdicio y fomentando la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales (Graziani P. , 2018). Este concepto es fundamental en la economía circular, ya que promueve la idea de que los productos y materiales deben circular en un ciclo continuo, evitando su eliminación prematura en botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios. No considerar este enfoque puede tener consecuencias negativas en el ambiente y la salud pública (Savino, Solórzano, Quispe, & Correal, 2018).

Las ciudades a nivel mundial producen alrededor de 1,3 mil millones de toneladas de residuos sólidos anuales, es decir, 1,2 kg/habitante/día, estimándose un aumento a 2,2 mil millones de toneladas para 2025 equivalentes a 1,42 kg/habitante/día, especialmente en países en desarrollo (Hoornweg, 2012). La producción de residuos sólidos está vinculada a la producción per cápita, influenciada por factores macroeconómicos y comportamientos sectoriales. El incremento en la generación de residuos destaca la premura de implementar tecnologías avanzadas para una gestión más eficiente (Golomeova, 2013).

Según el informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPCC (2018), se estima que el sector residuos y aguas residuales contribuye con el 3% de Gases de Efecto invernadero (GEI), aunque el porcentaje no es representativo, el cambio climático puede afectar negativamente el sistema de gestión de residuos a través de inundaciones, eventos extremos, aumento de temperaturas, influencia en los procesos de degradación de los ecosistemas, impactando de forma negativa en la infraestructura, los sistemas de tratamiento de lixiviados y la interrupción de vías en donde se realiza la recolección y transporte de desechos y residuos

Así mismo, se estima que el 97% de las emisiones de GEI del sector gestión de residuos proviene del metano (CH₄) generado por la descomposición anaeróbica de desechos en vertederos, botaderos a cielo abierto y rellenos sanitarios. El metano tiene un poder de contaminación 28 veces mayor que el CO₂ y permanece en la atmósfera durante 12 años (IPCC, 2018).

En América Latina y el Caribe (ALC), la generación de residuos urbanos representa el 12% a nivel mundial, totalizando 160 millones de toneladas. Este aumento se atribuye a la expansión urbana, la cultura consumista y cambios en el estilo de vida. (Graziani P. , 2018). En ALC, la fracción dominante de los residuos es la orgánica con el 54%, y el papel y plástico 16% y 12% respectivamente, similar a la caracterización a nivel global (Banco Mundial, 2012)

En la región, la fracción principal de residuos es orgánica (54%), seguida por papel (16%) y plástico (12%). La generación per cápita de residuos sólidos urbanos en ALC es de 0,6 kg/hab/día para residuos domésticos y 0,9 kg/hab/día en total, con una alta cobertura de recolección del 89,9% (BID, 2020). Con una destacada cobertura de recolección del 89,9% superior al promedio mundial del 73,6%, la región refleja su prioridad en este servicio. El Banco Mundial (2011) señala que el manejo de residuos en la región se caracteriza por: 1) Alcanzar una alta urbanización debido a que el 79% de los 510 millones de habitantes de ALC, vive en las ciudades, 2) Presentar una marcada disparidad de ingresos, con un promedio de USD 22,000 por persona al año en naciones de ingresos elevados y USD 370 por persona al año en países con bajos ingresos y; 3) Tener una notable diferencia en la velocidad de producción de residuos entre diversas naciones, con una cifra de 600 kg por persona al año en países con ingresos elevados y 200 kg por persona al año en países de ingresos bajos (Graziani P. , 2018).

En ALC, la gestión de residuos se centra mayormente en la "recolección y disposición final", descuidando el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento. Varios países aún emplean botaderos a cielo abierto, vertederos o rellenos sanitarios sin especificaciones técnicas lo que agrava la problemática ambiental al generar lixiviados y

aumentar GEI, además mantienen la recolección sin clasificación. A pesar de riesgos para la salud, muchos recicladores base trabajan en condiciones precarias (AIDIS - BID, 2010). La falta de infraestructura para procesar residuos orgánicos y la inadecuada gestión integral, incrementa los impactos ambientales incluyendo el deterioro estético de las ciudades y los paisajes urbanos y rurales, la contaminación hídrica, atmosférica y edáfica, el deterioro biótico, así como la depreciación de las propiedades como resultado del abandono y acumulación de desechos (BID, 2020).

Para el 2019, en Ecuador se generó aproximadamente 12,671 toneladas de RSU diarios. Sin embargo, solo el 13,5% fue recolectado de manera diferenciada. En esta línea, la PPC de RSU ascendió a 0,71 kg/habitante/día, mientras que la PPC para RSUD fue de 0,62 kg/habitante/día. Con base en los datos levantados por el INEC (2020), la disposición final de los residuos fue la siguiente: 48,2% en rellenos sanitarios, 32,7% en celdas emergentes, y 19,1% en botaderos a cielo abierto, ríos y quebradas. Durante la emergencia sanitaria, específicamente en Quito, se estima que la generación de residuos aumentó significativamente en un 25% (Graziani P. , 2018). En el Ecuador, los residuos sólidos orgánicos constituyen el 56,6% del volumen total de residuos, y se estima que alrededor de 939 mil toneladas de alimentos se desperdician (MAG y FAO, 2019).

De los 221 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) existentes en el país, 90 de ellos de manera parcial realizan el procesamiento parcial de residuos orgánicos (MAAE, 2016). Sin embargo, esta gestión es limitada a la disposición en rellenos sanitarios. Existen casos excepcionales como el GADM de Zamora Chinchipe, la cual procesa los residuos orgánicos de los mercados y produce 400 kilogramos diarios de Takakura, abono elaborado a base de microorganismos. Por otra parte, desde el 2002, El Municipio de Cuenca opera una planta de compostaje en la que se procesan residuos orgánicos de mercados y áreas verdes, produciendo 626, 8 toneladas de abono a través de la lombricultura y cuenta además con una planta de compostaje.

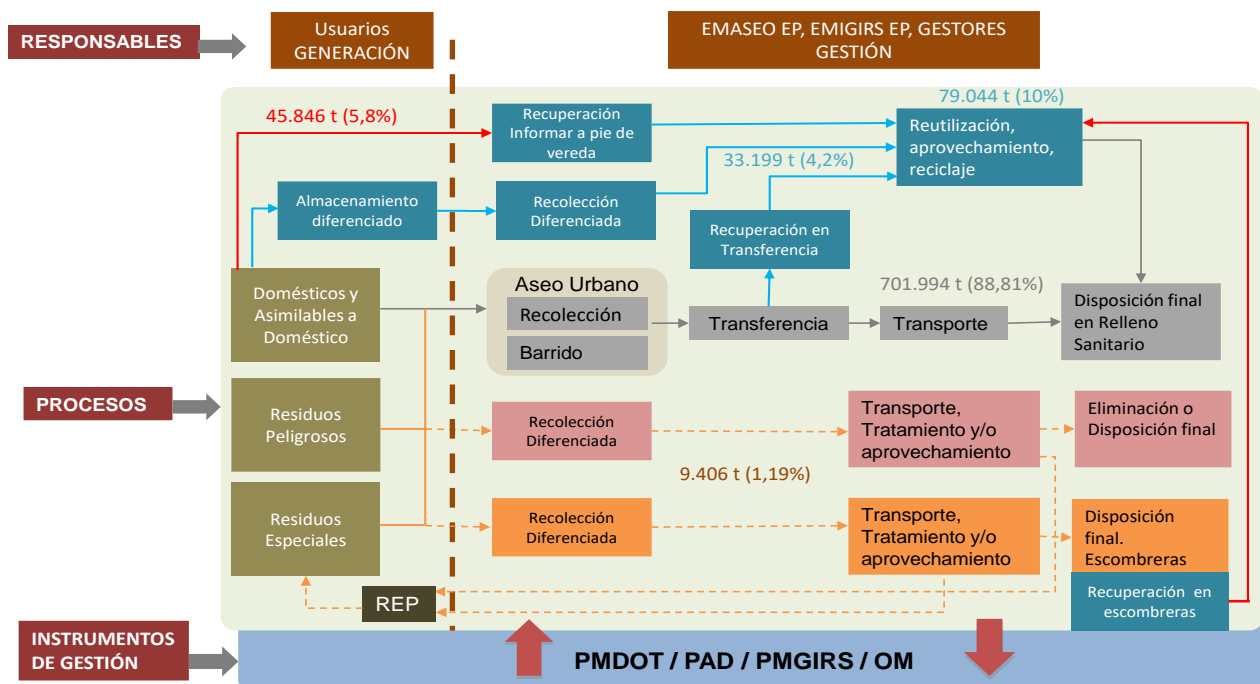
Como ya se ha explicado la economía de los residuos analiza los costos significativos relacionados con la recolección, transporte, almacenamiento temporal y disposición final, que en el país a la actualidad asciende a 95,70 USD por tonelada a nivel nacional (INEC, 2020). Existen varias limitantes en este costo, en primera instancia es subsidiado, no se ajusta a la gestión integral ejecutada ni a la cantidad generada, en la mayoría de casos se ancla a la cantidad de energía consumida en un domicilio, por lo cual resulta insostenible el actual modelo y además limita la generación de incentivos para reducir la producción de residuos. Finalmente al no separar, recuperar y reinsertar residuos (materiales reciclables), al sistema económico – productivo, se desperdicia su potencial valor económico, se estima que el país se encontraría perdiendo entre 1,8 y 2,4 millones de dólares mensuales por no aprovechar la fracción orgánica (MIPRO & GIZ, 2021).

El DMQ adopta un modelo de gestión con servidores públicos de EMASEO y EMGIRS-EP, planificación estratégica y alianzas operativas para asegurar la correcta ejecución de procesos en la gestión de servicios GIRS. Incluye gestores ambientales autorizados por la Secretaría de Ambiente de Quito, dedicados al aprovechamiento de residuos, realizando recolección, segregación, clasificación, tratamiento y revalorización de RSU. Este enfoque busca garantizar una gestión oportuna y eficaz de los servicios, enfrentando el desafío de coordinar acciones entre diversas entidades para mejorar la gestión de residuos en la ciudad.

La ciudad ha reconocido la necesidad de integrar en su modelo de gestión de residuos, infraestructura para la educación ambiental y otras actividades relacionadas con la gestión de residuos no peligrosos. En este sentido nació el Centro de Educación y Gestión Ambiental (CEGAM). Actualmente, la ciudad cuenta con 4 CEGAM bajo la administración de zonales: La Delicia, Manuela Sáenz, Eloy Alfaro y Tumbaco, con proyecciones al presente año de dos CEGAM Calderón y Quitumbe. Estos centros son instalaciones básicas para la clasificación y eliminación de residuos, y también sirven como herramientas educativas y de comunicación que permitan fomentar las capacidades sobre una gestión ambiental adecuada a los diversos actores responsables de la gestión de residuos municipales y al público en general.

En virtud de lo expuesto en el presente gráfico se expone el flujo de la GIRS en el DMQ.

Figura 1: Flujo de la GIRS en el DMQ.



Fuente y Elaboración: Subdirección de Diseño de la Operación y Gestión Ambiental –Gestión Geográfica y Ambiental.

Derivado de este sistema de GIRS, en el DMQ, a la actualidad se generan 2.227 toneladas diarias de RSUD. De estos, el 90% son sometidos a una gestión tradicional, es decir, recolección no diferenciada y posterior disposición final en el relleno sanitario de la ciudad. Mientras que la fracción restante (10%) son recuperadas mediante Gestores Ambientales de Menor Escala (GME). Estos realizan su actividad de manera formal, pero a su vez son parte de este sistema los recicladores de base no regularizados ante la Secretaría de Ambiente (SAQ) (EMASEO, 2023).

El componente orgánicos representa el 57% de la totalidad de los residuos generados en la ciudad, y no existe un flujo específico para una gestión integral circular de estos, debido a que no se aplica un sistema de recolección diferenciado a gran escala, son embargo, existe un proyecto inicial aplicado en el barrio la Loma Grande, que involucra a 200 familias que entregan sus residuos orgánicos un día específico de la semana y los mismos son transportados hacia el parque de la Carolina para obtención de compostaje (EMASEO, 2023).

Según el Censo Poblacional de Vivienda del año 2022, el DMQ tiene una población de 2'679.722 habitantes, que generan 2.227,7 tonelada día de residuos sólidos, con una PPC de 0,8425 kg/habitante/día (INEC, 2020). En el estudio de caracterización de residuos realizado por la consultora (Asamtech Cía Ltda, 2018), arrojó como resultado que el 18% de RSU generados son materiales reciclables, considerando al papel, cartón, plásticos, vidrio y metales, es decir, 534,6 tonelada/día aproximadamente (EMASEO, 2023).

2. Planteamiento del Problema.

La economía circular se centra en la gestión de materiales a través de las 9R¹ priorizando la prevención, reducción y reutilización en lugar de la eliminación final. La GIRS debe reorientar sus esfuerzos hacia este enfoque, evaluando las oportunidades socio-económicas y ambientales que surgen del aprovechamiento de materiales a partir de los residuos. Además, se debe considerar a la GIRS como una fuente importante de empleo y materias primas que contribuyen al desarrollo sostenible, mediante la prevención, reducción y reutilización de residuos (MIPRO & GIZ, 2021).

En Ecuador la GIRS representa una oportunidad para promover la sostenibilidad. La correcta gestión de residuos sólidos inorgánicos potencialmente reciclables generaría 20 mil empleos y hasta 40 mil toneladas de materias primas para producción (Soliz Torres, Durango Cordero, Solano Peláez, & Yépez Fuentes, 24)

En el 2019, en Ecuador, la generación per cápita de residuos sólidos ascendió a las 12,671 toneladas/ día, recolectando de manera diferenciada el 13,5%, el 48,2% tuvo su disposición final en rellenos sanitarios, en celdas emergentes se dispuso el 32,7% y el 19,1% en quebradas ríos y botaderos a cielo abierto (Soliz Torres, Durango Cordero, Solano Peláez, & Yépez Fuentes, 24)

De acuerdo con la Cartografía de Residuos Sólidos del Ecuador (2020), 71% de los sitios para disposición final de residuos están ubicados en áreas protegidas y protección y en áreas productivas para agricultura y ganadería, poniendo en riesgo pequeños agricultores y comunidades periurbanas. Además, en muchos casos el servicio la recolección de residuos no se aplica a las zonas suburbanas, provocando una inadecuada gestión, en estas áreas donde se pueden ocasionar problemas sobre la salud pública.

En el año 2020, se evidenció un incremento del 13,5% en la recuperación de residuos potencialmente reciclables, equivalente a 1,707 toneladas por día. De esta fracción, entre el 50% y el 85% es recolectado por los "recicladores de base" (MIPRO & GIZ, 2021). Quienes se exponen a riesgos para la salud al desempeñar sus labores en condiciones precarias en los bordes de las aceras, sin el equipamiento adecuado y al hurgar entre los desechos sin realizar una separación y recolección diferenciada.

Una de las principales preocupaciones derivadas de no desviar los materiales reciclables mediante una apropiada separación y recolección diferenciada radica en la disposición de estos en vertederos y rellenos sanitarios sin tratamiento alguno, lo cual conlleva a la generación de pasivos ambientales que emiten aproximadamente 451,36 kt CO₂ eq anuales. Desde el punto de vista económico, el actual manejo, recolección, transporte y disposición masiva de residuos tiene un costo promedio de USD 95,70 por tonelada (INEC, 2020).

Una gestión diferenciada exitosa de los residuos sólidos domésticos se vuelve crucial para evaluar y estimar en términos monetarios la rentabilidad que podría generar un sistema adecuado de separación y recolección diferenciada de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Se estima que el país pierde entre 1,8 y 2,4 millones de dólares mensuales debido al manejo inadecuado de la materia orgánica (MIPRO & GIZ, 2021).

1 Repensar o rechazar: Evaluar si necesitamos estos productos. Desmaterializar o rediseñar servicios

Rediseñar: Aplicar ecodiseño

Reducir materiales requeridos, consumo energético e hídrico

reusar, reparar, refabricar, reproponer, reciclar y recuperar

Reusar: Mantener en uso por la misma u otra persona

Reparar: Dar mantenimiento o arreglar

Refabricar: Desmantelar y usar partes o materiales para el mismo producto

Reproponer: Usar producto o sus partes para otro propósito

Reciclar: Por medio de procesos mecánicos para ciclos técnicos y por biotransformación para ciclos biológicos

Recuperar – energía de rellenos sanitarios o por medio de incineración o coprocesamiento. No aceptable en circularidad material (MIPRO & GIZ, 2021)

El desafío principal radica en la gestión integral de los residuos sólidos en áreas urbanas, donde las ciudades a nivel mundial, incluido el DMQ, enfrentan una creciente generación de residuos a nivel urbano doméstico. Este incremento, atribuible al crecimiento poblacional, urbanización, desarrollo industrial ineficiente y cambios en los patrones de consumo, plantea la necesidad urgente de adoptar un enfoque de desarrollo circular que considere los residuos como recursos económicos (Ojeda y Quintero, 2008).

La parroquia Nayón se encuentra ubicada en nororiente del DMQ, está conformada por 12 barrios los cuales son: 1) Central, 2) San Joaquín Oriental, 3) San Joaquín Occidental, 4) Las Palmas, 5) Chibatola – Huarloma, 5) Movimiento, 6) Unión, 7) El Valle, 8) Inchapicho, 9) San Francisco de Tanda, 10) San Vicente de Nayón, 11) Miravalle y 12) Santa Ana.

Al norte se encuentra limitada por la parroquia de Zámbara, al sur con el río Machángara, al este con el río San Pedro y al oeste con los cerros Miraflores y Monteserrín.

Nayón es una parroquia ubicada en el este del DMQ considera como rural, cuenta con un área aproximada de 2.000 Ha. Según la base de datos del servicio de recolección de residuos de EMASEO (2023), el número de suministros en la parroquia Nayón que se beneficia de este asciende a 3.283 personas, con un tamaño de hogar promedio de 3,13 personas, por lo tanto, se estima que aproximadamente 10.276 habitantes sean beneficiados de este diseño. En la parroquia Nayón la producción per cápita PPC es de 0,703kg/hab/día, ubicándose en el promedio nacional, la generación de residuos totales es de 5,86 toneladas/ día con un porcentaje de 19,40% de materiales potencialmente reciclables, es decir, 1,14 toneladas/ día (MIPRO & GIZ, 2021)

Según la PPC expuesta, la cantidad de generación de residuos es considerable en relación a la cantidad de habitantes de la parroquia. El diseño del sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos domésticos en el DMQ parroquia Nayón surge como respuesta a una necesidad apremiante en el contexto de la economía circular. Este enfoque, orientado a reducir el desperdicio, minimizar las emisiones contaminantes y maximizar la utilización de materiales, se ha consolidado como un modelo sostenible y eficiente (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017).

La parroquia Nayón se convierte en un punto focal para el diseño del sistema de recolección diferenciada, ya que, a pesar de la existencia de proyectos iniciales, como el aplicado en el Barrio la Loma Grande y Quito Tennis, aún no se ha implementado a gran escala en toda la ciudad. La falta de un flujo específico para la gestión integral de residuos, especialmente la fracción orgánica que representa el 57% del total, subraya la necesidad de una intervención estructurada y sostenible (EMASEO, 2023).

3. Objetivo

3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos domésticos en la parroquia Nayón perteneciente al DMQ que permita la separación en la fuente de material inorgánico reciclable.

4. Metodología y Datos.

El presente proyecto emplea el marco tradicional, predictivo o de cascada. Este enfoque implica una planificación detallada y continua de las actividades del proyecto con entregables y plazos claramente definidos. Se pone énfasis en la previsión y el control con el fin de administrar los recursos de manera más efectiva y mejorar la capacidad para lograr las metas establecidas (González, 2018).

Los pasos del método en cascada incluyen la definición, planificación, desarrollo, implementación, evaluación y mantenimiento de los requisitos del proyecto, los cuales se serán aplicados en el presente proyecto y se describen a continuación (Kerzner, 2013).

- Determinar los requisitos del proyecto es el primer paso en el enfoque en cascada o tradicional. En este paso, se identifican y documentan las necesidades y expectativas del cliente del proyecto o del usuario final “análisis de involucrados y necesidades. Se trata de definir de manera clara y precisa qué se espera del proyecto, qué se debe lograr, qué requisitos técnicos, económicos, ambientales y sociales se deben cumplir y otros aspectos (González, 2018), en el presente proyecto este paso será abordado desde la justificación del mismo, además de un abordaje de los riesgos económicos, sociales y ambientales de la propuesta desarrollado para el sistema de recolección diferenciada en la parroquia Nayón.
- Según el análisis de la situación, mediante la metodología del árbol de problemas se procede a identificar el problema central, relacionado con la nulidad de prácticas de separación en la fuente, estos problemas se desglosarán de causas subyacentes (raíz). Finalmente se evidenciarán las acciones claves donde se deberán intervenir para solucionar el problema.
- El paso de la planificación del proyecto dentro de la metodología tradicional es uno de los más importantes y detallados. En este paso se establecen los objetivos específicos del proyecto, se definen las tareas y actividades necesarias para alcanzarlos, se determinan los plazos y los recursos necesarios para cada tarea y se establece un plan general. (González, 2018). Para pertinencia de este paso, se desarrollará un cronograma para la aplicación de actividades que contengan las acciones detalladas a seguir para la implementación de la propuesta del sistema de recolección diferenciada.
- El desarrollo del proyecto es un paso crítico porque es donde se materializa el proyecto y se realizan los cambios necesarios para corregir los problemas que puedan surgir. En este paso también se lleva a cabo la “validación final del proyecto para asegurar que cumple con los objetivos y requisitos establecidos” (Kerzner, 2013).
- La gestión de requisitos del proyecto en el enfoque tradicional implica actualizar y revisar los requisitos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Los cambios y desviaciones que puedan ocurrir durante la ejecución del proyecto deben ser gestionados para asegurar que se cumplan los objetivos y requisitos (Pinto & Slevin, 1989). Es importante mantener una comunicación abierta y eficaz con el cliente del proyecto o el usuario final para garantizar que se cumplan sus necesidades y expectativas. En este sentido es imperante crear las líneas o estrategias de intervención, mediante la aplicación de un marco lógico que permita la ejecución de la planificación estratégica del proyecto, promoviendo la idea de la sostenibilidad y la problemática que genera el no realizar la recolección diferenciada de RSUD en el DMQ

5. Marco Teórico

5.1. Desarrollo Sostenible

La noción de desarrollo sostenible, al abordar un amplio espectro de factores interrelacionados, se presenta como un tema desafiante. Desde la perspectiva de los sistemas complejos, caracterizados por numerosos componentes y relaciones interconectadas, su estudio y aplicación no resultan tareas sencillas, como señala la teoría analizada por Daly (1990). Este enfoque, que abarca aspectos políticos, sociales, económicos y ecológicos, busca establecer una interacción equilibrada entre estos elementos. Sin embargo, en la práctica, su aplicación ha revelado debilidades, según Gallopin (2003), quien argumenta que el desarrollo sostenible, enmarcado en una visión "innovadora," ha difuminado sus alcances normativos, afectando su credibilidad en la comunidad científica.

En ocasiones, el término se convierte en un cliché político o empresarial, perdiendo su significado original (Latouche 2008). La Agenda 21 define el desarrollo sostenible como un proceso que satisface las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras. Sin embargo, esta definición plantea desafíos prácticos al no especificar cómo se logrará dicho desarrollo, ignorando las particularidades regionales que pueden facilitar o dificultar su consecución. Además, revela un enfoque antropocéntrico al centrarse en asegurar la continuidad de los recursos para preservar las condiciones de vida humanas.

En el marco de la Ecología Urbana, la gestión inapropiada de los residuos sólidos no solo conlleva costos sociales y ambientales significativos, sino que también impacta de manera desigual a los sectores que no se encuentran consolidados en el caso urbano de las ciudades. Esta situación resalta la urgente necesidad de integrar una gestión adecuada de los residuos como un pilar fundamental para alcanzar los objetivos de sostenibilidad ambiental. La gestión de residuos sólidos, vinculada estrechamente al concepto de desarrollo sostenible, se posiciona como un elemento clave para conciliar las demandas presentes y futuras de la sociedad y el medio ambiente. Por lo tanto, resulta crucial diseñar estrategias que armonicen estas perspectivas y fortalezcan la implementación efectiva del desarrollo sostenible, centrándose especialmente en el ámbito de la gestión de residuos sólidos. En este contexto, la ecología urbana se vuelve fundamental para abordar de manera integral los desafíos ambientales en entornos urbanos y promover prácticas sostenibles que beneficien a la comunidad y al ecosistema urbano en su conjunto.

5.2. Ecología Urbana

La ecología urbana se plantea como una respuesta ante el proceso altamente entrópico que caracteriza a la mayoría de las ciudades en la actualidad. Esta disciplina propone la aplicación de teorías y metodologías clásicas de la ecología para examinar el metabolismo de la ciudad, comprendiendo sus flujos de energía, materiales e información. Al mismo tiempo, incorpora conocimientos y técnicas de la planificación y gestión urbana, enfocándose en el estudio de actores sociales, instituciones y políticas. El objetivo es contribuir con ideas y propuestas que favorezcan la construcción de ciudades más amigables, vivibles y sustentables (Schneider et al., 2010).

Según Di Piece (2012), Este enfoque de ecología urbana aborda la intersección entre los ambientes naturales y los construidos por los seres humanos, considerando los aspectos socioeconómicos. Sin embargo, en los últimos 50 años, los ecosistemas han experimentado cambios rápidos y dinámicos, amenazando la biodiversidad esencial para la vida y el bienestar humanos. Este contexto plantea desafíos cruciales que demandan una reflexión profunda sobre la relación entre las ciudades y su entorno. La importancia del enfoque ecológico en el tratamiento de la compleja problemática urbana radica en varias razones. En primer lugar, la ciudad se considera un ecosistema urbano particular que involucra diversas y significativas relaciones. La Ecología, al abordar las interrelaciones entre organismos y su entorno, emerge como una disciplina pertinente para analizar estas complejas interacciones ambientales, sociales, económicas y políticas que constituyen los

nodos problemáticos de las ciudades. Además, la Ecología proporciona herramientas y mecanismos que permiten comprender la diversidad y complejidad inherentes a las ciudades.

Considerando que la ecología urbana debe reflexionar sobre la intersección entre lo natural y lo construido, abordando relaciones complejas y proporcionando herramientas para comprender la diversidad urbana, la divergencia destaca la necesidad de equilibrar enfoques inmediatos y a largo plazo para lograr la sustentabilidad urbana. Estos dos enfoques en la ecología urbana resaltan la necesidad de abordar la entropía urbana mediante la aplicación de teorías ecológicas y la integración de la planificación urbana, enfocándose en actores sociales para construir ciudades sustentables. En este contexto, la ecología urbana se entrelaza directamente con la gestión ambiental, especialmente en torno a la gestión de residuos en su fase de separación en la fuente y recolección diferenciada de residuos.

5.3. Gestión Ambiental

La gestión ambiental, implica coordinar las actividades organizativas para abordar eficaz y equitativamente los impactos ambientales, optimizando los beneficios económicos y sociales. A nivel nacional, desarrollar la gestión ambiental es crucial para la preservación del entorno y el bienestar social, enfocándose en el manejo sostenible de los recursos y la mitigación de impactos adversos. Este enfoque no solo se alinea con principios ambientales, sino que también contribuye a construir comunidades sostenibles desde los aspectos ambiental, económico y social (Aguilera, 2017).

La gestión ambiental, según Conesa, (1995) se presenta como un marco organizado que busca afrontar tanto los impactos ambientales como sociales derivados de las acciones humanas, incorporando prácticas sostenibles de manera integral en las operaciones cotidianas. En el ámbito de la gestión de residuos sólidos, la recolección diferenciada emerge como un pilar fundamental. Este proceso no solo apunta a minimizar el impacto ambiental, sino que también desempeña un papel crucial en la optimización de la eficiencia del manejo de residuos, contribuyendo así a la mitigación de los problemas asociados con la disposición inadecuada de desechos (Fernandez & Gutiérrez, 2013). Este enfoque integrado no solo favorece la preservación ambiental, sino que también promueve una gestión de residuos más eficiente y sostenible en el largo plazo.

La gestión ambiental, al coordinar actividades para abordar impactos ambientales, se vincula estrechamente con la gestión de RSU. La recolección diferenciada no solo minimiza impactos, sino optimiza la eficiencia y promueve sostenibilidad.

5.4. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.

Para comprender la gestión de residuos es importante diferenciar este término de los desechos, tanto a nivel conceptual como técnico. La diferencia esencial entre residuo y desecho radica en su potencial para aprovechamiento o valorización. Mientras que el desecho, según la Ley de Economía Circular, se refiere a sustancias resultantes de diversos procesos y que no son susceptibles de aprovechamiento, el residuo abarca materiales similares, pero con la posibilidad de ser reutilizados o valorizados. Es decir, los residuos pueden someterse a procesos que les otorgan una nueva utilidad, promoviendo así prácticas más sostenibles y alineadas con la economía circular, a diferencia de los desechos, que no presentan esta oportunidad de aprovechamiento (LOECI, 2021).

En este sentido la Gestión de Residuos Sólidos aborda los desafíos derivados de la creciente generación de desechos, especialmente en países en desarrollo. Involucra prácticas adecuadas desde la generación, recolección, transporte tratamiento y/o la disposición final para prevenir impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente. A nivel social, los impactos recaen de manera desmedida en comunidades marginadas. La gestión eficaz busca minimizar estos impactos, promoviendo la sostenibilidad y la equidad (Hyman, 2013).

La gestión inadecuada de residuos en países en desarrollo plantea desafíos, como la falta de recolección, vertederos inapropiados y contaminación. Esto afecta la salud humana y el medio ambiente, con emisiones de

gases de efecto invernadero (Scheinberg, 2012). Económicamente, la gestión de residuos representa una carga significativa para los presupuestos urbanos, consumiendo hasta el 50%. La ineficiencia en el uso de recursos genera costos ambientales y económicos que impactan desproporcionadamente a las comunidades marginadas en entornos urbanos y rurales (PNUMA, 2011).

La gestión efectiva de residuos transforma desechos en recursos valiosos, generando beneficios económicos, ambientales y sociales. Tratar los residuos como recursos recuperables abre oportunidades para reutilización y reciclaje, fomentando la sostenibilidad. La colaboración entre gobiernos, sector privado, comunidades y ONG es crucial para una gobernabilidad efectiva en la gestión de residuos, ofreciendo ventajas como reducción de inversiones, creación de empleo y mejoras en salud pública y medio ambiente. Jerarquía de la Gestión de Residuos (Soliz Torres, Durango Cordero, Solano Peláez, & Yépez Fuentes, 24)

5.5. Economía Circular

En 1989, los economistas ambientales británicos Pearce y Turner introdujeron la Economía Circular (Pearce, 1989). Este enfoque, también conocido como Gestión de flujo de materiales en Alemania y Sociedad de sano ciclo de materiales en Japón, comparte el objetivo esencia "de la cuna a la tumba" es reemplazado por el enfoque "de la cuna a la cuna" de McDonough y Braungart, promoviendo un ciclo continuo que preserva el capital natural, optimiza recursos y minimiza riesgos a través de una gestión sostenible

La economía circular, según la Fundación Ellen MacArthur (2014), implica reemplazar el concepto de fin de vida con la restauración, eliminando la generación de residuos mediante el diseño óptimo de materiales, productos y modelos de negocios. Se promueve el diseño de productos para un ciclo de desensamble y reuso, fomentando esquemas de renta y compartición en lugar de la compra, consumo y descarte tradicional.

5.5.1. Principios de la economía circular

La fundación Mac Arthur, considera los siguientes principios:

- 1) Conservación y mejora del capital natural al controlar reservas no renovables y equilibrar flujos de recursos renovables.
- 2) Maximización del rendimiento de los recursos al distribuir productos, componentes y materiales para su máxima utilización en ciclos técnicos y biológicos.
- 3) Impulso a la eficacia de los sistemas al identificar y eliminar externalidades negativas en los diseños (Ellen McArthur, 2014).

Considerando estos principios en un sistema de recolección diferenciada de residuos se ancla especialmente en el principio de optimización del rendimiento de los recursos. Este enfoque busca distribuir productos, componentes y materiales de manera que se aproveche al máximo su utilidad en ciclos técnicos y biológicos (Azqueta, 2007).

La jerarquización de gestión de residuos, representada como una pirámide, establece la prioridad de medidas para reducir y manejar eficazmente los desechos. Estos cambios en la combinación y diseño de productos son fundamentales para abordar los desafíos de la gestión de residuos y pueden guiar políticas apropiadas hacia una gestión más sostenible, siendo los pasos para este cambio de paradigma los siguientes:

- **Prevención.** Incluye cambios en la combinación, composición y diseño de productos para reducir los requisitos de recursos y mejorar la calidad, centrándose en una mejor gestión y un menor uso de materiales peligrosos. Estos cambios son fundamentales para los desafíos de la gestión de residuos y pueden servir como punto de partida para políticas apropiadas (Scheinberg, 2012).
- **Separación en la fuente.** La separación en origen optimiza procesos de reutilización, compostaje y reciclaje al valorizar materiales reciclables y reducir la necesidad de clasificación. Requiere colaboración activa de la población y es fundamental para el éxito de la gestión de residuos. (Scheinberg, 2012).

- **Recolección diferenciada.** Acopio clasificado de los residuos para su posterior transporte y aprovechamiento de materiales reciclables y/o orgánicos (LOECI, 2021).
- **Reutilización.** Implica extender la vida útil de los residuos sólidos recuperados, devolviendo a los materiales la capacidad de ser utilizados en su función original o en alguna relacionada de manera que los reintegra a los procesos de producción. Este proceso no demanda transformaciones adicionales y busca aprovechar los materiales de manera eficiente (LOECI, 2021)
- **Reciclaje.** Proceso posterior a la separación y clasificación de los residuos o su fracción reciclable y que son potencialmente aprovechables como materia prima y reinsertados en nuevas líneas de producción (LOECI, 2021).
- **Valorización de materiales.** Desmontar, clasificar y preparar productos desechados para reutilización es crucial. Los residuos industriales se envían a centros especializados para recuperar su valor, como el reciclaje de metales en fundiciones secundarias. Estos procesos requieren atención para evitar la generación de residuos peligrosos concentrados (Scheinberg, 2012).
- **Eliminación.** La eliminación de residuos, en la parte inferior de la jerarquía de gestión, se emplea cuando no hay otras opciones. Su función es eliminar de forma segura los materiales no deseados. Las instalaciones varían en tecnificación, desde vertederos controlados hasta basureros controlados. La rehabilitación progresiva de vertederos incontrolados es un enfoque aceptado internacionalmente (Scheinberg, 2012) .

6. Marco Empírico

6.1. Modelo de GIRS.

El modelo de gestión se refiere a la prestación del sistema correspondiente a la gestión de residuos sólidos y las obras y servicios complementarios para la ejecución de este. La Gestión Integral de residuos Sólidos se refiere a un proceso ordenado y sistémico para el adecuado manejo de residuos y desechos, el cual debe adoptar un sistema en fases las cuales buscan reducir, recolectar, valorizar, reciclar y realizar una correcta disposición final de los residuos y/o desechos. Un sistema eficaz y eficiente de GIRS, considera la reducción, el reuso, reciclaje y manejo apropiado de los residuos con el objeto de reducir los impactos ambientales y sobre la salud humana.

Las etapas de la GIRS, incluye, la generación, barrido, aseo, minimización, almacenamiento, separación, recolección, transporte, acopio/ estaciones de transferencia, Aprovechamiento y/o valorización y disposición final.

6.2. Estudios de caso de Modelos de recolección diferenciada

6.2.1. Modelo Alemán (Nacional)

Según información proporcionada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Senado de BMU (2018), la legislación de residuos de la UE está vinculada a las regulaciones nacionales de residuos sólidos a través de directivas y reglamentos. Además, el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) afirmó que el 1 de junio de 2012 entró en vigor la Ley de Economía Circular, que incluye principios como "quien contamina paga", "la responsabilidad compartida de la GIR y la jerarquía de los residuos".

La jerarquía de residuos prioriza las actividades de prevención y gestión, como la prevención de residuos, la preparación para la reutilización, el reciclaje y otras formas de procesamiento y eliminación. En una economía circular, los productores, procesadores y vendedores deben rendir cuentas de los objetivos fijados (BMU, 2018).

Los fabricantes deben participar en un sistema dual para recolectar y recuperar envases a nivel nacional, según Pro-Europe. El DSD coordina a las autoridades regionales que manejan los residuos municipales en Alemania. Además, en 2017, Alemania contaba con 68 plantas de incineración, 32 plantas de combustible sustituto y 45 plantas de tratamiento de residuos biomecánicas (BMU, 2018, p.13).

6.2.2. Modelo Belga (Flandes)

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (2016), Bélgica tiene un plan de pago controlado por el peso que prohíbe la incineración y el vertido de residuos reciclables y grava impuestos especiales en estos procesos.

Además, también promueve estrategias de ecodiseño de productos para reducir el impacto de los residuos en el medio ambiente. Fost Plus gestiona la recogida y el tratamiento de los residuos municipales para la mayoría de los productores, mientras que la infraestructura belga incluye 310 empresas de recogida y clasificación, 294 empresas de reciclaje y 71 empresas de valorización energética. También cuenta con aproximadamente 8.920 puntos de recogida de envases (Belgain Foreign Trade Agency, 2014).

El sistema de recolección de residuos en Flandes difiere entre asociaciones y algunos municipios que operan de forma independiente. Los métodos incluyen la recolección puerta a puerta, centros de entrega, contenedores en las aceras y en distribuidores. En 2009, la mayoría de las ciudades recolectaron materiales separados en origen. En 2008, la gestión de residuos domésticos costó 91,60 euros (116,33 dólares estadounidenses) por persona y se financia mediante un impuesto anual fijo y un sistema de reparto (PAYT), que se basa en la premisa del que contamina paga. (Belgain Foreign Trade Agency, 2014)

6.2.3. Modelo Japonés (Tokio)

La Ley de gestión de residuos de Japón establece que cada prefectura debe disponer de los residuos domiciliarios dentro de su territorio. Tokio a pesar de ser una de las ciudades con mayor nivel socioeconómico, ha logrado reducir la generación de residuos gracias a iniciativas implementadas durante más de 38 años. La clasificación de materiales en combustibles y no combustibles es particular en Japón, promoviendo el uso de residuos como combustible para la industria energética, incluso plásticos no reciclables fueron incluidos en la categoría de combustibles en 2008, a pesar de no ser ampliamente aceptado por la ciudadanía (nippon, 2018)

Hay aproximadamente 1.172 incineradores de residuos que produjeron aproximadamente 1.770.000 kilovatios de electricidad en 2013. La mayoría de estas instalaciones son autosuficientes y venden el excedente de electricidad a empresas energéticas (Centro de Cooperación Industrial UE – Japón, 2015).

6.2.4. Modelo Noruego (Oslo)

La decisión de instalar una planta de selección óptica de residuos en Oslo surgió en 2008 con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ en un 50% para 2030. Esta instalación, en funcionamiento desde 2010, atiende a 617.000 personas, gestiona 150.000 toneladas al año y separa residuos orgánicos, plásticos y residuos no diferenciados. Este sistema ha aumentado el reciclaje de residuos orgánicos al 37% en 2015, gracias a su comodidad para los ciudadanos y la mejora en el transporte y la calidad del residuo (Finn et al, 2017).

Optibag es un sistema óptico de clasificación de bolsas de basura de colores que facilita a los usuarios la clasificación de residuos. Las bolsas se recogen en un contenedor y luego se compactan con un camión. En fábrica, con detectores ópticos, las bolsas se clasifican por colores y se dirigen a contenedores específicos, para que las fracciones recogidas sean de alta calidad. El sistema hace más eficiente y racional el transporte de residuos, elimina recorridos por las calles y promueve el aprovechamiento final de los residuos (Finn et al, 2017).

Cada país adopta enfoques diferentes para la gestión de RSU. En Tokio, Japón, se prioriza la incineración para el aprovechamiento de energía debido a la limitada disponibilidad de espacio para vertederos. La recolección diferenciada es fundamental para una adecuada gestión de residuos, independientemente del método de recuperación, valorización o reciclaje. En el modelo noruego, se ha implementado un sistema de selección óptica de residuos que ha aumentado significativamente el reciclaje de residuos orgánicos, demostrando la importancia de la recolección diferenciada en la gestión eficiente de los residuos (Finn et al, 2017). El modelo de gestión integral de residuos sólidos desarrollados y aplicados a nivel mundial son cruciales para la adecuada gestión de residuos, considerando la reducción, reuso, reciclaje y manejo apropiado. Estos principios son fundamentales para el diseño del proyecto y rutas de un sistema de recolección diferenciada en la Parroquia de Nayón.

7. Propuesta de diseño del proyecto.

7.1. Características del diseño.

El diseño del sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos domésticos en la Parroquia de Nayón DMQ para el año 2024 es un proyecto innovador que busca mejorar la gestión de los desechos en la comunidad. Este sistema se enfoca en promover la separación de residuos en origen para facilitar su posterior tratamiento y reciclaje, contribuyendo así a la reducción de la contaminación ambiental y fomentando la sostenibilidad.

La implementación de este diseño de sistema incluye la disposición de residuos reciclables en fundas de color azul, así como la capacitación de los habitantes de Nayón sobre la importancia de clasificar adecuadamente sus residuos. Además, se establecerá una frecuencia de recolección diferenciada que garantice la eficiencia en la gestión de los residuos, optimizando los recursos y reduciendo el impacto ambiental negativo.

Con la propuesta de diseño de este proyecto, se espera no solo mejorar la calidad de vida de los residentes de Nayón, sino también sentar las bases para un modelo de gestión de residuos más sostenible y replicable en otras zonas urbanas. La iniciativa busca involucrar activamente a la comunidad en el cuidado del ambiente y promover prácticas responsables que beneficien a todos los habitantes del DMQ.

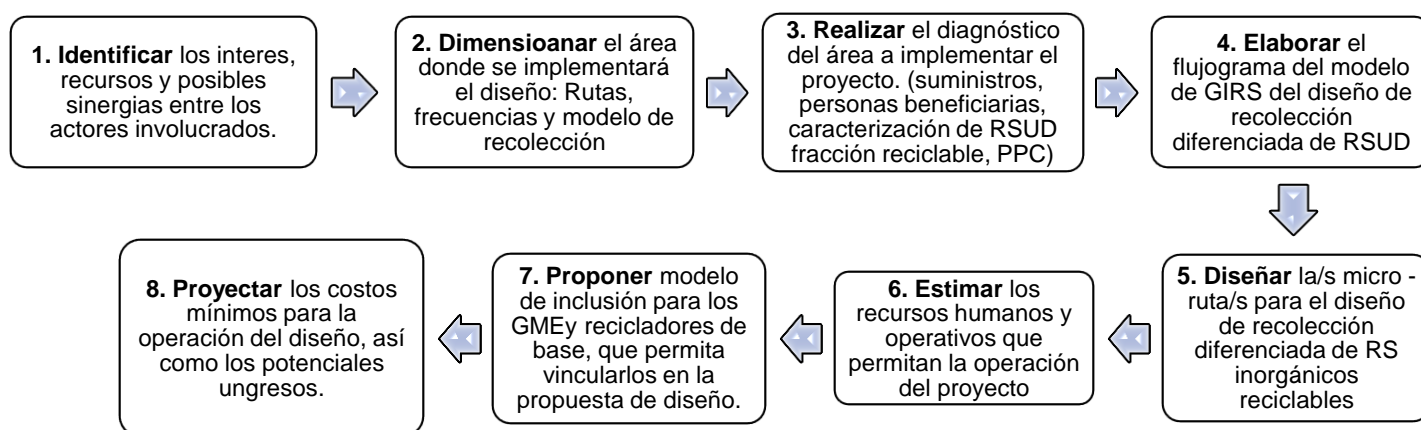
7.2. Marco lógico.

Se utilizará un Método de Marco Lógico (MML) para proponer un modelo de gestión la recolección diferenciada de RSUD en la Parroquia Nayón perteneciente al DMQ. Las herramientas reconocidas en el desarrollo de esta metodología permiten definir objetivos, actividades, medición y validación. Su implementación promoverá una gestión eficaz de los recursos y una evaluación rigurosa del impacto de las medidas. Se buscarán alternativas sostenibles, teniendo en cuenta aspectos económicos, sociales y ambientales, que permitan ejecutar la recolección diferenciada en el sector expuesto.

7.3 Propuesta para el diseño de recolección diferenciada.

La presente investigación propone un abordaje gradual y sistemático para la implementación del diseño planteado. El logro exitoso de dicha implementación dependerá de la asignación propicia de recursos, la participación activa de los actores sociales involucrados, así como del compromiso oportuno y sostenido de las entidades municipales del sector ambiental del DMQ, vinculando a los GME y los recicladores de base. Para la ejecución de la propuesta se identifican los siguientes pasos:

Figura 2: Diagrama de flujo ampliado para la propuesta del diseño de recolección diferenciada.



7.3.1. Actores Involucrados.

La matriz de actores es una herramienta que permite identificar y analizar los diferentes grupos de interés involucrados en un proyecto o iniciativa. En el caso del presente diseño de recolección diferenciada propuesto para la parroquia Nayón (DMQ), esta matriz resulta fundamental para comprender el ecosistema de actores, sus competencias, intereses, recursos y posibles sinergias.

Al analizar la delimitación de los actores que forman parte de este ámbito de estudio, se identificaron cinco sujetos involucrados en el ciclo de GIRS basado en el diseño de recolección diferenciada para la parroquia de Nayón, los cuales se describen a continuación.

Tabla 1: Descripción de los grupos de actores de interés.

Actores Municipales y otras Organizaciones.	Competencias/ Mandatos	Intereses	Recursos	Posibles Sinergias
Actores Directos.				
Empresa Pública Metropolitana de Aseo	<p>“Operar el sistema municipal de aseo en el DMQ, dentro de las actividades de barrido y recolección de residuos sólidos; Administrar las acciones y activos de agencias y unidades de negocios que formen parte del sistema municipal de aseo, dentro de sus actividades, en el DMQ; así como, los bienes a su cargo, o a consecuencia de la suscripción de convenios interinstitucionales; y, Suscribir todo tipo de contratos civiles y mercantiles permitidos por las leyes nacionales vigentes, ya sea con personas jurídicas o naturales, de derecho público o privado, nacionales o extranjeras con suficiente capacidad legal, contratos que sean complementarios o afines con el servicio público municipal que presta la Empresa Metropolitana de Aseo, hasta los montos aprobados por el directorio.” (OM1, 2021).</p>	<p>Implementar el Sistema de Recolección Diferenciada. <i>Cumplir con lo estipulado en la legislación Ecuatoriana, dentro del marco de las competencias delegadas por la COOTAD como GADM y la OM 001 como EP.</i></p>	<p>Logística del proyecto (Financiero) Personal. Vehículos.</p>	
EMGIRS	<p>“Diseñar, planificar, construir, mantener, operar y, en general, explotar la infraestructura del sistema municipal de gestión de residuos sólidos del DMQ. Presentar servicios atinentes al objeto previsto en el literal anterior, a través de la infraestructura a su cargo, directamente o por medio de sus empresas filiales y unidades de negocios; y, Las demás actividades operativas y de prestación de servicios relativas a las competencias que le corresponden al Municipio del DMQ, de conformidad con el ordenamiento jurídico nacional y metropolitano, en el ámbito del manejo integral de los residuos sólidos del distrito Metropolitano de Quito.” (OM1, 2021) Art. IV.3.95.- Centros de Educación y Gestión Ambiental. – Son funciones de los Centros de Educación y Gestión Ambiental: Coordinar las actividades realizadas por las organizaciones de gestores ambientales calificados de menor escala que se encuentren en su zona. Fomentar la organización, capacitación y mejora de la calidad de vida de los gestores ambientales calificados de menor escala; y, Coordinar la capacitación de la ciudadanía con el objeto de lograr un mejor manejo de los residuos sólidos.</p>	<p>Apertura CEGAMS en el sector, reducir la carga de material en el Relleno Sanitario y/o Complejo Ambiental <i>Cumplir con lo estipulado en la legislación ecuatoriana, dentro del marco de las competencias delegadas por la COOTAD como GADM y la OM 001 como EP.</i></p>	<p>Logística para la revalorización de RSU. Transporte y Comercialización de material inorgánico reciclable <i>CEGAM en donde se realiza el almacenamiento temporal, valorización y comercialización de material reciclable.</i></p>	<p>Implementar el nuevo modelo de GIRS</p>
Secretaría de Ambiente	<p>“PARÁGRAFO II. RECOLECCIÓN ORDINARIA DIFERENCIADA OBLIGATORIA Art. IV.3.18.- Obligación de diferenciar en la fuente.- El generador de residuos sólidos tiene la obligación de diferenciar en la fuente los residuos. El Municipio, mientras se ajustan los mecanismos de recolección diferenciada, en un periodo perentorio, a través de la Secretaria de Ambiente y el operador municipal del servicio de</p>	<p>Cumplir con las líneas del proyecto de reciclaje inclusivo</p>	<p><i>Seguimiento, Control y Organización del Modelo GIRS.</i></p>	

	<p>recolección, establecerán puntos de acopio estratégicos para la disposición voluntaria de los ciudadanos que han separado su basura en origen, así como su disposición en los sitios autorizados para dar tratamiento y valor agregado a estos.</p> <p>Art. IV.3.75.- La Secretaría de Ambiente o la empresa que se designe, será la encargada de supervisar los procesos que forman parte del manejo de residuos sólidos descentralizados, utilizando para este objetivo los correspondientes procedimientos técnicos y normas de gestión aplicables, que contribuyan al mejoramiento del nivel de saneamiento ambiental de la parroquia.</p> <p>Art. IV.3.87.- Sectorización.- La Secretaría de Ambiente, en conjunto con las demás dependencias municipales competentes, elaborará un plan de sectorización de los gestores ambientales calificados, a fin de garantizar una adecuada distribución territorial de éstos, misma que debe abarcar todo el DMQ.</p> <p>Art. IV.3.88.- Categorización.- La Secretaría de Ambiente especificará en el reglamento respectivo, a qué categorización corresponde cada gestor, tomando en cuenta los siguientes elementos: por las cantidades de residuos, por tipo de residuos gestionados y por el riesgo ambiental factible de ser causado en su transporte, manejo y disposición final.</p>			
<p>Gobierno Autónomo Descentralizado Metropolitano de Quito.</p>	<p>Art. IV. 3.90.- Reconocimiento.- El Municipio del DMQ reconoce la actividad de los recicladores que realizan labores históricas de: recolección selectiva, segregación, reciclaje y comercialización de, materiales recuperados tanto de las aceras del Distrito como de las estaciones de transferencia de propiedad municipal, como una actividad fundamental y de gran relevancia dentro del sistema de gestión integral de residuos sólidos. La Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito deberá emprender programas y proyectos que propendan la inclusión económica y social de los recicladores fomentando su asociación e integración, reconociendo su labor como fuente y sustento económico.</p> <p>Los recicladores, deberán dentro del proceso de regularización que la Municipalidad realice, calificarse como gestores ambientales de menor escala en la Secretaría de Ambiente.</p> <p>Art. IV.3.94.- De los Derechos de los Gestores Ambientales calificados de Menor Escala.- El Municipio del DMQ, vigilará que en los sistemas de contratación laboral que empleen las y los gestores ambientales calificados de menor escala, se respeten los derechos de estabilidad, seguridad social, salario justo, libertad de asociación y las condiciones mínimas de seguridad industrial e higiene en el trabajo.</p> <p>De la misma forma creará las condiciones adecuadas para que las y los gestores ambientales calificados de menor escala, puedan optimizar su labor con el fin de prestar un servicio técnico esencial para la ciudad.</p> <p>Art. IV.3.94.- Obligaciones del Municipio de Quito.- El Municipio del DMQ prestará las facilidades que estén a su alcance y la capacitación necesaria para que los gestores ambientales calificados de menor escala,</p>			

	<p>puedan optimizar su labor con el fin de prestar un servicio técnico esencial para la ciudad. Para este efecto se conformarán varios Centros de Educación y Gestión Ambiental ubicados estratégicamente.</p>			
Actores Indirectos				
Asociaciones de GME y recicladores base.	<p>“Art. IV.3.83.- De los Gestores Ambientales.- Son aquellas personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que cuentan con la calificación y autorización de la Secretaría de Ambiente y que realizan actividades de: separación, recolección, barrido, transporte, tratamiento, aprovechamiento o disposición final de residuos sólidos. Art. IV.3.84.- De las Obligaciones de los Gestores Ambientales.- Los gestores ambientales tienen las siguientes obligaciones. Cumplir con las Ordenanzas, reglamentos, instructivos y demás normas aplicables que fueren emitidas por la Municipalidad de DMQ Calificarse como gestor ambiental ante la Secretaría de Ambiente y contar con la respectiva autorización; Mantener vigentes los documentos y requisitos que lo acreditan como gestor ambiental; Presentar anualmente a la Secretaría de Ambiente un informe detallado sobre sus actividades; y, Los gestores que se encuentren calificados por la Secretaría de Ambiente deberán notificar la suspensión, ampliación o modificación de sus actividades. Art. IV.3.89.- De los Gestores Ambientales Calificados de Gran Mediana Escala.- Son personas jurídicas, nacionales o extranjeras que se dedican a la labor de recolección, acopio, reducción, reutilización, reciclaje, comercialización y transporte de residuos sólidos dentro del DMQ. Art. IV.3.91.- De los Gestores Ambientales Calificados de Menor Escala.- Se entenderá como gestores ambientales calificados de menor escala, a las personas que de manera asociada o independiente se dedican a la labor de recolección selectiva, segregación y comercialización en pequeña escala exclusivamente de residuos sólidos no peligrosos.</p>	Integrarse al nuevo Modelo de GIRS	Logística en el Modelo de GIRS (clasificación, recolección, transporte, valorización, comercialización)	Vincularse al sistema de recolección diferenciada en las fases de recolección, clasificación y comercialización según sea el caso, según previa coordinación con el Municipio.

Elaboración: El Autor.

La matriz de actores revela la complejidad del entorno en el cual el diseño propuesto se desarrolla. El éxito del modelo depende de la coordinación entre los Actores Municipales (EMASEO, EMGIRS, Secretaría de Ambiente) y los Actores Directos (gestores ambientales calificados y recicladores de base). Los Actores Municipales cuentan con recursos clave, mientras que los Actores Directos aportan experiencia y capacidad operativa. La matriz evidencia la necesidad de crear sinergias, donde las empresas públicas reconozcan y apoyen a los a GME y recicladores de base, y estos se integren de manera organizada al nuevo modelo GIRS. Una articulación efectiva es clave para la implementación exitosa y sostenible del sistema, en beneficio de la ciudad.

- **Matriz de Marco Lógico.**

La matriz de marco lógico es una herramienta de planificación utilizada en la gestión de proyectos. Consiste en una estructura matricial que organiza sistemáticamente los elementos clave del proyecto, facilitando su diseño, ejecución, seguimiento y evaluación. La matriz establece una relación jerárquica entre el objetivo general, los objetivos específicos, los resultados esperados y las actividades requeridas, vinculándolos con indicadores,

medios de verificación y supuestos. Esta estructura permite identificar la lógica de intervención, evaluar la viabilidad y determinar los recursos necesarios para alcanzar los resultados deseados (Ortegón & Pacheco, 2015).

Para el diseño del sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos, el uso de la matriz de marco lógico facilitará la organización, planificación y monitoreo integrado y efectivo de las diferentes etapas y componentes necesarios para una adecuada ejecución y el cumplimiento de los objetivos planteados (Ortegón & Pacheco, 2015).

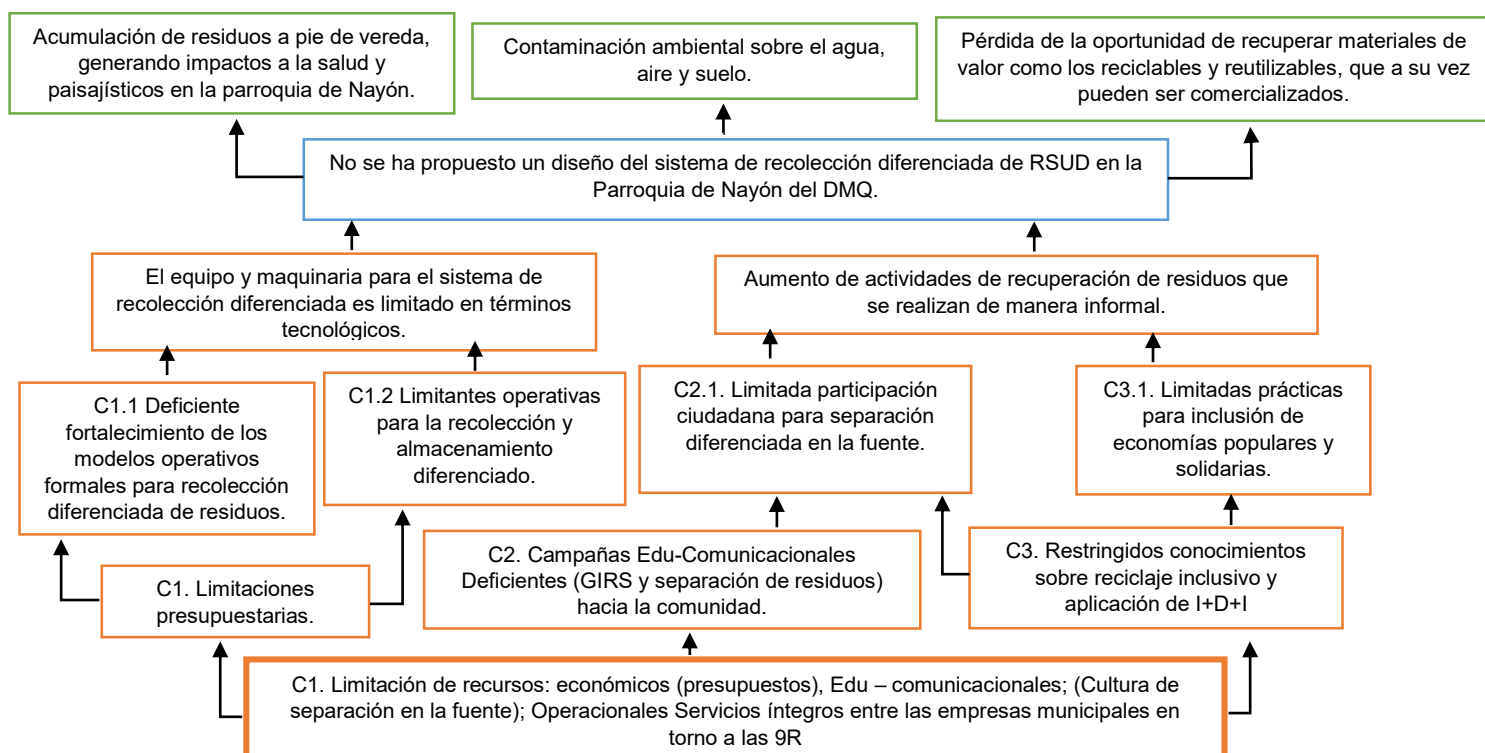
- **Árbol de Problemas.**

El árbol de problemas es una herramienta de análisis causal utilizada en la planificación y gestión de proyectos. Consiste en una representación gráfica en forma de árbol que permite visualizar las relaciones causales entre un problema central y sus diferentes causas y efectos. La estructura del árbol se compone del problema central en el tronco, las causas o factores que originan el problema en las raíces, y los efectos o consecuencias que se derivan del problema en las ramas. Esta herramienta facilita la comprensión de la situación problemática de una manera sistemática y lógica (Ortegón, Pacheco, & Prieto, 2005).

Para el presente diseño del sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos, el árbol de problemas resulta útil al permitir identificar las principales causas subyacentes, como la falta de conciencia ambiental, la ineficiencia del sistema actual y la limitada participación comunitaria. Además, visibiliza los efectos negativos generados, como la contaminación ambiental, los problemas de salud pública y el deterioro de la calidad de vida urbana. Esto permite diseñar estrategias y soluciones enfocadas en abordar las causas raíz del problema, logrando un impacto más efectivo y duradero en la gestión de los residuos sólidos urbanos (Conesa, 1991).

A continuación, mediante el árbol de problemas se identifican las causas y los efectos que motivan a generar un sistema de recolección diferenciada de RSU.

Figura 3: Árbol de Problemas.



Elaboración: El Autor.

El Árbol de Problemas evidencia que la falta de recursos financieros, la insuficiente infraestructura y la débil coordinación interinstitucional son los principales desafíos que deben abordarse para lograr una ejecución efectiva del proyecto y cumplir con los objetivos establecidos. Estos hallazgos servirán de insumo fundamental para el desarrollo del Árbol de Objetivos y la posterior formulación de estrategias y actividades que permitan superar las problemáticas identificadas (Cuervo & Délano, 2022).

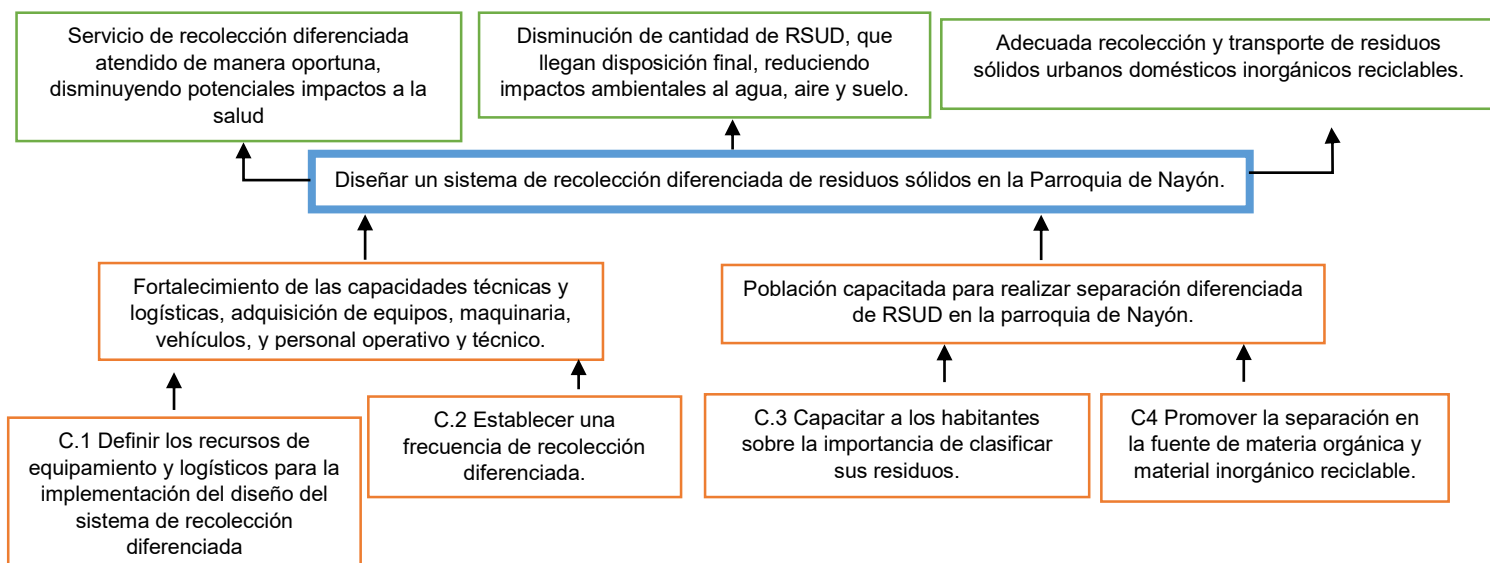
- Árbol de Objetivos

El árbol de objetivos es una herramienta complementaria al árbol de problemas, utilizada en la planificación de proyectos. Mientras el árbol de problemas se enfoca en las causas y efectos de una situación negativa, el árbol de objetivos establece la transformación de esa situación en estados positivos deseables. La estructura del árbol de objetivos consta del objetivo general, que representa el estado futuro que se desea alcanzar; los objetivos específicos, que son los resultados intermedios necesarios para lograr el objetivo general; y los medios, que son las actividades, recursos y condiciones requeridas para alcanzar los objetivos específicos (Ortegón & Pacheco, 2015).

Para el proyecto del presente diseño de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos, el árbol de objetivos es una herramienta valiosa. Permite establecer el objetivo general de lograr una gestión eficiente y sostenible de los residuos, identificar los objetivos específicos necesarios, como aumentar la conciencia ambiental y fomentar la participación comunitaria, y determinar las actividades y recursos requeridos para cumplir dichos objetivos. De esta manera, el árbol de objetivos facilita la planificación estratégica y la implementación efectiva del proyecto (Narváez Martínez, 2009).

A continuación, mediante el árbol de objetivos se identifican las causas y los efectos que motivan a generar un sistema de recolección diferenciada de RSU.

Figura 4: Árbol de Objetivos.



Elaboración: El Autor.

El análisis del árbol de problemas y el árbol de objetivos ha proporcionado un entendimiento integral de la problemática y la hoja de ruta para la implementación de un sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos. El árbol de problemas ha permitido identificar las causas subyacentes, como la falta de conciencia ambiental, la ineficiencia del sistema actual y la limitada participación comunitaria, así como los efectos negativos generados, tales como la contaminación ambiental y los problemas de salud pública. En complemento, el árbol de objetivos ha establecido el objetivo general de lograr una gestión eficiente y sostenible de los residuos, así como los objetivos específicos y las actividades requeridas para su consecución. Este abordaje estructurado y lógico brinda un marco de referencia sólido para orientar el diseño, planificación y ejecución del proyecto, con miras a garantizar su éxito y contribuir al desarrollo sostenible (EMASEO, 2023).

Figura 5: Matriz de Marco Lógico.

La matriz de marco lógico es una herramienta de planificación y gestión ampliamente utilizada en proyectos de desarrollo. Consiste en una estructura matricial que organiza de manera sistemática y lógica los elementos clave de un proyecto, facilitando su diseño, implementación, seguimiento y evaluación. La matriz establece una relación jerárquica y de causalidad entre el objetivo general, objetivos específicos, resultados esperados y actividades, vinculándolos con indicadores, medios de verificación y supuestos (Ortegón, Pacheco, & Prieto, 2005).

Para el presente diseño del sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos, la utilización de la matriz de marco lógico es de gran utilidad, ya que permite organizar de forma estructurada las diferentes etapas y componentes, determinar los recursos necesarios, y establecer un sistema de monitoreo y evaluación que facilite la toma de decisiones y la rendición de cuentas a lo largo de la ejecución (Cuervo & Délano, 2022).

Resumen Narrativo (Lógica de Intervención)	Indicadores	Meta	Medios de Verificación
Fin (Objetivo General).			
Diseñar un sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos en la Parroquia de Nayón.	- # de micro-rutas diseñadas para recolección diferenciada/# de micro-rutas mínimas identificadas para cobertura del sistema de recolección diferencia * 100.	Diseñar al menos una ruta la cual permita realizar la recolección diferenciada de RSUD inorgánicos reciclables en la parroquia de Nayón.	- Mapa y/o Cartografía de la micro-ruta propuesta.
Componentes (Resultados)			
Acciones	Indicador	Meta	Medios de Verificación
A.1 Estimar los recursos operativos para el adecuado y eficiente funcionamiento del Sistema	# de recursos identificados/ # de recursos necesarios *100.	Al menos definir cuantos vehículos son necesarios para el sistema de recolección diferenciada	Cuadro de estimación de recursos.
A.2 Identificar puntos que aporten con mayor cantidad de residuos reciclables inorgánicos.	# de puntos identificados con mayor aportación/ # de puntos totales de recolección *100.	Identificar al menos 5 puntos de mayor aportación dentro del diseño de recolección diferenciada en la parroquia de Nayón.	Mapeo de los sitios o lugares, con mayor generación de inorgánicos reciclables en la parroquia de Nayón dentro de la micro – ruta.
A.3 Potenciar la comercialización de los residuos.	Cantidad aproximada en peso kg y/o Ton de residuos inorgánicos reciclables potencialmente recuperables.	Estimar la cantidad de residuos inorgánicos reciclables en la parroquia de Nayón.	Informe de residuos potencialmente reciclables en la parroquia de Nayón
A.4 Socializar al menos al 70% de las familias (hogares/ suministros) objetivo del proyecto, en separación en la fuente de RSUD	# de Hogares/ suministros socializados en la parroquia de Nayón/ # total de hogares suministros beneficiarios del diseño en la parroquia de Nayón * 100	70% de hogares/ suministros capacitados en separación diferenciada de RSUD.	Registro de socialización.
A6. Proponer una estrategia que permita incluir a recicladores base en el diseño del sistema propuesto.	# de estrategias propuestas/ # de estrategias totales a proponer. *100	Establecer una propuesta que permita la inclusión de los recicladores base en el diseño del sistema propuesto.	Propuesta para inclusión de recicladores base en el diseño del sistema propuesto.

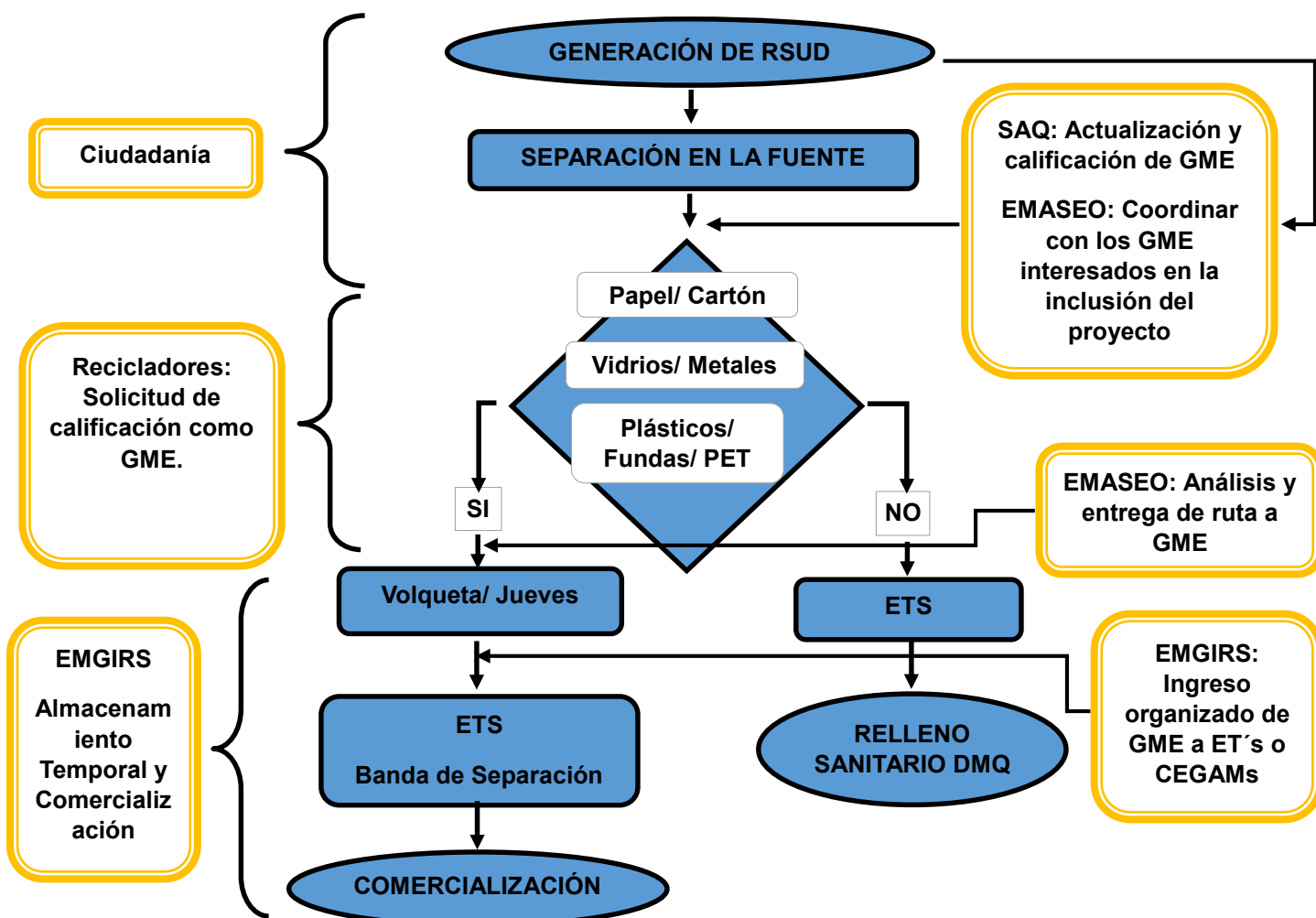
Elaboración: El Autor.

En virtud de la matriz expuesta, el objetivo general es diseñar un sistema de recolección diferenciada de residuos sólidos en la Parroquia de Nayón. Para lograrlo, se establecen resultados clave como estimar recursos, identificar puntos de mayor generación de reciclables, potenciar la comercialización, socializar la separación en fuente, y proponer una estrategia para incluir a recicladores base. Estos resultados se medirán a través de indicadores y medios de verificación, lo que permitirá monitorear el avance y cumplimiento de las metas establecidas.

7.3. Propuesta de diseño de recolección diferenciada en la parroquia de Nayón del DMQ.

En el siguiente diagrama de flujo se presenta de manera sintetizada el diseño de recolección diferenciada a ser aplicado en la parroquia de Nayón para la implementación de la recolección diferenciada de RSUD.

Figura 6: Flujograma del diseño de recolección diferenciada RSUD



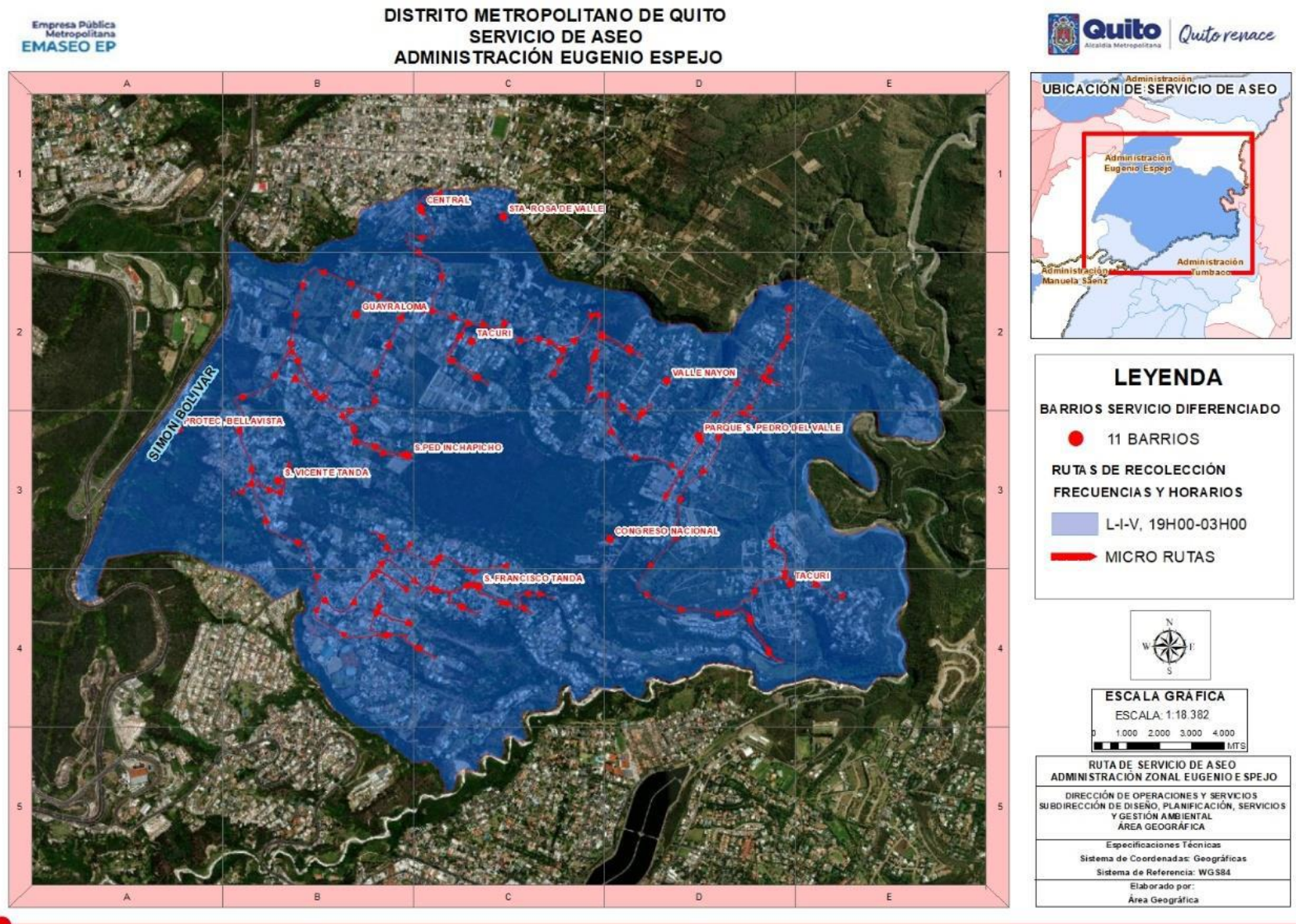
Elaboración: El Autor.

7.4.1. Rutas y frecuencias.

Con base a los datos proporcionados por la Dirección de Operaciones de la EMASEO-EP el número de suministros registrados en la parroquia de Nayón es de 3.283, con un tamaño de hogar correspondiente a 3,13 personas, lo que a su vez nos permite identificar que 10.276 habitantes serán potencialmente beneficiarios de la adopción del diseño propuesto. Con base a la caracterización de RSUD, realizada por ASAMTECH (2018), se estableció que la fracción inorgánica reciclable asciende a un 19,40% del total de residuos sólidos generados a nivel domiciliario (EMASEO, 2023).

La PPC en la parroquia objeto de estudio asciende a 0,57 kg/hab/día, es decir se produce 5,86 toneladas/ día de residuos sólidos, de las cuales 1,14 toneladas/ día, equivalen a la fracción inorgánica reciclable, por lo expuesto se prevé que a la semana se genere aproximadamente 7,95 ton/ semana de material reciclable, sin embargo, se deberá considerar que existirán pérdidas de este peso, en relación a actividades de reciclaje no reguladas que se realizan en la parroquia, así como también aquellas derivadas de la inadecuada separación en la fuente (Asamtech Cía Ltda, 2018).

Figura 7: Micro-ruta propuesta para la recolección diferenciada de residuos sólidos inorgánicos reciclables.



Elaboración: El Autor.

La microrruta es un tramo específico dentro de un sistema de recolección de residuos sólidos que abarca un conjunto de barrios o zonas a los que se brinda el servicio de recolección diferenciada. La utilidad de la microrruta para el beneficiario radica en garantizar una cobertura eficiente y oportuna de la recolección de residuos, permitiendo una gestión más efectiva y sostenible de los mismos.

Al delimitar claramente las zonas de recolección y establecer horarios y frecuencias definidas, se optimiza la operatividad del servicio, asegurando una adecuada gestión de los residuos en beneficio de la comunidad y el medio ambiente. La microrruta, con una cobertura de 30,25 km, se establecerá como exclusiva para la recolección de inorgánicos reciclables como papel, cartón, plástico, tetrapack y vidrio. El servicio se brindará los días martes, en un horario de 08h00 a 13h30, lo que permitirá una recolección regular y programada que facilitará la participación de la comunidad y asegurará la correcta disposición de los materiales reciclables en beneficio del medio ambiente y la sostenibilidad.

7.4.2. Recursos operativos mínimos.

Se describe en la siguiente tabla los recursos mínimos necesarios para que una vez adoptado el diseño del proyecto este pueda ser ejecutado y aplicado.

Tabla 2: Descripción de recursos operativos mínimos para ejecución del diseño del proyecto.

PERSONAL TÉCNICO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE ROL EN EL PROYECTO
INGENIEROS AMBIENTALES	2	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar un sistema de recolección diferenciada que promueva la separación en la fuente de residuos. - Establecer indicadores ambientales para medir el impacto positivo del sistema. - Participar en la capacitación de la comunidad sobre la importancia de clasificar los residuos adecuadamente. - Colaborar en la planificación detallada de las actividades para una gestión eficaz de recursos. - Implementar medidas para garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.
INGENIERO ESTADÍSTICO	1	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de datos para identificar patrones y tendencias en la generación de residuos. - Establecimiento de indicadores estadísticos para medir el impacto del proyecto en la separación de residuos. - Elaboración de modelos predictivos para planificar y evaluar la eficacia del sistema de recolección diferenciada. - Apoyo en la definición de metas cuantificables relacionadas con la gestión de residuos sólidos.
INGENIERO MECÁNICO EN OPERACIONES	1	<ul style="list-style-type: none"> - Participar en el diseño y la implementación de sistemas mecánicos para la recolección diferenciada de residuos. - Supervisar la operación y mantenimiento de equipos mecánicos utilizados en el proceso de recolección. - Colaborar en la optimización de procesos para garantizar la eficiencia en la recolección y separación de residuos. - Analizar datos operativos para identificar áreas de mejora en el sistema mecánico implementado. - Coordinar con otros profesionales para asegurar la integración efectiva de los aspectos mecánicos en el proyecto.
INGENIERO GEÓGRAFO	1	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la distribución geográfica de los puntos de recolección y su impacto en la eficiencia del sistema. - Identificar áreas prioritarias para la implementación de contenedores de residuos diferenciados. - Colaborar en la planificación espacial de rutas de recolección para optimizar la logística. - Evaluar el impacto ambiental y social de la implementación del sistema en diferentes zonas geográficas. - Utilizar herramientas geoespaciales para mapear la generación de residuos y su disposición adecuada.
VOLUNTARIOS	10	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo en la sensibilización y educación ambiental de la comunidad sobre la importancia de la separación de residuos. Participación activa en jornadas de limpieza y recolección de residuos.
PERSONAL OPERATIVO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE ROL EN EL PROYECTO
SUPERVISOR	1	Supervisar las actividades del diseño y sistema de micro – rutas establecido.

CONDUCTOR	1	Conducir y ser el custodio del vehículo asignado para la recolección diferenciada de RSUD inorgánicos reciclables.
AYUDANTE DE RECOLECCIÓN	1	Realizar la recolección de los residuos a pie de vereda, cargando el vehículo designado para la actividad.
MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE ROL EN EL PROYECTO
CAMIONETA 4X2	1	Empleada para movilización del supervisor.
CAMIÓN CARGA POSTERIOR DE 3,5 TONELADAS.	1	Empleado para la carga y transporte de los RSUD inorgánicos reciclables y entregarlos en Estación de Transferencia Sur.

Elaboración: El Autor.

7.4.3. Variable social

- Inclusión Ciudadana.

Bajo el principio de corresponsabilidad, la población debe participar activamente en la correcta gestión de residuos, especialmente los reciclables. Esto implica conocer cómo clasificar y entregar los residuos a recicladores locales, en coordinación con la recolección diferenciada diseñada en esta propuesta. Los generadores deben separar previamente los residuos reciclables y entregarlos directamente al vehículo dispuesto para operar la ruta y/o gestores ambientales de menor escala (GME).

Los procesos de capacitación para la recolección diferenciada a la ciudadanía de la parroquia Nayón, se llevará a cabo mediante, difusiones del proyecto puerta a puerta, el cual incluirá afiches y/o volantes, con información como días de recolección diferenciada, horario de recolección, materiales susceptibles a ser reciclados, tipo de recolección a cargo de la EMASEO-EP.

- Inclusión de recicladores base en el DMQ.

En el DMQ se valora el trabajo esencial de los recicladores, quienes recolectan, separan, reciclan y venden materiales recuperados, tanto a pie de vereda como en las estaciones de transferencia. La municipalidad promoverá su inclusión económica y social mediante programas que fomenten su asociación e integración, reconociendo su labor como fuente de empleo y sustento económico. Además, los recicladores deben registrarse como gestores ambientales de menor escala ante la Secretaría de Ambiente (SAQ), definiéndose como personas que se dedican asociada o independientemente a la recolección selectiva, segregación y comercialización en pequeña escala de residuos sólidos no peligrosos (Código Municipal del DMQ, 2021).

En el marco de su compromiso con la gestión ambiental, el Municipio de Quito se compromete a brindar apoyo y capacitación a los gestores ambientales de menor escala, con el propósito de elevar la calidad de su labor y proporcionar un servicio técnico fundamental para la ciudad. Este apoyo se materializará a través de la implementación de Centros de Educación y Gestión Ambiental estratégicamente ubicados, que servirán como espacios para la formación y el fortalecimiento de capacidades en el ámbito ambiental. (Código Municipal del DMQ, 2021)

Bajo los principios expuestos en coherencia con el Código Municipal del DMQ, la propuesta de inclusión en el presente diseño se detalla a continuación.

Tabla 3: Propuesta de inclusión para recicladores y GME.

No	Acciones	Responsables
Fase 1: Regularización		
1	Actualizar el catastro de recicladores en el DMQ.	SAQ
2	Difundir los requisitos mínimos para el procedimiento de regularización de los recicladores como GME.	SAQ
3	Solicitar según los procedimientos de regularización difundidos la calificación como GME.	Recicladores

4	Atender en el lapso máximo de 90 días término las solicitudes de los procesos de regularización, para calificar a los recicladores solicitantes como GME.	SAQ
Fase 2: Generación y Separación en la Fuente		
5	Identificar a los GME que realizan recolección y transporte de inorgánicos reciclables en la parroquia de Nayón, específicamente sobre la ruta propuesta para recolección diferenciada.	SAQ – EMASEO-EP
6	Coordinar con los GME identificados e interesados en la inclusión del proyecto la operatividad propuesta en el presente diseño de recolección diferenciada.	EMASEO-EP
7	Capacitar a los GME incorporados al proyecto, para que en conjunción con la EMASEO-EP realicen la socialización del proyecto a los moradores de los barrios beneficiados de la ruta diseñada.	SAQ – EMASEO – EMGIRS.
Fase 3: Recolección diferenciada y Transporte.		
8	Realizar las pruebas piloto que permita la recalibración de micro – rutas, el levantamiento de información estadísticas en cuanto al material, recolectado, transportado y almacenado.	EMASEO-EP
9	Según los resultados obtenidos con la información recopilada, analizar el porcentaje de ruta a ser entregada a los GME, los cuales deberán operar, bajo las condiciones técnicas determinadas en el proyecto, es decir, frecuencias y horarios establecidos, así como la cobertura total y realizarlo con sus propias capacidades tanto de recursos humanos como equipamiento de operación.	EMASEO-EP
10	Si la GME no pudiera operar la ruta entregada siendo el limitante la recolección y transporte de residuos, un vehículo de la EMASEO-EP operará el sistema, en este sentido el destino para almacenamiento temporal de los residuos serán las Estaciones de Transferencia y/o los Centros de Educación Ambiental.	EMASEO-EP – EMGIRS-EP.
FASE 4: Revalorización y Comercialización.		
11	EMGIRS-EP, deberá coordinar las acciones respectivas para permitir el ingreso organizado de los GME, en las Estaciones de Transferencia y/o Centros de Educación Ambiental.	EMGIRS-EP – GME

Elaboración: El Autor.

7.4.4. Variable económica.

La implementación del sistema de recolección diferenciada en la Parroquia Nayón del Distrito Metropolitano de Quito presenta importantes implicaciones económicas y beneficios tanto para los recicladores base como para el municipio.

La inclusión de recicladores base en el proceso de recolección diferenciada no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también genera beneficios económicos significativos. Según datos del servicio de recolección de residuos de EMASEO (2023), se estima que alrededor de 10,276 habitantes se verán beneficiados por este diseño. Además, la generación de residuos totales en la Parroquia Nayón es de 5,86 toneladas por día, con un 19,40% de materiales potencialmente reciclables, lo que equivale a 1.14 toneladas diarias, considerando estos datos se realiza un análisis breve del beneficio económico que la comercialización de los residuos inorgánicos reciclables generaría.

En la siguiente tabla se identifica los precios de comercialización y el promedio general al que asciende la venta de material inorgánico reciclable según el MAATE, EMGIRS y un reciclador base.

Tabla 4: Precio de residuos reciclables y promedio de comercialización de la fracción inorgánica reciclable.

Material	PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN USD/KG		
	Registros del MAATE	EMGIRS-EP (CEGAM)	Reciclador Base individual.
Cartón	\$ 0,11	\$ 0,15	\$ 0,12
Papel Periódico	\$ 0,02	\$ 0,07	

Tetrapaco		\$ 0,09	
PET	\$ 0,75	\$ 0,58	\$ 0,45
Aluminio Lata		\$ 0,65	
Vidrio	\$ 0,08	\$ 0,05	
Chatarra electrónica	\$ 0,09		
Chatarra	\$ 0,14	\$ 0,21	\$ 0,18
Papel Blanco (impreso)	\$ 0,18	\$ 0,29	\$ 0,21
Papel Mixto	\$ 0,10	\$ 0,21	\$ 0,17
Plástico Soplado		\$ 0,30	\$ 0,15
Plástico Duro			\$ 0,20
Plástico Suave		\$ 0,32	
Promedio en kg (USD)	\$ 0,20	\$ 0,26	\$ 0,24
Promedio en Ton (USD)	\$ 200,00	\$ 260,00	\$ 240,00
PPC Ton/hab/día diseño	5,86	5,86	5,86
Potencial reciclables Ton/ hab/ día (19,4%) diseño	1,14	1,14	1,14
Potencial reciclables Ton/hab/ semana del diseño	7,98	7,98	7,98
Precio Promedio USD mensual en el diseño	\$ 6.384,00	\$ 8.299,20	\$ 7.660,80

Elaboración y Fuente: El Autor. MAATE. 2022, EMGIRS, 2023 y Reciclador base 2023.

Según la tabla expuesta, la comercialización de los residuos inorgánicos reciclables como parte del diseño propuesto, oscilaría entre los USD 6.384,00 y USD 8.299,20 dólares de los Estados Unidos de Norte América mensuales.

La inclusión de los recicladores base en el proceso de recolección diferenciada es fundamental para maximizar la recuperación de materiales reciclables. Se identifican puntos con mayor aportación de residuos reciclables inorgánicos, lo que permite potenciar la comercialización de estos materiales. Esta estrategia no solo beneficia a los recicladores base al brindarles oportunidades para incrementar sus ingresos, sino que también contribuye a la economía local al fomentar la reutilización de materiales.

Limitar la cantidad de residuos que llegan a disposición final en el relleno sanitario del DMQ con la implementación de la recolección diferenciada en Nayón tiene múltiples beneficios para el sistema de GIRS del DMQ. Reducir la cantidad de residuos enviados al relleno sanitario de la ciudad no solo disminuye los costos asociados con la gestión de residuos, sino que también ayuda a mitigar la contaminación ambiental y a preservar los recursos naturales. Además, al promover la economía circular, el municipio puede generar nuevas oportunidades de empleo y desarrollo sostenible, en este sentido se presenta la siguiente información que evidencia la reducción de costos de operación en la fase de transporte a relleno sanitario y disposición final.

Tabla 5: Comparación de costos operativos con el sistema actual de GIRS en el DMQ, versus el sistema de GIRS que incluya la separación en la fuente, y recolección diferenciada de residuos inorgánicos reciclables.

DETALLE	COSTO
Transferencia de residuos ETS	\$ 5,30
Transporte de residuos de ETS a RSQ	\$ 8,29
Disposición final de residuos en el RSQ	\$ 16,44
Tratamiento de lixiviados	\$ 9,55
Fondos de compensación	\$ 1,20
Costo total de operación por tonelada (USD)	\$ 40,78
PPC Ton/hab/día en el diseño propuesto	5,86

PPC Ton/hab/mensual en el diseño propuesto	175,80
Potencial reciclables Ton/ hab/ día (19,4%)	1,14
Potencial reciclables Ton/hab/ mensual	34,20
PPC Ton/hab/mensual al implementar el diseño	141,60
Costo mensual total de operación de GIRS por tonelada sin el diseño del proyecto (USD)	\$ 7.169,12
Costo mensual de operación de GIRS por tonelada al implementar el proyecto	\$ 5.774,45
Costo mensual evitado por el diseño propuesto (USD)	\$ 1.394,68

Elaboración y Fuente: El Autor. EMGIRS, 2023

Con base a la tabla expuesta se estima que en el sistema actual de GIRS en el DMQ, asciende a un costo operativo de USD 40,78. Se estima que en la parroquia de Nayón en el área propuesta para diseño del proyecto se genera 175, 80 ton/hab/mensual, es decir, el costo de GIRS de estos residuos asciende a USD 7.169,12. Al implementar el diseño propuesto, la cantidad de RSUD generados disminuirá en el 19,40%, es decir, la fracción a ser integrada en la GIRS, disminuirá a 141,60 ton/hab/mensual, disminuyendo el costo de operación a USD 5.774,45. Derivado de este análisis se obtiene que al implementar este diseño existirá una diferencia mensual por GIRS de USD 1.394,68.

El análisis de las tablas presentadas muestra la interrelación entre los costos operativos y los ingresos potenciales derivados de la comercialización de residuos reciclables en el proyecto de recolección diferenciada en Nayón. La Tabla 4 destaca los precios de comercialización de distintos materiales reciclables, con promedios que oscilan entre USD 0.02/kg y USD 0.26/kg, resultando en ingresos mensuales estimados entre USD 6,384 y USD 8,299, según el tipo de material y la fuente de datos (MAATE, EMGIRS, reciclador base). Estos ingresos proyectados son fundamentales para cubrir los costos operativos y asegurar la sostenibilidad financiera del proyecto.

Por otro lado, la Tabla 5 compara los costos operativos del sistema de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) actual con el sistema propuesto que incluye separación en la fuente y recolección diferenciada. Sin el proyecto, el costo total por tonelada es de USD 4,078, mientras que, con la implementación del diseño propuesto, los costos se reducen significativamente a USD 5.77 por tonelada. Esta reducción es posible gracias a la disminución de residuos enviados al relleno sanitario y al tratamiento de lixiviados, resultando en un ahorro mensual de USD 1,394.68. Esta disminución en costos no solo beneficia económicamente al municipio, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la cantidad de residuos en el relleno sanitario.

En conjunto, las tablas evidencian la importancia económica del proyecto de recolección diferenciada, mostrando cómo la comercialización de reciclables puede generar ingresos significativos que compensen los costos operativos, al mismo tiempo que se logran beneficios ambientales sustanciales.

Tabla 6: Flujo de Caja y retorno de inversión.

TIPO	ACROPROCES	PROCESO	PROCESO (recur	Costo Unit	Cant	M 1	M2	M3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	
CAPEX	Inversión	Adquisición maquina	Camión tipo satélite	35000	1	35000	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	
CAPEX	Comunicación	Campaña de comunicación	Reuniones Comunitarias	150	2	150	150								
CAPEX			Post en redes sociales	50	20	500	500								
CAPEX			Charlas y talleres en centros educativos	50	8	200	200								
CAPEX			Desarrollo de página Web con Código Qr	3000	1	1500	1500								
CAPEX			Información por grupos de whats app internos del barrio	4000	1	2000	2000								
CAPEX			Perifoneo	5000	1	2500	2500								
CAPEX	Comunicación	Edu-comunicación Participación Social	Material didáctico	800	1	400	400								
CAPEX			Trasporte y logística diaria	45	40	100	100								
OPEX	Operación	Salarios	Salario chofer	700	1	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
OPEX	Operación	Salarios	Salario ayudante	500	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
OPEX	Operación	Ropa de trabajo y EPP's	Chofer	250	1	250									
OPEX	Operación	Ropa de trabajo y EPP's	Ayudante	250	1	250									
OPEX	Operación	Herramientas de trabajo	Chofer	150	1	150									
OPEX	Operación	Herramientas de trabajo	Ayudante	300	1	300									
OPEX	Operación	Mantenimiento Preventivo	Camión tipo satélite	3000	1	3000	120	120	120	120	3000	120	120	120	
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Supervisor	800	1	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Coordinador	400	1	400									
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Técnicos	350	1	350									
	Operación	Indirectos de la operación	Voluntarios	0	0	0									
OPEX	Operación	Campaña de comunicación	Servicio de comunicación celular masiva	10000	1	10000									
OPEX	Operación	Costo de Operación por Tonelada	Costo de Operación por Tonelada		1		955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	
TOTAL EGRESOS						64795	9131,3832	1781,3832	1781,3832	1781,3832	4661,3832	1781,3832	1781,3832	1781,3832	
TOTAL INGRESOS						7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	
TOTAL POR MES						-57134,2	-1470,5832	5879,4168	5879,4168	5879,4168	2999,4168	5879,4168	5879,4168	5879,4168	
TASA DE RETORNO						-57134,2	-58604,7832	-52725,3664	-46845,9496	-40966,5328	-37967,116	-32087,6992	-26208,2824	-20328,8656	

TIPO	ACROPROCESO	PROCESO	PROCESO (recur	Costo Unit	Cant	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19		
CAPEX	Inversión	Adquisición maquina	Camión tipo satélite	35000	1	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5		
CAPEX	Comunicación	Campaña de comunicación	Reuniones Comunitarias	150	2												
CAPEX			Post en redes sociales	50	20												
CAPEX			Charlas y talleres en centros educativos	50	8												
CAPEX			Desarrollo de página Web con Código Qr	3000	1												
CAPEX			Información por grupos de whats app internos del barrio	4000	1												
CAPEX			Perifoneo	5000	1												
CAPEX	Comunicación	Edu-comunicación Participación Social	Material didáctico	800	1												
CAPEX			Trasporte y logística diaria	45	40												
OPEX	Operación	Salarios	Salario chofer	700	1	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35		
OPEX	Operación	Salarios	Salario ayudante	500	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
OPEX	Operación	Ropa de trabajo y EPP's	Chofer	250	1												
OPEX	Operación	Ropa de trabajo y EPP's	Ayudante	250	1												
OPEX	Operación	Herramientas de trabajo	Chofer	150	1												
OPEX	Operación	Herramientas de trabajo	Ayudante	300	1												
OPEX	Operación	Mantenimiento Preventivo	Camión tipo satélite	3000	1	120	120	3000	120	120	120	120	120	3000	120		
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Supervisor	800	1	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Coordinador	400	1												
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Técnicos	350	1												
	Operación	Indirectos de la operación	Voluntarios	0	0												
OPEX	Operación	Campaña de comunicación	Servicio de comunicación celular masiva	10000	1												
OPEX	Operación	Costo de Operación por Tonelada	Costo de Operación por Tonelada		1	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832		
TOTAL EGRESOS						1781,3832	1781,3832	4661,3832	1781,3832	1781,3832	1781,3832	1781,3832	1781,3832	4661,3832	1781,3832		
TOTAL INGRESOS						7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8		
TOTAL POR MES						5879,4168	5879,4168	2999,4168	5879,4168	5879,4168	5879,4168	5879,4168	5879,4168	2999,4168	5879,4168		
TASA DE RETORNO						-14449,4488	-8570,032	-5570,6152	308,8016	6188,2184	12067,6352	17947,052	23826,4688	26825,8856	32705,3024		

TIPO	ACROPROCES	PROCESO	PROCESO (recur	Costo Unit	Cant	M 20	M 21	M 22	M 23	M 24	
CAPEX	Inversión	Adquisición maquina	Camión tipo satélite	35000	1	605,5	605,5	605,5	605,5	605,5	
CAPEX	Comunicación	Campaña de comunicación	Reuniones Comunitarias	150	2						
CAPEX			Post en redes sociales	50	20						
CAPEX			Charlas y talleres en centros educativos	50	8						
CAPEX			Desarrollo de página Web con Código Qr	3000	1						
CAPEX			Información por grupos de whats app internos del barrio	4000	1						
CAPEX			Perifoneo	5000	1						
CAPEX	Comunicación	Edu-comunicación Participación Social	Material didáctico	800	1						
CAPEX			Trasporte y logística diaria	45	40						
OPEX	Operación	Salarios	Salario chofer	700	1	35	35	35	35	35	
OPEX	Operación	Salarios	Salario ayudante	500	1	25	25	25	25	25	
OPEX	Operación	Ropa de trabajo y EPP's	Chofer	250	1						
OPEX	Operación	Ropa de trabajo y EPP's	Ayudante	250	1						
OPEX	Operación	Herramientas de trabajo	Chofer	150	1						
OPEX	Operación	Herramientas de trabajo	Ayudante	300	1						
OPEX	Operación	Mantenimiento Preventivo	Camión tipo satélite	3000	1	120	120	120	120	3000	
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Supervisor	800	1	40	40	40	40	40	
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Coordinador	400	1						
OPEX	Operación	Indirectos de la operación	Técnicos	350	1						
	Operación	Indirectos de la operación	Voluntarios	0	0						
OPEX	Operación	Campaña de comunicación	Servicio de comunicación celular masiva	10000	1						
OPEX	Operación	Costo de Operación por Tonelada	Costo de Operación por Tonelada		1	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	955,8832	
TOTAL EGRESOS						1781,3832	1781,3832	1781,3832	1781,3832	4661,3832	
TOTAL INGRESOS						7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	7660,8	
TOTAL POR MES						5879,4168	5879,4168	5879,4168	5879,4168	2999,4168	
TASA DE RETORNO						38584,7192	44464,136	50343,5528	56222,9696	59222,3864	

Elaboración: El Autor.

El análisis del flujo de caja y retorno de inversión del proyecto de recolección diferenciada en la Parroquia Nayón revela la importancia crítica de la variable económica en su diseño y viabilidad. La inversión inicial (CAPEX) incluye la adquisición de maquinaria, campañas de comunicación, y educación comunitaria, totalizando USD 64,795. Estas inversiones iniciales son esenciales para establecer la infraestructura y asegurar la participación comunitaria necesaria para el éxito del proyecto. La compra de un camión tipo satélite por USD 35,000 representa la mayor parte del CAPEX, demostrando la dependencia del proyecto en equipos adecuados para la recolección y transporte de residuos reciclables.

Los costos operativos (OPEX) mensuales, que suman USD 7,660.8, incluyen salarios del personal, mantenimiento del equipo, y campañas de comunicación continuas. Estos gastos recurrentes son necesarios para mantener la operación eficiente del sistema de recolección diferenciada. El salario del conductor y el ayudante, así como sus equipos de protección personal (EPP) y herramientas de trabajo, son esenciales para la operación diaria del camión y la recolección segura de residuos. Además, los costos de comunicación y educación comunitaria continuada aseguran la adherencia de los residentes a las prácticas de separación en la fuente.

El análisis muestra una disminución gradual en los costos acumulados a medida que el proyecto progresa. A partir del séptimo mes, los ingresos comienzan a superar los gastos, reflejando la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Para el mes 12, el proyecto muestra un saldo positivo de USD 308.80, y este saldo sigue creciendo en los meses posteriores. Este retorno positivo es crucial, ya que demuestra que, tras la recuperación de la inversión inicial, el proyecto no solo se mantiene, sino que también genera beneficios económicos adicionales, lo que incentiva la reinversión en mejoras y expansión.

En conclusión, la variable económica es un factor determinante en el diseño del proyecto de recolección diferenciada. Las inversiones iniciales y los costos operativos aseguran una infraestructura robusta y operaciones eficientes, mientras que el análisis de flujo de caja proyecta la rentabilidad a mediano y largo plazo. Este enfoque financiero permite no solo la sostenibilidad del proyecto, sino también su capacidad para generar ingresos adicionales, reducir los costos municipales de gestión de residuos y fomentar una economía circular en la comunidad. Este equilibrio entre inversión, costos operativos y retornos económicos sustenta el diseño y viabilidad del proyecto.

8. Conclusiones y Recomendaciones

8.1. Conclusiones

- La inclusión de una micro - ruta de 30,25 km para la recolección diferenciada de residuos inorgánicos reciclables (papel, cartón, plástico, tetrapack y vidrio) en un horario establecido los días martes de 08h00 a 13h30, es un elemento fundamental del diseño propuesto. Esta estrategia de recolección programada y enfocada en los materiales reciclables, permitirá optimizar los recursos, garantizar la eficiencia del servicio y facilitar la participación activa de la comunidad en la separación y entrega adecuada de sus residuos. La implementación de esta micro - ruta es un pilar clave para lograr una gestión integral y sostenible de los residuos sólidos domésticos en la Parroquia de Nayón.
- La integración de recicladores base, denominados Gestores Ambientales de Menor Escala (GME), en el sistema de recolección diferenciada propuesto, en coordinación con entidades públicas, es fundamental para maximizar la recuperación de materiales reciclables. Esta articulación de actores beneficia económicamente a los recicladores y contribuye a la economía local al fomentar la reutilización de materiales. Adicionalmente, la separación en la fuente de residuos inorgánicos potencialmente reciclables, como cartón, plástico, papel, vidrio y metales, se ha evidenciado como una alternativa eficaz para la valorización de estos materiales, los cuales pueden ser reincorporados como materias primas. El reciclaje reduce la cantidad de residuos enviados a vertederos y contribuye a la conservación de recursos naturales y la mitigación de emisiones.
- La inversión inicial y la coordinación entre los diferentes actores involucrados representan desafíos a considerar para la implementación exitosa del sistema de recolección diferenciada en la Parroquia Nayón. Sin embargo, la adopción de este enfoque circular, que prioriza la reducción de residuos y la optimización de recursos, constituye una estrategia innovadora y prometedora para avanzar hacia un modelo de gestión de residuos más sostenible en el Distrito Metropolitano de Quito.
- La adopción del diseño propuesto de recolección diferenciada en la Parroquia Nayón del Distrito Metropolitano de Quito permitiría la recuperación aproximada de 1.14 toneladas diarias de materiales inorgánicos reciclables, representando el 19,40% del total de residuos sólidos urbanos domésticos generados en la zona. Esto generaría ingresos mensuales estimados entre USD 6,384 y USD 8,299, evidenciando el potencial del sistema para promover una gestión sostenible de los recursos a través de la economía circular. Los gastos de capital iniciales se compensarían rápidamente con los beneficios operativos a largo plazo, lo que demuestra una recuperación de la inversión al año de implementación del proyecto.
- La implementación del diseño propuesto reducirá la cantidad de residuos enviados al relleno sanitario del DMQ, disminuyendo los costos operativos mensuales de la gestión integral de residuos sólidos en aproximadamente USD 1,394.68. Esto demuestra la viabilidad económica y los beneficios ambientales del sistema de recolección diferenciada.

8.2. Recomendaciones

- Es fundamental ofrecer capacitaciones periódicas a los habitantes de Nayón sobre la importancia de clasificar adecuadamente sus residuos. Esto ayudará a mantener el compromiso de la comunidad y garantizar la efectividad del sistema de recolección diferenciada a largo plazo.
- Se recomienda establecer un sistema de monitoreo y evaluación continuo para medir el impacto del proyecto y realizar ajustes según sea necesario. Esto permitirá identificar áreas de mejora, asegurando la eficiencia y sostenibilidad del sistema de recolección diferenciada en la Parroquia de Nayón.
- Estimar las potenciales problemáticas en el proceso de implementación del diseño propuesto, que permita de una manera organizada, la ampliación del proyecto a otros sectores del DMQ, con el objetivo de optimizar el uso de recursos operativos y entrega de rutas establecidas a los gestores de menor escala.

9. Bibliografía

- Aguilera, R. (2017). *Fundamentos de la Gestión Ambiental*. Samborondón: ECOTEC.
- AIDIS - BID. (2010). *Informe de la Evaluación Regional de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe*. Panamá.
- Asamtech Cía Ltda. (2018). *Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos Domésticos en el DMQ*. Quito.
- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*. Madrid: McGraw - Hill.
- Banco Mundial. (10 de 12 de 2012). *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las plantas de manejo de residuos*. Obtenido de <http://www.ifc.org>
- Belgain Foreign Trade Agency. (25 de 01 de 2014). *Belgain Waste & Recycling Solutions*. Obtenido de https://www.abh-ce.be/sites/default/files/downloads/20140822_ace_brochure_waste_BD.pdf
- BID. (2020). *Emprendimientos de base científico - tecnológicas en América Latina*.
- BID. (2020). *Innovación en agua, saneamiento y residuos sólidos*. Banco Internacional de Desarrollo.
- BMU. (2018). *Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Waste Management in Germany*. Facts, data, diagrams.
- Código Municipal del DMQ. (18 de 01 de 2021). Ordenanza Municipal 1. R.O. Edición Especial 902 de 07 de may.-2019. Quito, Ecuador.
- Conesa, V. (1991). *Los Instrumentos de la Gestión Ambiental*. Madrid: Mundi Prensa.
- Córdova, Melgar, Genero, Fuentes, & Rey. (1998). *Información y control de la administración por proyectos*. . Habana: ICAP.
- Cuervo, L., & Délano, M. (2022). *Los desafíos de la planificación para el desarrollo en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Daly, & Daly, H. (1990). *Toward some operational principles of sustainable development*. Ecological Economics.
- Di Pace, M. (2012). *Ecología Urbana*. Sarmiento: Universidad Nacional de General.
- Ellen MacArthur. (2014). *What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste management to 2050*.
- Ellen MacArthur. (2016). *The New Plastics Economy - Rethinking the Future of Plastics*. Cowes. UK: MacArthur Foundation. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/down>
- Ellen MacArthur Foundation. (2016). *The New Plastics Economy - Rethinking the Future of Plastics*. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>
- EMASEO. (2023). *Proyecto de Separación Diferenciada en 7 Barrios del DMQ*. Quito.
- EU_Japan Center for Industrial Cooperation. (2015). *Waste management and Recycling in Japan - Opportunities for European companies (SMEs focus)*. Obtenido de [/www.eujapan.eu: https://www.eujapan.eu/publications/waste-management-and-recycling-japan-opportunities-european-companiessmes-focus](https://www.eujapan.eu/publications/waste-management-and-recycling-japan-opportunities-european-companiessmes-focus)
- Fernandez, L., & Gutiérrez, M. (2013). Bienestar Social, Económico y Ambiental para las Presentes y Futuras Generaciones. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-
- Finn, N., Holmertz, S., & Bernad, C. (08 de 09 de 2017). <https://www.esmartcity.es/>. Obtenido de [https://www.esmartcity.es/](https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-ciudad-oslo-utiliza-sistema-optimo-separar-distintas-fracciones-de-sus-residuos): <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-ciudad-oslo-utiliza-sistema-optimo-separar-distintas-fracciones-de-sus-residuos>

- Finn, N., Holmertz, S., & Bernad, C. (08 de 09 de 2017). Todo sobre las ciudades inteligentes. *La ciudad de Oslo utiliza un sistema óptimo para separar las distintas fracciones de sus residuos*. <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-ciudad-oslo-utiliza-sistema-optimo-separar-distintas-fracciones-de-sus-residuos>.
- Gallopin, G. (2003). *Sostenibilidad y Desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*,. Santiago de Chile: CEPAL.
- GIZ, M. y. (s.f.).
- Golomeova, S. (2013). *Solid waste treatment technologies*. Machines, Technologies, Materials.
- González, J. (2018). *Gestión de proyectos: Una guía práctica para la planificación, ejecución y seguimiento de proyectos*. Deusto.
- Graziani, P. (2018). *Economía Circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina*. Buenos Aires: CAF.
- Graziani, P. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina*. Caracas: [http://scioteca.caf.com/handle\(123456789/1247.;](http://scioteca.caf.com/handle(123456789/1247.;)
- Hamilton, D. (2012). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Pearson.
- Hoorweg. (2012). *Managing municipal solid waste in Latin America an the Caribbean*. Washintong DC: World Bank.
- Hyman, M. (2013). *Guía para la Elaboración de Estrategias Nacionales de Gestión de Residuos*. Panamá: 978-92-807-3356-3 DTI/1745/JA.
- INEC. (2020). *Censo Pobalcional 2020*.
- IPCC. (2018). www.ipcc.ch. Obtenido de www.ipcc.ch: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf
- Kerzner, H. (2013). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. Wiley.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualización de la economía circular: un análisis de 114 definiciones. *Recursos, Conservación y Reciclaje*, 127, 221 - 232.
- Latouche, S. (2008). *La apuesta por el decrecimiento*. Barcelona: Icaria.
- LOECI. (2021). *Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva*. Quito: R.O. Cuarto Suplemento N° 488.
- MAAE. (2016). *MAE fortalece cooperación con PNUD/GEF en beneficio del Ecuador - Ministerio del Ambiente y Agua*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/mae-fortalece-cooperacion-con-pnudgef->
- MAG y FAO. (2019). *Diagnóstico situación de PDA en Ecuador*. Quito.
- MIPRO, & GIZ. (2021). *Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Miro. (19 de 01 de 2024). *Diagramas de flujo*. Obtenido de miro: <https://miro.com/es/diagrama-de-flujo/que-es-diagrama-de-flujo/>
- Municipio de Quito. (2022). *Plan de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos no Peligrosos y Desechos Sanitarios del DMQ*. Quito.
- Naredo, J. (1996). *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*. Madrid: Biblioteca DF+S.
- Narváz Martínez, O. (2009). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Bogotá.
- nippon. (26 de 12 de 2018). nippon.com. Obtenido de nippon.com: <https://www.nippon.com/es/features/h10031/20>

- Oakland, J. (2013). *Flujogramas: Herramienta Esencial para la Mejora Continua*. McGraw-Hill.
- Ojeda, & Quintero. (2008). *Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana*. México: Castellón.
- OM1. (2021). *Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Reformado.
- Ortegón, E., & Pacheco, J. F. (2015). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Ortegón, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (2005). *Metodología del Marco Lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Otero Iglesias, J., Barrios, I., & Artilles, L. (2004). *Reflexiones en torno a la definición de Proyecto*. Habana, Cuba: Scielo.
- Pearce, D. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*. JohnsHopkins University Press.
- Pilar, T., & Darci, C. (2018). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. México: proper Mx.
- Pinto, J., & Slevin, D. (1989). *Critical succes factors in pproject management*. IEEE Transactions on Engineering Management.
- PNUMA. (2011). Informe sobre Economía Verde. *Cpítulo: Residuos*. <http://www.unep.org/greeneconomy/>.
- Rodón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, SANTIAGO.
- Savino, A., Solórzano, G., Quispe, C., & Correal, M. (2018). *Perspectiva de la gestión de Residuos en América Latina y el Caribe*. Panamá: ONU medio ambiente.
- Scheinberg, A. (2012). *Informal Sector Integration and High Perfomance Recycling: Evidence from 20 Cities, Women in Informal Emloyment Globalizing and Organizing*. Obtenido de WIEGO: <http://wiego.org/>
- Schneider, F., Kallis, G., & Martinez, J. (2010). *Crisis or opportunity? Economic degrowth for social eqity and ecological sustainability*. in Joirnal of Cleaner Production.
- Soliz Torres, M., Durango Cordero, J., Solano Peláez, J., & Yépez Fuentes, M. (25 de 01 de 24). *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador 2020 - Alianza Basura Cero Ecuador*. Obtenido de Alianzabasuraceroecuador.com: URL <http://www.alianzabasuraceroecuador.com/cartografia-de-los-residuos-solidos-en-ecuador-2020/>
- UNEP. (2015). *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme.

10. Anexos

10.1. Receptores o usuarios del diseño propuesto.

Tabla 7: Receptores o usuarios.

Usuarios	Contextos comunes posibles	Estándares que normalmente aplican para elaborar el reporte	Tipo de reporte o informe.
Formuladores de políticas, Tomadores de decisiones (tanto de empresas públicas como privadas).	Asamblea GAD municipales y parroquiales, Académicos, no académicos, empresariales.	Informe breve del diseño propuesto. Réplica del diseño propuesto de manera inmediata no solo a el área de objeto de estudio. Ideas específicas y objetivos claros para aplicar el diseño del estudio.	Informe Técnico Presentación profesional visual.
Expertos, practicantes, estudiantes a fines a sostenibilidad, recursos naturales, gestión ambiental, operaciones para gestión de residuos/desechos.	GAD Municipales/ Parroquiales y academia.	Ideas prácticas y específicas para ser implementadas.	

Elaboración: El Autor.

