

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A	
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(72)	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTORES	IVAN DARIO SARCHI CHINGUAL		
FACULTAD	FACULTAS DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRAL HSEQ		
DIRECTOR	WILSON ANGARITA CASTILLO		
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LAS DEMOLICIONES DE CONSTRUCCIONES, MANEJO Y APROVECHAMIENTO EN LA EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO DEL PUTUMAYO S.A.S ESP, APLICANDO LA NORMA ISO 14040		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>DEBIDO A LA BIODIVERSIDAD QUE SE PRESENTA EN ESTA REGIÓN DEL SUR DEL PAÍS, SE HACE NECESARIO CONTAR CON UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERAN A TREVES DE LAS ACTIVIDADES PROPIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, ADEMÁS SE BUSCA QUE ESTA HERRAMIENTA SIRVA EN GRAN MEDIDA EN MITIGAR EL IMPACTO MEDIO AMBIENTAL. ES DE CONOCIMIENTO GENERAL, QUE EL MUNICIPIO DE MOCOA, NO TIENE, PRIMERO UNA GUÍA PARA EL MANEJO DE ESTOS RESIDUOS</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 72	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LAS
DEMOLICIONES DE CONSTRUCCIONES, MANEJO Y APROVECHAMIENTO EN LA
EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO DEL PUTUMAYO S.A.S ESP, APLICANDO LA
NORMA ISO 14040

Autor:

IVAN DARIO SARCHI CHINGUAL

CÓDIGO.: 840064

*Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de Especialista en Sistemas de
Gestión Integral HSEQ.*

Director:

WILSON ANGARITA CASTILLO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAS DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRAL HSEQ

Índice

Capítulo 1. Análisis de ciclo de vida de residuos provenientes de las demoliciones de construcciones, manejo y aprovechamiento en la empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S ESP, aplicando la norma ISO 14040	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general.	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Delimitaciones.....	3
1.5.1. Delimitación Geográfica.	3
1.5.2. Delimitación Temporal.	3
1.5.3. Delimitación Conceptual.....	4
1.5.4. Delimitación Operativa.....	4
Capítulo 2. Marco Referencial	5
2.1. Marco histórico	5
2.2. Marco contextual.....	8
2.3. Marco conceptual	8
2.4. Marco teórico	11
2.5. Marco legal.....	14
Capítulo 3. Diseño Metodológico	16
3.1. Tipo de investigación	16
3.2. Población y muestra	16
3.2.1 Población.....	16
3.2.2 Muestra.....	16
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información	17
3.4. Análisis de la información.....	18

Capítulo 4. Presentación de Resultados	19
4.1. Inventario de los datos de entrega y salidas del proceso	19
4.1.1. Recopilación de la información.....	19
4.1.2 Determinación de las entradas.....	27
4.1.3. Determinación de los procesos.....	32
4.1.4. Determinación de las salidas.	34
4.2. Evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida.....	37
4.2.1. Categorización del Impacto.....	38
4.2.2. Calificación ambiental del impacto.	41
4.2.3 Caracterización de los impactos.	43
4.3 Resultados del ciclo de vida.....	47
4.3.1 Análisis de resultados.....	47
4.3.2. Resultados de impactos según metodología EPM SALIDAS.....	51
Conclusiones	54
Recomendaciones	56
Referencias	58
Apéndices	60

Lista de Tablas

Tabla 1 Toneladas Dispuestas 2017.....	27
Tabla 2 Toneladas Dispuestas 2018.....	28
Tabla 3 Caracterización residuos sector institucional.....	28
Tabla 4 Caracterización residuos sector institucional.....	29
Tabla 5 Caracterización residuos sector Comercial.....	29
Tabla 6 Caracterización residuos sector institucional.....	29
Tabla 7 Caracterización residuos estrato 1.....	30
Tabla 8 Caracterización residuos estrato 1.....	30
Tabla 9 Caracterización residuos estrato 2.....	30
Tabla 10 Caracterización residuos estrato 2.....	31
Tabla 11 Caracterización residuos estrato 3.....	31
Tabla 12 Caracterización residuos estrato 3.....	31
Tabla 13 Consolidado de RDC genBT/F5BT/F51 0 0 1 279.35 422.65 Tm0 g0 G[(.....)] TJ0 G[(.....)]	

Lista de Figuras

Figura 1. Marco de Evaluación del Ciclo de Vida - ISO 14040:2006	19
Figura 2. Ciclo de Vida RCD.....	21
Figura 3. Análisis Ciclo de Vida.....	25
Figura 4. Flujo de procesos. Recolección de escombros.	34
Figura 5 Maquinaria Utilizada En El Proceso (Retroexcavadora)	35
Figura 6 Maquinaria Utilizada En El Proceso (Volqueta)	36
Figura 7 Balance de Masas.....	37
Figura 8 Resultados de la evaluación de los Impactos según Metodología EPM Entradas.....	43
Figura 9 Resultados los Impactos según Metodología EPM - Salidas.....	44

Lista de Apéndices

Apéndice A. Evidencia Fotográfica	61
Apéndice B. Rutas De Recolección	63

Capítulo 1. Análisis de ciclo de vida de residuos provenientes de las demoliciones de construcciones, manejo y aprovechamiento en la empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S ESP, aplicando la norma ISO 14040

1.1. Planteamiento del problema

Debido al suceso ocurrido el 1 de abril de 2017 en donde el municipio de Mocoa se vio afectado por una avenida torrencial, en donde hubo pérdidas humanas y destrucción de viviendas, vías, y demás estructuras civiles propias con la que contaba este municipio.

Las actividades de remoción y limpieza tanto de lodos y piedras se lograron terminar en un periodo de tres (03) meses, de igual manera se realizaron demoliciones sobre las estructuras que soportaron el impacto de esta avalancha. Ante este hecho inesperado, el municipio de Mocoa no estaba preparado para realizar una adecuada disposición de los materiales provenientes de estas demoliciones tanto de viviendas y demás obras de urbanismo, las cuales fueron desalojadas en varios puntos de la ciudad, sin tener un tratamiento previo y menos aún un aprovechamiento de este tipo de residuos.

Por estas razones deben adelantarse estudios de investigación que permitan analizar el ciclo de vida de los materiales que provienen de demoliciones o del desecho de construcciones y de todos aquellos residuos que provienen de actividades de las obras civiles, para generar así estudios académicos que promuevan cambios en la práctica respecto a la elaboración y utilización de los llamados RCD.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo un análisis del ciclo de vida de residuos puede mejorar el desempeño ambiental de la Empresa Metropolitana De Aseo Del Putumayo S.A.S ESP, con respecto al manejo del material proveniente de construcciones y/o demoliciones?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general. Analizar el Ciclo de Vida de materiales que provienen de la construcción y/o demolición en la Empresa Metropolitana de Aseo Del Putumayo S.A.S ESP, bajo la Norma ISO 14040.

1.3.2. Objetivos específicos. Realizar el inventario de los datos de entradas y salidas del proceso conducentes a efectuar el análisis del Ciclo de Vida de materiales que provienen de la construcción y/o demolición, en la Empresa Metropolitana de Aseo Del Putumayo S.A.S ESP.

Evaluar el impacto del ciclo de vida con la finalidad de determinar la importancia ambiental del proceso.

Interpretar los resultados del ciclo de vida como base para las conclusiones, recomendaciones y toma de decisiones con respecto a los materiales que provienen de la construcción y/o demolición, en la empresa de aseo de Mocoa.

1.4. Justificación

Debido a la biodiversidad que se presenta en esta región del sur del país, se hace necesario contar con un plan de manejo ambiental de los residuos que se generan a través de las actividades propias de la construcción, además se busca que esta herramienta sirva en gran medida en mitigar el impacto medio ambiental. Es de conocimiento general, que el Municipio de Mocoa, no tiene, primero una guía para el manejo de estos residuos, segundo, que dentro del municipio existen sitios clandestinos no autorizados para el desalojo de este tipo de residuos, tercero y muy importante, el municipio de Mocoa en conjunto con la empresa de aseo encargada no ha realizado un buen aprovechamiento de estos residuos.

Por lo anterior, la realización del presente trabajo brindará aportes tendientes a mejorar el desempeño ambiental de la empresa, particularmente en lo referente al manejo de los materiales que provienen de la construcción y/o demolición.

1.5. Delimitaciones

1.5.1. Delimitación Geográfica. El trabajo de investigación se desarrollará en el municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo, específicamente en la Empresa Metropolitana de Aseo Del Putumayo S.A.S ESP.

1.5.2. Delimitación Temporal. El proyecto está programado para ser ejecutado en un tiempo de cuatro meses.

1.5.3. Delimitación Conceptual. Los términos en los que se enmarca este proyecto son los siguientes: Ciclo de vida, entradas y salidas, desempeño ambiental.

1.5.4. Delimitación Operativa. Este proyecto de investigación está determinado por una metodología descriptiva, en razón que su propósito es la descripción del Ciclo de Vida de materiales que provienen de la construcción y/o demolición.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1. Marco histórico

A nivel internacional. Se han realizado varios estudios e investigaciones con relación a los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), entre ellas podemos se mencionan las siguientes:

En países como Dinamarca, Bélgica y Holanda, el reciclaje de residuos de construcción y demolición llega hasta el 75% de su aprovechamiento y reuso y aprovechamiento de estos materiales.

EPA, Environmental Protection Agency, en estudios realizados en el 2003, estimo que en los Estados Unidos los residuos de construcción y demolición ascienden a las 170 millones de toneladas, en donde esta cantidad se distribuye de la siguiente manera: 15 millones de toneladas generados en actividades de construcción inicial, en actividades de remodelación y/o restauración se generan 71 millones de toneladas, y en actividades de demolición de edificios se generan 84 millones de toneladas por año. (García, 2014).

Brasil es el primer país en América Latina donde fue instalada una g(L)-ns namios aems to92 reW*ñBT7(m)

residuos sólidos, donde todos los municipios brasileños deben aplicar un plan de gestión de residuos para la buena disposición de los escombros, ya que, aproximadamente el 60% del total de los residuos producidos son provenientes de procesos de construcción y demolición. (Mena, 2014).

Se determinaron que los concretos reciclados pueden ser usados como concretos clase dos, determinando que su mayor economía y resistencia a la tensión y flexión se da para muros de cemento menores a 300kg/m3. (Martínez, 2006).

A nivel nacional. En el ámbito nacional existen varias reseñas de investigaciones adelantadas y plasmadas en artículos científicos como lo es el publicado la revista Ingeniería y construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de de gestión para esta ciudad (Pacheco, 2017).

Otros estudios realizados en Colombia dados a conoce establece que en la ciudad de Bogotá D.C., los procesos de expansión y desarrollo urbano, crecimiento demográfico, generaron en el año 2011, un volumen aproximado de escombros (hoy denominados Residuos de Construcción y Demolición RCD) de 13 millones de t/año; correspondiente al material sobrante de las actividades de construcción y obras civiles. (Guarín, 2016).

Según el artículo Unidad logística de recuperación de residuos de construcción y
 generados en cada una de las etapas de la construcción civil, a lo largo de su vida útil
 (Aproximadamente cincuenta años), que constituyen del 41 al 60% de la cantidad total de los
 residuos generados en las ciudades y como poseen gran potencial de reincorporación en las
 cadenas productivas y económicas, son objeto de estudio y análisis a nivel nacional e
 inte -5 9?=>A6

En 2017 Cementos Argos en conjunto con Fanalca y Daeyangklj anunciaron su nuevo
 emprendimiento Granulados Reciclados de Colombia, una iniciativa que le apuesta a aprovechar
 los residuos de construcción para crear agregados, bases y sub- bases.

A nivel regional. El Instituto Tecnológico del Putumayo ha desarrollado varias líneas de
 investigación con respecto al manejo de residuos sólidos y escasamente se ha realizado una
 del estado actual del manejo de
 -5 6
 autores Karen J. Álvarez Bastidas y Elver J. Sánchez Arévalo exponen varias dificultades con
 respecto al aprovechamiento de este tipo de residuos, además los autores que en varios
 municipios del departamento no existen sitios de disposición final para los RCD, y que si los
 existen están sin reglamentar.

2.2. Marco contextual

El desarrollo de del proyecto se realizará en la Empresa de Aseo Metropolitano Emas Mocoa, específicamente en el área de Gestión Ambiental y disposición final, debido a que esta dependencia es la encargada de realizar el diagnóstico y las acciones de prevención, mitigación, control y minimización de impactos ambientales y determina los recursos necesarios para las acciones de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.

2.3. Marco conceptual

En la comprensión de este proyecto se debe tener conocimientos y dominio de una serie de conceptos dentro del cual se enmarca las siguientes temáticas.

Aprovechamiento. Proceso mediante el cual a través de la recuperación de los materiales provenientes de los de los residuos de construcción y demolición, se realiza su reincorporación al ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de los procesos como la reutilización y el reciclaje.

Ciclo de vida. Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final

Demolición selectiva. Consiste en una separación cuidadosa, que busca obtener los materiales con potencial reciclable o de reutilización al momento de una demolición, permitiendo aprovechar residuos y disminuir el volumen generado.

Escombros. Todo residuo sólido sobrante de la actividad de la construcción, de la realización de obras civiles o de otras actividades conexas complementarias o análogas.

Evaluación. Elemento dentro de la fase de interpretación del ciclo de vida que pretende establecer confianza en los resultados del análisis del ciclo de vida.

Generador. Persona natural o jurídica que realiza actividades de construcción, demolición y/o mejoras locativas produciendo RCD para su aprovechamiento o disposición final. Puede ser gran generador o pequeño generador. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012)

Gestor integral. persona natural o jurídica autorizada que realiza actividades de tratamiento, aprovechamiento, disposición final y transporte de RCD aprovechables

Interpretación del ciclo de vida. Fase del análisis del ciclo de vida en la que los hallazgos del análisis del inventario o de la evaluación del impacto, o de ambos, se evalúan en relación con el objetivo y el alcance definidos para llegar a conclusiones y recomendaciones.

Parte interesada. Persona o grupo que tiene un interés o está afectado por el desempeño ambiental de un sistema del producto o por los resultados del análisis del ciclo de vida.

Reciclaje. Proceso mediante el cual se procesan y transforman los residuos de construcción y demolición, para valorizar su potencial de reincorporación como materia prima o insumos para la obtención de nuevos productos

Recolección. Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la persona prestadora del servicio.

Residuos de construcción y demolición RCD. Se refiere a los residuos de construcción y demolición que se generan durante el desarrollo de un proyecto constructivo, entre los cuales se pueden encontrar los siguientes tipos:

Residuos de construcción y demolición RCD susceptibles de aprovechamiento:

- Productos de excavación, nivelaciones y sobrantes de la adecuación del terreno: tierras y materiales pétreos no contaminados productos de la excavación, entre otros.
- Productos usados para cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.
- Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos, entre otros.
- Otros residuos con normas específicas: amianto, asbesto cemento (tejas de Eternit) electrónicos, biosanitarios, etc. y demás que aparezcan en terreno. Incluir las definiciones de acuerdo a las normativas vigentes.

Reutilización o reúso. Es la prolongación de la vida útil de los RCD recuperados que se utilizan nuevamente, sin que para ello se requieran procesos adicionales de transformación.

Sitio de disposición final. Lugar autorizado destinado para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas y todo aquel RCD pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento.

Trasbordo o transferencia. Es la actividad de trasladar los residuos sólidos de un vehículo a otro por medios mecánicos, evitando el contacto manual y el esparcimiento de los residuos.

Transportador informal. Persona natural o jurídica que transporta residuos de construcción y demolición que realiza su disposición en sitios no autorizados para tal fin.

Tratamiento. Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos de construcción y demolición, incrementando sus posibilidades de reutilización o y se minimizan los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

2.4. Marco teórico

Los residuos de construcción y demolición se definen como aquellos que se generan a partir de actividades de construcción, renovación y demolición (Kofoworola y Gheewala, 2009), es de gran ayuda para ello varias clasificaciones de residuos para ello es importante la distribución de estos materiales y su clasificación dentro del Catálogo Europeo de Residuos.

Los residuos de la construcción y demolición RCD, hacen parte de las principales problemáticas de impacto negativo en el medio ambiente, para lo cual es necesario buscar herramientas donde se puedan evaluar y tomar acciones para mitigar estos impactos.

El análisis de ciclo de vida ACV, es una metodología establecida para evaluar los posibles impactos ambientales de un sistema, para lo cual es necesario la utilización y aplicación en este proyecto de las Normas ISO 14040: 2006 y 14044:2006.

De acuerdo con la propuesta de la Norma ISO 14040, un proyecto de análisis de ciclo de vida, se estructurará teniendo en cuenta las siguientes fases: 1. Objetivo y alcance del estudio, análisis del inventario, análisis del impacto e interpretación.

En el Objetivo y alcance del estudio, tiene definido como objetivo general el estudio del Ciclo de Vida de materiales que provienen de la construcción y/o demolición en la Empresa

que se detallan en el Anexo 9 y se clasifican de acuerdo a la metodología de la Norma ISO 14044.

En el análisis del inventario, comprende ya los datos y los procedimientos de cálculo para identificar y cuantificar los impactos ambientales definida como carga ambiental, esta carga se define como salida o entrada de material o energía de un sistema causando un efecto ambiental negativo.

Para el análisis del impacto, para ello es necesario realizar una clasificación y una categorización, y los resultados de la interpretación pueden adquirir la forma de conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones.

En el contexto regional, el crecimiento poblacional de la capital del Putumayo, ha generado una expansión urbanística considerable, además de la renovación del territorio que a consecuencia de fenómenos naturales han desfigurado el paisaje urbano del territorio mocoano.

Uno de los hechos más relevantes que desfiguró el paisaje urbano fue la catástrofe a causa de la avenida fluvial-torrencial del 31 de marzo de 2017, la cual desencadenó una serie de impactos negativos sobre esta urbe. En ese entonces Mocoa no estaba preparada para este siniestro, y por lo cual se perdieron vidas humanas y cuantiosos daños en la infraestructura urbana.

Los innumerables daños presentados por la destrucción de viviendas y de obras civiles causó que el municipio creara sitios de disposición final de forma arbitraria, desconociendo así la normativa legal vigente y más aún nunca se dio un buen manejo a este tipo de residuos. De acuerdo a lo anterior este proyecto busca generar conciencia sobre la importancia de la protección ambiental, y los impactos que se pueden asociar al manejo y aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, para lo cual es necesario analizar el ciclo de vida de estos residuos.

Para ello y en primera instancia se realizará una evaluación mediante la aplicación de la Norma ISO 14040 en donde se realizará un inventario de los datos de entradas y salidas del proceso conducentes a efectuar el análisis del Ciclo de Vida de materiales que provienen de la construcción y/o demolición, en la Empresa Metropolitana de Aseo Del Putumayo S.A.S ESP.

Luego se evaluará el impacto del ciclo de vida con la finalidad de determinar la importancia ambiental del proceso. Y finalizando se interpretarán los resultados del ciclo de vida como base

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1. Tipo de investigación

Para el desarrollo de este proyecto se utilizará los principios para una investigación descriptiva, en razón a lo expuesto por medio de esta modalidad será posible obtener la información que se necesita para proceso del estudio de análisis de ciclo de vida de residuos provenientes de las demoliciones de construcciones, manejo y aprovechamiento en la empresa metropolitana de aseo del Putumayo S.A.S ESP, aplicando la norma ISO 14040.

3.2. Población y muestra

3.2.1 Población. Para el objeto de estudio que tiene este proyecto y de acuerdo con Balestrini, (1999), la población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación. (p.122).

La población objeto de este estudio es el personal que labora en la Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo, con sede en la ciudad de Mocoa.

3.2.2 Muestra. Determinada la población del objeto de estudio, se entra a determinar o definir la muestra, cabe resaltar que esta muestra será una fracción representativa de la población,

- - 9 - 9 - - - - ;- - - - - - -

elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos

- - - - - os de manejo y

aprovechamiento de área de disposición final de la empresa metropolitana de aseo del Putumayo, sede Mocoa que está integrada por 10 personas que trabajan en esta oficina.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Descripción de las técnicas de recopilación de datos y de cálculo necesarias.

Para la realización del Análisis del Inventario de Ciclo de Vida, se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de datos:

Observación directa: Para el análisis del ciclo de Vida de Residuos de construcción y Demolición se definió mediante la observación directa los procesos unitarios que tiene el proceso de recolección, transporte de residuos de construcción y demolición y disposición final de estos residuos, para ello se realizó un seguimiento al plan operativo que tiene la Empresa EMAS, además de realizar un seguimiento a las rutas de recolección, desplazándose de forma aleatoria a los sitios donde se ejecuta el servicio de recolección de residuos, además de la toma de evidencias (registro fotográfico) del sistema de transporte que tiene la empresa para dicho fin, al final a partir de la autorización del Jefe del Relleno Sanitario, localizado en la Vereda Alto Afán, municipio de Mocoa, se realizó el ingreso a este sitio donde se evidencia los diferentes procesos que tiene la empresa para el manejo de este tipo de materiales.

Entrevista. Se realizaron una serie de preguntas puntuales al Jefe de Operación, al Jefe del Relleno Sanitario y a Trabajadores presentes en los diferentes procesos, así obtener datos más precisos y totalmente reales.

Visitas de Campo. Las visitas de campo se realizaron de la siguiente manera:

Visitas a las Instalaciones donde funciona la Empresa Metropolitana de Aseo, para obtener datos relacionados a rutas de recolección, transporte y disposición final de los residuos de construcción y demolición RCD.

Visita a la Secretaria de Planeación Municipal para obtención de información con relación al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS.

Inspección a las frecuencias de recolección establecidas por la Empresa EMAS, realizadas en sitios puntuales.

Visita al lugar de parqueo del Parque Automotor que tiene la Empresa EMAS.

Visitas al relleno sanitario para evidenciar los procesos que ahí ocurren en materia de disposición final.

3.4. Análisis de la información

Una vez obtenida la información se organizarán estos datos por medio de tablas y graficas que facilite se entendimiento y comprensión al momento de su interpretación. Para se tendrá en cuenta los requisitos y parámetros que contiene la Norma ISO 14040.

Capítulo 4. Presentación de Resultados

4.1. Inventario de los datos de entrega y salidas del proceso

4.1.1. Recopilación de la información. La Norma ISO 14040, en la cual establece las directrices para el análisis del Ciclo de Vida, es necesario contar con los lineamientos basados en esta norma, por lo cual y en desarrollo a los objetivos del trabajo de investigación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

Análisis del Inventario de Ciclo de Vida (AICV).

Evaluación del Inventario del Ciclo de Vida (EICV).

Interpretación del Ciclo de Vida (ICV).

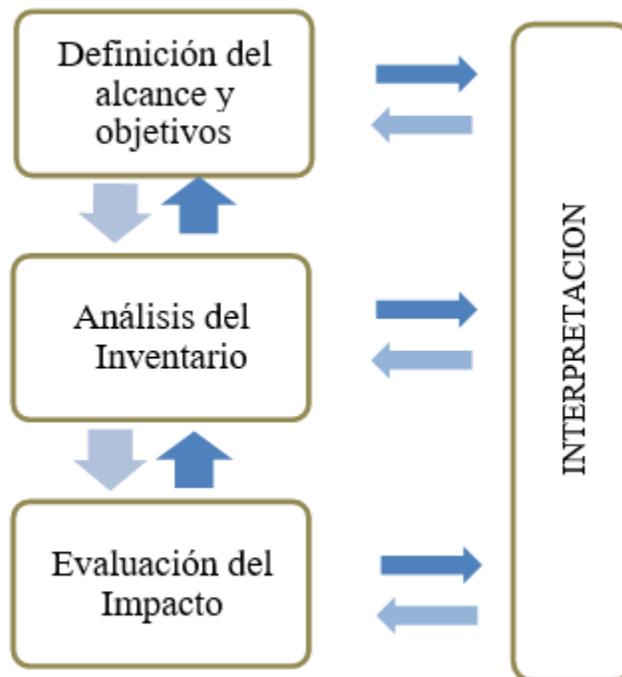


Figura 1. Marco de Evaluación del Ciclo de Vida - ISO 14040:2006

Definición del objetivo y el alcance del estudio: El objetivo del presente estudio consiste en analizar el ciclo de vida de materiales que provienen de la construcción y/o demolición en la Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S ESP, bajo la Norma ISO 14040.

Para su realización se ha tomado como unidad funcional el volumen en toneladas de escombros recolectados, transportados y su disposición final. Así mismo el tipo de combustible utilizado con su respectivo factor de emisiones de gases y material particulado en kg/gal.

El estudio se limita a las actividades de recolección de residuos de construcción, a su transporte y la disposición final en la escombrera seleccionada para tal fin. No se tiene en cuenta las actividades de demolición de estructuras ni pavimentos, ni tampoco la transformación, pues estos residuos no se clasifican ni se reciclan para la elaboración de nuevas materias primas.

Análisis de ciclo de vida. El análisis de ciclo de vida (ACV), consiste en la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema a lo largo de su ciclo de vida, es decir desde la adquisición de materias primas o de su generación a partir de los recursos naturales hasta su disposición final (ISO (international organization standardization) International Estándar iso 14040: Environmental Management Life Cycle Assessment Principles And Framework Geneva, Switzerland, 2006).

En el ciclo de vida se establecen las etapas concebidas como proceso consecutivo de un producto. Para el caso de estudio, desde la generación de la materia prima, el transporte y disposición final de los residuos generados en las actividades propias de la empresa, tal como se muestra en la Figura N°2



Figura 2. Ciclo de Vida RCD

Para fines del desarrollo de este trabajo de investigación y para el cumplimiento de los objetivos trazados para el mismo, el Análisis del Ciclo de Vida para materiales que provienen del sector de la industria de la construcción, se realizó este análisis bajo las estas tres etapas: análisis de inventario (ICV), evaluación de impacto (EICV), e interpretación de los resultados.

Estado Actual de la Gestión de RCD en el Municipio de Mocoa. Para el inicio del estudio y para dar cumplimiento al primer objetivo específico contemplado para este caso, fue necesario obtener información que relacione de manera directa al desarrollo de las metas que necesita el estudio. Para ello fue necesario realizar visitas a las entidades involucradas con el manejo de residuos sólidos, además de obtener información oficial con relación a la normativa vigente que rige en el Municipio de Mocoa, las visitas que se realizaron fueron a las entidades públicas, y en especial a la Secretaria de Planeación Municipal de la cual se logró obtener información esencial como decretos, resoluciones, y el Plan de Gestión Integral de Residuos

Sólidos PGIRS, de igual manera se solicitó información de la gestión de los RCD a la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS. A continuación, se relaciona la información obtenida por las entidades.

El veintiocho (28) de junio de 2016 la Alcaldía del Municipio de Mocoa mediante el decreto 00109 adoptó el PLAN DE GESION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS PGIRS, en donde establece en su contenido y en primera instancia da a conocer sobre la gestión integral de residuos sólidos en un contexto nacional y local, de igual manera se establece La Línea Base, en donde hace referencia a la situación actual del manejo de residuos sólidos en el municipio, además de los parámetros que se debe tener en cuenta de acuerdo a los aspectos institucionales del servicio público de aseo, la generación de los residuos sólidos, la recolección y transporte, el barrido de vías y áreas públicas, lavado de áreas públicas, además como se hace el aprovechamiento y como se hace la disposición final, manejo de residuos especiales y los residuos de construcción y demolición, gestión de residuos en el área rural y gestión de riesgos.

Que de acuerdo a la información obtenida del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGRIS, se puede establecer los siguientes aspectos:

Cantidad mensual de RCD generados. De acuerdo al PGIRS, en la actualidad no se cuenta con un registro de pesaje de residuos de construcción y demolición (RCD), este servicio se presta en atención a PQRS de los usuarios del servicio.

Caracterización de los RCD generados. De acuerdo a la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS Mocoa, no cuenta con una caracterización de los residuos generados de actividades de construcción y demolición.

Tipo de sitio para la disposición final o aprovechamiento de RCD. El municipio de Mocoa ha dado licencia de funcionamiento a dos escombreras que se localizan en vereda medio Afán, salida a Pitalito (Huila)

RCD aprovechados en los últimos años. Hasta el momento no se realiza ningún aprovechamiento de este tipo de residuos que provienen de la industria de la construcción.

Recolección y disposición final de RCD. El operador de este servicio es la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS Mocoa, de igual manera se realiza el transporte de estos materiales a través de vehículos particulares hacia los sitios autorizados por la administración municipal.

De acuerdo a lo anterior cabe mencionar que el Municipio de Mocoa mediante decreto 00118 del 20 de junio de 2017, estableció el procedimiento para el funcionamiento de escombreras municipales públicas y privadas en el municipio de San Miguel de Agreda de Mocoa, en donde en la actualidad el municipio cuenta con dos escombreras de tipo privado, en donde no se realiza ningún tipo de manejo o aprovechamiento de este tipo de materiales.

La gestión de los residuos de construcción y demolición. Este aspecto cuenta con una definición, consideraciones y etapas, las cuales se describen a continuación:

Definición. La gestión de residuos se define como: el conjunto de actividades dirigidas a prevenir, reducir, aprovechar y disponer finalmente de los RCD (Artículo 2 Resolución 0472 28 de Febrero de 2017).

Consideraciones. Qué acuerdo a la legislación colombiana para el tratamiento de RCD, se basan de acuerdo a los siguientes reparos:

- - - - - 9 - - - - -
 proteger, prevenir, controlar y planificar la diversidad, integralidad y aprovechamiento de los recursos naturales con el fin de conservarlos para garantizar no solo el desarrollo
 9 - - - - - - - - - -
 - - - - - - - - - -inadecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición RCD (anteriormente denominados escombros), se
 - - - - - 9 - - - - - ;
 - - - - - - - - - - 9 - - - - -
 modelo actual de la gestión de residuos en Colombia, en el año 2011 se produjeron en las ciudades de Bogotá, Medellín, Santiago de Cali, Manizales, Cartagena, Pereira, Pastos,
 9 9 9 - - - - - -??;? =, - - - - - ;
 - - - - - - - - - - - - - - - -
 de residuos de construcción y demolición RDC. (0472 28 de febrero de 2017).

Etapas. Que según la resolución 472 de 2017, determinó las actividades o etapas para la gestión integral de los residuos de construcción y demolición y que de acuerdo a ello se debe realizar las siguientes operaciones:

Prevención y Reducción. En esta etapa se debe determinar una planeación adecuada de la obra, que incluya la determinación de la cantidad estrictamente necesario de materiales de construcción requeridos, con el fin de evitar pérdida de materiales además de realizar una adecuada separación en sitio de los materiales que provienen de la construcción.

Recolección y transporte. Los residuos que provengan de las obras deben ser recogidos y cargados en contenedores, evitando su dispersión, o pérdida en el transporte, de igual manera el vehículo en el que se realice el transporte debe cumplir con los estándares y normas vigentes de tránsito y transporte.

Almacenamiento. Que de acuerdo a la magnitud de residuos que se generen en obra, se deberá optar por obtener un sitio temporal de almacenamiento de RCD, y en estos sitios realizar la separación de acuerdo al tipo de RCD que se tenga en el momento. Además, se debe establecer medidas de manejo mínimas tales como evitar contaminación visual, manejar la escorrentía y el drenaje y establecer controles de sedimentos, y adema se de tener en el área la señalización pertinente.

Aprovechamiento. Para obtener un beneficio de estos residuos se debe contener como mínimo las siguientes áreas: Recepción pesaje, separación y almacenamiento por tipo de RCD aprovechables, aprovechamiento y almacenamiento de productos y sub productos.

Disposición final. Ya al finalizar estas actividades todo el material que no pueda ser aprovechado será desechado a un sitio controlado y que minimice los impactos ambientales.

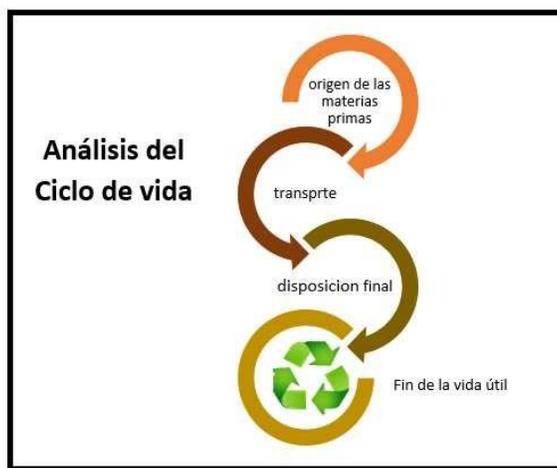


Figura 3. Análisis Ciclo de Vida

Gestión de Residuos Sólidos y RCD en el municipio de Mocoa por parte de la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS-MOCOA. La Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, es una filial de la Empresa VEOLIA, quienes están presentes en ciudades como Cali, Cartagena, Cúcuta, montería, Pasto, Manizales, Mocoa, unja y San Andrés entre otras ciudades.

Que de acuerdo a la Resolución 0696 del seis (06) de junio de 2018, por cual se otorga la Licencia Ambiental por parte de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia a la Empresa Metropolitana de Aseo Emas Putumayo S.A.S E.S.P, quien hará la

- - - - -

Dentro de los servicios que presta la empresa está la recolección separada de los residuos sólidos ordinarios y teniendo en cuenta si el PGRIS establezca programas de aprovechamiento, la recolección de residuos con destino a disposición final deberá hacerse de forma separada de aquellos con posibilidad de aprovechamiento.

El Parque Tecnológico Ambiental Waira se encuentra localizado en la zona rural de Mocoa en inmediaciones de la Vereda Medio Afán en donde recibe en promedio 38,4 a 40,5 Ton/día de residuos procedentes de los municipios de Mocoa y Villagarzón. Cuenta con 100 Ha divididas de la siguiente manera:

Zona operativa.

Zona verdes y arborización

Zonas para instalaciones operativas

Zona para bascula

Zona de tratamiento de lixiviados

Zonas clausuradas.

4.1.2 Determinación de las entradas. Esta etapa comprende la obtención de datos, cifras, estadísticas, además de los cálculos para más adelante cuantificar los impactos ambientales que se generan a través de los RCD, para ello es necesario tener en cuenta que las entradas así mismo como las salidas generan un impacto negativo al medio. Para este caso de estudio se tiene que muestra una cuantificación de residuos de forma anual, y se sigue con la caracterización de acuerdo a los sectores institucional, comercial y por estrato. Los datos fueron suministrados por la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS y de los cuales se denotan a continuación:

Cantidad de residuos recibidos y municipios atendidos. De acuerdo con la información suministrada por el Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, el sitio de disposición final, recibe un promedio de 39 toneladas/día. Los residuos provenientes corresponden a dos municipios del Departamento del Putumayo, Mocoa y Villagarzón.

Tabla 1

Toneladas Dispuestas 2017.

| <i>Mes</i> | <i>Cantidad de Residuo (SUI-Costo de disposición final- operador sitio de disposición final)</i> | <i>Cantidad de residuos (SUI Disposición Final - Operador del sitio de disposición final)</i> |
|---------------------|--|---|
| <i>Enero</i> | 968,62 | 968,62 |
| <i>Febrero</i> | 993,59 | 993,59 |
| <i>Marzo</i> | 1.063,33 | 1.063,33 |
| <i>Abril</i> | 1.214,37 | 1.214,37 |
| <i>Mayo</i> | 1.096,9 | 1.096,9 |
| <i>Junio</i> | 1.018,27 | 1.018,27 |
| <i>Julio</i> | 1.020,42 | 1.020,42 |
| <i>Agosto</i> | 967,16 | 967,16 |
| <i>Septiembre</i> | 790,82 | 790,82 |
| <i>Octubre</i> | 809,33 | 809,33 |
| <i>Noviembre</i> | 1.062,97 | 1.062,97 |
| <i>Diciembre</i> | 812,1 | 812,1 |
| <i>Total</i> | 11.817,88 | 11.817,88 |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Tabla 2*Toneladas Dispuestas 2018.*

| <i>Mes</i> | <i>Cantidad de Residuo (SUI-Costo de disposición final- operador sitio de disposición final)</i> | <i>Cantidad de residuos (SUI Disposición Final - Operador del sitio de disposición final)</i> |
|-------------------|--|---|
| <i>Enero</i> | <i>1.197,95</i> | <i>1.197,95</i> |
| <i>Febrero</i> | <i>1.030,79</i> | <i>1.030,79</i> |
| <i>Marzo</i> | <i>1.113,62</i> | <i>1.113,62</i> |
| <i>Abril</i> | <i>1.107,46</i> | <i>1.107,46</i> |
| <i>Mayo</i> | <i>1.243,16</i> | <i>1.243,16</i> |
| <i>Junio</i> | <i>1.229,25</i> | <i>1.229,25</i> |
| <i>Julio</i> | <i>1.193,78</i> | <i>1.193,78</i> |
| <i>Agosto</i> | <i>1.071,48</i> | <i>1.071,48</i> |
| <i>Septiembre</i> | <i>1.215,19</i> | <i>1.215,19</i> |
| <i>Octubre</i> | <i>809,33</i> | <i>809,33</i> |
| <i>Noviembre</i> | <i>1.062,97</i> | <i>1.062,97</i> |
| <i>Diciembre</i> | <i>1.149,82</i> | <i>1.149,82</i> |
| <i>Total</i> | <i>13.975,96</i> | <i>13.975,96</i> |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Caracterización de residuos. La caracterización de los residuos sólidos que se generan en el municipio de Mocoa y son dispuestos en el sitio de disposición final Parque Tecnológico Ambiental Wayra, para ello su caracterización la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, toma muestras de residuos sólidos por estrato (1, 2 y 3), institucionales y comerciales, las cuales fueron analizadas bajo el método de cuarteo, a continuación, se muestran los resultados para cada sector:

Tabla 3*Caracterización residuos sector institucional.*

| Tipo de residuos | Porcentaje % |
|--|---------------------|
| Residuos sólidos orgánicos | 1.73 |
| Residuos sólidos inorgánicos reciclables | 84.68 |
| Otros residuos ordinarios | 13.59 |

Fuente: SUI, Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

La relación de composición de los residuos sólidos del sector institucional reciclables se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4

Caracterización residuos sector institucional.

| Componente | Porcentaje % |
|---------------------------------------|--------------|
| Vidrio | 1.73 |
| Cartón | 84.68 |
| Papel archivo | 13.59 |
| Otros productos de Papel | 17.86 |
| (1) PET-Polietileno tereftalato | 5.77 |
| (2) PEAD-Polietileno de alta densidad | 9.52 |
| (3) PEBD Polietileno de baja densidad | 20.26 |

Fuente: SUI, Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Tabla 5

Caracterización residuos sector Comercial

| Tipo de residuos | Porcentaje % |
|--|--------------|
| Residuos sólidos orgánicos | 25.67 |
| Residuos sólidos inorgánicos reciclables | 64.90 |
| Otros residuos ordinarios | 9.43 |

Fuente: SUI, Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Tabla 6

Caracterización residuos sector institucional.

| Componente | Porcentaje % |
|---------------------------------------|--------------|
| Vidrio | 15.87 |
| Cartón | 21.25 |
| Papel archivo | 34.44 |
| Otros productos de Papel | 10.76 |
| (1) PET-Polietileno tereftalato | 10.76 |
| (2) PEAD-Polietileno de alta densidad | 4.71 |
| (3) PEBD Polietileno de baja densidad | 12.97 |

Fuente: SUI, Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Caracterización de residuos sólidos por estrato, Estrato 1.

Tabla 7

Caracterización residuos estrato 1

| Tipo de residuos | Porcentaje % |
|--|---------------------|
| Residuos sólidos orgánicos | 35.51 |
| Residuos sólidos inorgánicos reciclables | 44.45 |
| Otros residuos ordinarios | 17.40 |
| Residuos de Construcción y demolición | 2.63 |

Fuente: SUI, Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Tabla 8

Caracterización residuos estrato 1

| Componente | Porcentaje % |
|---------------------------------------|---------------------|
| Vidrio | 15.87 |
| Cartón | 21.25 |
| Papel archivo | 34.44 |
| Otros productos de Papel | 10.76 |
| (1) PET-Polietileno tereftalato | 10.76 |
| (2) PEAD-Polietileno de alta densidad | 4.71 |
| (3) PEBD Polietileno de baja densidad | 12.97 |
| (7) Otra clase de plásticos | 11.24 |
| Chatarra | 12.27 |
| Aluminio | 0.71 |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Estrato 2.

Tabla 9

Caracterización residuos estrato 2

| Tipo de residuos | Porcentaje % |
|--|---------------------|
| Residuos sólidos orgánicos | 26.66 |
| Residuos sólidos inorgánicos reciclables | 54.34 |
| Otros residuos ordinarios | 15.38 |
| Residuos de Construcción y demolición | 3.31 |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Tabla 10*Caracterización residuos estrato 2*

| Componente | Porcentaje % |
|---------------------------------------|--------------|
| Vidrio | 29.48 |
| Cartón | 20.30 |
| Papel archivo | 14.38 |
| Otros productos de Papel | 3.24 |
| (1) PET-Polietileno tereftalato | 9.91 |
| (2) PEAD-Polietileno de alta densidad | 3.46 |
| (3) PEBD Polietileno de baja densidad | 6.45 |
| (7) Otra clase de plásticos | 1.91 |
| Chatarra | 10.87 |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Estrato 3.**Tabla 11***Caracterización residuos estrato 3*

| Tipo de residuos | Porcentaje % |
|--|--------------|
| Residuos sólidos orgánicos | 35.83 |
| Residuos sólidos inorgánicos reciclables | 45.62 |
| Otros residuos ordinarios | 17.51 |
| Residuos de Construcción y demolición | 1.03 |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Tabla 12*Caracterización residuos estrato 3*

| Componente | Porcentaje % |
|---------------------------------------|--------------|
| Vidrio | 22.82 |
| Cartón | 14.55 |
| Otros productos de Papel | 18.54 |
| (1) PET-Polietileno tereftalato | 9.96 |
| (2) PEAD-Polietileno de alta densidad | 2.94 |
| (3) PEBD Polietileno de baja densidad | 6.96 |
| (7) Otra clase de plásticos | 11.24 |
| Chatarra | 12.27 |
| Aluminio | 0.71 |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Tabla 13*Consolidado de RDC generados por Estrato. Año 2018*

| Estrato | Cantidad de residuos (SUI –
Disposición Final - Operador del
sitio de disposición final) |
|----------------|---|
| Estrato 1 | 367.57 |
| Estrato 2 | 462.60 |
| Estrato 3 | 143.95 |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

4.1.3. Determinación de los procesos. Para la determinación de los procesos que se desarrollan en esta etapa, es necesario, conocer las distintas fases que atraviesa el RDC, para realizar esta etapa se consideró realizar una inspección visual de los procesos de recolección, transporte y transferencia de los RDC que se generan en el municipio de Mocoa, además de contar con la información suministrada por la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, en donde dicha información contiene, datos precisos con relación a la cobertura, frecuencia de recolección y el parque automotor que cuenta la entidad para realizar los diferentes procesos de recolección, transporte y transferencia:

Cobertura de recolección urbana: El servicio de recolección que presta la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS-Putumayo llega a una cobertura del 99,9% del casco urbano del Municipio de Mocoa.

Frecuencia de recolección en la urbana: La prestación del servicio de recolección en la área residencial del Municipio de Mocoa se realiza en 2 turnos a la semana, y cuenta con la asignación de rutas que se dan a conocer en la siguiente tabla, cabe destacar que la prestación del sistema de recolección tiene 3 macrorutas, las cuales abarcan todos los barrios existentes, esta recolección inicia a partir de las 6:00a.m y finaliza entre las 3:00p.m y 4:00p., con una frecuencia de 2 veces en la semana.

Tabla 14*Rutas de recolección.*

| <i>Ruta</i> | <i>Barrios Servidos</i> |
|------------------------------|--|
| Ruta N° 1 Lunes Y Jueves | Plaza De Mercado, Centro, José María Hernández, Policía Nacional, La Loma, Naranjito, La Peña, Zona Libre, Villa Solar, Rumipamba, Independencia, Álamos, Hospital, ITP, Luis Carlos Galán, Obrero Segunda Etapa, Floresta 1, Floresta 2, Esmeralda, La Cárcel, Los Pinos, San Miguel, Guaduales, San Fernando, Simón Bolívar, Villa Caimaron, Frigomayo. |
| Ruta N° 2 Martes Y Viernes | Plaza De Mercado, San Agustín, Avenida Colombia, El Dorado, El Jardín, Olímpico, El Peñón, Villa Natalia, Villa Diana, Villa Del Rio, Villa Daniela, Bomberos, Villa Colombia, Obrero Primera Etapa, Los Prados, Huasipanga, Las Vegas, Progreso, Jorge Eliecer Gaitán, Villa Del Norte, La Unión, Condominio Norte, El Carmen, La Reserva, Los Ángeles, San Agustín, Calima, Jardines De Babilonia. |
| Ruta N° 3 Miércoles Y Sábado | Plaza De Mercado, Goretti, Kennedy, Miraflores, Pablo Sexto Etapa I Y II, Venecia, José Omero Alto, José Omero Bajo, Cinco De Septiembre, Sauces, San Andrés, Diviso, Paraíso, Bella Vista, Sinaí, Libertador, Palermo, Villa Docente, Las Américas, Acacias, Avenida 17 De Julio, Quintas De La Colina, Madrigal, Santa Inés, Palermo Sur. |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Para las actividades de recolección EMAS Putumayo tiene un parque automotor que lo conforman 4 carros recolectores, y una retroexcavadora, a continuación, se realiza la relación del parque automotor que tiene la EMAS-Putumayo.

Tabla 15*Carros Recolectores Y Maquinaria*

| Carros Recolectores Y Maquinaria | | | | | | |
|---|--------------|--------|-----------|---------------------|------------------------------|-------------------|
| Placa | Marca | Modelo | Capacidad | Tipo de Combustible | Capacidad Tanque Combustible | Descripción |
| TDW 996 | Intemational | 2015 | 20Ton. | Diésel | 100gal-378lt | Carro compactador |
| TDW 995 | Intemational | 2015 | 20Ton. | Diésel | 100gal-378lt | Carro compactador |
| TDW 998 | Intemational | 2015 | 14Ton. | Diésel | 100gal-378lt | Volqueta |
| OFB 046 | Intemacional | 2020 | 20Ton. | Diésel | 100gal -378lt | Carro Compactador |
| R220 LC | Hyundai | 2014 | | Diésel | 105,7gal-400lts | Retroexcavadora |

Fuente: Empresa Metropolitana de Aseo del Putumayo S.A.S. E.S.P

Transferencia. En la actualidad la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, NO cuenta con estaciones de transferencia.

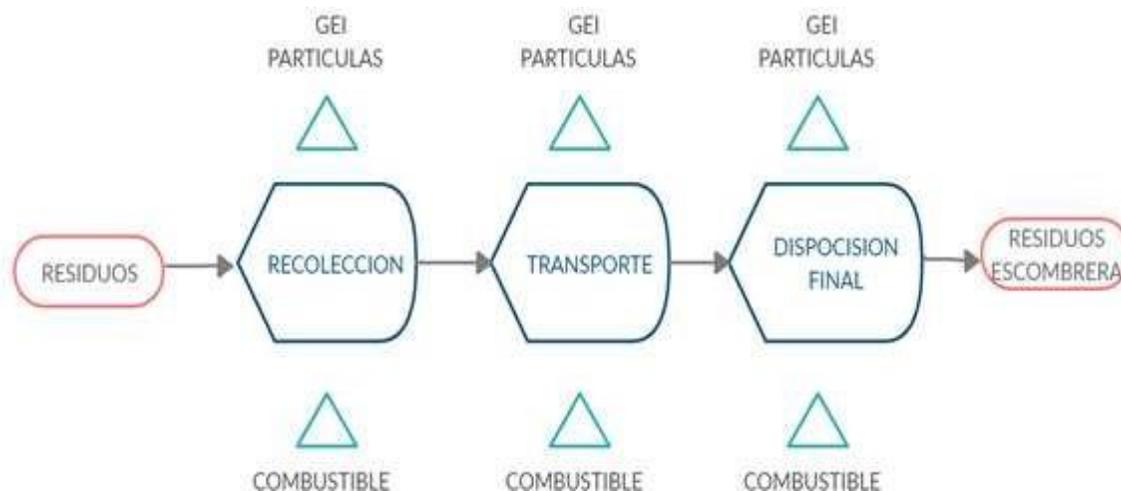


Figura 4. Flujo de procesos. Recolección de escombros.

4.1.4. Determinación de las salidas. Para la determinación de las salidas se realiza una recopilación de datos.

Tabla 16
Consolidación de Datos

| <i>Estrato</i> | <i>Cantidad de residuos (SUI Disposición Final - Operador del sitio de disposición final)
ton/año</i> |
|----------------|---|
| Estrato 1 | 367,57 |
| Estrato 2 | 462,6 |
| Estrato 3 | 143,95 |
| PROMEDIO | 324,71 |
| semanal | 6,23 toneladas de escombros/semana |

Fuente: Autor del proyecto.

| RETROEXCAVADORA R22OLC HYUNDAI modelo 2014 | | | |
|---|---|----------------------------------|---|
| Retroexcavadora | Consumo:
1,85 gal/hora
5 horas /día | 9,25 gal/día | 5 días de trabajo
231,25 gal/semana |
| <i>Galones/ Semana</i> | <i>Densidad ACPM</i> | <i>Total</i> | |
| 231,25 | 0,860 | 198,875 | |
| 198,875 kg/semanales | | | |
| Un galón americano | Densidad del DIESEL en Colombia | Consumo de DIESEL/ semana | |
| 3,785 litros | 0,86 | 231,25 gal | |
| <i>Un galón de ACPM pesa</i> | 2,799 | | |
| Galones consumidos | 231*2,799 | 647,27 | |
| Consumo de DIESEL kg/semana | | 647,27 kg | |
| Emisión De Contaminante Retroexcavadora | | | |
| Factor De Emisión Euro VI | | G/Kg De Combustible | |
| CO | PM | NH3 | Nox |
| 7,58gr | 0,94 gr | 0,013 gr | 33,37 gr |
| 4906,3 gr | 608,4 gr | 8,41 gr | 21599,4 gr |
| CO | PM | NH3 | Nox |
| 4,9 kg | 0,608 kg | 0,0084 kg | 21,59kg |

Figura 5 Maquinaria Utilizada En El Proceso (Retroexcavadora)
Fuente: Autor del proyecto.

Cantidad de gases contaminantes en kg emitidos a la atmosfera por actividades realizadas por la retroexcavadora

Monóxido de Carbono: 4,9Kg Material Particulado: 0,608Kg
Amoniaco Contaminante: 0,0084Kg Óxidos de Nitrógeno: 21,59Kg

| VOLQUETA TDW-998 Internacional modelo 2015 | | | |
|--|---------------------|--------------------------------|------------------|
| <i>Recorrido diario</i> | <i># de viajes</i> | <i>total, km ida y regreso</i> | |
| 9,8 km | 5 | 98 km/día | |
| <i>Consumo de combustible</i> | | <i>Distancia recorrida</i> | |
| <i>Cargada</i> | 6,7 km/galón | 49 km | |
| <i>vacía</i> | 4,0 km/galón | 49 km | |
| Total, Consumo de Combustible | | | |
| <i>Un galón americano =</i> | 3,255 litros | | |
| <i>Densidad del ACPM =</i> | 0,86 | | |
| <i>Un galón de ACPM pesa =</i> | 2,799 kg | | |
| <i>Galones ACPM Consumidos</i> | 524,3*2,799 | | |
| Combustible Consumido En Kg =1467,7 kg | | | |
| Emisión De Contaminante Por El Uso De La Volqueta | | | |
| Factor De Emisión Euro Vi G/Kg De Combustible | | | |
| CO | PM | NH3 | Nox |
| 7,58 | 0,94 | 0,013 | 33,37 |
| <i>Combustible Consumido En Kg</i> | | | 1467,7 kg |
| CO | PM | NH3 | Nox |
| 11,13 | 1,38 | 0,02 | 1,43 |

Figura 6 Maquinaria Utilizada En El Proceso (Volqueta)
Fuente: Autor del proyecto.

Cantidad de gases contaminantes en kg emitidos a la atmosfera

Monóxido de Carbono:11,13Kg Material Particulado: 1,38Kg

Amoniaco Contaminante: 0,02Kg Óxidos de Nitrógeno: 1,43Kg

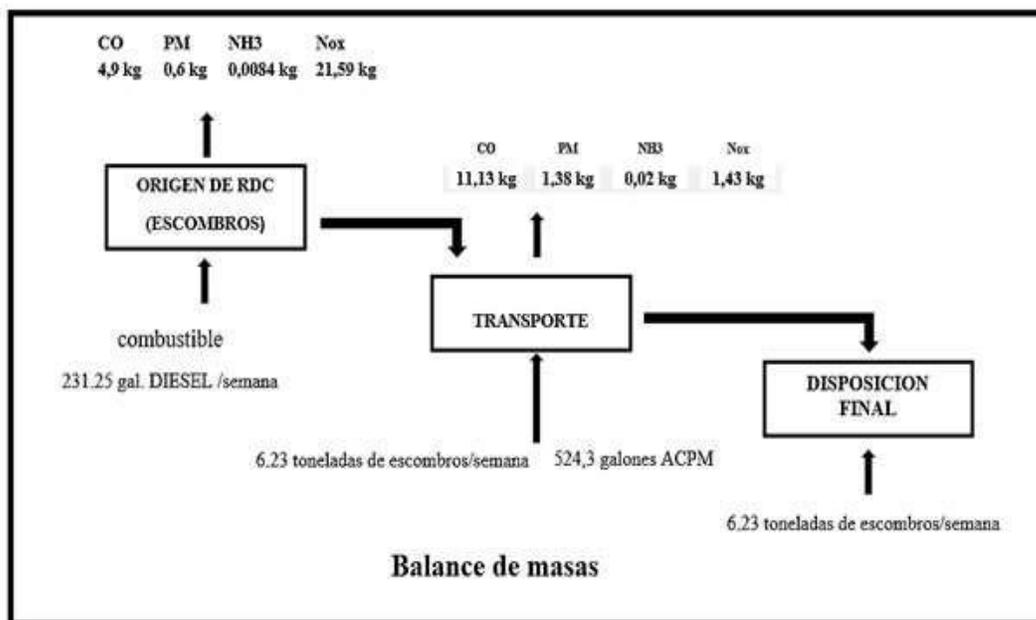


Figura 7 Balance de Masas

4.2. Evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida

En cumplimiento del segundo objetivo propuesto para este estudio, se realiza las siguientes acciones.

Para la evaluación del impacto se utilizó el método de EPM o método Arboleda. Esta metodología Fue desarrollada por la Unidad Planeación Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en el año 1986, con el propósito de evaluar proyectos de aprovechamiento hidráulico de la empresa, pero posteriormente se utilizó para evaluar todo tipo de proyectos de EPM y ha sido utilizado por otros evaluadores para muchos tipos de proyectos con resultados favorables. Ha sido aprobado por las autoridades ambientales colombianas y por entidades internacionales como el Banco Mundial y el BID.(Arboleda, 2008) 4631.

4.2.1. Categorización del Impacto. *Las categorías de evaluación.* Cada impacto se debe evaluar con base en los siguientes parámetros o criterios:

Clase (C): Este criterio define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto, el cual puede ser:

Positivo (+, P) si mejora la condición ambiental analizada o

Negativo (-, N) si la desmejora.

Presencia (P): En la mayoría de los impactos hay certeza absoluta de que se van a presentar, pero otros pocos tienen un nivel de incertidumbre que debe determinarse. Este criterio califica la posibilidad de que el impacto pueda darse y se expresa como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia, de la siguiente manera:

Tabla 17

Rango de Probabilidades de acuerdo a la Presencia

| Presencia | Valor |
|---|--------------------|
| Cierta: si la probabilidad de que el impacto se presente es del 100% | 1.0 |
| Muy probable: si la probabilidad está entre 70 y 100 % | 0.7 y 0.99 |
| Probable: si la probabilidad está entre 40 y 70 % | 0.4 y 0.69 |
| Poco probable: si la probabilidad está entre 20 y 40 % | 0.2 a 0.39 |
| Muy poco probable: si la probabilidad es menor a 20 % | 0,01 a 0.19 |

Duración (D): Con este criterio se evalúa el período de existencia activa del impacto, desde el momento que se empiezan a manifestar sus consecuencias hasta que duren los efectos sobre el factor ambiental considerado. Se debe evaluar en forma independiente de las

posibilidades de reversibilidad o manejo que tenga el impacto. Se expresa en función del tiempo de permanencia o tiempo de vida del impacto, así:

Tabla 18

Rango de Probabilidades de acuerdo a la Duración

| Duración | Valor |
|--|--------------------|
| Muy larga o permanente: si la duración del impacto es mayor a 10 años | 1.0 |
| Larga: si la duración es entre 7 y 10 años | 0.7 y 0.99 |
| Media: si la duración es entre 4 y 7 años | 0.4 y 0.69 |
| Corta: si la duración es entre 1 y 4 años | 0.2 a 0.39 |
| Muy corta: si la duración es menor a 1 año | 0,01 a 0.19 |

Evolución (E): Califica la rapidez con la que se presenta el impacto, es decir la velocidad como éste se despliega a partir del momento en que inician las afectaciones y hasta que el impacto se hace presente plenamente con todas sus consecuencias. Este criterio es importante porque dependiendo de la forma como evoluciona el impacto, se puede facilitar o no la forma de manejo. Se expresa en términos del tiempo transcurrido entre el inicio de las afectaciones hasta el momento en que el impacto alcanza sus mayores consecuencias o hasta cuando se presenta el máximo cambio sobre el factor considerado, así:

Tabla 19

Rango de Probabilidades de acuerdo a la Evolución

| Evolución | Valor |
|--|--------------------|
| Muy rápida: cuando el impacto alcanza sus máximas consecuencias en un tiempo menor a 1 mes después de su inicio | 1.0 |
| Rápida: si este tiempo está entre 1 y 12 meses | 0.7 y 0.99 |
| Media: si este tiempo está entre 12 y 18 meses | 0.2 y 0.39 |
| Lenta: si este tiempo está entre 18 y 24 meses | 0.4 a 0.69 |
| Muy lenta: si este tiempo es mayor a 24 meses | 0,01 a 0.19 |

Magnitud (M): Este criterio califica la dimensión o tamaño del cambio sufrido en el factor ambiental analizado por causa de una acción del proyecto. Se expresa en términos del porcentaje de afectación o de modificación del factor (por este motivo también se denomina magnitud relativa) y puede ser:

Tabla 20

Rango de Probabilidades de acuerdo a la Evolución

| Magnitud | Valor |
|--|--------------------|
| Muy alta: si la afectación del factor está mayor al 80%, o sea que se destruye o cambia casi totalmente | 1.0 |
| Alta: si la afectación del factor está entre 60 y 80 %, o sea una modificación parcial del factor analizado | 0.7 y 0.99 |
| Media: si la afectación del factor está entre 40 y 60 %, o sea una afectación media del factor analizado | 0.4 y 0.69 |
| Baja: si la afectación del factor está entre 20 y 40 %, o sea una afectación baja del factor analizado | 0.2 a 0.39 |
| Muy baja: cuando se genera una afectación o modificación mínima del factor considerado, o sea menor al 20 % | 0,01 a 0.19 |

A continuación, se presenta un resumen de los rangos que se aplican para la calificación de los criterios utilizados en la metodología EPM

Tabla 21

Resumen de Parámetros

| Presencia | Duración | Evolución | Magnitud | Puntaje |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------|
| Cierta | Muy Larga O Permanente (>10 Años) | Muy Rápida (<1mes) | Muy Alta (Mr> A 80%) | 1,00 |
| Muy Probable | Larga (>7años Y <10años) | Rápida (>1mes Y <12meses) | Alta (>60% A <80%) | 0.7<0,99 |
| Probable | Media (>4años Y 7años) | Media (>18 Meses Y <24meses) | Media (> 40% Y <60%) | 0,4<0,69 |
| Poco Probable | Corta (>1años Y <4años) | Lenta (>18meses Y 24 Meses) | Baja (>20% Y <40%) | 0,2<0,39 |
| No Probable | Muy Corta (<1año) | Muy Lenta (>24 Meses) | Muy Baja (<19%) | 0,01<0,19 |

Fuente: Autor del proyecto.

4.2.2. Calificación ambiental del impacto. La calificación ambiental (Ca) es la expresión de la acción conjugada de los criterios con los cuales se calificó el impacto ambiental y representa la gravedad o importancia de la afectación que este está causando.

El grupo que se encarga de las evaluaciones ambientales en EPM, por medio de un Procedimiento analítico, desarrolló una ecuación para la calificación ambiental que permitió obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios anteriormente indicados, con el siguiente resultado:

Un análisis del asunto determinó que los criterios utilizados tenían un peso relativo diferente en la ecuación, por lo que debían ser afectados por unas constantes de ponderación que los equilibraran. Mediante un análisis de sensibilidad se determinaron las siguientes constantes de ponderación: $a = 7.0$ y $b = 3.0$.

Se obtuvo entonces la siguiente ecuación para expresar la calificación ambiental de un determinado impacto:

$$Ca = C * (P * [a * E * M + b * D])$$

Dónde:

$Ca =$ calidad ambiental

$C =$ clase de impacto: positivo o negativo

$a =$ constante de poderacion = 7.0

$b =$ constante de poderacion = 3.0

$E = Evolucion$

$M = magnitud\ relativa$

$D = Duracion$

Donde reemplazando los valores de a y b se obtiene

$$Ca = C * (P * [7.0 * E * M + 3.0 * D])$$

De acuerdo con las calificaciones asignadas individualmente a cada criterio, el valor absoluto de Ca será mayor que cero y menor o igual que 10.

El valor numérico que arroja la ecuación se convierte luego en una expresión que indica la importancia del impacto asignándole unos rangos de calificación de acuerdo con los resultados numéricos obtenidos, de la siguiente manera:

Tabla 22

Resultados de la evaluación aspectos e impactos por la metodología de EPM

| Calificación Ambiental | Importancia Del Impacto Ambiental |
|------------------------|--|
| 0 - 2.5 | Poco Significativo O Irrelevante |
| 2.5 - 5 | Moderadamente Significativo O Moderado |
| 5 - 7.5 | Significativo O Relevante |
| >7.5 | Muy Significativo |

Fuente: Autor del proyecto.

4.2.3 Caracterización de los impactos.

| Tipo De Aspecto | Aspecto | Descripción | Impactos Asociados | Clase | Presencia | Duración | Evolución | Magnitud | Calificación Ambiental | Importancia Ambiental | Control De Impacto |
|-----------------|---|--|---|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------------------|-----------------------------|--|
| ENTRADA | Generación De Residuos De Manejo Especial (Escombros) | 6,23 Toneladas D Escombros/ Semana | Contaminación De Suelos | Negativo | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,41 | 1,1 | Poco Significativo | Establecer Horarios De Trabajo Según La Normatividad |
| | Consumo De Combustible | Consumo De Combustible/ Semana: 231,25 Galones /Semana | Contaminación De La Aire Por Emisiones De Gases | Negativo | 1 | 0,2 | 0,8 | 0,3 | 3,7 | Moderadamente Significativo | Realizar Mantenimiento De Maquinaria |
| | Consumo De Combustible | Se Consumen 524,3 Gal/ Semana De Acpm | Generación De Emisiones Atmosféricas | Negativo | 1 | 0,3 | 0,8 | 0,3 | 5,5 | Significativo | Realizar Mantenimiento De Maquinaria |
| | Emisiones Atmosféricas | Ruidos Por Encima De 80 Decibeles | Contaminación Por Emisiones De Ruido | Negativo | 1 | 0,15 | 0,5 | 0,4 | 1,8 | Poco Significativo | Establecer Horarios De Trabajo Según La Normatividad |
| | Aumento De Carga Escombrera | Disposición De 6,2 Ton De Escombros | Contaminación De Suelos Y Deterioro Del Paisaje | Negativo | 1 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 8,3 | Muy Significativo | Calcular Capacidad De Carga De La Escombrera |

Figura 8 Resultados de la evaluación de los Impactos según Metodología EPM Entradas

Fuente: Autor del proyecto.

| Tipo De Aspecto | Aspecto | Descripción | Impactos Asociados | Clase | Presencia | Duración | Evolución | Magnitud | Calificación Ambiental | Importancia Ambiental | Control De Impacto |
|-----------------|-----------------------------|---|---|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------------------|-----------------------------|---|
| Salidas | Aumento De Carga Escombrera | Se Recogen 6,23 Ton Semana De Escombros | Contaminación De Suelos Y Deterioro Del Paisaje | Negativo | 1 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 8,3 | Muy Significativo | Calculara Capacidad De Carga De La Escombrera |
| | Consumo De Combustible | Se generan Semanalmente : 4,9 Kg De Co, 0,0084de Pm, 21,5 Kg De Nox | Contaminación Del Aire Por Emisiones De Gases | Negativo | 1 | 0,5 | 0,8 | 0,5 | 9,8 | Moderadamente Significativo | Realizar Mantenimiento De Maquinaria |
| | Consumo De Combustible | Se generan Semanalmente : Co=11,7 Kg, Pm=1,37 Kg; Nh30,019 Kg; Nox= 1,34 Kg | Contaminación del Aire por Generación De Material Particulado | Negativo | 1 | 0,5 | 0,8 | 0,5 | 9,8 | Significativo | Realizar Mantenimiento De Maquinaria |
| | Emisiones Atmosféricas | Ruidos Por Encima De 80 Decibeles | Contaminación Por Emisiones De Ruido | Negativo | 1 | 0,15 | 0,5 | 0,4 | 1,8 | Poco Significativo | Programar Actividades Según Lo Establecido En La Norma |
| | Aumento De Carga Escombrera | Disposición De 6,2 Ton De Escombros | Contaminación De Suelos Y Deterioro Del Paisaje | Negativo | 1 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 8,3 | Muy Significativo | Realizar Prácticas De Restauración Y Embellecimiento Paisajístico |

Figura 9 Resultados los Impactos según Metodología EPM - Salidas
Fuente: Autor del proyecto.

Interpretación del Ciclo de vida. De acuerdo con el último objetivo planteado para este estudio, se ejecuta esta fase teniendo en cuenta que la interpretación del ciclo de vida intenta ofrecer una lectura comprensible, completa y coherente de la presentación de resultados de un ACV, de acuerdo con la definición del objetivo y el alcance del estudio.

Para esta fase de interpretación y de acuerdo a los objetivos trazados para la ejecución de este estudio, se consideró como Unidades Funcionales:

Unidad funcional 1: volumen en toneladas de escombros recolectados, transportados y su disposición final.

Unidad funcional 2: Producción de emisiones de gases y material particulado en kg/gal.

Con relación a la unidad funcional 1, se observa en las tablas tanto para las entradas como para las salidas, que el impacto que se genera a nivel del recurso del suelo es alto, y que el aumento de la capacidad de la escombrera será elevado en la línea del tiempo, debido al crecimiento poblacional del Municipio de Mocoa se está creciendo y con ello la necesidad de habitabilidad, por tanto, la generación de RCD será elevado en consecuencia al reactiva miento del sector de la construcción.

La producción de emisiones de gases y material particulado, hacen parte de la Unidad Funcional 2, los cuales tienen una incidencia importante en el desarrollo de este estudio, y que, de acuerdo con la calificación obtenida, se evidencia que tiene un impacto elevado, por lo tanto, se deberá tratar o mitigar mediante la implementación de programas ambientales.

De acuerdo a la matriz de impactos ambientales según la metodología EPM para las entradas del proceso, y que de acuerdo con la Tabla N°20, la evaluación se realiza en un rango de relevancia que abarcan valores de <2,5 hasta valores de >7,5 y que definen la importancia del impacto ambiental, analizadas esta tabla se realiza la siguiente interpretación de resultados por cada aspecto ambiental:

De acuerdo con la Tabla N° 21 y Tabla N°22, se presentan los resultados de la evaluación cuantitativa de los impactos que se generan a través del ciclo de vida de los RDC, en donde se resalta lo siguiente:

Se identificaron 5 impactos ambientales, de los cuales todos son negativos, de los cuales afectan ciertos componentes ambientales tales como el recurso del aire y en especial la calidad de los suelos y el impacto visual.

El mayor impacto que se causa por la generación de RCD, es el aumento de la carga de escombros sobre el sitio de disposición final. Esto se debe a que la dinámica de la ciudad es creciente. Por lo tanto, este impacto que involucra a la Contaminación De Suelos Y Deterioro Del Paisaje tiene una valoración alta dentro de la evaluación de los impactos ambientales.

De los otros impactos negativos tienen que ver con la calidad del aire, impactos como la emisión de gases y material particulado son significativos.

De acuerdo con la generación o contaminación por ruido, este es un impacto que tiene poca relevancia dentro de la valoración establecida en este estudio.

Todos estos impactos se pueden prevenir o mitigar en cierta manera, mediante la adopción de programas o controles.

4.3 Resultados del ciclo de vida

En esta etapa de interpretación de los resultados del ACV permitió identificar los principales impactos ambientales que se generaron en procesos de recolección, transporte y transferencia, en detalle se analizó de la siguiente manera:

4.3.1 Análisis de resultados. Resultados de impactos según metodología EPM

ENTRADAS.

Contaminación del suelo. Debido a la generación de residuos de manejo especial (escombros) y de acuerdo a la matriz de impactos según la metodología EPM para las entradas al proceso, se obtuvo una calificación baja 1.1, considerándose un impacto ambiental Poco Significativo, debido a que su incidencia en su generación o producción son bajos.

Clase: desmejora las condiciones de fertilidad de los suelos en el lugar de disposición final.

Presencia: Debido a la baja generación de RCD, es Poco probable que se presencia de estos residuos afecten de manera directa la contaminación del suelo

Duración: una vez generado el RCD, y dispuesto en la escombrera modificara las propiedades físicas y químicas del suelo de manera corta y no sustancial
Evolución: la generación de RCD es baja, razón por la cual la evolución para la desmejora de los componentes del suelo será de forma lenta.

Magnitud: la disposición de este material en áreas reservadas para tal fin, alcanza afectar de forma media de la totalidad del suelo dispuesto para este tipo de material.

Contaminación del aire por emisiones de gases. Durante los procesos de recolección y transporte del material RCD, los vehículos, la maquinaria y equipos utilizados para este fin, producen gases como CO, SO₂ y NO₂, que se generan por consumo de combustible mediano, de manera que el impacto que se genera en estos procesos es Moderadamente Significativo.

Clase: desmejora las condiciones normales de la calidad del aire.

Presencia: La emisión de gases será inevitable, su ocurrencia estará presente en los procesos.

Duración: El efecto se presenta con un lapso de duración corta comenzando desde que inician las actividades en los procesos de recolección y transporte hasta la finalización del proceso de disposición final.

Evolución: el efecto que se presenta debido a las emisiones de gas es de forma rápida, y que se puede incrementar a futuro.

Magnitud: La emisión de gases modifica considerable mente las condiciones normales de la calidad de aire.

Generación De Emisiones Atmosféricas. Se trata de un impacto negativo y tiene un carácter irreversible a corto y mediano plazo, de influencia directa sobre la atmosfera.

Clase: impacto negativo sobre la calidad del aire

Presencia: los efectos de esta ocurrencia son poco probable, de forma punta en los sitios donde se realiza la generación de RCD así como también en el sitio de disposición final en la escombrera.

Duración: El efecto se presenta de manera corta comenzando desde que inician las actividades en los procesos de generación de RCD, transporte hasta la finalización del proceso de disposición final.

Evolución: tienen una incidencia alta, de dispersión muy rápida, debido a las características del parque automotor que tiene la empresa, además del consumo de combustible que tienen los equipos y la maquinaria.

Magnitud: aunque su valor es bajo, por lo tanto, las implicaciones de modificaciones del componente aire son mínimas.

Contaminación Por Emisiones De Ruido. La contaminación por emisiones acústicas es uno de los impactos de menor relevación, pero se debe tener en cuenta y llevar un control sobre los niveles sonoros en actividades de generación de RCD.

Clase: tiende a desmejorar, es impacto negativo, causa molestias directas o sobre los factores de medio (población).

Presencia: su relevancia es alta, debido a que está presente en cada uno de los procesos que se realizan para el manejo de los RCD.

Duración: El efecto se presenta es de tiempos cortos y puntuales,

Evolución: tienen una incidencia lenta, no existen generadores de sonido permanente, es de forma temporal.

Magnitud: es un impacto que no genera cambios significativos sobre el factor ambiental es baja.

Contaminación De Suelos Y Deterioro Del Paisaje. En el área de influencia del relleno sanitario, predominan bosques secundarios, donde el impacto visual es considerable, en el área urbana existe el deterioro paisajístico debido a que los escombros son expuestos sobre las vías urbanas, y en ocasiones hacen parte ya del paisaje urbano del municipio.

Clase: impacto negativo, las condiciones paisajísticas cambian considerablemente a causa de la producción y/o generación de RCD.

Presencia: los efectos de esta ocurrencia son alta, existe la presencia permanente de estos RCD, en todos los niveles de los procesos y actividades que involucran este tipo de material.

Duración: El efecto se presenta de manera media, el impacto visual se genera desde el momento en que se comienzan a generar estos residuos hasta el impacto visual en la escombrera o sitios de disposición final.

Evolución: los cambios generados son asimilados por el entorno en un mediano plazo
Magnitud: aunque su valor es bajo, por lo tanto, las implicaciones de modificaciones del componente aire son mínimas.

4.3.2. Resultados de impactos según metodología EPM SALIDAS.

Contaminación De Suelos Y Deterioro Del Paisaje. Las salidas de productos que se obtienen a partir de los procesos tanto de generación, recolección, transporte y disposición final de RCD, son importantes, generando Cambios en la visibilidad, calidad visual e intervención antrópica que afectan el valor escénico.

Clase: impacto negativo, las condiciones paisajísticas cambian considerablemente en inmediaciones donde se realiza la disposición final de estos materiales.

Presencia: estos materiales RCD, estarán presentes en cada lugar donde se realicen actividades de demolición, y su presencia en escombreras será continuo. Lo cual implica que impacto visual será contante

Duración: el impacto visual, tendrá una permanencia no muy larga, más bien en términos de tiempo será corto.

Evolución: los cambios generados visualmente serán de forma rápido en un plazo de tiempo corto.

Magnitud: las implicaciones de impacto visual tienen una característica media no abarcan la totalidad del área dispuesta para su disposición final.

Contaminación Del Aire Por Emisiones De Gases. La emanación de gases en las salidas del proceso, son importantes y tiene una calificación Moderadamente Significativo, lo cual implica que las emisiones generadas durante esta etapa son importantes, para ello es necesario tomar medidas inmediatas para mitigar este impacto.

Clase: impacto negativo, las condiciones de la calidad del aire se desmejoran. *Presencia:* la emanación de gases estará presentes en cada uno de los procesos que de los productos que se tengan en las salidas

Duración: aunque son puntuales los focos de emisión de gases, el tiempo de puesta de servicio para la obtención de los productos de las salidas será a considerable en la línea de tiempo

Evolución: los cambios generados por las emisiones de gas y otras partículas serán de forma rápida y continua

Magnitud: las condiciones de impacto sobre el componente aire, son altas y significativas, debido a que la producción de las salidas de los RCD es contantes y permanentes. El componente aire es afectado considerablemente.

Contaminación del Aire por Generación De Emisiones Atmosféricas. La contaminación del aire con relación al material particulados en las salidas del proceso, son importantes y tiene una calificación de Significativo, lo cual implica que esta generación de material particulado durante esta etapa es muy relevante, para ello es necesario tomar medidas o acciones que logren disminuir o contrarrestar este efecto sobre el recurso del aire.

Clase: impacto negativo, las condiciones de la calidad del aire se disminuye. *Presencia:* la generación de material particulado estará presentes en cada uno de los procesos que de los productos que se tengan en las salidas

Duración: la generación de material particulado es constante en el tiempo. *Evolución:* la modificación de la calidad del aire ocasionada por este tipo de generación tiende a ser de forma continua y rápida

Magnitud: el impacto sobre el componente aire, es elevado y muy considerable, debido a que la generación, transporte y disposición final de las salidas de los RCD es contantes y permanentes.

Conclusiones

Mediante las entrevistas, obtención de información y revisión bibliográfica de estudios e investigaciones, además de guardar los lineamientos de la Norma ISO 14040, fue posible realizar en cada una de las etapas del Análisis De Ciclo De Vida De Residuos Provenientes De Las Demoliciones De Construcciones, Manejo Y Aprovechamiento En La Empresa Metropolitana De Aseo Del Putumayo S.A.S E.S.P.

Para la determinación del inventario de las entradas y salidas, es necesario conocer el ciclo de vida del RCD, y se debe tener en cuenta que las salidas es el resultado de los procesos y que esta salida se convertirá en una entrada en su proceso posterior

Al evaluar el impacto del ciclo de vida Mediante la Metodología EPM, mediante los establecidos por la misma se definió la importancia y/o gravedad de los impactos ambientales que se generan a través del manejo de RCD.

La valoración de los impactos y calidad ambiental es de tipo adimensional, será de tipo cualitativa, aunque esta se produce a través de suma cuantitativa, y su valoración está determinada de acuerdo a rangos o intervalos establecidos dentro de la Evaluación de la Metodología EPM. De acuerdo con el análisis de ciclo de vida a RCD, los impactos que se generan involucran medios Físico (suelos y aire) y Social (consumo de combustible, a través del uso de energía fósil).

Que, para la interpretación de los resultados del análisis de ciclo de vida, fue necesario comprender los parámetros establecidos para la calificación, y en consecuencia se logró jerarquizar los impactos acordes a la relevancia con la que se obtuvo los resultados.

Entre los impactos negativos más relevantes evidenciados en este estudio se encuentra la Contaminación del suelo por acciones de Aumento de Carga sobre la escombrera, además del deterioro del paisaje, y que de acuerdo con la valoración realizada por el Método EPM tienen un impacto negativo muy significativo.

Los impactos negativos, que no tienen una gran relevancia son los correspondientes a la generación y/o contaminación por ruido, esto debido a factores como el uso de vehículos, maquinaria y equipos dispuestos para actividades de recolección, transporte y disposición final.

Las emisiones de gases contaminantes y material particulado, tienen una valoración moderada, sin esto decir que es un impacto negativo al medio donde actúa, la calidad del aire a causa del consumo de combustible, es baja, debido al escaso número de vehículos y maquinaria que tiene la Empresa de Aseo.

Los estudios de Análisis del Ciclo de Vida es una herramienta para determinar la incidencia o impacto que puede tener un material o producto sobre el medio donde se aplica el análisis.

Recomendaciones

La metodología del ACV debe ser utilizada en cualquier fase del estudio de los materiales o RCD, como en su tipificación y adoptar, en caso necesario, las medidas oportunas para así tener más reducción de los mismos de los impactos.

El ACV realizado en este estudio contempla un estudio global de los RCD que se producen en el Municipio de Mocoa y se sugiere un realizar un seguimiento a los procesos constructivos de obras civiles, en donde se pueden identificar claramente las etapas que definen la generación de residuos, y realizar de manera particular un ACV independiente a cada RCD, debido a que los materiales o residuos tienen diferentes características y origen, además que su impacto también tendrá diferentes características.

En recomendación para la mitigación de los impactos con la relación a la contaminación del Aire por emisiones de Gases, es necesario elaborar un Plan de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos, donde en primera instancia se realice un examen Tecno-mecánico en donde se evalúe el estado actual de los vehículos, y posteriormente se realicen chequeos periódicos de los componentes carburantes y de combustión que tiene el mismo, y con ello minimizar o hacer desaparecer las averías imprevistas que el equipo o máquina pueda sufrir.

Con relación al Aumento de Carga de la Escombrera, se puede afirmar que el Municipio de Mocoa tiene un crecimiento población considerable, y con ello aumentaran las construcciones y como consecuencia de ello se aumenta la generación de RCD. Para ello se debe disponer de más

área para la disposición de estos materiales e iniciar actividades de un Plan de Manejo Integral de RCD, tanto en planta como en las fuentes generadoras, para así en cierta manera poder minimizar el área requerida para su disposición final.

En concordancia con los resultados obtenidos de los impactos según la metodología EPM, se categoriza un impacto negativo con relación a la generación de Material Particulado, para lo cual es necesario iniciar campañas de concientización al gremio transportador de estos residuos como también para los vehículos que la empresa dispone, con el fin de instalar membranas de protección o la instalación de carpas en los volcos de estos vehículos para evitar que el material particulado se disperse cuando el vehículo este en movimiento. Otra forma de evitar este impacto es rociar agua en los lugares donde se realicen las siguientes operaciones, actividades de demolición, cargue de escombros y disposición final del relleno, para evitar en cierta manera la voladura de este material particulado y como último instalar poli sombras en áreas de construcción, en áreas de demolición.

En base a los impactos relacionados a la Contaminación del aire por emisión de ruido, cabe destacar que, aunque es un impacto de categoría menor de acuerdo al análisis y los resultados de la evaluación de este impacto, es necesario evitar que este impacto crezca en el tiempo, por tal razón es necesario controlar el ruido en su origen, y la eliminación de las fuentes de ruido que se tengan, para ello es necesario el mantenimiento preventivo de los equipos.

Apéndices

Apéndice A. Evidencia Fotográfica

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 1. Residuos de Construcción sobre Andenes

Observaciones:
Generación de RCD en Edificaciones



Figura 2. Residuos de Construcción sobre Andenes

Observaciones:
Generación de RCD en Edificaciones



Figura 3. Residuos de Construcción en obras Abandonadas

Observaciones:
Residuos de Construcción combinados con residuos ordinarios



Figura 4. Residuos de Demoliciones

Observaciones:
Cambios Paisajísticos debido a los RCD



Figura 5. Material de Excavacion

Observaciones:
Material de Excavacion en Combinacion con Escombros



Figura 6. Sitios ilegales de disposición de escombros

Observaciones:
Generación de impactos negativos en el paisaje urbano

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 7. Instalaciones del Relleno Sanitario

Observaciones:
Entrada al Relleno Sanitario



Figura 8. Instalaciones Internas del Relleno Sanitario

Observaciones:
Sitios de Pesaje de materiales o residuos



Figura 9. Parque Automotor (Restroexcavadora)

Observaciones:
Equipo utilizado para movimiento de residuos



Figura 10. Parque Automotor (Volqueta)

Observaciones:
Recolección de residuos



Figura 11. Parque Automotor (Volqueta)

Observaciones:
Recolección y Transporte de residuos



Figura 12. Parque Automotor (Carro Compactador)

Observaciones:
Recolección de residuos

Apéndice B. Rutas De Recolección

