

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador
Departamento de Desarrollo, Ambiente y Territorio
Convocatoria 2017-2019

Tesis para obtener el título de maestría de Investigación en Estudios Socioambientales

Análisis de alternativas para una gestión integral de residuos sólidos: El caso de Latacunga

Miguel Alejandro Gallegos Garzón

Asesora: Sara Latorre

Lectores: María Cristina Vallejo y Antonio Malo

Quito, agosto de 2021

Dedicatoria

Amelia, con quién iniciamos juntos este proyecto. La mujercita que me cambió la vida.

Tabla de contenidos

Resumen.....	IX
Agradecimientos	XI
Capítulo 1	1
Introducción.....	1
1.1 Problemática.....	1
1.2 Pregunta central.....	5
1.3 Objetivos	5
1.4 Justificación.....	5
Capítulo 2	7
Aproximaciones teóricas a una gestión integral de residuos sólidos	7
2.1 Ciudad y Metabolismo urbano	7
2.2 Generación de residuos, formas de gestión y sostenibilidad	18
2.3 Instituciones articuladoras de valor	27
2.3.1 Análisis Costo Beneficio.....	27
2.3.2 Evaluación multicriterial.....	31
Capítulo 3	43
Proceso de la evaluación social multicriterio, métodos y herramientas para la búsqueda de alternativas para una gestión integral de residuos sólidos.....	43
3.1 Análisis histórico institucional	44
3.2 Estructuración del Multicriterio	77
3.2.1 Alternativas de GIRS	77
3.2.2 Dimensiones y Criterios.....	82
3.3 Valoración - Cuantificación de la matriz de impacto	90
Capítulo 4	118
Situación actual sobre gestión de desechos Latacunga	118
4.1 Información general de Latacunga	118
4.2 Condiciones Físicas de Latacunga.....	120
4.3 Situación de los servicios básicos en la ciudad.....	121
4.4 Producción de Residuos Sólidos	123

4.5	Gestión de Residuos Sólidos.....	127
4.6	Situación EPAGAL.....	132
	Capítulo 5.....	139
	Resultados y Análisis.....	139
5.1	Método de agregación - NAIADE.....	139
5.2	Análisis de equidad – acuerdos actores.....	152
	Capítulo 6.....	160
	Conclusiones.....	160
	Anexos.....	168
	Siglas y acrónimos.....	176
	Lista de referencias.....	178

Ilustraciones

Figuras

2.1. Metabolismo social.....	11
2.2. Sistema circular de la Economía.....	24
2.3. Fases para una evaluación multicriterio social.....	40
3.1. Pasos Metodológicos Evaluación Social Multicriterio.....	44
3.2. Grupo de discusión 01 – Barrio Inchapo.....	60
3.3. Grupo de discusión 02 – Barrio Inchapo.....	62
3.4. Calle del botadero de basura Inchapo.....	65
3.5. Botadero de basura Inchapo.....	66
3.6. Parroquia de residencia.....	67
3.7. Miembros del hogar.....	68
3.8. Estimación producción de RS por hogar.....	69
3.9. Razones por las que no clasifica los RS.....	69
3.10. Criterio volumen por tipo de residuos.....	70
3.11. Criterio de cómo funciona la GRS en Latacunga en una escala (1-10).....	71
3.12. Alternativa para una GIRS en Latacunga.....	73
3.13. Planta Generadora de Energía a partir de la incineración.....	81
3.14. Botadero a cielo abierto Inchapo.....	111
3.15. Alternativas GRS - paisaje.....	113
4.1. Auto identificación étnica.....	119
4.2. Actividad económica.....	120
4.3. Producción de residuos sólidos por cantón al mes (t).....	123
4.4. Producción de Residuos Sólidos Latacunga.....	124
4.5. Producción de Residuos Sólidos Domiciliarios.....	125
4.6. Producción de Residuos Sólidos Domiciliarios – zona urbana.....	126
4.7. Producción de Residuos Sólidos Domiciliarios – zona rural.....	126
4.8. Mapa de producción de residuos sólidos por parroquia por día.....	127
4.9. Mapa de cobertura del servicio de recolección de basura.....	128

4.10. ubicación contenedores de basura zona urbana	129
4.11. Ubicación botadero de basura Inchapo.....	131
4.12. Organigrama EPAGAL	134
4.13. Ingresos EPAGAL 2018	135
4.14. Gastos EPAGAL 2018.....	136
4.15. Gastos de inversión EPAGAL 2018.....	137
5.1. Resultados con valores iniciales (sin compensación).....	141
5.2. Comparación alternativa C vs E.....	143
5.3. Comparación alternativa C vs A	144
5.4. Análisis de sensibilidad alternativas GIRS	146
5.5. Dendrograma de coaliciones.....	158

Tablas

2.1. Fuentes de residuos sólidos urbanos	20
2.2. Matriz de impacto.....	36
3.1. Problemas dentro de la GRS en la ciudad	71
3.2. Mapa de actores para alternativas de gestión integral de residuos sólidos.....	74
3.3. Relación de las prioridades de actores sociales vs los criterios seleccionados.....	83
para la GIRS en Latacunga.....	83
3.4. Definición de criterios de estudio.....	87
3.5. Dimensiones, criterios e indicadores para Evaluación social multicriterio – GIRS.....	89
Latacunga	89
3.6. Personal requerido para el funcionamiento de un relleno sanitario	92
3.7. Personal requerido para el funcionamiento de las cinco alternativas planteadas	93
3.8. Ingresos per cápita promedio anual para las cinco alternativas planteadas.....	95
3.9. Calificación del riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio.....	98
Inchapo frente a todas las alternativas planteadas	98
3.10. Calificación del riesgo laboral de los trabajadores in situ para cada alternativa planteada	100
3.11. Evaluación de los sub indicadores de participación en la toma de decisiones	102

3.12. Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad – autoridades.....	103
locales para las cinco alternativas planteadas.....	103
3.13. Conflictividad dentro de la comunidad a partir de las cinco alternativas planteadas.....	104
3.14. Contaminación de cuerpos de agua cercanos al sitio de disposición de RS de las cinco...106	
alternativas planteadas.....	106
3.15. Emisión de GEI por cada alternativa planteada	109
3.16. Evaluación del nivel de olor para cada alternativa planteada	110
3.17. Evaluación cambio o distorsión en el paisaje en las cinco opciones de GRS.....	114
3.18. Matriz de Impacto	115
4.1. Parroquias cantón Latacunga	118
4.2. Cobertura servicios básicos.....	122
4.3. Producción de Residuos Sólidos (t).....	124
5.1. Codificación NADIE para cada alternativa	140
5.2. Codificación NADIE para cada criterio/indicador.....	142
5.3. Matriz de equidad. Actores - alternativas.....	157

Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesis

Yo, Miguel Alejandro Gallegos Garzón, autor de la tesis titulada “Análisis de alternativas para una gestión integral de residuos sólidos: El caso de Latacunga” declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de maestría de Investigación en Estudios Socioambientales concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, agosto de 2021



Miguel Alejandro Gallegos Garzón

Resumen

La búsqueda que una gestión integral de los residuos sólidos ha generado un gran debate alrededor de los tomadores de decisiones y la sociedad en los últimos años. Los resultados del metabolismo urbano y consumo de energía son palpables a todo momento y a nivel planetario. El reto es buscar alternativas sostenibles que no generen externalidades negativas a la población en general, pero en especial a personas y comunidades aledañas a los sitios de disposición de residuos sólidos. En algunas ciudades del Ecuador en la actualidad aún persisten grandes deficiencias en la gestión de los desechos urbanos e industriales.

En esta investigación se presenta puntualmente el caso de Latacunga, una ciudad relativamente pequeña ubicada en el centro del país. En donde en la actualidad funciona un sistema con varias inconsistencias y deficiencias desde la perspectiva social y ambiental. En la ciudad todavía persiste un modelo a base de un botadero de basura a cielo abierto. El cual tiene muchas implicaciones negativas hacia sus habitantes, medio ambiente y en especial a las familias que comparten la zona donde está ubicado el sitio de disposición final.

En función a lo expuesto y en conocimiento de la existencia de inconmensurabilidad de valores, tanto ambientales como sociales, el siguiente trabajo trata de explorar la aplicación de nuevas formas y metodologías para la toma de decisiones. A partir de ello se analiza el desempeño socio-económico, ambiental y técnico de cinco opciones de gestión de residuos en la ciudad de Latacunga desde un análisis multicriterio social. Mismo que permite a través de una encuesta, grupos de discusión, entrevistas y otras herramientas metodológicas interactuar con varios actores sociales, políticos y técnicos, quienes tienen intereses en juego frente a la problemática, para conocer sus necesidades y expectativas. A partir de las cuales se definen criterios e indicadores que son utilizados para evaluar y obtener la alternativa de gestión integral de residuos sólidos que la ciudad necesita.

Gracias a la discusión de las alternativas de gestión de residuos sólidos incluyendo el modelo actual que predomina en la ciudad, se determinan sus principales implicaciones dentro de las dimensiones económica, social y ambiental. En función a ello una de las prioridades es la

búsqueda de la sostenibilidad de un sistema que resulte de procesos participativos entre los tomadores de decisiones, comunidades, colectivos y la sociedad en general.

Agradecimientos

A mi familia, Gaby por el apoyo y paciencia en uno de los momentos más difíciles y hermosos de nuestras vidas del cual llegó Amelia. La mujercita que me acompañó en esta travesía. A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional durante este trayecto.

Un agradecimiento especial a FLACSO y su valioso equipo académico y de investigación. Quienes me permitieron iniciar esta nueva aventura académica en la que aprendí y desaprendí, fortaleciendo mi desarrollo personal y profesional.

Capítulo 1

Introducción

1.1 Problemática

A lo largo de la historia, las sociedades aumentaron la producción y el consumo de bienes, comportamiento ligado principalmente a un crecimiento poblacional considerable y a la posterior migración hacia los centros urbanos. Con ello, se produjo un incremento en la generación de residuos, que desde el inicio de la historia de la humanidad han existido; sin embargo, en los últimos 200 años se ha convertido en un problema a escala global, no necesariamente por la generación sino por las posibilidades de un tratamiento adecuado y la potencial asimilación por los ecosistemas.

En la actualidad, de acuerdo a Atlas Wasted (2017) la humanidad produce 1,9 billones de toneladas al año de basura, en donde, el 70% acaba en basureros, el 19% se recicla y el 11% restante se envía a plantas de generación de energía. En el Ecuador, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el año 2016 se recolectaron alrededor de 5 millones de toneladas de residuos sólidos, algo más del 9% se recolectó de manera diferenciada, es decir, con un proceso de reciclaje previo. Los residuos restantes fueron destinados a botaderos de basura y rellenos sanitarios de manera deliberada. En general, su gestión ordinaria consta de tres etapas principalmente: recuperación y recogida de residuos, transporte y tratamiento.

En el Ecuador, los sistemas de gestión más utilizados son los rellenos sanitarios, botaderos a cielo abierto y las celdas emergentes. Según, el VI Texto Único de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA), el relleno sanitario es una técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los desechos y/o residuos sólidos sin causar perjuicio al ambiente y sin causar molestia o peligro a la salud y seguridad pública (TULSMA 2017). Esta técnica comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, reduciendo su volumen al mínimo aplicable, para luego cubrirlos con una capa de tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente y efectuando el control de los gases, lixiviados y la proliferación de vectores. Entre las ventajas del relleno sanitario se tiene que, cuentan con celdas debidamente acondicionadas para el almacenamiento de desechos convencionales, dispuestas en un área del menor tamaño posible, sin causar perjuicio al ambiente, especialmente por contaminación a

cuerpos de agua, suelos, atmósfera. El reto en este caso es encontrar un terreno adecuado su construcción, lo que resulta un tema complejo porque puede involucrar una serie de conflictos. Adicionalmente es importante considerar que la mayoría de los rellenos sanitarios no están diseñados para el tratamiento de residuos peligrosos. Se refieren a desechos no convencionales que pueden resultar de procesos productivos o transformación de alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana (TULSMA 2017).

Los botaderos de residuos sólidos son el sitio donde se depositan los residuos, sin preparación previa, sin parámetros técnicos (o mediante técnicas muy rudimentarias) y sin un control adecuado. Todos estos factores introducen riesgos no solo para el ambiente sino también para la salud humana. Por estas razones, el Ministerio del Ambiente (MAE) presta las facilidades técnicas y fomenta en potencial cierre de este tipo de sistemas de disposición a fin de minimizar las externalidades negativas que generan.

Una alternativa temporal al cierre de botaderos son las celdas emergentes. Una celda técnicamente diseñada, sirve para el depósito temporal de los residuos sólidos no peligrosos, los mismos que deberán tener una compactación y cobertura diaria con material adecuado, poseer los sistemas de evacuación del biogás, recolección de lixiviados, recolección de aguas de escorrentía; hasta la habilitación del sitio de disposición final, técnica y ambientalmente regularizado (TULSMA 2017).

En el marco de la legislación ecuatoriana la competencia del manejo de los residuos sólidos corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), quienes están en la obligación de implementar programas educativos para fomentar la cultura de la minimización de generación de residuos, separación en la fuente, reciclaje, entre otros.

De acuerdo al estudio “Estadística Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales 2016” desarrollado por INEC (2016), se realizó un análisis a los 221 GADs, dentro de los cuales se obtiene principalmente que 96 (43,4%) dispusieron los residuos sólidos en rellenos sanitarios, el 35,7% lo hicieron en botaderos, es decir, 79 GADs

municipales, y finalmente 46 dispusieron sus residuos en celdas emergentes. La gestión de los residuos sólidos municipales forma parte de la gestión ambiental la cual “busca manejar los residuos sólidos de acuerdo a los criterios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales y que responde a expectativas públicas” (Pineda y Loera 2006, 175).

En Latacunga, precisamente existe una deficiencia en la gestión de residuos sólidos, ya que no cuenta con un relleno sanitario, en la actualidad disponen sus residuos en un botadero a cielo abierto, el cual es considerado un foco de contaminación, es decir, presenta una alternativa de gestión que obvia criterios importantes como lo social y ambiental. Esta es una ciudad de 200 mil habitantes, ubicada en la sierra centro del país, a una distancia de 90 Km de la capital de la República del Ecuador, de acuerdo al INEC (2016) produce 3.360 t de residuos sólidos por mes, que se traducen en aproximadamente 0,56 kg al día. Es el cantón No. 17 en producción de residuos, de un total de 221 cantones a nivel nacional.

Por otro lado, de acuerdo a una estimación¹ realizada por el GAD Latacunga, cada ciudadano genera un aproximado de 1,4 kg de basura al día. En todo el cantón son aproximadamente entre 390 a 400 toneladas de basura que se generan diariamente. Usando unas simples operaciones matemáticas se puede determinar que al mes se generan alrededor de 12 mil toneladas y más de 144 mil al año de basura. Estos contrastes en la información oficial disponible evidencian uno de los principales problemas que puede afrontar esta investigación, esto es, la dificultad de consolidar información consistente.

De acuerdo al Banco Mundial (2009) la acumulación de residuos en botaderos a cielo abierto es una alternativa primitiva y económica común para la eliminación de residuos sólidos. Sin embargo, posee también costos medioambientales más altos, ya que los impactos ambientales comunes asociados al manejo de los residuos se ven exacerbados. Esta es la visión tradicional y anti técnica bajo la cual han venido trabajando la gran mayoría de ciudades del Ecuador dentro de su gestión de residuos, ya que principalmente se enfocan en una perspectiva económica y dejan de lado dimensiones como la social y ambiental que para esta temática es fundamental.

¹ Entrevista a gerente de la Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental (EPAGAL) – La Hora (2017)

Los servicios de recolección, transferencia y transporte, la creación de infraestructuras, la operación de rellenos sanitarios y el aprovechamiento de los residuos son actividades que normalmente requieren economías de escala para ser financieramente viables (Toro, et al. 2016). No obstante, buscar la viabilidad técnica y económica para su consecución se convierte en una prioridad a nivel nacional. Se debe considerar, además, que es un acercamiento a la gestión integral de residuos.

Rodríguez (2012) plantea que la diversidad de la composición de los residuos sólidos y los impactos ambientales y de salud que a estos se asocian, exige una forma particular de abordar el tema en la región Latinoamericana. Un proceso de tratamiento deficiente, que consiste en recoger, transportar y disponer en algún lugar ha sido observado desde la Cumbre de Río 1992, en donde se acordó que el manejo de los residuos debe hacer parte de un modelo de gestión integral.

La transición hacia un modelo de gestión integral de residuos sólidos implica una reducción en el origen, su aprovechamiento y valoración, el tratamiento, la transformación y su disposición controlada (Malagón y Fuentes 2002). Se trata de todo un ciclo, que se inicia con la etapa de producción de los residuos, vinculada a los patrones de consumo de la sociedad. El modelo de manejo integral asume que la solución del problema puede enfocarse justamente al inicio de la cadena.

De acuerdo a Contreras (2006) la gestión integral de residuos sólidos es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final. De tal manera, se plantea aplicar estas características de una gestión integral de residuos sólidos de carácter exploratoria en Latacunga, en donde, se pueden obtener resultados alentadores al estar entre las 15 ciudades más habitadas del país y entre los 20 cantones que más producen basura. Es fácil darse cuenta que el manejo integral de esta cantidad de basura puede ser insostenible si no se realiza adecuadamente.

Un déficit de rellenos sanitarios y lugares adecuados para ser utilizados como botaderos de basura puede ser considerado como el principal inconveniente para que el proceso de gestión de los residuos sólidos sea poco eficiente en esta ciudad. Esta situación afecta en mayor medida a la población de zonas urbano marginales y rurales, que son en donde se disponen la basura de la ciudad. En definitiva, no es un problema exclusivo de este cantón, de hecho, sucede en gran parte de ciudades a nivel nacional.

En función a lo expuesto, desde una perspectiva multicriterial se busca realizar una comparación del desempeño del sistema de gestión de residuos sólidos que predomina en la actualidad frente a otras alternativas de gestión integral en Latacunga. Es necesario incorporar las dimensiones ambiental, social, económica y técnica para determinar la mejor opción.

1.2 Pregunta central

¿Qué alternativas de gestión de recursos son factibles y deseables desde una perspectiva socioambiental, económica y técnica para la ciudad de Latacunga?

1.3 Objetivos

General

- Analizar el desempeño socio-económico, ambiental y técnico de varias opciones de gestión de residuos en la ciudad de Latacunga.

Específicos

- Identificar las opciones de gestión de residuos sólidos existentes.
- Determinar una serie de criterios sociales, económicos, ambientales y técnicos relevantes para evaluar el desempeño de las opciones de gestión de residuos.
- Analizar multicriterialmente el desempeño de las alternativas de gestión de residuos sólidos.

1.4 Justificación

El incremento en la producción y consumo de bienes, ligado a un crecimiento poblacional importante, no es una situación que está alejada de la realidad en la ciudad de Latacunga. Lo que

demanda mayor cantidad de infraestructura física y de servicios, entre ellos, la recolección y disposición de residuos. De tal manera es importante conocer las funcionalidades, debilidades y alternativas de mejora del actual sistema, que derive en una gestión integral de residuos sólidos, ya que las soluciones aplicadas en este momento no son sostenibles.

En este sentido esta tesis pretende desde una perspectiva multicriterial analizar el desempeño de las alternativas de gestión de residuos sólidos, considerando su tratamiento desde las dimensiones ambiental, social, económica y técnica. A partir de ello, busca realizar una comparación con el modelo de gestión actual de residuos, a fin de minimizar las externalidades negativas que derivan de una gestión ordinaria de los residuos sólidos.

Capítulo 2

Aproximaciones teóricas a una gestión integral de residuos sólidos

En este apartado se detalla el abordaje teórico sobre los elementos principales de la gestión de los residuos sólidos, su relación con la ciudad y su metabolismo. Adicional a ello, se exponen los distintos tipos de residuos con los que se pueden contar, así como, los diferentes métodos de gestión, hasta aterrizar en una gestión integral. Posteriormente, se analizan los dos principales métodos de evaluación de estos sistemas, en el sentido de conocer su funcionamiento, los aspectos positivos y debilidades.

2.1 Ciudad y Metabolismo urbano

La transformación del medio natural ha tenido un recorrido importante a lo largo de la historia. El concebir a la agricultura como medio de subsistencia de la gran mayoría de la población hizo que exista una dinamización de los espacios de producción y los centros poblados. Girardet (1996) mencionado en Dinares (2014) plantea que las ciudades son el hábitat principal para una mayoría de la población mundial en rápido crecimiento. El crecimiento urbano moderno, en los últimos 200 años como resultado de la expansión de la industrialización y el rápido aumento asociado en el uso de combustibles fósiles, es ahora una tendencia común en todo el mundo.

Es importante destacar que la urbanización de la naturaleza se basa en gran medida en una mercantilización de los recursos que se pueden encontrar en ella, es decir, conlleva una transformación ecológica y social, puesto que las características del entorno natural se ven modificadas y la sociedad tiene que adaptarse a un nuevo modelo de centro poblado. Heynen, Kaika y Swyngedouw (2006) acotan que la naturaleza urbanizada impulsa los diversos flujos y características físicas, químicas y biológicas "naturales" de la naturaleza en el ámbito de la circulación de mercancías y dinero con sus cualidades abstractas y sus relaciones de poder social concretas. Es decir, dentro de la naturaleza urbanizada confluyen todos los elementos a partir de los cuales la sociedad y ambiente interactúan. Es importante considerar los flujos y las múltiples relaciones que existen entre sí para entender el comportamiento el funcionamiento de este espacio.

Durante el siglo XX se ubicó a “la ciudad como hábitat social, la cual fue ganando en complejidad, transformándose de esta forma rápidamente en objeto de investigación y estudio específico en la medida en que se la entendió como espacio, lugar y objeto de políticas de desarrollo” (Aponte 2007, 28). Es así, que de acuerdo al planteamiento de Jordán y Simioni (2013), las ciudades son los espacios del hábitat social donde se desarrolla la vida en comunidad, satisfacen sus necesidades, generan recursos, y cultura. Es decir, es un sistema complejo² en donde conjugan el desarrollo social y económico, la geopolítica y la evolución de la tecnología. Desde otra perspectiva “la ciudad se nos presenta hoy como la dimensión operativa, totalizante e integradora para la gestación de procesos de mejoramiento de la calidad de vida”. (Jordán y Simioni 2003, 44). De acuerdo a datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el 55% de la población mundial vive en zonas urbanas, cifra que se prevé que aumente al 68% en 2050 (ONU 2018). El incremento de los asentamientos urbanos tiene una relación directamente proporcional con la generación de residuos, sin una planificación adecuada, la sostenibilidad de estos centros poblados está en juego.

La sostenibilidad en la ciudad es una temática en constante construcción y discusión, que hoy en día se presta para el debate alrededor de la sociedad. Para Restrepo (2011) se puede considerar a una ciudad como sostenible cuando logra crear oportunidades económicas para sus ciudadanos en una forma inclusiva, con un uso eficiente de sus recursos, mientras protege y mantiene la ecología local y los bienes públicos globales, entre ellos el ambiente, para las futuras generaciones.

Al analizar a la ciudad se deben considerar aspectos como la energía, los recursos naturales y la producción de residuos como flujos o cadenas. En donde, el hecho de mantener, restaurar, estimular y cerrar los flujos o cadenas contribuye a la sostenibilidad (González 2002). En los últimos 50 años ha surgido un debate en función a la sostenibilidad de las ciudades, si son malas o buenas para el medio ambiente. Es una discusión que puede seguir sin llegar a datos y decisiones concluyentes, gracias al comportamiento y manejo diverso de cada uno de estos espacios alrededor del planeta. Por lo tanto, es indispensable entender cómo es el funcionamiento

² Un sistema complejo es una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son "separables" y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente (García 2006).

y los procesos de este sistema complejo al que denominamos ciudad, en donde predomina lo urbano. Una categoría que engloba todas estas funciones y necesidades de la ciudad es el “metabolismo urbano”.

“El metabolismo es un concepto biológico que se refiere a los procesos internos de un organismo vivo, donde el intercambio continuo de materia y energía con su medio ambiente permite su funcionamiento, crecimiento y reproducción” (Díaz 2014, 32). El punto de vista de una relación metabólica entre la sociedad y la naturaleza fue planteado inicialmente por Carlos Marx (Toledo 2013). Marx utilizó el concepto de intercambio material, que fue reformulándose hasta el metabolismo, en donde señaló que, en el capitalismo además de las relaciones sociales de producción, existían relaciones de intercambio entre sociedad y naturaleza, mediadas por el trabajo (Molano 2016).

Adicionalmente, Marx (1977) desarrolla el metabolismo social como el proceso a través del cual la sociedad humana transforma la naturaleza externa y, al hacerlo, transforma su naturaleza interna. El ejercicio de transformar la naturaleza externa es el proceso de trabajo, y su efecto sobre la naturaleza interna se manifiesta en la forma en que se desarrollan las relaciones sociales de producción (Foladori 2001).

Para Jacob Moleschott (1857) y Justus von Liebig (1840; 1842) citados en Heynen, Kaika y Swyngedouw (2006), el metabolismo no denota únicamente el intercambio de energía y sustancias entre los organismos y el medio ambiente, sino también la totalidad de las reacciones bioquímicas en un ser vivo. Es decir, se convierten a los organismos en procesos vivos con características propias que merecen estudios particulares.

En un análisis más macro sobre el desarrollo y aproximaciones físicas del metabolismo von Liebig acota que:

La separación temporal y espacial de los espacios de producción y los espacios de consumo a través del surgimiento del comercio a larga distancia y el proceso de urbanización (lo que von Liebig llamó la "ruptura metabólica") como las causas fundamentales de la disminución de la

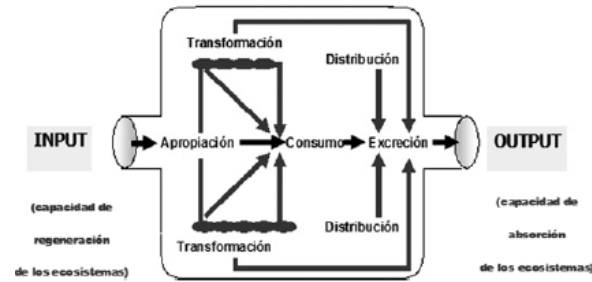
productividad de las tierras agrícolas, por un lado, y la acumulación problemática de excrementos, aguas residuales y basura en la ciudad por el otro (Heynen, Kaika y Swyngedouw 2006, 22).

Desde un plano más social las aproximaciones de Toledo (2013) dentro del concepto de metabolismo social planteado por Marx (1856) permanece latente durante décadas, hasta que a finales de los 70 economistas como K. Boulding y R. Ayres lo reinventaron a un análisis de “flujos de materiales”. En este sentido, la mayoría de los análisis que utilizan este concepto se han centrado en la cuantificación de los flujos de energía y de materiales.

“El metabolismo entre la naturaleza y la sociedad contiene dos dimensiones o esferas: un material, visible o tangible y otra inmaterial, invisible o intangible” (Toledo 2013, 47). En cuanto a la primera precisamente el metabolismo social empieza con la relación entre la apropiación de los flujos de materia y energía de la naturaleza (input) y termina cuando se depositan desechos, emanaciones o residuos en algún lugar natural (output). Es decir, aterrizando este planteamiento a los residuos sólidos, los desechos se encuentran en el cierre del ciclo que tiene su inicio en el consumo de bienes. Gonzales de Molina y Toledo (2011) plantea que existen tres tipos de flujos: de entrada, interiores y de salida. A partir de estos flujos se genera un proceso metabólico en donde se distinguen los siguientes procesos: la apropiación, la transformación, la circulación, el consumo y la excreción (Ver figura 2.1).

Adicional a los cinco procesos dentro del metabolismo social y que se enfocan principalmente a la dimensión material o tangible, se tiene la segunda dimensión enfocada en la parte inmaterial e intangible, como lo cognitivo, simbólico, institucional, jurídico, tecnológico, etc. (Toledo 2013). Bajo este marco de análisis y desde una perspectiva más sociológica se debe analizar de forma integradora al metabolismo social incluyendo esta parte “blanda” dentro de las determinadas relaciones sociales, en donde intervienen instituciones, formas de conocimiento, cosmovisiones, reglas, modos de comunicación, entre otras.

Figura 0.1. Metabolismo social



Fuente: Tomado de Gonzales de Molina y Toledo 2011

En un sentido más apegado al estudio de flujos de energía y materiales en el ámbito de la ciudad, “el concepto de metabolismo urbano se ha utilizado, en los últimos años, como una forma de mejorar nuestra comprensión de la forma en que los factores ambientales, sociales y económicos interactúan para dar forma a los fenómenos y procesos urbanos” (Dinares 2014, 555). Es decir, es una relación entre la sociedad, con los factores ambientales y económicos que determinan los procesos en las áreas urbanas.

Las ciudades cimientan su existencia a través de los intercambios de materia y energía con sus alrededores o con lejanos sistemas, y a la circulación interna de estos flujos entre los diferentes sectores de la economía (Díaz 2014). El funcionamiento de estos espacios gira alrededor de las sociedades que lo habitan, en donde se presentan una serie de interacciones en el entorno de zonas urbanas principalmente.

La ciudad, en todas sus escalas, es una acumulación socio-física múltiple y cambiante de interacciones humanas y no humanas. En la producción de estos ensamblajes y enredos, las figuras del "metabolismo" y de la "circulación" ocupan un lugar central en un relato materialista y dialéctico histórico (Heynen, Kaika y Swyngedouw 2006). En especial, la circulación ha tenido un recorrido a lo largo de la historia, desde la concepción de la circulación de la sangre, pasando por la circulación de la savia de las plantas hasta instaurarse como un proceso que se identifica cada vez menos con el movimiento circular cerrado, y más con el cambio, el crecimiento y la acumulación de capital.

Por su parte, Schmidt (1976) citado por Toledo y González de Molina (2007), menciona que “las sociedades humanas producen y reproducen sus condiciones materiales de existencia a partir de su metabolismo con la naturaleza, una condición que aparece como pre-social, natural y eterna” (Toledo y González de Molina 2007, 89). Este fenómeno acota que el vínculo entre naturaleza y sociedad es inherente y este fenómeno hace que los seres humanos se organicen como sociedad, en donde se cumple el ciclo en el cual se apropian, circulan, transforman, consumen y excretan materiales y energías provenientes del mundo natural.

Considerando el planteamiento de Hotelling (1931) en su análisis de la extracción óptima de un recurso agotable, algunos economistas de los años 60 iniciaron nuevamente el análisis de la conexión entre los procesos económicos y el medio ambiente. Adicionalmente, en el marco de la idea optimista de la desmaterialización de la economía definida por académicos de la Ecología industrial, Ramos (2004) recoge la idea que en el futuro inmediato las restricciones que la naturaleza impondrá al proceso económico no vendrán tanto por la parte de la escasez de recursos, sino más bien, por la imposibilidad para el medio de absorber las cantidades crecientes de residuos generados por el sistema económico. Dentro de una ciudad se debe superar la visión única como sistema económico, y considerar todas las dimensiones que giran alrededor de este sistema, tal y como lo plantea el metabolismo urbano. Bajo este contexto Heynen, Kaika y Swyngedouw (2006) agregan:

La opinión de que una ciudad es un proceso particular de producción ambiental, sostenida por conjuntos particulares de procesos socio-metabólicos que dan forma a lo urbano en formas distintas, históricamente contingentes, un proceso socio-ambiental que está profundamente atrapado en procesos sociometabólicos que operan en otros lugares, rara vez agarra los titulares (Heynen, Kaika y Swyngedouw 2006, 21).

El metabolismo urbano es visto como el proceso que permite a la ciudad apropiarse de insumos que ofrecen los ecosistemas desde su centro y desde territorios remotos, tiene efectos espaciales concretos. Estos efectos dependerán de las características del territorio en que el sistema urbano se inserte y también, del nivel de complejidad social que el asentamiento haya alcanzado, en términos de su estructuración vertical y horizontal (Inostroza 2013).

Wolman (1965) citado en Heynen, Kaika y Swyngedouw (2006) destaca que los requisitos metabólicos de una ciudad se pueden definir como los materiales y productos necesarios para mantener a los habitantes de la ciudad en el hogar, en el trabajo y en el juego. El ciclo metabólico no se completa hasta que los desechos y los residuos de la vida diaria se eliminan con un mínimo de molestia y peligro.

El intercambio de energía y materiales se puede entender también desde una perspectiva global, desde la teoría del sistema mundo. Dinares (2014) menciona que se busca explicar las conexiones entre los flujos urbanos y la desigualdad apoyando la idea de que las ciudades son centros de acumulación de capital y estructuras o sistemas disipativos³ sostenidos mediante el aumento del intercambio de recursos con sus entornos periféricos.

También, es primordial entender el rápido aumento del metabolismo de las ciudades. La creciente demanda de recursos y generación de residuos está relacionada con la proliferación de conflictos ecológicos en las fronteras de producción de productos de primera necesidad, situados generalmente fuera de las ciudades (Dinares 2014). En este contexto Brenner y Schmid (2015) acotan:

La urbanización extendida implica, primero, la operación de lugares, territorios y paisajes, a menudo ubicados más allá de los densos centros de población, para apoyar las actividades cotidianas y las dinámicas socioeconómicas de la vida urbana. La producción de tales paisajes operativos es el resultado de los imperativos socio-metabólicos más básicos asociados con el crecimiento urbano: la obtención y circulación de alimentos, agua, energía y materiales de construcción; el tratamiento y gestión de residuos y contaminación; y la movilización de la fuerza de trabajo en apoyo de estos diversos procesos de extracción, producción, circulación y gestión. (Brenner y Schmind 2015, 167).

Daly (1991) mencionado por Ramos (2004) llamó “transflujo” a la transformación de energía y materiales, que es el flujo entrópico de materia y energía desde las fuentes naturales, a través de la economía humana y de retorno hacia los sumideros de la naturaleza. Este proceso puede darse

³ Los sistemas disipativos son aquellos que lejos del equilibrio, potencialmente pueden transformarse en estructuras de gran complejidad y evolucionar de forma autoorganizada (Lacasta 2013).

a diferentes escalas y dimensiones, mientras menor sea la escala, los impactos negativos del retorno y la asimilación de los ecosistemas de residuos serán más significativos.

Estas acciones ocurren debido a la segunda ley de la termodinámica o ley de la entropía,⁴ la cual menciona que cada transferencia de energía que se produce aumentará la entropía del universo y reducirá la cantidad de energía utilizable (exergía) y disponible para realizar trabajo. En este sentido, la economía usa energía de baja entropía y materia de su entorno natural, para producir bienes de consumo, y descarga al ambiente desechos de alta entropía (Baumgärtner 2003).

Desde el planteamiento de Martínez Alier (2008), se debe ver a la economía como un sistema abierto con una entrada cada vez mayor de energía y materiales y salida de residuos.

Precisamente este es un planteamiento que surge desde la economía ecológica, en donde se observa que la economía recibe recursos y a su vez produce recursos, es decir, no existe una economía circular cerrada (Martínez Alier 2008). Finalmente, los mayores afectados por esta producción desproporcional de residuos son los ecosistemas, que a su vez son los que asimilan su descomposición y las futuras generaciones quienes tendrán menos recursos para su subsistencia. En base a un estudio realizado por Delgado (2014) las ciudades del mundo consumen entre el 67 y el 76% de la energía mundial y son responsables de la emisión de entre el 71 y el 76% de las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC 2014). Sin embargo, solo las 380 ciudades más relevantes de los países desarrollados son responsables de alrededor del 60% del PIB mundial (2013). Metrópolis que concentran gran parte de actividades económicas con capital privilegiado, y como consecuencia, también centralizan una buena cantidad del consumo de bienes y servicios alrededor del planeta. Así mismo, existen algunos patrones de flujos metabólicos que se pueden visualizar a nivel de ciudades latinoamericanas. Entre ellos se destacan consumo de energía, agua potable, alimentos, emisiones de CO₂, producción de aguas residuales y de residuos sólidos.

Entre algunos datos que se destacan en el trabajo de Delgado (2014) tenemos que en Quito se consume alrededor de 189 litros de agua per cápita al día con una población que supera los 2 millones de habitantes, en contraste con Sao Paulo, una ciudad que supera los 11 millones de

⁴ Desorden o caos del sistema (Clausius 1850 y Boltzmann 1877).

habitantes se tiene un consumo de agua de 187 litros per cápita por día. En cuanto al consumo de alimentos en Ciudad de México, al día y por persona, supera los 2 Kg, versus Quito en donde se consumen algo más de 1,4 Kg. En cuanto a la generación de residuos Buenos Aires y Ciudad de México toman la delantera con una producción por persona al día de 1,66 y 1,4 Kg respectivamente (Delgado 2014).

En el viejo continente por su parte, en función a un estudio realizado por Jaume, et al. (2011) se analiza el metabolismo de Barcelona. En esta ciudad se tiene un consumo de agua de 165 litros per cápita al día, en donde, las aguas residuales son depuradas en su totalidad. En cuanto a la producción de residuos cada habitante de esta ciudad genera 1,42 Kg por día para el 2010, se destaca también que la recogida selectiva de residuos alcanza el 33%, siendo el 8% diez años atrás.

En este sentido, las ciudades, pero sobre todo las megalópolis, precisan del consumo de recursos materiales y energéticos para la consolidación de la gran reserva urbana, lo cual tiende cada vez más a la desigualdad, y en mayor medida en los países con mayores índices de pobreza. Es preciso comprender que no necesariamente la cuantificación del metabolismo urbano es directamente proporcional a la población que habita en las ciudades. Esta medición pasa por procesos de planificación y gestión en cada una de ellas sobre los recursos que son utilizados. Aquí se pueden incluir varios aspectos como la educación, la cultura, la economía de sus habitantes, entre otros.

Adicionalmente, Kennedy, et al. (2012) aducen que, desde una perspectiva puramente biofísica de las ciudades en el contexto de los flujos de energía y materiales, se puede minimizar el papel de las personas y las políticas de poder en la configuración de los flujos metabólicos urbanos y el impacto distributivo (diferencial) de estos flujos sobre la sociedad. Principalmente porque en las ciudades las interacciones sociales de sus habitantes son fundamentales para el funcionamiento de las mismas. La organización y las actividades que realizan las personas dentro de las ciudades forman parte del componente intangible (Toledo 2013), que tiene gran participación en el metabolismo social y urbano.

No se debe dejar de lado la influencia y movilidad del capital dentro del metabolismo de una ciudad. David Harvey (1985) mencionado por Heynen, Kaika y Swyngedouw (2006) analiza la circulación del capital y su urbanización como un móvil perpetuo canalizado a través de una infinidad de redes de producción, comunicación y consumo en constante cambio. “Los conductos circulatorios de agua, alimentos, automóviles, humos, dinero, mano de obra, etc., entran y salen de la ciudad, transforman la ciudad y producen lo urbano como un paisaje socioecológico en constante cambio”. (Heynen, Kaika y Swyngedouw 2006, 20). Cambios que se pueden visualizar a distintas escalas de análisis y desde la espacialidad de la transformación de las ciudades.

Precisamente, las mutaciones a las que son sometidas las ciudades incluyen también concepciones de trasladar lo malo afuera de las zonas urbanas, en donde muchas veces la población perjudicada son los más vulnerables y de escasos recursos. Taylor (2014) trabajó una problemática de justicia ambiental, en donde plantea que durante los años sesenta y setenta existió un marcado cambio en las respuestas de las minorías a las desigualdades ambientales. A partir de la cual, poblaciones minoritarias vincularon el entorno con desigualdades sociales raciales y enmarcaron los problemas en términos de derechos a entornos seguros y saludables principalmente en Estados Unidos.

Estos grupos pertenecientes a las minorías también solicitaron más investigaciones sobre las desigualdades ambientales, el tratamiento de las enfermedades derivadas de la exposición a peligros ambientales, así como, políticas para facilitar el mejoramiento de las condiciones y la reparación legal de los daños sufridos (Taylor 2010, 2011, 2014). Es decir, salen a la palestra injusticias en términos medioambientales que se dan principalmente en el primer mundo, siendo una situación que no es ajena en la periferia.

Continuando con esta argumentación, Pellow (2002) acota que han existido conflictos por los desechos sólidos, en donde específicamente se analizan las formas en que la basura se impone a las poblaciones vulnerables, afectando así a quienes se ven obligados a vivir cerca de ella. Se trae al debate temas relacionados a la justicia ambiental que para Pellow (2002) “se refiere a aquellas normas y valores culturales, reglas, regulaciones, comportamientos, políticas y decisiones para apoyar a las comunidades sostenibles donde las personas pueden interactuar con la confianza de

que el medio ambiente es seguro, enriquecedor y productivo” (Pellow 2002, 8). En este marco de análisis se abre un debate sobre una ciudad justa, en el cual debe prevalecer el equilibrio entre la sociedad, sus actividades económicas y el medio ambiente en función a que no se presenten temas de vulneración de derechos para poblaciones distantes a los centros poblados y en general a cualquier grupo minoritario.

Esta consideración debe ser importante a nivel del Ecuador, ya que, en el caso específico de la gestión de residuos sólidos, mayoritariamente los lugares dispuestos para estas actividades se encuentran ubicados en zonas y asentamientos rurales. Como es el caso concreto de estudio de este trabajo, Latacunga.

Se conoce que, a nivel planetario, “los asentamientos urbanos que ocupan el 2% de la superficie terrestre del mundo utilizan más de tres cuartos de los recursos del mundo y descargan cantidades similares de desechos al medio ambiente” (Dinares 2014, 554). En este sentido, el uso irracional de estos recursos tiene repercusiones inmediatas en la naturaleza. Adicionalmente, debido a la importante generación de residuos, su gestión se torna insostenible en varias zonas del planeta. Con ello, la importancia de promover ciudades justas y sostenibles con un manejo adecuado y racional de los recursos naturales. Dentro de esta discusión Heynen, Kaika y Swyngedouw (2006) señalan la existencia de un anarquismo ecológico y ciudades utópicas:

El anarquismo ecológico de pensadores radicales como Kropotkin o Elisee Reclus, y los diversos intentos de crear ciudades "utópicas" social o ecológicamente armoniosas, perseguidas con el mismo fervor por anarquistas, socialistas, liberales y fascistas, también ilustran la preocupación en el siglo XIX y principios del siglo XX por producir ambientes urbanos socialmente justos y sostenibles (Heynen, Kaika y Swyngedouw 2006, 21).

Adicionalmente, Heynen, Kaika y Swyngedouw (2006) acotan que, la historia política y ecológica de muchas ciudades se puede escribir desde la perspectiva de la necesidad de urbanizar y domesticar la naturaleza y la necesidad paralela de empujar la frontera ecológica hacia el exterior a medida que la ciudad se expandió. Bajo este proceso, se produce un tejido socio-espacial que privilegia a algunos y excluye a muchos, lo cual produce injusticias socioambientales significativas. El reconocimiento de un significado político de la naturaleza es

esencial para que la sostenibilidad se combine con un desarrollo urbano justo y empoderador, un desarrollo urbano que devuelve la ciudad y su entorno a sus ciudadanos.

Es importante mencionar que la ciudad a lo que se le ha denominado “segunda naturaleza” (Lefebvre 1976) se caracteriza por tener procesos metabólicos intensos por unidad de área (Delgado 2014). Finalmente, a partir de estos procesos se producen residuos, que deben ser identificados, clasificados y tratados en miras a buscar la sostenibilidad de los espacios urbanos.

2.2 Generación de residuos, formas de gestión y sostenibilidad

Levenhagen (1998) citado por Pineda y Loera (2007) menciona que la basura,⁵ también denominada técnicamente residuos sólidos (RS), es todo desperdicio de las actividades humanas o animales, en gran parte, de condición sólida y descartado como indeseado. La categoría de residuos puede resultar subjetiva pues lo que para algunos son desechos indeseables, para otros puede ser útiles o incluso valiosos.

Los residuos sólidos son el resultado de la relación que existe entre la economía y las leyes naturales o ecológicas, lo que significa que, para desarrollar actividades económicas se requiere de recursos primarios extraídos de la naturaleza que posteriormente son devueltos al ambiente como residuos (Jiménez 1996 y Varela 2011). Es decir, son las consecuencias de procesos metabólicos en donde a partir de la interacción de la energía y materiales se producen residuos como parte final del proceso.

La generación de residuos por grupos humanos está presente desde sus inicios, sin embargo, con el incremento poblacional de los últimos dos siglos, los desechos se han multiplicado considerablemente. Situación que genera debate y preocupación alrededor del mundo, ya que se está transformando en una problemática insostenible. En este sentido, la problemática de la basura se refiere explícitamente a dos fenómenos directamente relacionados: 1) la expansión humana que se expresa en la ocupación, explotación y predominio de la especie en prácticamente todos

⁵ Para la Real Academia de Lengua Española (RAE) “basura” es suciedad, residuos desechados y otros desperdicios. “residuo” es aquello que resulta de la composición o destrucción de algo o el material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

los ecosistemas y rincones del planeta, y 2) la lógica de producción-consumo industrial-capitalista (Guzman y Macías 2012).

Los patrones de producción y consumo de la sociedad a partir del siglo XX han aumentado de forma considerable. Las dinámicas de desarrollo y crecimiento económico, apoyado por el cambio tecnológico e industrialización hacen que se generen cada vez más residuos, de los cuales el 70% terminan en botaderos y rellenos sanitarios sin tratamiento alguno (Atlas Wasted 2017). Los residuos destinados a disposición final son un indicador del desperdicio de recursos que están siendo extraídos de la naturaleza para fabricar bienes, que terminan desechándose cuando pudieran ser valorizados, lo cual amenaza con el agotamiento a dichos recursos (Armijo 2005). Rodríguez (2012) acota que la heterogeneidad propia de la composición de los residuos sólidos, así como, los impactos ambientales y sanitarios que, a través de la fase de explotación de los recursos naturales, la transformación de los mismos y el consumo por parte de sus demandantes, exige una forma particular de abordar el tema. Es decir, se transforma en un problema complejo ya que principalmente los ecosistemas y sociedades sufren las externalidades negativas por la asimilación no adecuada de los desperdicios.

Las principales fuentes de residuos sólidos son las que se presenta en la tabla 2.1.

Adicionalmente para entender la composición de los residuos sólidos, es necesario realizar una diferenciación en los tipos de residuos que se tienen en la actualidad (Pineda y Loera 2007).

Orgánica: Se refieren a elementos biodegradables, que son de fácil descomposición como por ejemplo residuos de frutas y vegetales.

Inorgánica: Son materiales y elementos no biológicos cuya descomposición se torna complicada y tarda mucho más.

Reciclables⁶: como el papel, cartón, envolturas, envases, empaques, aluminio, entre otros materiales.

⁶ **Reciclar:** Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar, *Real academia de la lengua española*: <http://dle.rae.es/?id=VR7ahaY>.

No reciclables: pañales desechables, papel sanitario, envolturas sucias, medicinas caducadas, jeringas usadas, entre otros.

Tabla 0.1. Fuentes de residuos sólidos urbanos

Fuente	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan.	Tipos de Residuos Sólidos
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, media y elevada altura.	Residuos de alimentos, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, aluminio, otros metales, cenizas, hojas de la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos)
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plástico, madera, residuos de alimentos, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos, etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	Papel, cartón, plástico, madera, residuos de alimentos, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos, etc.
Construcción y demolición	Nuevas construcciones, lugares de reparación, renovación de carreteras, derribo de edificios, etc.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios municipales (se excluye plantas de tratamiento)	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, ríos, parques, y otras zonas de recreación.	Residuos especiales, basura, barraduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas y ríos, residuos generales de parques, playas y zonas de recreación.
Plantas de tratamiento, incineradoras municipales.	Agua, aguas residuales y procesos de tratamiento industrial.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de lodo.

Fuente: Aulaga asociación 2015

La gestión de residuos se suele definir como:

El conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona determinada el destino más adecuado desde el punto de vista económico y ambiental, según sus características, volumen, procedencia, posibilidades de recuperación y comercialización, coste de tratamiento y normativa legal (André y Cerdá 2006, 73).

Lamothe (2013) menciona que adicional a la generación de residuos, para una gestión integral se tienen las siguientes etapas:

Separación en origen: es la división en diferentes recipientes o contenedores los residuos sólidos urbanos (RSU) que pueden ser reciclados, reutilizados o reducidos, para su posterior recolección diferenciada, clasificación y procesamiento. Separar, dividir o diferenciar los residuos son maneras distintas de referirnos al mismo acto de agrupación de los mismos según sus características. Esta clasificación evita que los RSU que pueden revalorizarse se conviertan en basura.

Recolección: consiste en recoger aquellos RSU que se han dispuesto en los lugares señalados en la vía pública, la carga de los mismos en vehículos recolectores y el vaciado de los recipientes o contenedores. La recolección es diferenciada porque se discrimina por tipo de residuo en función de su tratamiento y valoración posterior. Es importante optimizar la recolección, ya sea mediante la adecuación de rutas, capacitación del personal, utilización de herramientas informáticas y elección de equipamiento adecuado.

Transporte: consiste en el traslado de los RSU desde el lugar de su recolección hasta los centros de selección y transferencia o sitios de tratamiento y disposición final, dependiendo de si trata de residuos recuperables o no.

Selección y transferencia: son tareas que se llevan a cabo, respectivamente, en los centros de selección y centros de transferencia. Los Centros de transferencia son las instalaciones habilitadas donde los RSU húmedos y aquellos RSU secos que no pueden ser reciclados o reutilizados, son acondicionados para su traslado, en vehículos de mayor capacidad, a los sitios de tratamiento y disposición final.

Tratamiento y disposición final: es la última etapa. Se lleva a cabo en los sitios especialmente acondicionados y habilitados por la autoridad local para el tratamiento y la disposición permanente de los RSU, mediante métodos ambientalmente reconocidos.

Tchobanoglous, Vigil y Theisen (1994) mencionan que una Gestión Integral de los Residuos Sólidos (GIRS) es el término aplicado a todas las actividades asociadas con la gestión de los residuos dentro de la sociedad de una forma que sea compatible con las preocupaciones ambientales y la salud pública, y con los deseos del público respecto a la reutilización y el reciclaje de materiales residuales.

La gestión integral de los residuos sólidos tiene que ser considerada como una parte integral de la Gestión Ambiental, que incluye reducción en la fuente, reúso, reciclaje, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final. De una forma que armoniza con los principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, que responde a las expectativas públicas (Rodríguez 2012).

André y Cerdá (2006) plantean que una gestión integral de residuos es una combinación racional de diferentes métodos, contemplada conjuntamente y ordenada jerárquicamente. También añaden que el concepto de jerarquía denota una priorización de los métodos según criterios de optimización económica y ambiental. De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), se tiene la siguiente:

1. Reducción en origen.
2. Reciclaje.
3. Incineración (preferentemente con recuperación de energía) y vertido.

La primera opción está enfocada en reducir y reutilizar los residuos mientras más sea posible. La siguiente opción está en función al reciclaje de todo tipo de materiales, incluido el orgánico. Por último, si los residuos no fueron tratados por alguna de las opciones anteriores se hace necesario la aplicación de uno de los métodos menos deseables, la de botadero, incineración, relleno sanitario o planta de tratamiento (André y Cerdá 2006).

La sostenibilidad en el aspecto de los residuos sólidos está presente principalmente a partir de los patrones de consumo de las sociedades y tiene una relación directamente proporcional entre su

generación, con las zonas geográficas con mayor concentración poblacional. Adicional a ello obedece en gran medida de los mecanismos de eliminación a los que están sometidos los desechos por parte de la población. La sostenibilidad de este sistema también depende mucho de la gestión que realicen las autoridades a escala local, es decir, los métodos y el tratamiento con el que se trabaja con los residuos. Agovino, et al. (2018) acotan que el proceso de gestión de residuos se optimiza cuando los ciudadanos y el gobierno local se comportan adecuadamente. Es decir, son actores fundamentales para garantizar la sostenibilidad de estos sistemas.

Hoornweg and Bhada-Tata (2012) citados en Cobo (2017), recalcan que una gran cantidad de los desechos producidos en los países de ingresos bajos y medios bajos se desechan en vertederos abiertos que carecen de medidas para garantizar la seguridad y prevenir los peligros ambientales. Este sistema presenta una gestión que es, claramente, insostenible y lamentablemente se lo sigue practicando en una gran cantidad de países en todo el planeta. A partir de uno de los principios de la ecología industrial, los recursos y la gestión de residuos son clave para satisfacer las necesidades futuras de la sociedad de una manera sostenible (Cobo 2017).

Para lograr que un sistema de gestión de residuos sea sostenible, Rodríguez (2012) acota que es fundamental la maximización de los residuos aprovechables y la consecuente disminución de las basuras. Principalmente se logra, al desarrollar programas de minimización en el origen, la modificación de los patrones de consumo de la sociedad, la creación de nuevos canales de comercialización, fortalecer las cadenas de reciclaje, mejorar las condiciones de trabajo de los recuperadores, formulación de programas para una disposición controlada, entre las principales. La búsqueda de la sostenibilidad en este tipo de sistemas es un trabajo en conjunto entre la sociedad y las autoridades encargadas de la gestión de residuos. Estrategias educativas, de participación ciudadana, sistemas de información sobre residuos sólidos, la planificación y coordinación institucional son elementos que se insertan en la eficiencia y sostenibilidad de estos sistemas. La aplicación de las mismas influirá en el correcto funcionamiento de la gestión de residuos sólidos.

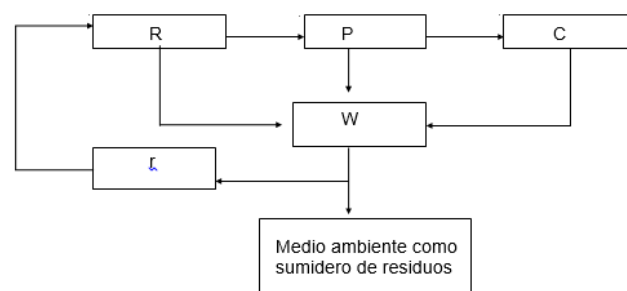
Pasar de sistemas de gestión lineales a circulares es uno de los principales desafíos que surgen con el tratamiento de esta temática. Un acercamiento a esta transformación precisamente la

aborda la economía circular, que surge como la necesidad de no mirar de forma separada y unilateral a la economía y al medio ambiente, enfocándose más bien en las interacciones en ambos sentidos entre estas dos categorías. En tal virtud, la valorización de los residuos podría ayudar a superar uno de los desafíos globales más apremiantes: asegurar el suministro de alimentos (Cobo 2017).

Para ir más allá en la discusión es necesario comprender que “si ignoramos al medio ambiente la economía parece ser un sistema lineal” (Pearce y Turner 1990, 35). De tal forma es importante añadir los recursos naturales (R) en el esquema, siendo el inicio de la cadena de producción y consumo. Sin embargo, esta visión sigue siendo incompleta porque no dice nada sobre los residuos. “Los residuos proceden del sistema económico, pero esto no debe llevarnos a creer que los sistemas naturales no tienen sus propios residuos” (Pearce y Turner 1990, 36).

Por ejemplo, los árboles desechan sus hojas y este sistema natural tiende a reciclar sus residuos. Lo que no sucede con el sistema económico ya que no tiene la tendencia intrínseca de reciclar. Esta premisa nos lleva a pensar que en todo proceso productivo se generan residuos. En este punto es importante destacar la primera ley de la termodinámica, en la que se establece que no se puede crear ni destruir energía, por lo tanto, los recursos procesados terminan en algún lugar de la naturaleza. Bajo esta premisa y con los aportes de Boulding, el sistema lineal se puede convertir en un sistema circular.

Figura 0.2. Sistema circular de la Economía



Fuente: Pearce y Turner (1990)

En el esquema presentado en la figura 2.2 se tiene la cadena de producción y generación de residuos que empieza en la canasta de recursos (R), posteriormente la producción (P) y consumo

(C), este proceso genera residuos (W), lo cuales bajo el esquema de una gestión integral son posibles reciclarlos (r) y convertirlos en nuevos recursos. Sin embargo, se debe considerar que la mayor parte de los residuos no se reciclan y estos vuelven al medio ambiente, es decir, son asimilados por los ecosistemas. De hecho, este flujo circular, plantea un equilibrio de materiales en donde se pueden identificar tres funciones económicas del medio ambiente: provisión de recursos, asimilación de residuos y generación de utilidad.

Por otro lado, no se debe dejar de analizar las limitaciones con las que cuenta este flujo y economía circular. Ramos (2016) plantea que su definición es ambigua y que más bien es una reinvención del concepto de desarrollo sostenible primero y economía verde después. “Bajo la ilusión de la economía circular, parecería que el crecimiento puede continuar de manera ilimitada, pues estaríamos reciclando los residuos y convirtiéndolos en nuevos recursos” (Ramos 2016, 5). En este proceso implica un consumo adicional de energía, adicional a ello se debe considerar que no todos los materiales o residuos son reciclables, por ejemplo, la energía no es reciclable como lo menciona la ley de la entropía.

Finalmente, se espera que se realice una valoración a la cantidad máxima de desperdicios para ampliar su vida útil, de modo que pueda cumplir una función para la colectividad. Precisamente la sociedad es la llamada a formar parte de este ciclo para manejar de manera sostenible los residuos que se producen en los hogares.

Como se explicó anteriormente, el inicio del proceso para una gestión adecuada de los RS se encuentra en su clasificación. La mayoría de las soluciones disponibles se centran en los residuos orgánicos, como los residuos de alimentos, la biomasa de los jardines, la madera y, a veces, el papel. El reprocesamiento de plásticos de desecho a nivel doméstico suele ser complicado, para el vidrio y el metal hacen faltan métodos eficaces para utilizarlos en el hogar. También, los intentos de desechar equipos eléctricos o electrónicos, baterías y desodorantes, pueden ser peligrosos en el hogar. Bajo este marco, Jouhara, et al. (2017) nos presentan algunas alternativas biológicas y fisicoquímicas de utilización de los residuos.

Compostaje: es un proceso aeróbico natural a partir de la estabilización biológica del desperdicio orgánico que permite reducir el peso y el volumen y produce un compost que proporciona los nutrientes necesarios para utilizarlos en la agricultura principalmente. Este es un método que se puede manejar a ciertas escalas y con distintas infraestructuras.

Digestión anaeróbica: Los microorganismos convierten el material biodegradable en biogás en una serie de procesos biológicos sin la presencia de oxígeno. Las materias primas más populares para la digestión anaeróbica son los diferentes tipos de residuos orgánicos como el estiércol, residuos agrícolas, residuos de cultivos, aguas residuales y residuos sólidos municipales.

Combustión: Es un método fisicoquímico que se produce entre el combustible y el oxidante para producir calor. El combustible puede ser gaseoso, líquido o sólido; cuando se encienden, se producen reacciones químicas de combustible y oxidante y, finalmente, el calor liberado de las reacciones hace que el proceso sea autosuficiente. El objetivo es incinerar los RS. En este método se debe considerar la eliminación de gases de efecto invernadero (GEI) y el control de estas emisiones es importante, en una escala a nivel de hogar no se puede tener mucho impacto. Sin embargo, a gran escala es ideal aprovechar esta incineración para producir energía la cual se puede reinsertar en el sistema.

Como se ha venido observando, iniciar o mantener un sistema sostenible de gestión de residuos sólidos, depende de la intervención de varios actores de la sociedad. Autoridades locales y ciudadanía son los indicados a realizar acciones que estén dentro de su alcance, a partir de una colaboración mutua, con el objetivo de minimizar las externalidades negativas por un manejo inadecuado de los residuos sólidos.

Después de la caracterización de los RSU, así como un repaso de los posibles sistemas para su gestión, se torna fundamental indagar sobre las distintas metodologías de evaluación de los mismos. Las técnicas y mecanismos que se presentan a continuación pueden ser decisivos en la implementación de uno u otro sistema de gestión a nivel local, a fin de brindar un servicio de calidad a la población y garantizando su sostenibilidad.

2.3 Instituciones articuladoras de valor

Al momento de evaluar bienes y servicios ambientales desde la perspectiva neoclásica existen inconvenientes, en el sentido de que no poseen un precio, por lo tanto, no se comercializan y se los cataloga como “fallas del mercado” (Vatn 2005) o externalidades. Bajo estas premisas, para evaluar temas ambientales existen distintas metodologías, a partir de las cuales se pueden articular diferentes tipos de valores. De ahí provienen las instituciones articuladoras de valor (IAV), siendo estructuras institucionales en las cuales se da la valoración.

Una IAV define un conjunto de reglas en relación al proceso de valoración, principalmente se deben considerar temas como la participación, es decir, quién y bajo qué premisas están involucrados (Jacobs 1997). Se debe tomar en cuenta también los datos disponibles para la valoración, así como, los distintos procesos para la recolección de los mismos. Estas características son distintas para cada IAV, lo que implica elegir entre diferentes racionalidades y valores.

Dentro del marco de evaluación de sistemas de residuos sólidos urbanos, en donde en definitiva se involucra al medio ambiente, se analizan metodologías que se acoplan a las necesidades y funcionalidades de estos sistemas desde varias esferas de su gestión. En este caso se presentan dos: el análisis costo beneficio (ACB) y la evaluación multicriterio.

Por un lado, el ACB se centra en maximizar algunos agregados de preferencias individuales, otros como el análisis multicriterio se enfocan más en encontrar una solución razonable o deseable para un conflicto (Vatn 2005). Es importante conocer las distintas formas de evaluar sistemas de gestión de residuos ya que, a partir de este ejercicio, se pueden identificar las debilidades e inconvenientes que están presentes en las diferentes formas de gestión. Con ello, de seguro existirán mejoras constantes y una mejor visión de las potencialidades que están siendo obviadas.

2.3.1 Análisis Costo Beneficio

El análisis costo beneficio es un análisis netamente económico, que se basa principalmente en la teoría del bienestar neoclásico, en donde a partir de la cuantificación de los costos y beneficios, se puede dar por aceptado o rechazado cualquier proyecto. Dentro de la temática del medio

ambiente, precisamente la Economía Ambiental es quien da el mayor sustento a este tipo de evaluaciones, en donde nada más interesan las magnitudes de los beneficios y costos que se comparan en una sola unidad.

La característica que distingue al ACB es el intento de llevar al máximo posible la cuantificación de los beneficios y costos en términos monetarios (Castañer 2014). La Economía Ambiental parte de la premisa que los problemas ambientales provienen de las fallas de mercado (Tetreault 2008), así mismo, existen situaciones donde los servicios ambientales⁷ se tratan como si tuvieran un valor de cero, son las denominadas "externalidades". Tetreault (2008) las define como los efectos externos experimentados por una o varias personas como resultado de las acciones u omisiones de otras. Una externalidad puede ser positiva o negativa, siendo este el principal inconveniente que la Economía Ambiental debe resolver y en la mayoría de las veces lo hace a través del ACB. En este tipo de métodos de valoración la participación está a cargo de los consumidores, en donde, los individuos responden individualmente a través de un cuestionario. Los datos toman forma de precios como *proxy* para determinar un valor ambiental, y se relacionan con las características del bien ambiental a través del lenguaje verbal o escrito. Finalmente, la agregación de las preferencias o voluntades de pago de los individuos es la que se debe usar para la toma de decisiones ambientales.

Boardman, et al. (2001) citado por Vatn (2005) plantean que un ACB tiene los siguientes pasos:

1. Especificar el conjunto de proyectos alternativos.
2. Decidir qué beneficios cuentan (de pie);
3. Catalogar los impactos y seleccionar indicadores de medida;
4. Predecir los impactos cuantitativamente a lo largo de la vida del proyecto;
5. Monetizar (adjuntar valores en dólares a) todos los impactos;
6. Descuentos en beneficios y costos para obtener valores presentes;
7. Calcular el valor actual neto (VAN) de cada alternativa;
8. Realizar análisis de sensibilidad; y

⁷ Los servicios ambientales son aquellas funciones de los ecosistemas que pueden generar beneficios y bienestar adicionales para las personas y las comunidades. (Velez 2012).

9. Hacer una recomendación basada en el VAN y el análisis de sensibilidad.

Para el primer paso es crucial saber ¿Quién debe definir las alternativas?, en el ACB por lo general las define el tomador de decisiones. En el segundo paso se debe decidir cuáles son los beneficios a considerar, aquellos con una mayor relevancia son percibidos como consumidores y se cree que se representan solo así mismos y sus preferencias personales. A continuación, los pasos 3 y 4 referentes a la definición y medición de los impactos relevantes en el proyecto son fundamentales en cuestiones ambientales y son definidos como un problema técnico y están a cargo del analista.

Posteriormente, el paso 5 está relacionado con la valoración y la cuantificación monetaria de los impactos. En el ACB los valores monetarios se basan en la disposición de pago por parte de los individuos. En este punto se deben considerar dos aspectos fundamentales: en primera instancia, las elecciones sociales son en función al gusto y las preferencias individuales, medida por la disposición a pagar. Segundo, implica necesariamente que todos los valores involucrados son considerados cuantificables o conmensurables. No obstante, el ACB se lo utiliza a menudo en el caso de problemas ambientales, de tal forma las preferencias individuales son cuestionables. Los pasos 6 y 7 se refieren a la agregación y también son elementos fundamentales para el ACB. Esto implica el cálculo de la diferencia de los beneficios y los costos en función del valor actual neto (VAN), que se lo calcula a partir de la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Donde:

B_t = Beneficios en el periodo t

C_t = Costos en el periodo t

r = Tasa de descuento

T = Horizonte temporal del proyecto

En este punto es importante considerar que los beneficios netos pueden ser positivos para algunos y negativos para otros. En tal sentido, en cualquier proyecto es poco probable que todos los actores involucrados ganen. Por lo tanto, el cálculo del VAN del ACB no asegura la optimalidad

de Pareto.⁸ También es importante tomar en cuenta el tema de los efectos futuros del descuento. Se utiliza una tasa de descuento social y la elección de esta plantea una cuestión de ética (Hanley y Spash 1993), en tal virtud este paso puede caer en la subjetividad y por lo tanto genera incertidumbres. El efecto de una tasa de descuento positiva es que los beneficios y costos futuros cuentan menos que los actuales.

En este punto el ACB puede manejar de manera coherente las incertidumbres en forma de riesgo. Esta acción se integra fácilmente en el cálculo del VAN y se evalúa a través de un análisis de sensibilidad. Una alternativa es formular restricciones para algunos impactos y eliminar alternativas que no cumplan con estas restricciones en la evaluación final, es decir, las alternativas que no pasen esta prueba adicional no deben ser aceptadas a pesar de los altos VAN que pueda generar.

Finalmente, el último paso es recomendar qué solución se debe adoptar, esta solución en el ACB se centra en encontrar la solución óptima para un problema de decisión basado en la regla de mejora de Pareto potencial (Kaldor-Hicks⁹). Asume el valor de la conmensurabilidad, y las prioridades se establecen en base a la intensidad de las preferencias individuales, medida a través de la disposición a pagar. Se asume que los individuos son maximizadores de utilidad. Las compensaciones a lo largo del tiempo se realizan sobre la base de los cálculos del VAN.

De acuerdo al estudio “Orientación sobre la metodología para realizar análisis costes-beneficios (2006)” de la Comisión Europea (CE), el análisis costo beneficio es una herramienta esencial para evaluar los beneficios económicos de los proyectos. En primera instancia, deben evaluarse todos los efectos: financieros, económicos, sociales, medioambientales, etc. Por otro lado, el objetivo de esta evaluación es identificar y cuantificar en términos monetarios todos los efectos posibles, a fin de determinar los costes y los beneficios del proyecto. A continuación, se agregan los resultados (beneficios netos) y se extraen conclusiones sobre si el proyecto es deseable y

⁸ Wilfrido Pareto (1938) menciona que cualquier cambio de situación afectaría a una economía sin perjudicar a otra. Es decir, las situaciones son eficientes, si al haber un cambio de esa situación, se beneficia a alguno, sin perjudicar a otro (Reyes y Oslund 2014)

⁹ La Mejora de Kaldor-Hicks (1939), plantea en principio, que los ganadores podían compensar a los perdedores para que no hubiera perdedores posteriores a la compensación, es decir, un complemento al óptimo de Pareto. (Ellerman 2014).

sobre si merece la pena ponerlo en marcha. Los costes y los beneficios del proyecto deben evaluarse sobre una base diferencial, examinando las diferencias que puede haber entre que se lleve a cabo o no (CE 2006).

Sin duda alguna, se tienen limitaciones latentes al utilizar este tipo de análisis en temas medioambientales. Una de las más importantes es que la valoración económica de los impactos ambientales, indispensable para realizar el análisis costo - beneficio, involucra diversas dificultades prácticas que, en general, tienden a subestimar los beneficios y costos ambientales (Postigo 2013). Al tratarse de una valoración económica que involucra cuantificar y poner valor a todos los elementos del sistema, se excluyen o se minimizan los impactos que algún proyecto o actividad pueden ocasionar en los aspectos ambientales y sociales. Adicionalmente, deja por fuera la percepción social y ambiental de los involucrados, que gran parte de las veces tienen valoraciones cualitativas.

2.3.2 Evaluación multicriterial

Para la aplicación de un análisis multicriterio (AMC) es necesario considerar dos aspectos fundamentales: los conflictos de intereses y los valores mantenidos para diferentes individuos o grupos; y los conflictos de intereses o valores mantenidos por la misma persona (Vatn 2005). Este tipo de análisis está formulado para manejar valores o criterios que no se transforman fácilmente en una dimensión económica. Una diferencia sustancial con el análisis costo beneficio es que el AMC pone mucho énfasis en el proceso, donde, posteriormente la toma de decisiones, especialmente cuando se trata de cuestiones ambientales, es un proceso complejo.

Este tipo de análisis viene de la mano de un cambio en el paradigma del método científico tradicional, que trata de simplificar la complejidad y dar recetas para la resolución de problemas. Es decir, el planteamiento del AMC es trascender y utilizar recursos de la Ciencia Postnormal en donde se incluyan variables como la incertidumbre e incluso aceptando la ignorancia (Funtowicz y Ravetz 1996). Esta nueva visión, para enfrentar problemas sociales y ambientales fue propuesta por Funtowicz y Ravetz (1990) quienes plantean principalmente “una adecuación de la ciencia normal a los nuevos tiempos en los que tanto los valores culturales y éticos, como la

incertidumbre e ignorancia, deben ser contemplados expresamente e incorporados en los procesos de resolución” (Moreno, Aguaron y Escobar 2001, 7).

La ciencia postnormal se orienta a la gestión de la incertidumbre y a la mejora de los procesos mediante un diálogo interactivo, es decir, con la participación de los actores involucrados y no un método deductivo. La evolución de la ciencia encaja en el tratamiento del análisis de los sistemas complejos. Este enfoque acoge a los aspectos más intangibles como los éticos, sociales y culturales.

Para (Duval 1999) un sistema complejo es un sistema abierto que aparece como una entidad evolutiva cambiante y que se determinan por la interacción de múltiples factores internos y externos. En esta misma línea, Miramontes (1999) agrega que los sistemas complejos están formados por un conjunto de componentes individuales que interactúan entre sí y que pueden modificar sus estados internos como producto de tales interacciones.

De acuerdo a García (2006) un sistema complejo tiene tres componentes principales:

1. **Límites:** Los sistemas complejos que se presentan en la realidad empírica carecen de límites precisos, tanto en su extensión física, como en su problemática. En este sentido viene la importancia de determinar límites que se acoplen en la definición del sistema que se pretenda estudiar.
2. **Elementos:** Los componentes de un sistema son interdefinibles, es decir, no son independientes, sino que se determinan mutuamente.
3. **Estructuras:** Varias de las propiedades de un sistema se determinan por su estructura y no por sus elementos.

Es importante incluir a la discusión a los sistemas complejos adaptativos (SCA). Para Cardona (2001) citado en Castillo y Velásquez (2015) los SCA son buscadores de pautas. “Interaccionan con el entorno, aprenden de la experiencia y como resultado se adaptan. Así las adaptaciones son un comportamiento determinista y las auto-organizaciones son comportamientos indeterministas, como resultados positivos posteriores a una crisis” (Castillo y Velásquez 2015: 14). Es decir, se

basa en la interacción de varios agentes, siguiendo reglas simples y con una retroalimentación entre ellos, en un ambiente dinámico sin un control centralizado. También, consisten en un conjunto de agentes que tienen libertad para actuar en formas que en muchas ocasiones son impredecibles, y que sus acciones están interconectadas de forma que las acciones de un agente cambian en contexto para los otros agentes.

Entre las principales propiedades de los sistemas complejos adaptativos tenemos:

1. Adaptación o autonomía en un aspecto micro y evolución (macro)
2. Cooperación o competencia, lo que desemboca en una auto-organización
3. Multiplicidad de escalas e identidades (jerarquías anidadas)
4. Emergencia (el todo es más que las partes)
5. Robustez o resiliencia relacionado a los múltiples estados de equilibrio
6. Cambio episódico, los cuales pueden ser lentos y abruptos
7. Reflexividad, relacionada directamente con la condición humana

Cuando se refiere a sistemas complejos adaptativos, es fundamental tratar muy de cerca la inconmensurabilidad, es decir, hay un conflicto de valor irreducible cuando se decide qué término comparativo común debe usarse para clasificar acciones alternativas (Munda 2003a). La inconmensurabilidad implica la existencia de identidades múltiples y una pluralidad de valores, que no son reducibles unos a otros. En este mismo contexto, dentro de la opción de evaluación a partir de múltiples criterios se contempla por un lado una inconmensurabilidad técnica y por otro una inconmensurabilidad social.

Inconmensurabilidad técnica: Se basa en una de las propiedades de los sistemas complejos adaptativos, la jerarquía anidada entre ellos, es decir, existen diferentes identidades, por no existen representaciones equivalentes. Este tipo de inconmensurabilidad “proviene de la naturaleza multidimensional de la complejidad y se refiere al tema de la representación de identidades múltiples en modelos descriptivos.” (Munda 2003a, 664). Es decir, bajo este esquema se evita el reduccionismo y se consideran varios lenguajes científicos, los cuales realizan varias representaciones válidas de un mismo sistema. En este sentido, como lo destaca Neurath (1973) citado en Munda (2003b) es necesario una “orquestración de las ciencias”, es decir, una

combinación de criterios de expertos de ciencias inter y multidisciplinares. “En términos de interdisciplinariedad, el problema es encontrar un acuerdo sobre el conjunto de criterios que se utilizarán; en términos de multidisciplinariedad, el problema es proponer y calcular un puntaje de criterio apropiado” (Munda 2003b, 2).

Inconmensurabilidad social: la cual se puede “derivar de los conceptos de complejidad reflexiva y ciencia post-normal y se refiere a la existencia de una multiplicidad de valores legítimos en la sociedad” (Munda 2003a, 664). En este caso se tiene un acercamiento importante con la participación pública y la transparencia, ligado a entender el pensamiento y comportamiento de los actores sociales afectados frente a la estructuración de un problema. En este sentido, cuando a las autoridades y tomadores de decisiones se les torna complicado un enfoque adecuado frente a algún problema es necesario una participación importante de la sociedad mediante técnicas como grupos focales o talleres en donde se puedan conciliar las ideas y propuestas.

“Uno de los aspectos fascinantes de la ciencia más reciente es la aparición, en diferentes campos disciplinares, de diversas teorías que, de un modo explícito o implícito, intentan aproximarse a la realidad sin reducir su complejidad” (Munné 1995, 1). Munda (2003a) plantea que el mundo se caracteriza por una gran complejidad. Como consecuencia, el ser humano puede decidir adoptar un enfoque reduccionista tratando de abordar una de las muchas dimensiones posibles o simplemente tratar con la complejidad del mundo real. Como dice el autor, “Mi firme convicción es que cualquier representación de un sistema complejo solo refleja un subconjunto de sus posibles representaciones. Un sistema es complejo cuando los aspectos relevantes de un problema en particular no se pueden capturar usando una sola perspectiva” (Munda 2003a, 663).

Cuando el interés en la decisión es alto, así como la incertidumbre, es necesaria la intervención de la Ciencia Postnormal, la cual compagina los conocimientos y habilidades de sus predecesoras, en función al análisis de variables desde diferentes esferas del conocimiento. Es por esta razón, por ejemplo, que las ciencias exactas no son suficientes para abordar problemas socioambientales o socioeconómicos. En donde, la resolución a estos inconvenientes demanda de una complejidad que la ciencia postnormal y multidisciplinaria puede solventar de cierta manera.

Según Funtowicz and Ravetz (1990) la toma de decisiones públicas para la sostenibilidad debe abordar múltiples prioridades legítimas, pero a menudo contrastantes. Tales procesos de toma de decisiones suelen caracterizarse por altos grados de incertidumbre, valores en disputa y urgencia. Es así, que la incertidumbre es una constante al momento de realizar una evaluación, ya que son múltiples los factores que se ven afectados al momento de realizar una intervención y las consecuencias sobre las mismas son desconocidas e imposibles de predecir en su totalidad. Por este motivo, es necesario abordar el problema a través de métodos que den cuenta de la realidad compleja, bajo la cual “se logra una comprensión adicional a través de la representación del "problema" a través de una estructura multicriterio, en la que se evalúa un número finito de alternativas según un conjunto de criterios multidimensionales” (Garmendia y Gamboa 2012, 111).

Los pasos fundamentales para un AMC de acuerdo a Vatn (2005) son:

1. Definir y estructurar el problema
2. Definir las alternativas (las posibles soluciones)
3. Definir el conjunto de criterios de evaluación:
 - a. Cuántos
 - b. De qué tipo, ya sean comparables o no.
4. Caracterizar las alternativas, es decir, evaluar las puntuaciones.
5. Identificar las preferencias (ponderaciones) del tomador de decisiones o los diferentes grupos de interés involucrados.
6. Comparar las alternativas, si es relevante, elegir procedimientos o métodos de agregación.
7. Evaluar el resultado, incluido el análisis de sensibilidad, y elegir o proponer el mejor compromiso (que a menudo implica volver a los (1), (2), o (3) y ejecutar el proceso para una segunda ronda).

La estructura básica de un AMC está dada la matriz representada en la tabla 2.2 en donde se estructura el problema a partir de las dimensiones conjuntamente con sus criterios definidos frente las alternativas planteadas. En este tipo de metodología pueden conjugar indicadores que se los puede medir tanto de forma cualitativa como cuantitativa dependiendo del modelo de

agregación. El reto se centra en establecer las ponderaciones adecuadas para las dimensiones, que tendrán una incidencia directa con las alternativas a evaluar.

Tabla 0.2. Matriz de impacto

Dimensiones	Criterios	Unidades de medida	Escenarios o Alternativas			
			A1	...	...	An
Económica	C1	...	C1(A1)	...	...	C1(A1)

Ambiental	C3	...	C3(A1)	...	...	C3(A3)

Social	C5	...	C5(A5)	...	...	C5(A5)

	Cn	...	Cn (An)	...	...	Cn (An)

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo

“Los métodos de evaluación y decisión multicriterio comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivo simultáneas y un único agente decisor, y procedimientos de evaluación racionales y consistentes” (Martínez y Escudey1997, 3). Es decir, en este tipo de análisis conlleva un proceso consistente, que resulta valioso para la obtención de una solución adecuada para un problema específico.

Dentro de las metodologías multicriterio ha existido una evolución constante de su tratamiento, que tiene su punto de partida entre los sesentas y setentas. A continuación, se detallan algunas de ellas:

Multicriteria Decision Making (MCDM): la toma de decisiones multicriterio es la primera etapa de este tipo de metodologías tiene como objetivo “obtener preferencias subjetivas claras de un responsable de la toma de decisiones y luego tratar de resolver un problema de decisión matemática bien estructurado gracias a un algoritmo más o menos sofisticado”. (Munda 2003a, 673). Es decir, se asume que las preferencias del tomador de decisión son perfectamente explícitas y por tanto la importancia es en el modelo de agregación matemática que permite descubrir la solución. La calidad de la toma de decisiones depende de lo bueno que sea el modelo de agregación, este es un enfoque *close – down* (Stirling 2006). Quiere decir que se tiene una

variedad de formulación de problemas multicriterio, para este tipo de enfoque se tienen tres alternativas posibles:

- α La meta es identificar una y sólo una alternativa final.
- β La meta es asignar cada acción a una categoría predeterminada según en lo que se quiere que se convierta después.
- γ La meta es clasificar a todas las acciones viables según un orden previo total o parcial.

Multiplecriteria Decision Aid (MCDA): En la ayuda para decisiones de criterios múltiples (MCDA) de acuerdo a Roy (1985) citado en Munda (2003a), el objetivo principal no es descubrir una solución, sino construir o crear algo que se considere que puede ayudar a un actor que participa en un proceso de decisión, ya sea para dar forma, discutir o transformar sus preferencias, o tomar una decisión en conformidad con sus objetivos (enfoque constructivo o creativo). En este caso, la calidad de la decisión depende del modelo agregación y de otros factores procedimentales que dan lugar a la decisión. Se tiende a dar énfasis a la creación o construcción un proceso que sea visto como confiable para ayudar a un actor que forme parte de un proceso de toma de decisiones. Este es un enfoque abierto, enmarcado en un proceso de aprendizaje para los actores involucrados en el cual son visibles los aportes para el tomador de decisiones realice y cristalice las mejores acciones en la consecución de un objetivo.

Evaluación Multicriterio participativa (EMCP): La inclusión de la participación pública en la toma de decisiones, es lo que motivó a la transición hacia la EMPC. La evaluación no puede abordarse desde una perspectiva puramente técnica, se necesita la participación y colaboración entre todos los actores sociales relevantes. Se deben tomar decisiones complejas sobre quién participa en la definición y estructuración del problema, la elección del procedimiento de agregación y los parámetros correspondientes para la evaluación Multicriterio (Garmendia y Gamboa 2012). En este sentido, lo ideal en principio es trabajar en un mapa de actores con sus objetivos y posturas claras dentro de su intervención en el proyecto o política a evaluar. Munda (2004) acota que para la EMCP son necesarios los siguientes pasos:

1. Identificación y clasificación de actores sociales relevantes mediante análisis institucional, entrevistas individuales con agentes clave, grupos focales, etc.

2. Definición del problema.
3. Creación de alternativas y definición de criterios de evaluación. Este proceso debe ser el resultado de un consenso de los actores sociales.
4. Valoración de criterios en una matriz de impacto multicriterio. La matriz sintetiza las puntuaciones de todos los criterios para todas las alternativas. Cada puntaje de criterio representa el desempeño de cada alternativa de acuerdo con cada criterio;
5. Selección del modelo de agregación.
6. Evaluación de las preferencias y valores de los participantes: umbrales de preferencia e indiferencia, y priorización de criterios (pesos). Estos valores los colocan los participantes, que pueden ser principalmente a través de entrevistas en profundidad, encuestas y grupos focales;
7. Aplicación del modelo mediante un procedimiento matemático de agregación. Las puntuaciones de los criterios deben agregarse mediante un algoritmo matemático que garantice que la clasificación de las alternativas sea coherente con la información y los supuestos utilizados.
8. Análisis social y discusión de los resultados para verificar la solidez del análisis. Los resultados están expuestos a debate público y validación. Este paso también implica un análisis de sensibilidad en el que a algunos de los supuestos o parámetros incluidos en el modelo se les asigna un valor diferente, para probar si la clasificación final de los cambios alternativos y los resultados son sólidos.

Finalmente, es importante destacar que, en la estructuración del problema, específicamente, las alternativas, criterios y sus ponderaciones, son definidos por los actores sociales y los involucrados directos en el proyecto que se esté analizando. Es decir, el técnico recoge estos aportes, los procesa y analiza, para determinar la mejor alternativa para los actores directos.

Evaluación Multicriterio Social (EMCS): En miras a englobar los vacíos obtenidos en anteriores metodologías multicriterio, Munda (2003a) propone el concepto de evaluación multicriterio social (EMCS) en sustitución de la evaluación de criterios múltiples participativa y sus predecesoras, principalmente porque dentro de la ayuda para decisiones de criterios múltiples (MCDA) es necesaria una participación pública de forma consistente. “Esta es la razón por la que

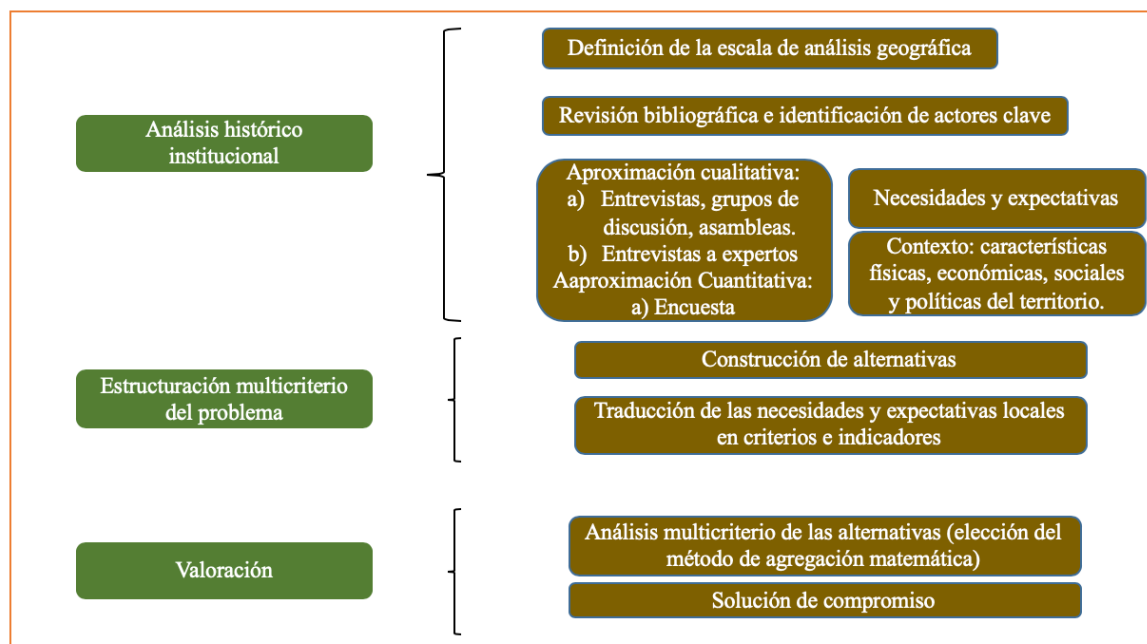
un proceso de criterios múltiples sociales debe ser lo más participativo y lo más transparente posible; aunque en mi opinión, la participación es una condición necesaria pero no suficiente” (Munda 2003a, 667). Es decir, es primordial un involucramiento activo por parte de los actores. No obstante, esta participación debe ser contrarrestada con criterios técnicos que deben estar a cargo del analista. En tal virtud, la comunicación entre el técnico y la comunidad debe ser consistente, a partir de la cual se recojan las apreciaciones más importantes de lo que pueda estar en juego, en cada una de las alternativas a analizar.

Los fundamentos de EMCS se enmarcan en los conceptos de la teoría y filosofía de sistemas complejos, como la complejidad reflexiva, la ciencia postnormal y la inconmensurabilidad. De acuerdo con Munda (2003b) se tienen algunas premisas fundamentales para utilizar este de método:

1. No se debe olvidar que el analista clásico que toma las decisiones en una relación esquematizada está, de hecho, integrado en un marco social, que es de una importancia crucial en el caso de la política pública.
2. La combinación de varios métodos participativos, que se ha demostrado que son poderosos en la investigación sociológica, se hace aún más cuando se integra con un marco de criterios múltiples.
3. El uso de un proceso de evaluación cíclica permite incorporar el concepto de aprendizaje del equipo científico en el estudio de caso abordado. Es extraordinariamente importante que se utilicen diferentes herramientas participativas y de interacción en diferentes puntos en el tiempo. Esto permite la prueba continua de los supuestos utilizados.
4. De acuerdo con la escala geográfica elegida, los actores sociales relevantes con un interés en juego se pueden encontrar gracias al análisis institucional. El análisis institucional es un paso esencial para identificar posibles "partes interesadas" para un proceso participativo. Sin embargo, además de los errores inevitables que pueden ocurrir al llevar a cabo un análisis institucional apropiado, creo que hay razones aún más fuertes por las que no creo que sea deseable un estudio participativo puro.
5. El equipo científico no puede simplemente aceptar sin críticas las aportaciones de un proceso participativo.

En consecuencia, la EMCS en la fase de la estructuración del problema, las alternativas y criterios son definidos por el analista técnico basándose principalmente en las necesidades y expectativas de los actores locales. Así mismo, dentro de las atribuciones del técnico está el establecer los pesos y ponderaciones necesarias para obtener la mejor alternativa para un problema determinado. En la figura 2.3 se pueden apreciar las fases de una EMCS.

Figura 0.3. Fases para una evaluación multicriterio social



Fuente: Walter, et al. (2016)

Después de analizar los diferentes tipos de marcos de evaluación multicriterio se puede decir, que los sistemas complejos como los ambientales presentan múltiples tratamientos posibles, gran parte de ellos inconmensurables o no equivalentes. Es así que la complejidad es entonces una propiedad de la evaluación de un proceso en lugar de una propiedad inherente al sistema en sí (Munda 2003a).

Modelos como los socioambientales en donde las representaciones de la realidad resultan de una serie de suposiciones arbitrarias, necesariamente se traduce en la existencia de dos o más representaciones correctas diferentes del mismo sistema del mundo real. Los sistemas de generación y disposición de residuos sólidos presentan una complejidad considerable, ya que se

deben considerar variables sociales, ambientales, económicas y técnicas para buscar la eficiencia de este sistema y apuntar a su gestión integral.

La construcción de un modelo descriptivo del sistema complejo real que logre solventar la incertidumbre, así como, las múltiples representaciones no equivalentes de este tipo de sistemas dependen de premisas como:

- a) El motivo de la construcción
- b) La escala de análisis
- c) Un conjunto de dimensiones, criterios, indicadores usados.

Posteriormente, para la elección de un proceso de agregación se pueden tener varios métodos de evaluación y decisión multicriterio. Para la elección de un método discreto o continuo para la evaluación, se debe considerar que el número de alternativas puede variar entre 1 o más. Estos métodos comprenden la selección de un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivo simultáneas, un único agente de decisión, y procedimientos de evaluación racionales y consistentes (Martínez y Escudey 1997).

Existen modelos compensatorios y no compensatorios. Un método es compensatorio cuando, en la asignación de los pesos, una mejora en un criterio permite compensar un deterioro en el otro o su vez si es que el conjunto de criterios es considerado de forma simultánea. Entre algunos modelos de este tipo tenemos: ponderación lineal, utilidad multiatributo, proceso analítico jerárquico, entre otros.

Por otro lado, se encuentran los métodos de agregación no compensatorios, también conocidos como métodos de superación, que se trata principalmente de comparaciones sistemáticas de las acciones criterio por criterio (Corona, et al. 2007). Para este tipo de modelos la ponderación de los diversos criterios puede entenderse como coeficientes de importancia, en donde el tomador de decisiones considera que los mismos no se pueden compensar (Vatn 2005). Aquí podemos trabajar con *software* como: REGIME, EVAMIX, NAIADE, ELECTRE, entre los principales. Bajo este contexto Munda (2000) acota lo siguiente:

La mayor ventaja de los modelos multicriterio es que hacen que sea posible considerar gran cantidad de información, relaciones y objetivos que generalmente están presentes en un problema específico de decisión de la vida real, de manera que el problema de decisión puede estudiarse de una manera multidimensional (Munda 2000, 2).

El fin último de la evaluación multicriterial es encontrar soluciones de compromiso. Que de acuerdo con Munda (2003a) es el equilibrio entre conflictos de valores inconmensurables y las dimensiones. Así mismo menciona que son posibles dos soluciones de compromiso diferentes: una solución de compromiso social proveniente de conflictos de valor y una solución de compromiso técnico proveniente de representaciones conflictivas no equivalentes de las mismas opciones de política. Es decir, en el primer caso es una solución de compromiso que se basa en la preferencia de los grupos de interés. Por otro lado, la solución de compromiso técnica tiene que ver con las percepciones casi en su totalidad del equipo que se plante la evaluación multicriterial. Finalmente, para esta tesis se utilizará una evaluación Multicriterio social, en donde a partir de una integración y participación de varios de los actores principales, se definirán criterios e indicadores para su posterior evaluación a cargo del investigador.

Capítulo 3

Proceso de la evaluación social multicriterio, métodos y herramientas para la búsqueda de alternativas para una gestión integral de residuos sólidos

La estrategia metodológica utilizada sigue el diseño de una evaluación social Multicriterio. Munda (2000) menciona que los problemas ligados a una decisión social se caracterizan por conflictos entre valores e intereses que compiten dentro de diferentes grupos o comunidades que se encuentran inmersos en la problemática. El diseño de la investigación considera factores cualitativos y cuantitativos, así como, la pluralidad de percepciones y opiniones de los actores involucrados en el problema de decisión (Grajales, Serrano y Hahn Von 2013), la cual debe ser lo suficientemente participativa para trazar las opciones de solución para los conflictos.

El valor agregado es que el hecho de usar varios criterios de evaluación tiene una traducción directa en la diversidad de valores utilizados en el ejercicio de evaluación (Walter, et al. 2016).

Bajo esta premisa, para que una evaluación social multicriterio sea exitosa, la participación de los actores es fundamental, ya que determina el sentido de transparencia que se antepone la decisión, frente a algún conflicto o problemática.

La figura 3.1 muestra la estructuración y desarrollo de una Evaluación Social Multicriterio. El marco metodológico adoptado se organiza en tres pasos principales. En primera instancia un análisis histórico institucional, dentro del cual se presentan las características del territorio y la población del mismo, definiendo las escalas geográficas y temporales. A partir de este análisis se puede identificar los actores que tienen intereses en juego dentro de la problemática a estudiar, así como sus necesidades y expectativas.

En segundo lugar, se estructura el diagnóstico multicriterio. En este paso, se construyen las alternativas y los criterios e indicadores derivados de las necesidades y expectativas de la población. Finalmente, se realiza una evaluación de los múltiples criterios en función a las alternativas planteadas de acuerdo a los indicadores seleccionados y evaluados (cuantitativa y/o cualitativamente). A continuación, se describen los métodos y fuentes utilizadas en cada etapa del EMCS.

Figura 0.1. Pasos Metodológicos Evaluación Social Multicriterio



Fuente: Walter, et al. (2016)

2.4 Análisis histórico institucional

Como parte del análisis histórico institucional que se realizó, en primera instancia se define la escala de análisis geográfica. En principio se trata de una escala a nivel cantonal por las implicaciones y percepciones de la ciudadanía que habitan tanto en parroquias urbanas como rurales de la ciudad de Latacunga, hasta aterrizar a un nivel local y comunitario, pues el sitio de disposición actual de la ciudad se encuentra en las inmediaciones del barrio Inchapo. El cual pertenece a una zona periurbana y es quien recibe todos los impactos negativos por la presencia del botadero a cielo abierto.

También fue necesaria una exhaustiva revisión bibliográfica sobre temas relacionados a los residuos sólidos, alternativas de gestión e implicaciones sociales, económicas y ambientales. A partir de la asimilación de estos conceptos, se identificaron a los actores involucrados, directos e indirectos, en la problemática de la gestión de residuos en el cantón Latacunga. Desde el ámbito institucional se tiene al GAD municipal de Latacunga, EPAGAL y el Ministerio del Ambiente. Como parte de la ciudadanía, los actores seleccionados fueron residentes tanto en la zona urbana como en la rural del cantón. Más adelante, se identificó como uno de los actores claves a la

población que habita en el barrio Inchapo y finalmente el grupo de recicladores que realiza actividades laborales dentro del sitio de disposición.

En función a la búsqueda de alternativas de Gestión Integral de Residuos sólidos dentro de la ciudad de Latacunga, las necesidades y expectativas son varias desde el punto de vista de los actores identificados dentro de la problemática y situación actual en la ciudad. Desde la perspectiva del investigador existe una necesidad inminente de cambiar o mejorar de manera sustancial la gestión que se realiza a los residuos sólidos de la ciudad. Así mismo, la expectativa es que, a partir de una metodología multicriterio, trabajado desde las esferas social, ambiental, económica y técnica se determine una alternativa adecuada que mejore el sistema de gestión de residuos sólidos para Latacunga, mismo que esté en la capacidad de brindar bienestar a la población que se encuentra a los alrededores del actual botadero de basura.

Así mismo, desde la visión de los actores involucrados en la problemática que forman parte del sistema metabólico urbano y rural de este territorio, sus necesidades y expectativas son distintas. Se trata de grupos poblacionales, comunidades e instituciones que forman parte del mapeo de actores que son utilizados y estudiados para la presente investigación. A continuación, se presentan a cada uno de ellos, en donde se evidencia su grado de participación, su ámbito de intervención y las expectativas frente al escenario actual y las posibilidades de un escenario futuro.

Como parte del análisis de cada uno de los actores, se trabajaron diferentes metodologías, tanto con aproximaciones cualitativas y cuantitativas. En primera instancia, se desarrolla el acercamiento realizado con las autoridades de turno y con la empresa quien presta el servicio de gestión de residuos sólidos en la ciudad. Más adelante, se puede apreciar las precisiones de una parte de la población en la zona urbana, rural y la comunidad en donde se encuentra el actual botadero de basura. Finalmente se plasma la observación participante del autor frente a las realidades encontradas durante la investigación.

Dentro de las aproximaciones cualitativas y herramientas metodológicas, con el objetivo de obtener información valiosa para esta investigación, se realizaron 3 entrevistas en total entre

febrero y junio del 2019, con una duración entre 30 y 90 minutos. La primera fue al alcalde de la Latacunga periodo (2015 - 2019), quien me recibió en su despacho del GAD y en donde el objetivo fue una tener una apreciación política y social frente a la gestión de RS que funciona en la actualidad en la ciudad.

La siguiente entrevista fue a la gerente de Empresa Pública Aseo y Gestión Ambiental de Latacunga (EPAGAL) del mismo periodo, en las instalaciones donde funciona la empresa. En la cual se plantearon cuestionamientos técnicos en función la gestión actual de los RS, estadísticas y acciones realizadas por los actores operativos principales para esta actividad. También, se recopiló información económica – financiera y laboral sobre la administración de la empresa. La tercera y ultima entrevista a profundidad fue a un dirigente del barrio Inchapo, desarrollada precisamente en la zona de intervención. En donde se discutieron aspectos como: experiencias y criterios desde la comunidad frente a la presencia del sitio de disposición de RS en las inmediaciones de su lugar de residencia. También, se consultó sobre los acercamientos de las autoridades municipales en territorio, es decir, si existe comunicación de las autoridades locales con el barrio Inchapo. Por último, se discutieron algunas alternativas de solución o resignación a la presencia de esta infraestructura.

Más adelante para el análisis del aspecto socio-comunitario la estrategia para recabar información de calidad se entablaron varias conversaciones, primero con 5 residentes del barrio Inchapo, quienes fueron abordados durante las diferentes visitas realizadas a la zona, mismos que mostraron interés en comentar sus puntos de vista frente a la problemática. Se tuvo acceso también a 2 recicladores quienes prestan sus servicios a una asociación que labora dentro del botadero. Tres trabajadores de EPAGAL también fueron consultados, una de ellas fue la encargada de la gestión de RS de la ciudad y dos trabajadores de cuadrilla quienes laboran en los servicios de recolección. Finalmente, se mantuvieron conversaciones con ciudadanos en general (10), ciudadanos de a pie tanto en la zona urbana como rural. Todos ellos fueron abordados en miras a obtener su visión general sobre la gestión de los RS y en especial su apreciación sobre la ubicación del actual sitio de disposición de RS de la ciudad de Latacunga.

Posteriormente bajo este mismo aspecto se propició un grupo de discusión con las personas cabezas de familia de la comunidad. A partir del cual con alrededor de 40 participantes en un principio se introdujo la motivación del autor para la realización de esta investigación. Más adelante, se consultaron y discutieron aspectos de la dinámica y tejido social al interior de la comunidad, desde la perspectiva de la presencia del botadero de basura en su barrio. Posteriormente se desarrolló un debate que fue alimentado por las experiencias y criterios de este grupo poblacional frente a la problemática analizada.

Finalmente, pero no menos importante dentro de las herramientas cualitativas, se estableció una estrategia y método de investigación de observación participante desde el autor, a partir de la cual se tuvo contacto con moradores del barrio Inchapo y recicladores del botadero a cielo abierto. Para este ejercicio, aproximadamente desde febrero a agosto del año 2019 el autor visitó la zona en diferentes momentos para observar las dinámicas sociales, ambientales y económicas del lugar de intervención. Es decir, la zona en la cual se encuentra ubicado el botadero de basura a cielo abierto. Las visitas al sitio se realizaron antes y después de los acercamientos con la autoridad municipal y de la empresa que realiza la GRS en la ciudad.

En el ámbito cuantitativo se realizó una encuesta a un segmento de la población urbana del cantón, bajo la cual se trabajaron varios supuestos y limitaciones. Una de ellas fue que se realizó un muestreo a partir de personas que tienen correo electrónico, teléfono celular, computadora de escritorio, computador portátil o tableta electrónica y principalmente, acceso a internet. Este ejercicio fue realizado vía online. Para el diseño muestral uno de los supuestos utilizados fue que en para el año 2017 de acuerdo al INEC el 50.34% de la población de entre 15 a 64 años de la provincia de Cotopaxi utilizó internet. Este dato tomado a nivel cantonal (Latacunga) quiere decir que alrededor de 58.826 habitantes utilizaron internet en el último año y es el universo bajo el cual se diseñó la muestra. Se trabajó la herramienta con este segmento de la población por las facilidades tecnológicas que representa utilizar formularios electrónicos para desarrollar el muestreo. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)} \quad (2)$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N= Universo

Z= nivel de confianza (95%)

p= probabilidad de ocurrencia

e= error de estimación

Se trabajó con una probabilidad de ocurrencia de 0.5 y con un error de estimación del 5%. Por lo que la muestra fue definida en 382 encuestas (online). Se procedió a enviar vía correo electrónico a una base de datos personal, en donde constan colegas, familiares y colectivos que pertenecen a la ciudad de Latacunga. El objetivo fue la réplica del formulario para lograr una difusión masiva en la ciudad, se estiman que se llegó a aproximadamente a 500 personas y el formulario estuvo habilitado hasta completar la muestra determinada. Aquí uno de los objetivos principales fue contar con información sobre el pensar ciudadano frente a las acciones que desarrolla en la actualidad el GAD Latacunga y la EPAGAL en la gestión de RS. Adicionalmente, conocer sobre la noción de la ciudadanía sobre estrategias de manejo de los RS y si están familiarizados sobre el lugar en donde termina la basura que ellos producen.

A continuación, se presenta la sistematización de cada una de las herramientas metodológicas utilizadas. Es decir, extractos de las entrevistas, aportes del grupo de discusión, la síntesis de la observación participante realizada por el investigador y resultados del muestreo, con el objetivo de presentar las apreciaciones más importantes de los involucrados en la investigación.

En primera instancia, el alcalde de la ciudad de Latacunga durante el periodo 2015 – 2019 fue consultado sobre su apreciación de la gestión y tratamiento de la basura en la ciudad para ese momento (12 de febrero 2019). A continuación, un extracto de su entrevista.

Nosotros en estos momentos ya estamos dando tratamiento a los RS, lo que antes únicamente teníamos un botadero de basura. Que era una infección permanente y que gracias a Dios no se enfermó la ciudad. En estos momentos tenemos un relleno sanitario, que se puede llamar. No un botadero y ahí es donde estamos tratando estos RS, con la técnica moderna (PS 01, representante GAD Latacunga, en entrevista con el autor, febrero 2019).

El alcalde supo manifestar que la parte técnica sobre el proceso de recolección y tratamiento de los RSU lo lleva directamente EPAGAL y que no tenía conocimiento, por lo que me sugirió comunicarme con la empresa para más precisiones sobre el tema. Adicionalmente, se le consultó sobre la ubicación y las características del sitio de disposición de RS en la actualidad, para lo cual supo manifestar lo siguiente:

Quisiera que hagan la visita en Inchapo, donde ya estamos con el cierre técnico, donde próximamente ya tenemos la celda de hospitalarios, donde los lixiviados van a salir a un jardín botánico y con el tiempo ese relleno sanitario se convertirá en un parque ecológico, que es uno de los primeros que tendrá el país a excepción de Guayaquil que creo que sí lo tiene, Cuenca que creo que sí lo tiene, pero el resto no sabemos cómo manejan sus rellenos sanitarios a través de los RS que usted me hace la consulta (PS 01, representante GAD Latacunga, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Es decir, el planteamiento de la máxima autoridad del cantón es la consecución de un parque ecológico en la zona donde se encuentra el sitio de disposición, la cual sería una decisión acertada si se llegara a cristalizar. Sin embargo, más adelante se puede apreciar un contraste con este pensamiento desde la gerente de EPAGAL, la cual es más cuidadosa con estas aseveraciones. Adicionalmente, el alcalde manifestó que la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME) ha colaborado con el financiamiento de un estudio técnico para el cierre del botadero de basura a cielo abierto. Se tiene conocimiento que se contrató una consultoría para este tema. Sin embargo, para el momento de la entrevista y posterior acompañamiento no se tenían los resultados de la misma.

En el marco de la conversación mantenida con la autoridad se discutió a cerca de la participación o involucramiento de la ciudadanía frente a la gestión de los RSU. En donde, de acuerdo a su visión el involucramiento de la población es nulo, por lo que desde el GAD de Latacunga han empezado a trabajar con los jóvenes, en temas como la educación ambiental, por ejemplo. Estas actividades han sido desarrolladas dentro de los establecimientos educativos, principalmente con la realización de festivales en temáticas como el reciclaje. Que a su parecer han sido exitosos. Finalmente, se le consultó sobre el trabajo de EPAGAL en la ciudad. Desde su visión política, el alcalde manifestó que durante su gestión conjuntamente con la gerente de EPAGAL han

desarrollado una empresa exitosa, la cual se encuentra totalmente adecuada, tiene superávit y la ciudad se encuentra más limpia. Es así, que ya se tienen contenedores de basura en cada parroquia rural y continuarán con la compra de vehículos para que las rutas de recolección sean más permanentes en todos los sectores del cantón, acotó.

Después, fue necesario consultar la visión del actor directo dentro de las actividades de la gestión de los RSU del cantón Latacunga, EPAGAL. Se dialogó con la máxima autoridad de esta institución, así como con la encargada del departamento de gestión y tratamiento de RS. En la entrevista a profundidad realizada, se trataron varios tópicos fundamentales de la generación, recolección, transporte y disposición de los RS. Así como los aspectos administrativos y financieros del funcionamiento de la empresa. Muchos de estos aspectos serán recogidos en el capítulo de contextualización. No obstante, a continuación, se aprecian aspectos fundamentales sobre la problemática socio ambiental de este sistema complejo frente al metabolismo urbano que gira alrededor de la ciudad de Latacunga.

La gestión de los RSU está a cargo de EPAGAL desde el año 2010. Esta empresa hasta el año 2015 estuvo dependiendo del GAD de Latacunga, sin embargo, a partir de mayo del año 2016 la empresa se independizó totalmente y se hace cargo de los aspectos administrativos, financieros, técnicos y operativos del giro de su negocio. Todavía es una empresa adscrita al GAD del cantón, no obstante, se hace cargo de todos sus costos, gestionando sus propios recursos.

Desde la gerencia de EPAGAL se acota que los residuos orgánicos representan el 65% del total RS generados. En este sentido, el planteamiento es que en el sitio de disposición final se realice un invernáculo o algún sistema de compostaje para aprovechar estos desechos. Sobre este tema se menciona lo siguiente:

...es más difícil lograr que la gente separe lo orgánico, porque más fácil para nosotros ha sido lograr que la gente empiece a separe las botellas pet, cartón porque ellos van a una recicladora y obtienen recursos, pero en cambio, con el orgánico si se nos ha hecho más difícil, pero el problema que tenemos también, esta generación del 35% inorgánico y 65% orgánico separado lo de industrias porque industrias es todo inorgánico (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

En el área urbana, en cuanto al sistema de recolección se refiere, se tienen en la actualidad 533 contenedores superficiales de una capacidad de 2.400 lts cada uno. Por otro lado, las 10 parroquias rurales se encuentran cubiertas por el sistema de recolección tanto con sistema a base de contenedores y recolección puerta a puerta.¹⁰

En cuanto a la disposición final de RS la gerente de EPAGAL manifestó lo siguiente:

Los residuos para la disposición final se trasladan a Inchapo, tenemos un solo sitio de disposición final, antes existían muchos pasivos ambientales en la ciudad, todo eso se pudo corregir, pero obviamente todavía tenemos el problema con los escombros. En este caso el problema que todavía no se corrige en la ciudad son los escombros, pero los escombros no son competencia de la EPAGAL, esta únicamente está encargada de los desechos comunes y desechos sanitarios. Los desechos comunes se trabajan ya en el sitio de disposición final con una celda diaria (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Usualmente en la ciudad, los restos de materiales de construcción o desalojo de viviendas son colocados deliberadamente en terrenos vacíos, ya sean públicos o privados. Ante esto se menciona que EPAGAL no tienen entre sus competencias solventar este problema. Entonces, ¿Quién lo debe realizar? Este es uno de los puntos que cae en un vacío legal y de competencias que conjuntamente con el GAD municipal se debería trabajar en alguna solución eficiente. Claro, el tema también pasa por la cultura ciudadana y el desconocimiento ya que se siempre se realiza lo más fácil y lo que está al alcance en ese momento.

Adicionalmente, ya en el sitio de disposición en la actualidad existen 3 asociaciones de recicladores que fueron formados justamente en esta administración, son asociaciones que tienen un convenio con la empresa EPAGAL. Ellos recuperan aproximadamente el 22% de RS, el objetivo es llegar al 30%. Posterior al proceso de reciclaje se compacta y se tapa con tierra la basura de forma diaria para evitar vectores de contaminación.¹¹

¹⁰ DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019.

¹¹ Ibid

Este tema confluye en un conflicto comunitario que más adelante se discutirá, en donde se conoce que la mayoría de las personas que labora en estas asociaciones no pertenecen a Inchapo. Es decir, muchos de ellos pertenecen a la zona urbana de la ciudad y otros incluso a cantones vecinos. Dentro de la comunidad existe un hermetismo frente a este tema por lo que no se pudo recabar mucha información sobre los recicladores que laboran en el botadero de basura.

De acuerdo a la gerencia de EPAGAL existen 60 recicladores en el sitio de disposición final, sobre este tema se consultó si los recicladores pertenecen a la zona, son trabajadores del municipio o de EPAGAL, a continuación, un extracto de lo manifestado:

...en un 50% son de la zona, del barrio de Inchapo y un 50% son de toda Latacunga, hay gente de la laguna, de todo lugar. Entonces ellos formaron su asociación y tenemos un acuerdo con el municipio, un convenio con la empresa pública en el cual ellos se hacen merecedores al reciclaje, pero la condición es que no ingrese otra persona más, o sea nosotros hemos visto que con ese número se logró un equilibrio económico de las familias de ellos, tienen una buena condición económica, obviamente su trabajo también es difícil pero ahí se llega a un equilibrio, al momento que ingresaran más va a ver un desequilibrio (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Esta es la apreciación desde la autoridad de la empresa que realiza la GRS, sin embargo, dista de lo mencionado por la comunidad, en donde se acota que existen recicladores informales que ingresan al sitio. Quienes no pertenecen a ninguna de las asociaciones que mencionan las autoridades. Estas puntualizaciones se contrastarán posteriormente.

Desde la empresa pública de aseo de Latacunga se menciona que está en marcha una intervención del actual sitio de disposición y lo catalogan en la actualidad como un botadero a cielo abierto “controlado”. Sin embargo, de acuerdo a mi observación realizada en el sitio, no pude apreciar ningún trabajo de construcción. Se debe tratar de una obra de diferentes fases, que hasta el momento a simple vista no se puede evidenciar.

Como se puede apreciar no existe un tratamiento adecuado a los RS, prácticamente se los cubre con tierra después del proceso de reciclaje. Se le consultó también sobre los residuos peligrosos. Aquí un extracto de lo mencionado.

...los desechos de las industrias únicamente recogemos los comunes no los peligrosos, porque de acuerdo al Código orgánico ambiental los GADs municipales solo tienen competencia en los comunes no peligrosos y los sanitarios. Los sanitarios los recogemos vía liofilizados o sea desinfectados, tienen previo un tratamiento de hipoclorito de sodio o temperatura, así es como nos entregan a nosotros como municipio. La gestión es igual sea de industrias o sea comunes, pero los peligrosos tienen que entregar a gestores calificados (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Diariamente se recolectan aproximadamente 2 t de RS sanitarios para su posterior tratamiento. Este tipo de residuos van en funda roja y son trasladados a una celda diferenciada impermeabilizada con geo membranas. La celda para RS sanitarios es el único lugar en el botadero que cuenta con una cubierta.

Con respecto a los vectores de contaminación y las posibles afectaciones a la salud dentro y alrededor del sitio de disposición la gerente de EPAGAL manifestó lo siguiente:

(...) el problema que tenemos es con los perros, porque hay perros que han nacido ahí y viven ahí, pero yo también lo veo como un nicho ecológico que si bien es cierto hay perros, pero también son un beneficio, porque en el momento que usted no tenga perros hay una proliferación de ratas y eso sí podría ser un problema grave. Los perros están dentro del sitio de disposición final y ahora ya estamos haciendo el cerramiento perimetral y no ocasionan daños a la población de alrededor (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Sobre este tema, la población que vive a los alrededores del botadero de basura tiene un pensamiento completamente diferente. Ellos acotan que sí se torna en un inconveniente la situación de los perros. Pero desde la autoridad de EPAGAL este tema le resulta beneficioso ya que los animales ayudan a cuidar la maquinaria que tiene la empresa. Este punto entrará en discusión más adelante.

Finalmente, era oportuno consultar sobre la preocupación o involucramiento de la población de la ciudad frente a la GRS. La Gerente de EPAGAL supo manifestar que:

...no se preocupan porque el ciudadano únicamente le preocupa que la ciudad esté limpia, ...yo pienso que para un 90% la gestión de residuos es que la ciudad esté limpia y no comprenden que la gestión de los residuos es un sistema integral que debe tratar desde la generación en donde se debe disminuir la generación, medidas como reciclaje, reusar y que no se genere tanta basura, y luego, obviamente debemos preocuparnos de la disposición final, porque todos somos responsables somos corresponsables ya que allá se va la basura de todos, pero no existe todavía una conciencia porque la gente siempre se preocupa de las obras físicas, más mucho más. (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Las autoridades del cantón al frente de la GRS tienen un pensamiento similar, ya que coinciden en la falta cultura dentro de la población laticungueña respecto al tema de los RS. Es una cuestión que sin duda es para el debate. Sin embargo, desde el punto de vista analizado el cambio en el pensamiento de la ciudadanía tendría aportes positivos para alcanzar una GRS.

Posterior a los acercamientos realizados con las autoridades del cantón, quienes tienen bajo su competencia la gestión de RS, se mantuvieron reuniones con un dirigente del barrio Inchapo. En una de ellas se practicó una entrevista semiestructurada en la cual se pudo obtener valiosa información sobre la apreciación del dirigente comunitario frente a la problemática de la ubicación del botadero de basura en las inmediaciones de su barrio y de su domicilio.

El diálogo se realizó posterior a las elecciones seccionales del mes de abril de 2019, por lo que ya se encontraban posesionadas las nuevas autoridades de la ciudad. El alcalde y demás autoridades con las que se mantuvo contacto y de la cual se obtuvo la línea base para la realización de esta tesis, participaron en las elecciones, pero no fueron los ganadores. En este sentido sobre el diálogo o acercamiento con las autoridades de turno sobre este tema, el dirigente mencionó lo siguiente:

Hemos tenido acercamientos con las anteriores autoridades, la nueva autoridad debe estar formando su equipo de trabajo, ya que no tiene más de un mes. Pero nosotros que ya tenemos años viviendo ahí, sabemos la problemática como qué clase de roedores, moscos, los olores y muchas veces hemos sido parte de la delincuencia a través, de ese basurero. Entonces ese ya es un problema para nosotros como comunidad (DN 03, representante Inchapo, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Es decir, se menciona que si han tenido acercamientos con las autoridades que dejaron el cargo y estuvieron en funciones alrededor de 5 años. Adicionalmente, se acota que han expuesto la problemática y los impactos negativos de la ubicación del botadero en la zona. Sobre las perspectivas económicas, en función a las plazas de trabajo que ha abierto el reciclaje, se le consultó si es que existen miembros de su comunidad laborando en esas actividades.

...3 familias completas que han entrado han trabajado, pero por 3 o 4 familias todo el resto no podemos ser afectados. Anteriormente, ellos entraban de manera abusiva cuando querían. La administración anterior organizó al grupo de recicladores para que hagan una asociación, existen dos o tres asociaciones (DN 03, representante Inchapo, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Aquí se empieza a notar la fricción que existe dentro los miembros de la comunidad. En primera instancia porque no todas las familias de la comunidad han tenido acceso a estas actividades a cambio de una retribución económica. Después porque los que trabajan allí no estarían de acuerdo en la eliminación o reubicación del botadero de basura. Situación que dentro de la comunidad / barrio se torna molesta para varios de sus integrantes, como se lo apreciará más adelante como resultado del grupo de discusión realizado con la mayoría de los miembros de la comunidad, incluidos algunos recicladores.

Adicionalmente, se le comentó que previamente se conversó con las autoridades locales, quienes mencionaron que la planificación es que el botadero de basura funcione al menos por 30 años más. En consecuencia, el dirigente manifiesta que no están de acuerdo en esta idea, ya que la basura tapada produce gas, que en el largo plazo es un veneno. Además, mencionó que existe un río a 1 km de distancia el cual puede ser o ya se encuentra afectado por los lixiviados ya que el

basurero se encuentra en funcionamiento hace 20 años. Otro de los impactos negativos en la zona es que este se ha transformado en un criadero de perros salvajes y ratas.¹²

Como se puede apreciar, el dirigente comunitario tiene claro los aspectos negativos para su barrio y la gente a quien representa sobre la presencia del sitio de disposición dentro de la zona. Sin embargo, considera también que al ser un grupo minoritario no son tomados en cuenta para la toma de decisiones, considera, además, que es muy complicado que deje de funcionar esa infraestructura como el botadero que es en la actualidad.

Sobre el tema de la recolección de la basura en su barrio, es decir, el lugar en donde se encuentra el botadero de basura de alrededor de 200 mil personas menciona que tienen un ecotacho, el cual ellos gestionaron y que una vez por semana pasa el recolector. En este sentido, al menos están insertos en el sistema de recolección del cantón y el barrio permanece limpio. No obstante, el dirigente acota:

...a veces pasan botando la basura en el camino. A lo que suben los carros van botando la basura en el camino. Si es un relajo, ahora ya tienen su entrada por ahí ya no están subiendo por acá. Incluso venían los camiones de Aceropaxi a botar todos esos desechos (polvo de acero) y de ahí subían por donde nosotros, entonces iban regando (DN 03, representante Inchapo, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Este tema coincide con mi apreciación sobre las inmediaciones del sitio de disposición, el cual luce descuidado y sucio en varias ocasiones del día. Finalmente, se abordó sobre alguna acción o estrategia positiva que han palpado desde las autoridades de turno para con su barrio, lo cual manifestó lo siguiente:

La administración anterior... nos dio alcantarillado, lo positivo también fue que realizaron un cerramiento ya que antes los ladrones ponían los alambres en la carretera y aprovechaban a robar. La nueva autoridad puede hacer muchas cosas positivas como alumbrado público en la zona del botadero (DN 03, representante Inchapo, en entrevista con el autor, febrero 2019).

¹² DN 03, representante Inchapo, en entrevista con el autor, febrero 2019, Latacunga, Inchapo.

Frente a todas las vicisitudes y malos ratos que pasan como ciudadanos, el dirigente considera que en algo han mitigado las acciones que han realizado las autoridades, como con la delincuencia, por ejemplo. He insta a las nuevas autoridades a preocuparse y considerar que en esa zona también viven familias que deben tener los mismos derechos que las personas que habitan en la ciudad.

Después de los acercamientos con las autoridades locales y comunitarias fue fundamental aplicar el recurso metodológico de un grupo de discusión. Me dieron cabida a partir de una asamblea comunitaria, las cuales se celebran todos los domingos en la casa comunal del barrio. Se contó con la presencia de alrededor 40 personas cabezas de familia. Sus edades oscilaban entre los 25 a más de 70 años. El trabajo realizado fue muy interesante ya que se pudo contar con distintas visiones de la problemática, incluso desde hace 25 años atrás que fue cuando empezó a funcionar el botadero como tal.

Como parte de la sistematización de las ideas principales que surgieron de este grupo de discusión a continuación se exponen de la mayoría de ellas. Más adelante se profundizarán en las que se amerite de acuerdo a los testimonios de los participantes. Adicionalmente, es importante destacar que se trabajaron en diferentes criterios dentro de las dimensiones ambiental y social con este grupo de personas, para posteriormente obtener indicadores y evaluarlos desde un multicriterio social.

Sistematización de las ideas principales de discusión con la comunidad – Barrio Inchapo

- El botadero existe en la zona hace 25 años aproximadamente.
- Cuando hicieron el botadero no les avisaron, ni existió una consulta previa, simplemente lo realizaron. Les expropiaron de sus tierras a precios muy bajos y a otros ni siquiera les terminaron de pagar. Un caso es de una persona que estaba fuera de Latacunga (Ibarra) a su retorno parte de su predio ya formaba parte del botadero de basura.
- El botadero se convirtió en un foco de la delincuencia, en donde han existido casos de robos, asaltos y hasta violaciones. Es inseguro tanto en la mañana como en la noche. En la noche el riesgo es mayor ya que no existe alumbrado público.

- Arrojan perros muertos y abandonados de la ciudad, que se transforman en perros salvajes y atacan a las personas, comen y viven de la basura. Se comen otros los animales de la zona, como gallinas.
- A nivel comunitario están presentes enfermedades y animales muertos, nadie se preocupa por la salud de los habitantes de la zona. El centro de salud más cercano está ubicado a 5 km a línea recta del lugar. La escuela o centro educativo más cercano se encuentra está distante de Inchapo. La UPC más cercana es en los nevados (zona urbana de Latacunga).
- El olor es bastante fuerte, existe una gran cantidad de moscos.
- Anteriormente no cubrían ni con tierra la basura que colocaban ahí, ahora ha mejorado en algo ya que han cavado más profundo para colocar la basura y después cubrirla.
- Grupos de recicladores, 14 pertenecen a la comunidad y en total son 64 o 65 que realizan turnos de 8 a 5 pm. Sin embargo, en la noche también existen otros grupos de recicladores que se benefician de la basura que existe en el lugar. Adicionalmente, existen recicladores que trabajan de forma ilegal y en ocasiones tienen conflictos con los que están asignados y forman parte de la asociación.
- Tienen un solo contenedor para que todos los habitantes del barrio coloquen la basura, el cual no les abastece. Adicionalmente, está alejado de la parte central en donde se encuentran las casas.
- No hay recolección de basura que abastezca al barrio, les habían dicho que deben realizar una solicitud al municipio con algún costo adicional, sin embargo, es una tarifa que es cobrada en la planilla de luz como una tasa de recolección de basura.
- Un barrio aledaño a Inchapo ha salido beneficiado respecto a obra pública y presupuesto asignado por la presencia del botadero a sus alrededores, como carreteras, alumbrado público y agua potable. A pesar de que en Inchapo han hecho las gestiones necesarias, lo que consiguieron es tener alcantarillado.
- Debería existir mayor vigilancia y seguridad para contrarrestar los problemas que causa el botadero a cielo abierto, anteriormente se escondían delincuentes e indigentes adentro.
- El cercado se realizó recién hace dos meses, cuando ellos lo habían solicitado años atrás.
- Han tenido problemas con quien dirigía EPAGAL, puesto que algunas personas han construido cerca del botadero y se entiende que no se podía. Con lo cual han pedido su desalojo.

- Los moradores al menos desean se realice un relleno sanitario, pero si se puede cristalizar el tema de la planta de tratamiento sería excelente. No obstante, el relleno sería la mejor opción que pueden tener al momento.

De acuerdo a las apreciaciones de la comunidad, el sitio de disposición de residuos sólidos del cantón funciona en el lugar desde hace 25 años atrás, alrededor del año 1994. Cabe recalcar, que para ese entonces existían varios lugares utilizados como botaderos de basura en la ciudad. Sin embargo, en los últimos años se eliminaron los otros lugares y se ha trabajado en este sitio para que sea el único sitio de disposición de los RS del cantón.

El sitio en total tiene una extensión de 18,6 Ha, que resultaron de expropiaciones a personas de la parroquia Eloy Alfaro durante el periodo comprendido entre 1985 al 2010, de acuerdo a las escrituras del lugar, documento que se tuvo acceso como parte de la información proporcionada por EPAGAL. Como resultado de esta operación el municipio de Latacunga realiza el traspaso del inmueble a la empresa EPAGAL en el año 2018 por una cuantía de 353 mil USD aproximadamente.

En estos documentos no se tiene el valor de las expropiaciones realizadas a los habitantes del lugar por sus terrenos, por lo que no se puede corroborar la versión de algunos de los habitantes, en el sentido de que fueron afectados con estas operaciones en años anteriores. Sin embargo, algunos de ellos aducen el perjuicio y no haber recibido hasta la actualidad la totalidad de los valores correspondientes a las expropiaciones realizadas por el Municipio del Cantón Latacunga.



Figura 0.2. Grupo de discusión 01 – Barrio Inchapo
Fuente: Fotografía tomada del trabajo de campo

Con respecto a las principales problemáticas del funcionamiento del botadero dentro de las inmediaciones del barrio Inchapo muchos coinciden en que la delincuencia es el problema social más grande. Los moradores adicionalmente mencionaron, que, a raíz de las actividades de reciclaje, en la noche acuden personas desconocidas a hurgar en la basura y aprovechan para robar a otras personas que transitan en el lugar. A esto se le debe sumar que no existe alumbrado público en el perímetro del botadero, por lo que el problema es mucho más serio.

El tema de los perros es una realidad, como lo afirmó precisamente la gerente de EPAGAL son perros que nacen y viven en el botadero. Ella lo miró como un beneficio en el sentido de que pueden ahuyentar a otras plagas y ayudan a cuidar la maquinaria de la empresa. Sin embargo, la población que vive el día a día en la zona les parece inadecuado ya que son agresivos, atacan a la gente y a los animales de algunas de las familias como gallinas y ovejas.

Plagas de moscos y el mal olor también son temas cotidianos con los que tienen que vivir la comunidad, gracias a la descomposición de la basura orgánica, inorgánica y sanitaria que se aloja en el lugar. Adicional a ello, existe la presencia de animales muertos dentro y fuera del botadero, los cuales también aportan en gran medida a que estas anomalías se continúen. Aspectos como los descritos contribuyen a vectores de contaminación que afectan directa a la salud de las

personas que viven en la zona, situación que debe tratarse con la seriedad desde las autoridades de turno.

Con respecto al tratamiento de la basura mencionaron que se ha visto alguna mejora, ya que antes ni siquiera tapaban con tierra. En la actualidad se ha logrado tecnificar este aspecto de acuerdo a lo precisado por la gerente de EPAGAL en donde ya utilizan estrategias de cubetos y membranas impermeabilizantes para algunos tipos de residuos. Adicionalmente, y como se ha venido discutiendo, en la actualidad se realizan técnicas de separación de basura y se recupera alrededor de la cuarta parte de los desechos en el sitio, lo restante es cubierto con cantidades industriales de tierra como parte de la visión de un “botadero a cielo abierto controlado”.

Dentro de esta temática, la comunidad tiene conocimiento que existen grupos de recicladores, de los cuales 14 pertenecen a la comunidad y en total alrededor de 65 personas que trabajan en el botadero de basura quienes realizan turnos de 8 am a 5 pm. Sin embargo, en la noche también existen otros grupos de recicladores que se benefician de la basura que existe en el lugar. Adicionalmente, existen recicladores que trabajan de forma ilegal y en ocasiones tienen conflictos con los que están asignados y forman parte de la asociación. Esto fue precisado por los recicladores que participaron en la asamblea.

Es importante analizar el tema relacionado al reciclaje en la zona, desde el inicio de la reunión estas personas se aislaron de los demás, es decir, se nota la fricción entre los miembros de la comunidad, otros recicladores no asistieron al grupo de discusión. La actividad del reciclaje es muy hermética para lo que en realidad debería ser. Al final del ejercicio traté de abordar a los recicladores que asistieron, con el objetivo de conversar sobre temas relacionados a su actividad. No tuve cabida por ellos y prefirieron retirarse sin ni siquiera facilitarme sus teléfonos de contacto. Me dijeron:

...nosotros no podemos hablar nada sobre el tema, luego nos hablan. Debe hablar con la presidenta de la asociación. Venga un día en la mañana mientras trabajamos y puede conversar con ella (Recicladores de la zona de Inchapo, representantes recicladores, en conversación con el autor, febrero 2019).

Posteriormente, traté de tomar contacto con tal persona, sin embargo, no tuve éxito. Entiendo que esta actividad genera una cantidad importante de dinero para quienes trabajan o dirigen a este tipo de grupos. Es la única razón que encuentro para que exista tanto blindaje para con esta actividad. Esta también es una situación social que merece un estudio o análisis por separado que puede resultar sumamente interesante.

Sobre el tema de la recolección de basura en la zona, muchos coinciden que no es eficiente. El único contenedor que tienen no abastece para todas las familias y mucho menos si es que existe un recorrido de recolección una sola vez por semana. Algunos acotaron que les habían dicho que deben realizar una solicitud en el municipio a fin de que aumenten la frecuencia de la recolección con algún costo adicional, sin embargo, esto no tiene ningún sentido, ya que la tarifa de la recolección se cobra a todos los ciudadanos en la planilla de energía eléctrica que se paga cada mes.



Figura 0.3. Grupo de discusión 02 – Barrio Inchapo
Fuente: Fotografía tomada del trabajo de campo

Es evidente que existen varias imprecisiones frente a los temas tratados por parte de la comunidad, no obstante, inconvenientes como los expuestos deben ser aclarados por las autoridades o personal que labora en estas dependencias. Adicional a ello, Inchapo es el barrio en donde se encuentra el botadero de la basura de toda la ciudad y resulta paradójico que ellos tengan basura acumulada por una desorganización en el servicio de recolección. Como medida

alternativa muchos de los habitantes de la zona optan por quemar su basura, situación que no resulta altamente perjudicial por la cantidad de la misma.

El cercado del sitio les parece que es lo más positivo que han realizado en el lugar. Esta era una solicitud que tenían hace varios años, sin embargo, se concretó en los primeros meses del año 2019. Esta acción ha ayudado a reducir el número de personas que ingresen al sitio sin autorización, sin embargo, consideran que se necesita más seguridad para que sea mejor controlada esta situación. Lo cual concuerdo y se apalanca con lo que describiré más adelante durante mi observación.

Uno de los temas de preocupación de algunas personas que conforman el barrio giran en relación a las construcciones recientes que han realizado en los alrededores al botadero. Algunos miembros de la comunidad mencionan que desde EPAGAL han solicitado su desalojo, sin embargo, como se explicó anteriormente no existe tal prohibición desde la parte legal. En este sentido, la representante de la empresa de aseo para ese entonces mencionó que estaban trabajando en una ordenanza para que no se permita la construcción en las inmediaciones al botadero. Las razones son obvias, pero ¿Qué pueden hacer las personas que tiene sus terrenos ahí?

Finalmente, unos de los puntos importantes del grupo de discusión fue debatir en función a varios criterios y posibles indicadores del ámbito social y ambiental que preocupan a los moradores de Inchapo. Entre ellos componentes relacionados al tejido social, la participación en la toma de decisiones y cambios en el paisaje vistos desde la presencia del botadero a cielo abierto en su territorio.

Como última herramienta metodológica cualitativa, pero no menos importante, se tiene la apreciación del autor desde su observación participante. Se puede mencionar que el sitio de disposición se encuentra ubicado en las inmediaciones del Barrio Inchapo, dentro de la parroquia urbana Eloy Alfaro. Es el límite con el cantón Pujilí y está a escasos metros de la carretera E35, que es conocida como la troncal de la sierra. Efectivamente se encuentra alejado del principal

centro poblado de la ciudad, del casco colonial, es decir, en una zona periurbana por no llamarla rural.

El terreno en donde está ubicado es de característica arenosa seca, esa zona es conocida por no ser productiva, son tierras no aptas para la agricultura en su gran mayoría. Asumo que por estas características fue utilizado para estos fines, no obstante, existen alrededor de 40 familias que radican y viven sus inmediaciones.

Alrededor de la temática social de la zona de intervención se cuentan con los principales servicios básicos, es decir, agua potable, alcantarillado (a partir de 2018) y energía eléctrica. Sin embargo, no existe alumbrado público alrededor del botadero de basura. Aquí una de las principales preocupaciones de la población, ya que, de acuerdo a testimonios, la zona se ha tornado peligrosa. Las calles alrededor del sitio no son asfaltadas, son de tercer orden, lo que genera que los vehículos levanten una gran cantidad de polvo a su paso.

Desde un punto de vista personal, es visible la falta de concordancia con lo dialogado con las autoridades de la ciudad frente a lo palpable en la zona, es decir, en el propio sitio de disposición de RS. Es paradójico que alrededor en las inmediaciones de este lugar, exista tanta basura dispersa como: restos de residuos orgánicos (vegetales y animales) e inorgánicos como plásticos, envolturas, papel, cartón vidrio, etc. (ver figura 3.4).

Si bien es cierto, y tomamos como válidas las estrategias positivas frente a la gestión de RS que han realizado las autoridades, como el aumento de cobertura, incremento de vehículos recolectores y cuadrillas para limpiar la ciudad, pero ¿Cómo es posible que no existan tales estrategias en las calles en donde se encuentra el botadero? Es contradictorio e ilógico frente al discurso político de muchos actores que observan desde un escritorio las actividades cotidianas respecto a la gestión de RS.

El tema sanitario es de preocupación. En primera instancia se percibe un olor fuerte a las afueras del sitio. En la parte más alta del lugar, ya que este se encuentra ubicado en una pendiente, a unos 30 metros aproximadamente se encuentra una vivienda, que desde su vista trasera tiene el

flamante botadero de basura. En una ocasión pude dialogar con los moradores de esa vivienda, ellos manifestaron su inconformidad por la ubicación del mismo, ya que el olor, plagas de moscos, perros, entre otros factores y focos infecciosos es una lucha del día a día en su caso¹³ (ver figura 3.5). Es una familia que ha optado por únicamente llegar a dormir a su domicilio, durante todo el día pasan fuera del lugar.



Figura 0.4. Calle del botadero de basura Inchapo
Fuente: Fotografía tomada del trabajo de campo

Adicionalmente, pude observar que no existe ningún control vehicular en la zona, de hecho, pude entrar con mi vehículo dentro de las inmediaciones del botadero. Según tenía entendido los recicladores “formales” por así llamarlos, trabajan allí de lunes a viernes en un horario de 8 am a 5 pm. El día que realicé una de las tantas visitas al lugar fue un sábado y observé que había gente hurgando entre la basura con costales vacíos y llenos de materiales. En esa ocasión pude dialogar con el guardia del sitio, quien me manifestó que él no está en capacidad de decirles algo a las personas que estaban recogiendo la basura y que ellos ingresan al botadero por otros lugares y no por la puerta principal.¹⁴

No existe control alguno frente a este tipo de acciones, y más aun de las personas que arbitrariamente ingresan al lugar sin ninguna protección o ropa de trabajo. Los temas de seguridad industrial son obviados por completo. Dentro de la parte técnica de la infraestructura

¹³ Dialogo con MS 01 – 18-05-2019 17:00 – Inchapo, Latacunga.

¹⁴ Dialogo con GS 02 - 09-06-2019 15:30 – Inchapo, Latacunga.

del lugar, no se observa la presencia de alguna balanza como para que tengan un control adecuado del volumen de residuos que ingresan el lugar. Aquí recordamos lo dicho por la gerente de EPAGAL, que para personas naturales o jurídicas es posible dejar una tonelada de residuos en el botadero con un costo de 30 USD.¹⁵



Figura 0.5. Botadero de basura Inchapo
Fuente: Fotografía tomada del trabajo de campo

Es decir, de la observación y participación realizada son evidentes los inconvenientes de gestión dentro y en las inmediaciones del botadero de basura. Adicional a ello, he podido observar que no existe una buena interacción entre las autoridades y los habitantes de la zona. Son prácticamente invisibilizados. Es decir, no existe una comunicación adecuada entre autoridad – ciudadanía en esta localidad. Es fundamental una articulación, un acercamiento en donde se expliquen las acciones a realizarse para mitigar las externalidades negativas para las familias que habitan en la zona. Los moradores del barrio Inchapo viven en desconocimiento y en la incertidumbre acerca de los potenciales efectos negativos en un futuro cercano.

Finalmente, y como único recurso metodológico cuantitativo, se realizó un sondeo vía *online* para conocer la apreciación de los ciudadanos de Latacunga, sobre la gestión de los residuos sólidos en la ciudad. Adicionalmente, uno de los objetivos fue indagar la apreciación de este grupo poblacional sobre los inconvenientes percibidos en función a las acciones realizadas por la empresa EPAGAL y el GAD Latacunga respecto al sitio de disposición. También, fue interesante

¹⁵ DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019

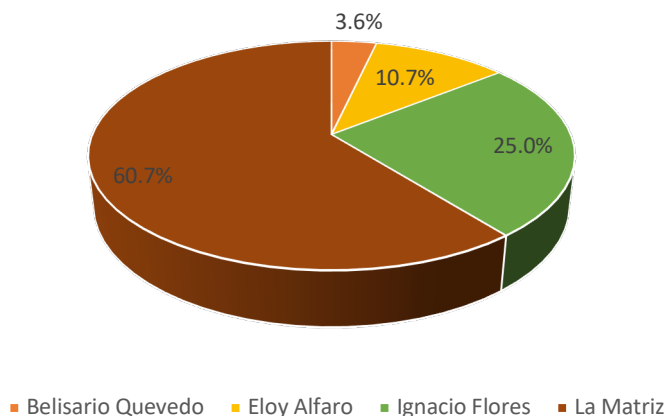
conocer su nivel de participación en el sistema al momento de realizar alguna estrategia desde el hogar para contribuir al mismo.

Para este ejercicio se trabajaron con algunos supuestos y limitaciones, que se detallaron previamente. Sin embargo, desde la temática social es un grupo inserto en las zonas urbana y rural de la ciudad, en donde su visión y apreciación de la temática ambiental en debate merece ser analizada.

En función a las personas consultadas, los resultados arrojaron que el 50% fueron hombres y 50% mujeres. La edad de los mismos oscila entre 22 a 68 años, sin embargo, el 53,6% de los consultados se encuentran en el rango de edad de 22 a 38 años. El 25% de los consultados entre los 39 y 54 años y el 21,4% superan los 55 años. El nivel de instrucción de los encuestados fue en su gran mayoría para educación universitaria con el 89,3%, así como el 3,6% para educación secundaria, técnico superior y PHD respectivamente.

De acuerdo a la parroquia de residencia el 60,7% se encuentra concentrado en la Matriz, la cual es la parroquia urbana con mayor población dentro del cantón, el 25% en la parroquia Ignacio Flores, el 10,7% en la parroquia Eloy Alfaro, en la cual se encuentra el sitio de disposición de RS de Latacunga. Finalmente 3.6% restante en la parroquia Belisario Quevedo (rural) como se observa en la figura 3.6.

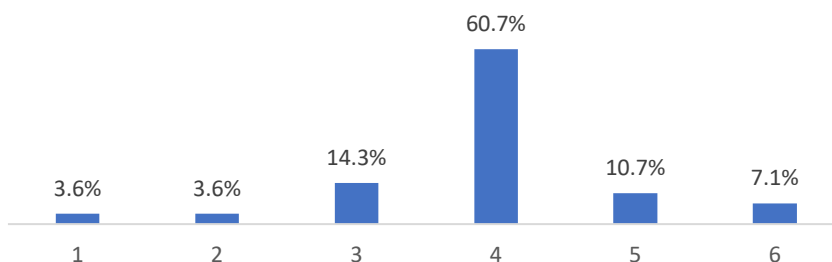
Figura 0.6. Parroquia de residencia



Fuente: Datos tomados del resultado de encuesta aplicada

Así mismo, en la figura 3.7 se muestra que el 60,7% de los consultados viven en hogares de 4 miembros, el 14,3% de 3 miembros, el 10,7% en hogares compuestos por 5 personas, el 7,1% viven en hogares de 6 miembros, finalmente los encuestados que viven en hogares compuestos de 1 y 2 personas son inferiores al 4%.

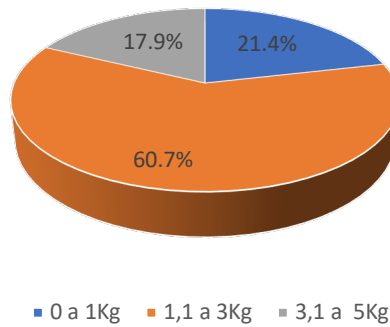
Figura 0.7. Miembros del hogar



Fuente: Datos tomados del resultado de encuesta aplicada

Posteriormente, se consultó sobre una estimación de la basura generada desde cada uno de los hogares. Se obtuvo que el 60,7% de los encuestados mencionaron que estiman que al día producen de entre 1,1 a 3 kg. El 21,4% entre 0 a 1kg y el 17,9% entre 3,1 a 5 kg (ver figura 3.8). Esta pregunta es directamente proporcional al número de personas que integran el hogar, sin embargo, como ejercicio resultó interesante conocer la apreciación de este grupo poblacional. Se conoce que en esta ciudad la producción per cápita de residuos sólidos domiciliaria al día es alrededor de 0,6 kg (INEC 2016). Como parte de la generación de RS, el 96,7% de los consultados coincide que la mayor parte de la generación de RS se ubica en la zona urbana.

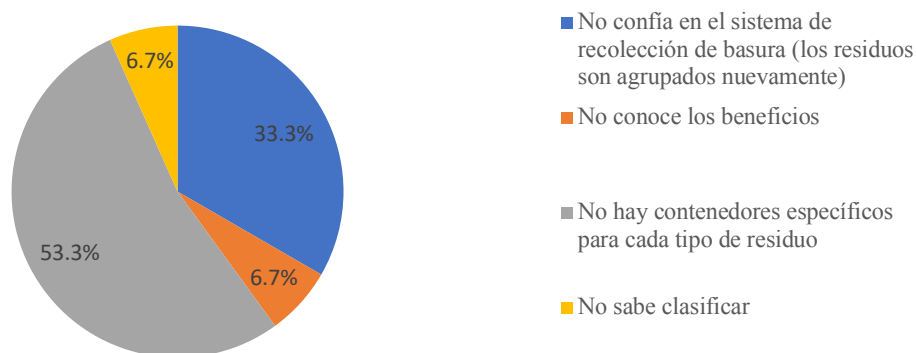
Figura 0.8. Estimación producción de RS por hogar



Fuente: Datos tomados del resultado de encuesta aplicada

Adicionalmente, se consultó sobre los hábitos en los hogares frente a la gestión de RS. Como se observa en la figura 3.9, se recopiló que el 46,4% de los consultados realiza una clasificación de la basura y que el 92% de ellos entrega a recicladores. También se pudo conocer que el 53,6% no clasifica la basura y su principal razón es porque no existen contenedores diferenciados para cada tipo de residuos (53,3%). El 33,3 % no confía en el sistema de recolección de basura (los residuos son agrupados nuevamente), finalmente el 13% no conoce los beneficios o no sabe clasificar.

Figura 0.9. Razones por las que no clasifica los RS



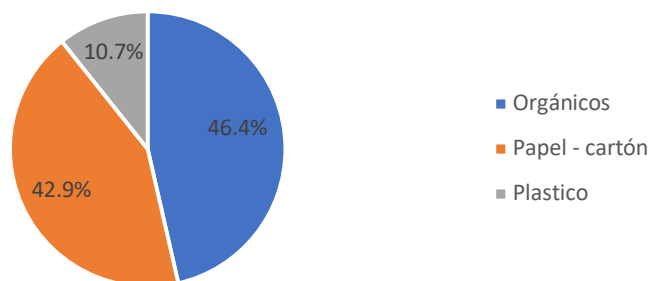
Fuente: Datos tomados del resultado de encuesta aplicada

Esta información resulta interesante, para que al momento de generar políticas públicas locales sobre GRS, se consideren como potenciales temas de educación ambiental para ser promovidos en sus campañas. En especial las que EPAGAL están planteado realizar. Bajo esta misma

temática el 100% de los encuestados mencionan que están dispuestos a realizar alguna acción como clasificar, reciclar o reutilizar en función a los residuos que están generando.

El 21,4% de los encuestados considera que el servicio de aseo domiciliario durante el año 2018 en la ciudad fue bueno, el 50% que fue regular y el 28,6% que fue malo. Los consultados de la zona urbana de la ciudad considera que el 46,4% de los residuos generados son orgánicos. El papel y cartón corresponde al 42,9% y 10,7% es plástico (ver figura 3.10). También, el 10,7% considera que en Latacunga existe una gestión integral de residuos sólidos, mientras que el alrededor del 90% de la población encuestada considera que no existe tal GIRS.

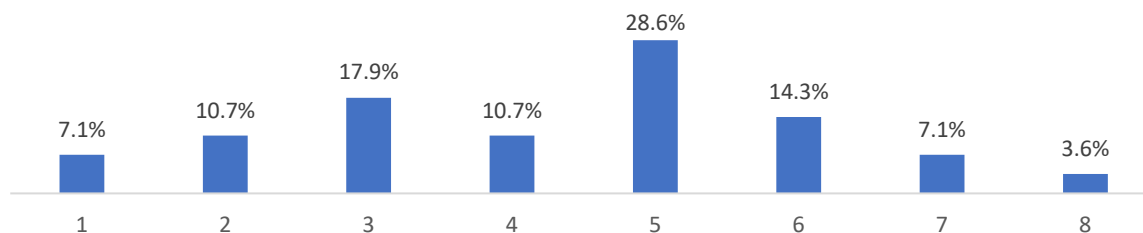
Figura 0.10. Criterio volumen por tipo de residuos



Fuente: Datos tomados del resultado de encuesta aplicada

De acuerdo a una escala de 1 a 10, siendo 10 la mejor, se consultó cómo se considera al funcionamiento de la gestión de los residuos sólidos en Latacunga. Los criterios fueron diversos, sin embargo, en la figura 3.11 se observa que alrededor del 30% de los consultados colocaron una calificación de 5, el 18% de 3 y el 14,3% les dieron una calificación de 6. Así mismo, la calificación más baja fue dada por el 7,1% de los encuestados y la más alta (8) el 3,6% de los mismos. Aquí se puede apreciar que el 75% de la población consultada colocaron calificaciones de 5 o menores, es decir, existe un descontento en la mayoría de la ciudadanía del sector urbano en función a la gestión actual de los RS en la ciudad.

Figura 0.11. Criterio de cómo funciona la GRS en Latacunga en una escala (1-10)



Fuente: Datos tomados del resultado de encuesta aplicada

Dentro de la encuesta realizada se consultó de manera abierta a la ciudadanía sobre los problemas que perciben en la gestión de residuos sólidos en la ciudad, se pudieron agrupar en tres grupos significativos que se pueden apreciar en la tabla 3.1. Entre los criterios significativos encontrados en este sondeo, el 43% de las personas encuestadas coincide que el principal inconveniente pasa por falencias de la institución que realiza la GRS en el cantón, en temas relacionados a la organización, la eficiencia, la agilidad y la atención. Por otro lado, el 28,6% piensan que la problemática pasa por los hogares, es decir, debido a una falta de cultura, educación y hábitos dentro del núcleo familiar.

Tabla 0.1. Problemas dentro de la GRS en la ciudad

Problemas percibe en la gestión de residuos sólidos de la ciudad	%
Falencias en la institución que realiza la GRS en temas de (Organización - eficiencia - agilidad - atención)	42.9%
Cultura, educación y hábitos desde el hogar	28.6%
Falencias con los recicladores	10.7%
Otros	17.9%

Fuente: Datos tomados del resultado de encuesta aplicada.

Cabe recalcar que los criterios corresponden al grupo poblacional antes mencionado que se encuentra insertado dentro de la zona urbana y rural de la ciudad, mas no se trata de un consenso de precisiones de todos los habitantes de Latacunga. Finalmente, las personas fueron consultadas sobre el sitio de disposición y las distintas alternativas frente al actual. De acuerdo al criterio de los encuestados alrededor del 50% coincide que el sitio de disposición debe estar alejado de los centros poblados o en zonas periurbanas. El 39,3% menciona que debe estar ubicado dentro los

centros poblados y el alrededor del 11% de la población encuestada no sabe en donde deben estar ubicados.

Con respecto al sitio de disposición actual, únicamente el 32,1% de los mismos conoce la ubicación actual. De este grupo, el 33,3% le parece adecuado. Es decir, para la mayoría de la población consultada existe un desconocimiento sobre el sitio de disposición al cual va la basura que ellos producen diariamente y así mismo solo a la tercera parte les parece adecuado.

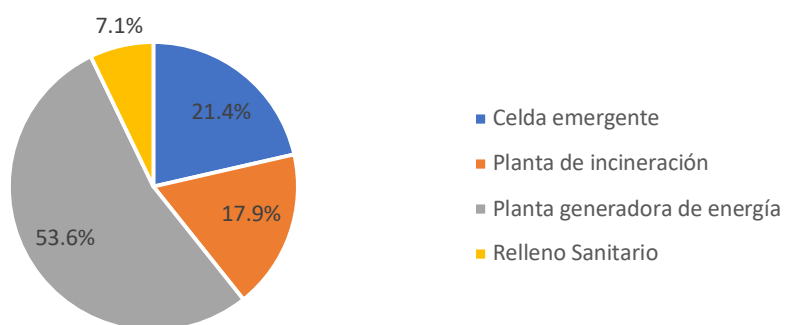
Bajo esta misma línea, se consultó sobre la preocupación de la población sobre el manejo del botadero de basura que se cuenta en la actualidad. De estos, en función al orden de importancia por la mayor cantidad de respuestas se pueden mencionar los siguientes:

- La sanidad - enfermedades
- Lugar y tratamiento adecuado de subproductos y lixiviados (incluye residuos peligrosos)
- La contaminación del aire y cuerpos de agua
- Que colapse

El tema sanitario es el que más le preocupa a la población de la ciudad, la proliferación de enfermedades merece un control adecuado. Esto conlleva, sin duda, a la preocupación sobre el tratamiento de los lixiviados y residuos peligros que quedan al fin de la cadena de procesamiento y descomposición de los restos orgánicos e inorgánicos. De allí el siguiente punto que tiene que ver con la contaminación ambiental y de cuerpos de agua, que de acuerdo a los moradores aledaños al botadero se encuentran aproximadamente a 1 km de distancia.

El último tema tratado en la encuesta fue respecto a la alternativa para una gestión integral de residuos sólidos que merece la ciudad. El 53,6% de los consultados respondieron que una planta generadora de energía es la mejor opción, seguido del 21,4% que opina que una celda emergente es suficiente para la basura que se produce en la ciudad. Más adelante, alrededor del 18% de la población consultada coincide que una planta de incineración es una mejor alternativa y finalmente el 7,1% mencionó que un relleno sanitario es la mejor alternativa para una GIRS (ver figura 3.12). Como se puede observar, son apreciaciones y criterios de un grupo poblacional insertos en la dinámica urbana en su mayoría.

Figura 0.12. Alternativa para una GIRS en Latacunga



Fuente: Datos tomados del resultado de encuesta aplicada

Como resultado del diseño de la investigación y las herramientas metodológicas descritas, a continuación, en la tabla 3.2 se puede apreciar el mapa de actores en donde se detallan cada uno de ellos con su ámbito de actuación, sus prioridades y las alternativas planteadas frente a la problemática de la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Latacunga. Como se expuso anteriormente se tratan de actores que se encuentran inmersos directa o indirectamente en esta coyuntura, desde una perspectiva, comunitaria, local, seccional y nacional.

Tabla 0.2. Mapa de actores para alternativas de gestión integral de residuos sólidos

Actor	Descripción	Ámbito de actuación	Prioridades	Alternativas planteadas
Barrio Inchapo	Inchapo es un barrio que se encuentra dentro de la parroquia urbana Eloy Alfaro, sin embargo, se encuentra distante del casco urbano de Latacunga. Es un barrio con aproximadamente tiene 40 familias. En esta zona se ubica el actual botadero de basura de la ciudad.	Comunitario	Minimizar impactos negativos a causa del botadero de basura en su localidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Conseguir que se realice el tratamiento adecuado a los residuos sólidos dispuestos en el botadero de basura ubicado en su comunidad. • Retiro del botadero de basura de sus inmediaciones.
GAD municipal de Latacunga	Institución Pública que aporta al mejoramiento integral del Cantón Latacunga, brindando servicios municipales de calidad con la participación de actores sociales en beneficio de los habitantes. La municipalidad está organizada por la separación de poderes de carácter ejecutivo representado por el alcalde, y otro de carácter legislativo conformado por los miembros del concejo cantonal. El alcalde es la máxima autoridad administrativa y política del Cantón Latacunga. Es la cabeza del cabildo y representante del Municipio.	Local	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar una gestión adecuada respecto a la recolección y disposición de residuos sólidos del cantón. • Trabajar conjuntamente con EPAGAL a fin de gestionar acciones adecuadas respecto a los residuos sólidos del cantón. 	Creación de un parque ecológico en el lugar en donde se encuentra el botadero de basura.

Actor	Descripción	Ámbito de actuación	Prioridades	Alternativas planteadas
Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del cantón Latacunga	EPAGAL es la empresa encargada de realizar la gestión integral de desechos sólidos domiciliarios comunes no peligrosos y hospitalarios, enmarcado a lo dispuesto en las normas ambientales y demás regulaciones establecidas para el servicio de aseo, con ello mantener el cantón Latacunga limpio y entregar a la ciudadanía un entorno agradable para convivir de acuerdo a los recursos existentes.	Local	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos del cantón Latacunga. Garantizar la limpieza de los espacios públicos del cantón. Promover estrategias eficientes en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar las instalaciones del Botadero de basura actual. Proceso de consultoría para estudios de factibilidad de Relleno Sanitario.
Recicladores	Asociación de personas dedicadas al reciclaje de los residuos sólidos del botadero de basura de Inchapo. Se sabe que son alrededor de 60 personas, de los cuales 14 pertenecen al barrio Inchapo, los demás residen en otras áreas del cantón o cantones vecinos.	Intercomunitario	<ul style="list-style-type: none"> Obtener recursos económicos derivados de su trabajo en el botadero de basura. Maximizar sus utilidades. Mejorar su calidad de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> Cooperar con las autoridades que manejan los residuos sólidos del cantón. Aprovechar de los materiales recuperables y reutilizables.
Población que habita en zonas urbanas	Grupo de la población que habita dentro de la ciudad de Latacunga, específicamente dentro del casco urbano. 5 parroquias urbanas: 51% de la población.	Local	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar su calidad de vida. Desechar los residuos sólidos sin ninguna acción que aporte a su gestión integral. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar y disponer los residuos sólidos en los Eco tachos (Contenedores de basura). Recolección puerta a puerta.
Población parroquias rurales	Grupo de la población que habita a partir de las zonas periurbanas y rurales del cantón Latacunga. 10 parroquias rurales: 49% de la población del cantón.	Local	Mejorar su calidad de vida.	Incineración de residuos sólidos.

Actor	Descripción	Ámbito de actuación	Prioridades	Alternativas planteadas
Ministerio del Ambiente	<p>El Ministerio del Ambiente, en concordancia con lo estipulado por el pueblo ecuatoriano en la Constitución Política de la República del Ecuador de 2008, velará por un ambiente sano, el respeto de los derechos de la naturaleza o pacha mama.</p> <p>Garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.</p>	Nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e Implementar de un plan nacional de gestión integral de residuos sólidos sustentado en el fortalecimiento de los servicios de aseo, aprovechamiento de residuos y disposición final bajo parámetros técnicos. • Implementar la gestión integral de desechos peligrosos y especiales, aplicando el principio de responsabilidad extendida del productor e importador, potenciando el reciclaje sustentable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre de botaderos a cielo abierto. • Celdas emergentes temporales. • Rellenos Sanitarios

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

2.5 Estructuración del Multicriterio

Posteriormente, es necesario desarrollar la estructuración del multicriterio, en donde se consideran las diferentes alternativas de gestión de residuos sólidos planteadas para su análisis. Las cuales fueron seleccionada después de una revisión de literatura y experiencias de la GRS. Una alternativa tiene relación con la elección de una o más posibilidades con el objetivo de mejorar procesos o servicios dentro de un determinado espacio o territorio. Por lo que, las alternativas de gestión de residuos sólidos (unas integrales y otras no) son las que pueden ser viables desde el ámbito local y nacional. Se parte desde la línea base y escenario actual de un botadero a cielo abierto, el cual tiene deficiencias técnicas y operativas como se apreciará más adelante.

Para la estructuración del multicriterio, se presentan las principales alternativas de gestión planteadas para el análisis. Entre las que se consideran:

- a) Botadero a cielo abierto (Modelo actual)
- b) Celdas emergentes
- c) Relleno sanitario
- d) Planta de incineración
- e) Planta de tratamiento para generación de energía

Posteriormente, en vista que se trabajará con la evaluación social Multicriterio a partir del análisis y sistematización de la información recopilada de todos los actores involucrados en la problemática de la gestión de los RS, el analista es quien traduce sus necesidades y expectativas en criterios e indicadores. Con el objetivo de transformar sus percepciones, aciertos y preocupaciones en un lenguaje técnico que permita determinar la alternativa ideal considerando las dimensiones: económica, social, ambiental y técnica.

2.5.1 Alternativas de GIRS

Los sistemas de gestión más utilizados son los rellenos sanitarios, botaderos a cielo abierto y las celdas emergentes. De acuerdo al Código Orgánico del Ambiente (COA) los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos son los que deben proveer la

infraestructura técnica de acuerdo a la implementación de modelos de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos (COA 2017).

Los botaderos de residuos sólidos a cielo abierto son el sitio donde se depositan los residuos, sin preparación previa, sin parámetros técnicos (o mediante técnicas muy rudimentarias) y sin un control adecuado. Todos estos factores introducen riesgos no solo para el ambiente sino también para la salud humana. Por estas razones, el Ministerio del Ambiente (MAE) presta las facilidades técnicas y fomenta en potencial cierre de este tipo de sistemas de disposición a fin de minimizar las externalidades negativas que generan.

Una alternativa temporal al cierre de botaderos son las celdas emergentes. Una celda técnicamente diseñada, sirve para el depósito temporal de los residuos sólidos no peligrosos, los mismos que deberán tener una compactación y cobertura diaria con material adecuado, poseer los sistemas de evacuación del biogás, recolección de lixiviados, recolección de aguas de escorrentía, hasta la habilitación del sitio de disposición final, técnica y ambientalmente regularizado (TULSMA 2017).

Otra de las alternativas para GRS es el relleno sanitario. Según, el libro VI TULSMA se trata de una técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los desechos y/o residuos sólidos sin causar perjuicio al ambiente y sin causar molestia o peligro a la salud y seguridad pública (TULSMA 2017). Esta técnica comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, reduciendo su volumen al mínimo aplicable, para luego cubrirlos con una capa de tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente y efectuando el control de los gases, lixiviados y la proliferación de vectores.

Entre las ventajas del relleno sanitario se tiene que, cuentan con celdas debidamente acondicionadas para el almacenamiento de desechos convencionales, dispuestas en un área del menor tamaño posible, sin causar perjuicio al ambiente, especialmente por contaminación a cuerpos de agua, suelos, atmósfera. El reto en este caso, es encontrar un terreno adecuado para su construcción, lo que resulta un tema complejo porque puede involucrar una serie de conflictos.

Adicionalmente es importante considerar que la mayoría de los rellenos sanitarios no están diseñados para el tratamiento de residuos peligrosos. Se refieren a desechos no convencionales que pueden resultar de procesos productivos o transformación de alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana (TULSMA 2017).

También, existen procesos de incineración siendo un proceso termoquímico de oxidación de la materia orgánica por medio de oxígeno el cual está en exceso. La combustión total genera residuos de fallas de la combustión produciendo elementos nocivos las dioxinas y furanos. (TULSMA 2017). Este tipo de procesos generalmente tienen implicaciones importantes con el medio ambiente gracias a grandes cantidades de emisiones de dióxido de carbono, óxidos de azufre y nitrógeno.

El objetivo de la incineración de residuos es someterlos a un tratamiento determinado con el fin de reducir su volumen y peligrosidad, seleccionándolos y concentrándolos, o destruyendo las sustancias potencialmente nocivas (Rúa-Orozco, et al. 2015). Es decir, el proceso de incineración radica en la combustión y compactación de todos los residuos que no se hayan podido reciclar o recuperar para destinarlos a otra actividad.

Para el caso de Latacunga existen muy pocas diferencias con el proceso que se lleva en la actualidad. Lo adicional que se debe realizar es un almacén temporal, un incinerador, adaptar los camiones para que puedan transportar cenizas, equipo para la gestión de lixiviados y un segundo vertedero para las cenizas (Ramírez 2018). Esta alternativa podría ser viable para contrarrestar los vectores de contaminación ambiental a los ecosistemas de los alrededores al botadero de basura, en especial a la población que vive en Inchapo. Sin embargo, el tema de las emisiones y el olor en el largo plazo podría convertirse en un problema de consideración.

La alternativa de la consolidación de una planta generadora de energía es una sinergia de varios de los aspectos de algunas de las otras alternativas antes planteadas. Es decir, se enfoca en mejorar los procesos de aprovechamiento de los RS mediante varias técnicas como la

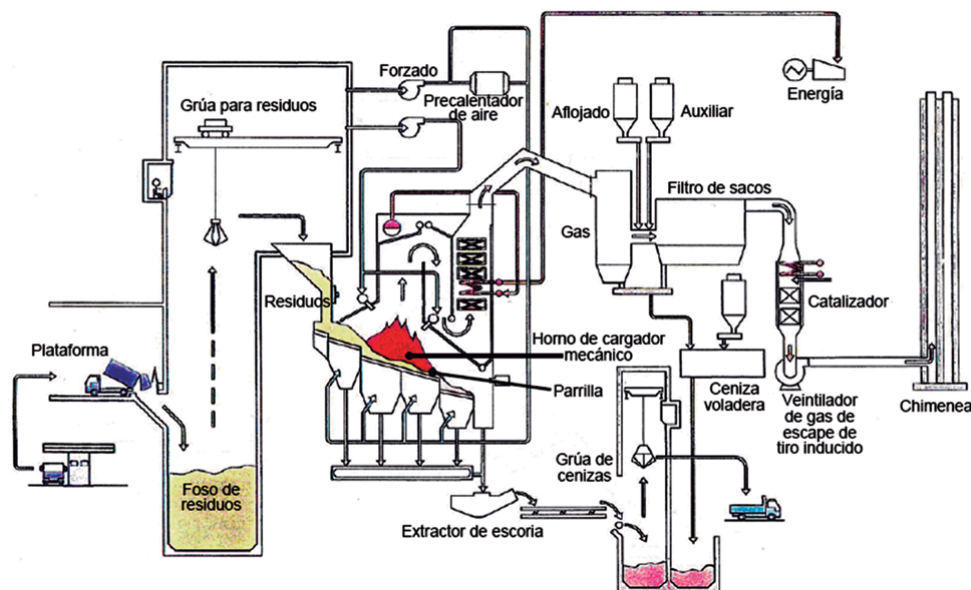
gasificación, que es un proceso termoquímico que convierte materia orgánica (materia que contiene carbono en la estructura) en energía.

La energía extraída de la materia orgánica por medio de gasificación está ubicada entre el 60% al 90% de la energía contenida en la materia inicial. Los agentes gasificantes son oxígeno, vapor de agua e hidrógeno. El gas combustible resultado de la gasificación está compuesto por CO (monóxido de carbono), H₂ (hidrogeno), N₂ (nitrógeno), CH₄ (metano), H₂O (agua). A esta mezcla de gases se denomina gas de síntesis o Syngas. (TULSMA 2017).

Dentro de los aspectos técnicos Rúa-Orozco, y otros (2015) acotan que las plantas de aprovechamiento energético de biogás de rellenos deben poseer un sistema de drenaje, debiendo tener una protección contra fugas de biogás a la atmósfera, un condensador (cuyo efluente sea encaminado para tratamiento conjunto con el lixiviado), además de un sistema de purificación y de compresión del biogás para su posterior aprovechamiento energético.

Sin duda alguna, esta última alternativa tendría una inversión mayor frente a las demás, ya que tiene que tener la infraestructura para el desarrollo de todos los procesos detallados anteriormente. No está exentos de costos ambientales, en el sentido de que existen gases que se generarán de los procesos de combustión que se emitirán al medio ambiente. Sin embargo, su proceso es más eficiente y se puede minimizar este tipo de impactos. Se debe considerar, además, que la energía producida se puede emplear para su propio funcionamiento o para el abastecimiento de energía eléctrica de la población a los alrededores.

Figura 0.13. Planta Generadora de Energía a partir de la incineración



Tomado de: Rúa-Orozco, y otros (2015)

Otro de los procesos para la generación de energía a partir de RS es a partir de la biometanización¹⁶, que resulta de un proceso previo y eficiente de la separación y almacenamiento de los residuos orgánicos (ver figura 3.13). Es importante que este almacén cuente con materia orgánica suficiente para alimentar al área de biometanización durante varios días, necesariamente debe existir una rotación continua del material. Esto significa que el material almacenado debe estar disponible para alimentar al área de biometanización periódicamente debido a que la materia orgánica pierde propiedades con el tiempo (Ramírez 2018).

A la materia orgánica se le añadirá agua hasta obtener un 70% de humedad antes de introducirse en los digestores, que es el sitio donde tiene lugar el proceso de digestión anaeróbica o biometanización, por lo que además de aumentar la humedad hará falta aplicar calor a la materia orgánica. De este proceso y a partir del digestor se obtendrá biogás y digesto. De acuerdo a

¹⁶ La biometanización o digestión anaeróbica es un proceso biológico que transforma la materia orgánica biodegradable en biogás y digesto en ausencia de oxígeno. (Ramírez 2018).

Ramírez (2018) el biogás es una forma de energía secundaria que se obtiene mediante una transformación a partir de materia prima y no está disponible de forma natural.

Se trata de un gas de elevada capacidad calorífica (5.750 Kcal/m³), con lo que adquiere características combustibles ideales para su aprovechamiento energético en motores de cogeneración, calderas y turbinas, generando así electricidad y calor. En general, y como se ha observado, alrededor del 60% de la generación de RS en Latacunga son orgánicos, siendo la fuente principal para la generación de energía. A su vez, es importante considerar que se debe contar con alta tecnología para tratar este tipo de RS mediante la última alternativa planteada, además de minimizar el impacto ambiental de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de los desechos que no se utilicen para la generación energética.

2.5.2 Dimensiones y Criterios

En función al estudio sobre la gestión de RS en la ciudad de Latacunga, se consideraron las dimensiones económica, social y ambiental como parte de la evaluación social multicriterio realizada. También, se incorpora una dimensión técnica que está definida por cada una de las cinco alternativas que se han planteado anteriormente para la gestión integral de residuos sólidos para la ciudad de Latacunga.

Es así que se realizó la traducción de la información obtenida de los actores involucrados en la problemática en criterios e indicadores. Es decir, a partir de la exploración realizada, estrategias utilizadas y considerando las necesidades y expectativas de estos grupos poblaciones se trabajaron los criterios e indicadores a evaluar. En la tabla 3.3 se aprecia la relación entre las prioridades y criterios de cada una de los actores involucrados dentro de la problemática de la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Latacunga. Cabe recalcar que los criterios resultaron de la interacción entre el investigador y los distintos grupos poblaciones analizados en el mapa de actores y en función a las distintas herramientas metodológicas detalladas previamente.

Tabla 0.3. Relación de las prioridades de actores sociales vs los criterios seleccionados para la GIRS en Latacunga

Actor	Prioridades	Criterios
Barrio Inchapo	Minimizar impactos negativos a causa del botadero de basura en su localidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la salud • Participación en la toma de decisiones • Cohesión social • Cambio o distorsión en el paisaje
GAD municipal de Latacunga	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar una gestión adecuada respecto a la recolección y disposición de residuos sólidos del cantón. • Trabajar conjuntamente con EPAGAL a fin de gestionar acciones adecuadas respecto a los residuos sólidos del cantón. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleo • Generación de ingresos • Cambio o distorsión en el paisaje
Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del cantón Latacunga	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos del cantón Latacunga. • Garantizar la limpieza de los espacios públicos del cantón. • Promover estrategias eficientes en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleo • Generación de ingresos • Cambio o distorsión en el paisaje • Calidad de agua • Calidad de aire
Recicladores	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener recursos económicos derivados de su trabajo en el botadero de basura. • Maximizar sus utilidades. • Mejorar su calidad de vida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleo • Generación de ingresos • Seguridad laboral / industrial
Población que habita en zonas urbanas	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar su calidad de vida. • Desechar los residuos sólidos sin ninguna acción que aporte a su gestión integral 	N.A.
Población parroquias rurales	Mejorar su calidad de vida.	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleo • Generación de ingresos • Calidad de aire

Actor	Prioridades	Criterios
Ministerio del Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e Implementar de un plan nacional de gestión integral de residuos sólidos sustentado en el fortalecimiento de los servicios de aseo, aprovechamiento de residuos y disposición final bajo parámetros técnicos. • Implementar la gestión integral de desechos peligrosos y especiales, aplicando el principio de responsabilidad extendida del productor e importador, potenciando el reciclaje sustentable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de agua • Calidad de aire

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

A partir de las herramientas metodológicas explicadas anteriormente, mediante la traducción del investigador se identificaron 9 criterios, dos en el ámbito económico, cuatro en cuanto a la temática social y tres en el ambiental. Así mismo, para cada criterio se determinaron indicadores para la valoración de las alternativas, que están ligados principalmente a las apreciaciones de los actores que fueron considerados en este análisis social multicriterio y que más adelante se detalla a profundidad. A continuación, se detallan los criterios e indicadores para cada una de las dimensiones estudiadas.

Económica

En cuanto al ámbito económico, se analiza en primera instancia lo relacionado a la generación de empleo tanto para el personal de la empresa EPAGAL como para los recicladores que trabajan en el sitio de disposición. Es decir, dentro del criterio *empleo* se tiene un indicador:

1. Población que labora en servicios de recolección, barrido y reciclando en el sitio de disposición de RS

También dentro de esta dimensión es fundamental estudiar la generación de ingresos de los mismos, medido en un ingreso promedio per cápita anual. En este sentido, el criterio *ingresos* tiene un indicador:

2. Ingresos per cápita promedio anual

Como se apreció anteriormente, se conoce que los gastos de EPAGAL bordea los 6 millones de USD para el año 2018, por lo que se estima que esta cantidad de recursos se puede mantener para cualquiera de las alternativas planteadas, sin embargo, pueden existir varios gastos evitados si se realizan estrategias respecto a la racionalidad de los residuos sólidos. Para esta dimensión existe una evaluación cuantitativa para los indicadores planteados.

Social

En el ámbito social se trabajaron en criterios como *afectación a la salud*, el cual recae directamente a los moradores del barrio donde se encuentra el lugar de disposición, considerando que se encuentran expuestos a varios vectores de contaminación que pueden afectar potencialmente a su salud. Para este criterio se ha definido el siguiente indicador:

3. Riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo

Posteriormente, el criterio *seguridad laboral*, reflexionado en función a los trabajadores dentro del sitio de disposición, que en la actualidad carecen de equipamiento adecuado para desempeñar sus actividades de separación y reciclaje, lo cual puede ocasionar problemas de salud considerables. Para este criterio se definió el indicador:

4. Grado de riesgo laboral de recicladores y trabajadores in situ (dentro del sitio de disposición de RS)

Más adelante, se trabajó el criterio de *participación en la toma de decisiones*, en el cual el objetivo es contar con un indicador compuesto en función tres sub indicadores. Los cuales se enfocan en conocer aspectos sobre la apertura y acceso a la información por parte de la población que habita en la zona, el grado de participación de sus habitantes dentro de los conversatorios y acercamientos con técnicos y autoridades y finalmente, la capacidad de influencia de la población frente a una decisión que resulta de varios estudios técnicos y análisis de alternativas. El indicador definido es el siguiente:

5. Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad - autoridades locales, el cual consta de tres sub indicadores

5.1 Acceso a la información

5.2 Grado de participación para la toma de decisiones

5.3 Capacidad de influencia para la toma de decisiones

Finalmente, se definió el criterio de *cohesión social*, el cual se rige dentro del aparato comunitario. Es decir, se mide el grado de conflictividad dentro de la comunidad frente a los diferentes procesos que se han enfrentado en los últimos tiempos como parte de la presencia del sitio de disposición de RS en su barrio. Para este criterio se determinó el siguiente indicador:

6. Conflictividad dentro de la comunidad

En la dimensión social sus indicadores tendrán una evaluación íntegramente cualitativa. El tipo, unidad y objetivo de cada uno de los indicadores se aprecia en la tabla 3.5.

Ambiental

Dentro del análisis de la dimensión ambiental se consideraron criterios como la *calidad del agua*, visto desde la potencial contaminación a cuerpos de agua que existen en la zona. Se conoció a partir de conversaciones con habitantes del barrio, que un río se encuentra a 1 Km de distancia del sitio de disposición. Para este criterio se definió el siguiente indicador:

7. Contaminación de cuerpos de agua cercanos al sitio de disposición de RS

La **calidad del aire** es otro de los criterios considerados en función a un análisis de los niveles de emisión de GEI a la atmosfera y también lo relacionado al nivel de olor o mal olor que se percibe en la zona y en sus alrededores. Para este criterio se han definido dos indicadores, los cuales se detallan a continuación:

8. Nivel de emisiones de GEI (CO₂, NH₄, etc.)

9. Nivel de mal olor

Finalmente, se analiza el **criterio paisaje** en función a identificar los cambios dentro de las características físicas visibles del área en donde se encuentra en el botadero de basura y sus alrededores. Para este indicador se cuenta con el indicador:

10. Cambio o distorsión en el paisaje

Al igual que en el ámbito social, en el ambiental también existe un tipo de evaluación netamente cualitativa, a excepción del indicador relacionado al cálculo del nivel de emisiones de GEI, el cual tiene una valoración cuantitativa.

A través de la estructuración y de desarrollo de esta investigación se evidencia que existe una correlación directa entre las necesidades y expectativas de los actores involucrados con la consecución de cada uno de los indicadores que ayudarán a evaluar los criterios y dimensiones para cada alternativa. También, es importante mencionar que el criterio de la separación de RS en el origen es compatible con diferentes alternativas, sin embargo, no existe ninguna política desde el ámbito municipal en esta ciudad, por lo que no se consideró dentro de la evaluación final.

Dentro de la dimensión económica se tienen dos criterios (empleo e ingresos), para la social se cuenta con 5 criterios (nivel de inseguridad, afectación a la salud, seguridad laboral, participación en la toma de decisiones y cohesión social), finalmente en la dimensión ambiental se identificaron 3 criterios (calidad de agua, calidad del aire y paisaje). La definición de cada uno estos criterios se las presenta en la tabla 3.4 a continuación:

Tabla 0.4. Definición de criterios de estudio

Dimensiones	Criterios	Definición
Económica	Generación de Empleo	Se pretende identificar el número de personas que labora en temas relacionados a la GIRS, es decir, tanto en la empresa EPAGAL en áreas como recolección y barrido. Así como, los recicladores que laboran en el botadero de basura.
	Generación de Ingresos	Cuantificar el ingreso promedio anual de los trabajadores identificados anteriormente.

Dimensiones	Criterios	Definición
Social	Afectación a la salud	Riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo.
	Seguridad laboral / industrial	Se pretende medir el riesgo laboral de los trabajadores que laboran en el sitio de disposición de RS.
	Participación en la toma de decisiones	Involucramiento de la población que reside en el barrio Inchapo frente a las acciones a tomarse con el sitio de disposición de RS.
	Cohesión social	Percepción de la población local entorno a la conflictividad por la presencia o no del botadero de basura.
Ambiental	Calidad de Agua	Calidad del agua de los cuerpos de agua localizados a los alrededores del sitio de disposición de RS.
	Calidad de Aire	Calidad del aire dentro de las inmediaciones del barrio Inchapo medido desde el nivel de mal olor y emisiones de GEI
	Paisaje	Se pretende identificar los cambios dentro de las características físicas visibles del área en donde se encuentra en el botadero de basura y sus alrededores.

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Finalmente, es trascendental destacar que existen procesos para el diseño y propuesta de los criterios e indicadores utilizados, por lo que no deben ser considerados como potenciales impactos que se deben evaluar o considerar para los diferentes estudios a realizarse. La evaluación directa es a partir de los indicadores que se muestran en la tabla 3.5, dentro de los cuales se identifica su tipo, que puede cualitativo o cuantitativo, la unidad de medida y finalmente el objetivo de cada uno de ellos, es decir, si se trata de maximizar o minimizar para su correcta apreciación y análisis.

Tabla 0.5. Dimensiones, criterios e indicadores para Evaluación social multicriterio – GIRS Latacunga

Dimensiones	Criterios	Indicador	Tipo indicador	Unidad	Objetivo	
Económica	Empleo	Población que labora en servicios de recolección, barrido y reciclando en el sitio de disposición de RS	Cuantitativo	Número de empleados	Maximizar (mayor número de plazas de trabajo)	
	Ingresos	Ingresos per cápita promedio.	Cuantitativo	USD/año	Maximizar (mayor poder adquisitivo)	
Social	Afectación a la salud	Riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo.	Cualitativo	Perfecto, Muy bueno, Bueno, Más o menos bueno, Moderado, Más o menos malo, Malo, Muy malo, Extramadamente malo	Minimizar (entre menos más seguro)	
	Seguridad laboral / industrial	Riesgo laboral de los trabajadores in situ.	Cualitativo	Perfecto, Muy bueno, Bueno, Más o menos bueno, Moderado, Más o menos malo, Malo, Muy malo, Extramadamente malo	Maximizar (seguridad laboral)	
	Participación en la toma de decisiones	Acceso a la información.	Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad - autoridades locales	Cualitativo	Perfecto, Muy bueno, Bueno, Más o menos bueno, Moderado, Más o menos malo, Malo, Muy malo, Extramadamente malo	Maximizar (nivel de acceso a la información, participación y capacidad de influencia en la toma de decisiones)
		Grado de participación para la toma de decisiones.				
		Capacidad de influencia para la toma de decisiones.				
Cohesión social	Conflictividad dentro de la comunidad.	Cualitativo	Perfecto, Muy bueno, Bueno, Más o menos bueno, Moderado, Más o menos malo, Malo, Muy malo, Extramadamente malo	Minimizar (se asume mayor cohesión social al minimizar la conflictividad)		
Ambiental	Calidad de Agua	Contaminación de cuerpos de agua cercanos al botadero a cielo abierto.	Cualitativo	Perfecto, Muy bueno, Bueno, Más o menos bueno, Moderado, Más o menos malo, Malo, Muy malo, Extramadamente malo	Minimizar (el nivel de contaminación de los cuerpos de agua)	
	Calidad de Aire	Nivel de emisiones de GEI	Cuantitativo	Toneladas de CO ₂ eq. Emitidas	Minimizar (niveles de emisiones)	
		Nivel de olor	Cualitativo	Perfecto, Muy bueno, Bueno, Más o menos bueno, Moderado, Más o menos malo, Malo, Muy malo, Extramadamente malo	Minimizar (nivel de malos olores a causa de la basura)	
	Paisaje	Cambio o distorsión del paisaje	Cualitativo	Perfecto, Muy bueno, Bueno, Más o menos bueno, Moderado, Más o menos malo, Malo, Muy malo, Extramadamente malo	Minimizar (cambios en el paisaje de la zona intervenida)	

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

2.6 Valoración - Cuantificación de la matriz de impacto

La etapa final de la EMCS es la valoración, a partir de la cual se evalúan las dimensiones, criterios e indicadores. (ver figura 3.1). El proceso de valoración se realizó mediante dos etapas. En primera instancia, el autor valoró de manera técnica algunos de los indicadores que surgieron desde la participación de varios actores, es decir, mediante la información recolectada. Los indicadores evaluados por el analista son los siguientes:

- Población que labora en servicios de recolección, barrido y reciclando en el sitio de disposición de RS
- Ingresos per cápita promedio (anual)
- Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad - autoridades locales
- Conflictividad dentro de la comunidad
- Nivel de emisiones de GEI
- Cambio o distorsión en el paisaje

Después, para otros indicadores más técnicos-socio ambientales se consultó a expertos en la temática. Este ejercicio resultó de una sinergia a partir del criterio de especialistas en la gestión de residuos sólidos, a manera de un panel de expertos. Es decir, se seleccionaron a tres expertos, los cuales tienen un perfil técnico con conocimientos en residuos sólidos, en cuanto a su gestión y legislación, como también en la temática ambiental y social. Los indicadores evaluados por los expertos son los siguientes:

- Riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo.
- Grado de riesgo laboral de los trabajadores in situ.
- Contaminación de cuerpos de agua cercanos al botadero a cielo abierto.
- Nivel de olor

En este sentido, a continuación, se analizan cada uno de los indicadores en relación a las cinco alternativas de GRS planteadas.

En primera instancia se analiza la dimensión económica, en la cual se identificaron dos criterios: empleo e ingresos. En relación al empleo el indicador a analizar es **“Población que labora en servicios de recolección, barrido y reciclaje”**, mismo que se mide en función al número de trabajadores y por ende es de tipo cuantitativo.

De acuerdo a la información proporcionada por la EPAGAL en el modelo actual de gestión de residuos sólidos son 134 trabajadores los que laboran en el ámbito de la disposición final de los RS. Entre ellos se tienen 22 choferes de recolección, 52 ayudantes de cuadrilla y 60 recicladores en el sitio mismo. Es decir, es un modelo a partir de la generación de 145 t al día entre RSU, sanitarios e industriales.

Indudablemente para cada una de las otras alternativas el requerimiento de masa salarial será mayor. Por lo tanto, se asume como fijo el personal que labora actualmente en la EPAGAL en cuanto a la recolección y disposición final se refiere, es decir, 74 trabajadores, ya que la producción y línea base de RS en la ciudad se mantendrá para las cinco opciones analizadas. La celda emergente como se ha expuesto es una alternativa temporal para la GRS, sin embargo, se requerirá y demandará más recurso humano y maquinaria en el sitio para su adecuado funcionamiento. Castro (2018) menciona que son necesarios alrededor de 7 operarios de maquinaria como volquetas, mini cargadora, cargadora frontal, retroexcavadora y excavadora en el sitio. Adicionalmente, se requerirá personal para la colocación y compactación de los RS en las distintas celdas, así como para guardianía las 24 horas. En tal virtud para esta opción se estima que se requieren alrededor de 161 trabajadores, para abarcar actividades como recolección, reciclaje y tratamiento de los RS del cantón Latacunga.

Para la opción del relleno sanitario siendo una alternativa más tecnificada que la celda emergente y considerando los lineamientos del MMAA (2018) para ciudades de alrededor de 200 mil habitantes como Latacunga, es necesario un tipo de relleno sanitario con compactación mecánica. En el cual debe existir personal calificado para el manejo de herramientas menores, maquinaria adaptada, maquinaria pesada, sistema de tratamiento de lixiviados y gases. También será necesario y oportuno personal administrativo y de salud como se aprecia en la tabla 3.6.

Tabla 0.6. Personal requerido para el funcionamiento de un relleno sanitario

Descripción puestos de trabajo	Número de trabajadores
Encargado de Relleno Sanitario	1
Ayudante del jefe de relleno	1
Técnico de laboratorio o químico	1
Médico ocupacional	1
Chofer de Maquinaria pesada (tractor, oruga, pala, retroexcavadora)	4
Mecánico para reparación de maquinaria pesada.	1
Técnico mecánico para reparación de vehículos y otros equipos.	2
Responsable de balanza y portería	2
Colocado, compactado y cubierta de residuos	5
Construcción de chimeneas	1
Limpieza de Canales de drenaje y cunetas	2
Mantenimiento de planta de tratamiento de lixiviados	2
Total	23

Fuente: MMAA 2018

Adicional a ello, en las condiciones actuales 60 recicladores recuperan alrededor del 26% de los RS. Con la implementación de un relleno sanitario se espera que esta recuperación incremente. En tal sentido, son requeridos 15 nuevos recicladores para mejorar el proceso de reciclaje. En este punto, se pueden trabajar dos opciones, continuar trabajando con asociaciones de recicladores o directamente que ellos pertenezcan a EPAGAL. Con esta ultima opción, la misma empresa de aseo o la empresa que opere el relleno sanitario puede beneficiarse de esta actividad, ya que obtendrán réditos económicos adicionales a los de su autogestión e incluso compensar algunos de sus gastos operacionales.

Un ejemplo sobre GRS bajo este sistema es la Empresa Metropolitana de Gestión de Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS) de Quito. Esta empresa cuenta con alrededor de 400 trabajadores solo en el relleno sanitario del Inga, en el cual procesan las 2.200 t de RS que produce la ciudad al día. Finalmente, se estima que el personal total requerido para actividades de recolección, operación del relleno sanitario y recicladores para Latacunga asciende a 172 personas.

Para la cuarta alternativa analizada la creación de una planta de incineración para todo tipo de residuos incluye un aparataje técnico-tecnológico importante. De acuerdo a Blanco y Briceño (2005), una planta incineradora debe contar con áreas como recepción de residuos, cuarto de incineración, cuarto frío, área de almacenamiento de cenizas, área de carga de cenizas y el espacio administrativo. En este sentido, bajo el esquema actual de trabajadores de EPAGAL y recicladores (134), se estima que son necesarias alrededor de 15 personas más para ser distribuidas en las áreas antes mencionadas. Por lo que con esta alternativa el personal requerido en todo el sistema de disposición final de RS es de 149 trabajadores aproximadamente.

Finalmente, para la planta de tratamiento para generar de energía, de acuerdo a los parámetros técnicos de esta opción descritos por Rúa-Orozco, y otros (2015) se trata de una fusión entre el relleno sanitario y la planta de incineración. Es decir, se requiere de una separación adecuada de los RS, en la cual los recicladores son clave, adicionalmente, personal técnico especializado para las actividades de incineración y recuperación energética. Finalmente, un equipo administrativo y de salud ocupacional para el correcto desempeño de la infraestructura. Por lo que, adicional a las 134 personas que tiene el modelo actual en Latacunga son necesarios 22 trabajadores bajo las características de generación y procesamiento de RS específico para la ciudad.

Bajo los parámetros iniciales de una generación y procesamiento de alrededor de 145 t/día de RS, en una ciudad de alrededor de 200 mil habitantes, se ha estimado el requerimiento de personal para actividades de recolección y disposición final cada una de las alternativas planteadas. Cabe recalcar que la línea base para esta estimación es la proporcionada por EPAGAL de acuerdo al modelo actual que maneja la empresa, así como el aporte de documentos y guías técnicas. El personal requerido se detalla en la tabla 3.7 presentada a continuación.

Tabla 0.7. Personal requerido para el funcionamiento de las cinco alternativas planteadas

Alternativa	Número de trabajadores
Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	134
Celdas emergentes	161
Relleno sanitario	171
Planta de incineración	149

Alternativa	Número de trabajadores
Planta de tratamiento para generación de energía	156

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo

Es importante acotar que, independientemente de la alternativa que se pretenda plasmar en una realidad es fundamental que la mayoría de la mano de obra requerida y utilizada pertenezcan a la zona de intervención. En tal virtud este indicador tiene el objetivo de maximizar, es decir, la alternativa que brinde mayor fuente de empleo será la mejor. Con ello se beneficia directamente a la población más vulnerable, que es la que pertenece al barrio Inchapo.

Continuando con el análisis de los criterios de la dimensión económica, es momento de analizar el de los ingresos. Para este criterio se analiza el indicador **“Ingresos per cápita promedio anual”**. De acuerdo a la información obtenida por parte de la EPAGAL las 134 personas analizadas en el indicador de empleo, bajo el modelo actual, tienen salarios anuales que oscilan entre 4.800 y 9.967 USD. En tal virtud, se establece un ingreso per cápita promedio anual de 7.245 USD para este grupo de trabajadores.

Para la estimación de este indicador en cada alternativa se planteó el supuesto de incrementar proporcionalmente, el 10, 15, 20 y 25% del salario en función a la línea base (modelo actual) para celda emergente, relleno sanitario, planta de incineración y planta de tratamiento para generación de energía respectivamente. Ya que como se pudo observar en el análisis del empleo para cada alternativa se requiere cada vez más personal profesional y especializado, en donde su salario es relativamente mayor para algunos de los perfiles técnicos y cargos dentro de las opciones analizadas.

Para este indicador el objetivo también es maximizar, es decir, la alternativa que mayores ingresos anuales brinde al grupo de trabajadores será la mejor. El ingreso per cápita promedio anual obtenido para cada alternativa se aprecia de mejor forma en la tabla 3.8.

Tabla 0.8. Ingresos per cápita promedio anual para las cinco alternativas planteadas

Alternativa	Ingreso per cápita promedio anual
Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	\$ 7.245
Celda emergente	\$ 7.969
Relleno sanitario	\$ 8.332
Planta de incineración	\$ 8.694
Planta de tratamiento para generación de energía	\$ 9.056

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Es momento de realizar la valoración para la dimensión social, para la cual se identificaron varios criterios. El primero que analizaremos es el de la afectación a la salud, en función a la presencia de cualquiera de las alternativas planteadas. Para este criterio el indicador a evaluar es el **“Riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo”**. El ejercicio de valoración se realizó a partir de un panel de expertos como se explicó previamente, los cuales realizaron una valoración mediante una escala cualitativa para cada alternativa planteada.

Después de un consenso a partir de los criterios de cada uno de los tres expertos, se detallan las apreciaciones del indicador frente a cada alternativa, para después plasmar su evaluación en una matriz. Para el modelo actual de la ciudad, es decir, botadero a cielo abierto se obtuvo que los residuos sólidos no poseen ningún tratamiento, y, por ende, no tienen tierra o cal para taparlos una vez dispuestos. Esto genera la presencia de vectores de contaminación que puede afectar a las comunidades aledañas.

Adicionalmente, se acota que los botaderos a cielo abierto son en sí un delito ambiental, penado con cárcel. Desde la parte técnica jurídica y técnica ambiental, simplemente no debieron existir y, los existentes deben ser penados por acción de contaminación, de oficio, es decir, sin que nadie de la sociedad los pida y deben ser obligados a cerrarse. En tal virtud, los impactos a la salud para la población aledaña están latentes mientras exista el botadero a cielo abierto.

En cuanto a la valoración de este indicador frente a la alternativa de una celda emergente el criterio fue que este tipo de infraestructura es el primer cubeto del RS. El GAD debe invertir en maquinaria pesada para poder compactar y tiene que existir necesariamente un tratamiento de

lixiviados. En base a la normativa del MAE, la celda emergente debe tener una vida útil de 2 años.

En este caso, estamos ya en la situación del sitio de gestión de desechos con licencia ambiental. La afectación a la salud puede minimizarse frente a los efectos que el botadero a cielo abierto, pero no son sustancialmente mejores mientras no se cierre técnicamente la celda emergente. Ya que es simplemente enterrar los desechos con ciertos mecanismos de prevención, no obstante, persiste el riesgo.

Más adelante, para la alternativa de un relleno sanitario, se obtuvo que, en este tipo de infraestructura al tener los residuos tratados, es decir, compactados y tapados con capa de tierra diariamente, los olores y riesgo de presencia de vectores disminuye drásticamente, por ende, la afectación a poblaciones aledañas tiende a reducirse. No obstante, si no existe un adecuado manejo de lixiviados puede existir presencia de olores y contaminación en afluentes hídricos. Adicionalmente, dependerá si el relleno sanitario tiene licencia ambiental y el cumplimiento de su plan de manejo ambiental (PMA) pueda ser monitoreado y auditado. El relleno sanitario, pese a no ser ya una forma correcta de gestionar desechos, especialmente peligrosos (infecciosos, biológicos, con aceites, corto punzantes, radioactivos), al menos es una figura legal permitida. Eso sí con estrictos controles.

También el relleno Sanitario debe tener un sitio mecanizado en donde se separan los desechos. Luego de separados, se debe retirar lo reciclable y gestionarlos acorde al tratamiento en el que se pueden volver materias primas para las industrias y evitar, en su medida, explotar más recursos al devolverlos al proceso productivo. Este tipo de infraestructura deben tener mecanismos de tratamiento de lixiviados, de aceites, y de olores a través de biodigestores para orgánicos, así como, tener celdas de confinamiento para peligrosos y otras para infecciosos y biológicos. La mayoría de los Rellenos Sanitarios con licencia ambiental en la actualidad, no tienen esta infraestructura.

Más adelante, al evaluar el indicador riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo para la alternativa planta de incineración a partir del panel de expertos, se obtuvo que un

incinerador es una buena opción de destrucción de desechos peligrosos. Es costosa pero técnicamente viable. Se necesita licencia ambiental y el monitoreo periódico de sus emisiones. Sus cenizas deben ser inertizadas y vitrificadas para disponerlas en el suelo o como agente estructurante del compost. Con ello tratar de minimizar los vectores de contaminación para la población cercana.

Sin embargo, en Latinoamérica no existen casos exitosos, ya que la gran mayoría de nuestros residuos son orgánicos (más del 60%) y de estos más del 70% es humedad. Eso significa que hay que inyectar mucha energía para que los residuos se sequen y de ahí se puedan combustionar. Es por esto que la ecuación energética no es rentable para las empresas que hacen esta labor. Finalmente, de cristalizarse esta opción, el riesgo de afectación a la salud es alto gracias a la cantidad de CO₂ que genera la combustión de RS y que puede ser inhalado por la población aledaña en función a la dirección del viento.

Finalmente, para la alternativa de una planta de tratamiento para generar de energía el conceso fue que a pesar de no conocer de casos éxitos a nivel nacional, es una buena opción para la GIRS, ya que, si el planteamiento es generar energía a partir de biogás, es viable, gracias a la gran cantidad de RS orgánicos. Al ser una opción altamente tecnificada, tiene menos afectaciones negativas que simplemente la incineración de los RS. Adicionalmente, debe tener el sistema de destrucción de desechos peligrosos, y la separación de reciclaje, puesto que estos desechos no sirven para la generación de energía. No obstante, la población a los alrededores puede verse afectada debido a los procesos de combustión y especialmente de los residuos inorgánicos que no forman parte de la producción energética, por lo tanto, emiten GEI.

En la tabla 3.9 se aprecia la valoración obtenida para el indicador riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo. La evaluación resultó del conceso, a partir de la calificación cualitativa de acuerdo a la escala de NAIADE (Enfoque original sobre los entornos imprecisos de evaluación y decisión) por parte de cada uno de los expertos y en función a cada una de las alternativas planteadas. El objetivo de este indicador es de minimizar, por lo que la alternativa tenga menos implicaciones para la afectación a la salud de la población será la mejor.

Tabla 0.9. Calificación del riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo frente a todas las alternativas planteadas

Escala de evaluación	Dimensión: Social				
	Criterio: Afectación a la salud				
	Indicador: Riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo.				
	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	Celda emergente	Relleno sanitario	Planta de incineración	Planta de tratamiento para generación de energía
Perfecto					
Muy bueno					
Bueno					
Más o menos bueno					
Moderado					
Más o menos malo					
Malo					
Muy malo					
Extremadamente malo					

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Más adelante, para la evaluación del criterio seguridad laboral e industrial, se utiliza el indicador **“Riesgo laboral de los trabajadores in situ”**. Aquí también tenemos una evaluación cualitativa en base a los criterios del panel de expertos en función a cada una de las alternativas planteadas. En primera instancia para referirnos al botadero de basura a cielo abierto tenemos que los expertos coinciden en que el personal que labora en Botaderos, especialmente los recicladores, usualmente no tienen ninguna norma de protección mientras realizan su labor. Los Botaderos usualmente no tienen cerramiento que controle que tipo de residuos se están colocando, pudiendo existir presencia de residuos tóxicos que ponen en peligro la salud de los trabajadores. Adicionalmente, el riesgo y peligro, en este caso, al ser una actividad prohibida, no puede tener ningún protocolo o norma de uso de protección. El hecho es que este tipo de sitios van a tardar en desaparecer y que los recicladores de base son una realidad. Desde el punto de vista laboral, no pueden ejercer un trabajo en un terreno en el cual se comete un delito, por eso no cabe una relación laboral con el botadero a cielo abierto.

Desde el punto de vista industrial no existen medidas que impidan una enfermedad o un accidente. Es decir, dependerá directamente de las acciones que realicen los recicladores de base, para mitigar el riesgo a su salud y seguridad. Una de las alternativas es que ellos mismo se incorporen un protocolo de bioseguridad que contemple medidas de tiempo de exposición, equipos de protección personal y equipos de protección de salud. Pero en esas condiciones en donde no están diferenciados los desechos, la premisa es que no hay medida preventiva efectiva, y eso es grave.

En cuanto a la alternativa de una celda emergente tenemos el criterio de que, si se posee licencia ambiental, los recicladores de base pueden tener una relación laboral y estar afiliados a la seguridad social. Esta opción intrínsecamente les permite acceder al seguro de riesgos de trabajo, en donde ya existen normas y protocolos a cumplir. De acuerdo a la valoración de salud ocupacional de riesgos por puestos de trabajo es que debe determinar su plan de acción y estar constantes en el Sistema Único del Trabajo (SUT). Es decir, los riesgos laborales persisten, sin embargo, hay mas alternativas para contar con seguridad laboral frente a un vertedero a cielo abierto.

En un relleno sanitario técnicamente los recicladores de base no deben laborar en las celdas, ya que corren riesgo de sufrir accidentes por la presencia de maquinaria pesada. No obstante, en varios rellenos sanitarios existen estaciones de descarga (o galpones) en dónde los recicladores de base pueden realizar la clasificación de residuos previa a la disposición final. En muchos casos este tipo de personas se quedan si trabajo en el punto de disposición final cuando se establece un relleno sanitario, pero también es una oportunidad para generar planes de inclusión formal en la cadena de residuos. Desde esta alternativa se puede considerar que los riesgos laborales disminuyen o la atención a los mismos mejoran ya que como vimos se debe contar con un médico dentro de la nómina del relleno sanitario. Esto dependerá de las medidas y normas de seguridad que se rija en el lugar.

Posteriormente al analizar las opciones de la planta de incineración y planta de tratamiento para generación de energía, los riesgos laborales no están exentos de ocurrencia. Sin embargo, en estos sitios la seguridad industrial y salud ocupacional cuentan con protocolos acordes a las actividades que se realizan. Al ser opciones más tecnificadas se considera que los riesgos laborales disminuyen, pero no desaparecen. En definitiva, depende de la correcta aplicación a guías y normas, así como las facilidades para sus trabajadores al brindarles ropa y equipamiento adecuado para realizar sus actividades.

En la tabla 3.10 se aprecia la evaluación cualitativa realizada por los expertos en GIRS para el indicador riesgo laboral de los trabajadores in situ, para cada una de las alternativas planteadas.

El indicador analizado tiene como objetivo la minimización del riesgo laboral, por lo que la opción que mejor se acople a estos requerimientos será la mejor.

Tabla 0.10. Calificación del riesgo laboral de los trabajadores in situ para cada alternativa planteada

Escala de evaluación	Dimensión: Social				
	Criterio: Afectación a la salud				
	Indicador: Riesgo laboral de los trabajadores in situ				
	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	Celda emergente	Relleno sanitario	Planta de incineración	Planta de tratamiento para generación de energía
Perfecto					
Muy bueno					
Bueno					
Más o menos bueno					
Moderado					
Más o menos malo					
Malo					
Muy malo					
Extremadamente malo					

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo, del trabajo investigativo

Continuando con el análisis de la dimensión social, es momento de la evaluar el criterio participación de la toma de decisiones. Para esta evaluación se desarrolló un indicador compuesto al que se denominó **“Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad – autoridades locales”**. Para este ejercicio se tienen tres sub indicadores: Acceso a la información, grado de participación en la toma de decisiones y capacidad de influencia para la toma de decisiones.

La evaluación de los tres sub indicadores se trabajó a partir del grupo de discusión desarrollado con los moradores del barrio Inchapo. Inicialmente, el investigador presentó algunas características, funcionamiento y experiencias de cada una de las alternativas planteadas.

Posteriormente para cada opción incluida el modelo actual se analizó cada sub indicador. La evaluación fue de forma cualitativa, es decir, utilizando la escala de valoración que se utiliza en el software NAIADE y que se puede observar en la tabla 3.11.

En primera instancia se analizó el acceso de información que como miembros de la comunidad y población vulnerable tienen o deberían tener para con las alternativas planteadas. Esto quiere decir, la comunicación de los pro y contras de la infraestructura que funciona en las inmediaciones y principalmente las externalidades negativas que podría ocasionarse en la zona si

no se tiene un control adecuado. También, acceso a la información se refiere las implicaciones y oportunidades que pueden generarse en las dimensiones económica, social y ambiental para los miembros de la comunidad.

En función al modelo actual, por unanimidad los criterios de los miembros de la comunidad fueron los peores, debido a que en el actual momento viven en el desconocimiento, es decir, el acceso a la información sobre de qué se trata y cómo funciona el botadero de basura a cielo abierto que se encuentra en su comunidad no lo tienen. Adicionalmente, no cuentan con información clara de las implicaciones a la salud que resulta de vectores de contaminación sin ningún control en el sitio de disposición de RS.

Para las otras alternativas los moradores consideran que cualquiera será mejor que el sistema actual en el aspecto de acceso a la información. Precisamente, por el conocimiento que adquirieron en la socialización de los objetivos de esta investigación. Al referirnos a la celda emergente la comunidad aduce que el acceso a la información mejorará, pero no será suficiente. Por otro lado, para las alternativas restantes consideran que al ser más tecnicadas y asumiendo un acercamiento de EPAGAL con la comunidad el acceso a la información en los aspectos antes mencionados mejorará considerablemente.

Para el análisis del grado de participación en la toma de decisiones, dirigentes y moradores del barrio Inchapo mencionaron que no les han permitido participar en reuniones oficiales con las autoridades de turno para tratar el tema del botadero de basura. El sistema actual prácticamente fue una imposición desde hace 20 años atrás. Es decir, las diferentes autoridades de turno no han considerado las opiniones y comentarios de la población en donde se encuentra el vertedero. No existió la consulta previa a la población potencialmente afectada, que, en temas ambientales, es considerada una herramienta fundamental para desarrollar algún proyecto. En este punto es importante un trabajo en conjunto para tomar las mejores decisiones, precautelando la seguridad e integridad de las personas que habitan la zona de intervención. Es así que, en el futuro el mejor de los escenarios es que se consulte a la comunidad para cualquier alternativa de GIRS que se pretenda realizar y se lo haga con su consentimiento. Ya que como ocurre en la actualidad, es

conocido que el sitio de disposición no se moverá de la zona por los próximos 30 años de acuerdo al criterio de la EPAGAL.

La celda emergente al no ser una alternativa ideal debido a su temporalidad, los miembros de la comunidad y dirigentes consideran que su nivel de participación en la toma de decisiones no mejorará sustancialmente. Mientras que, para el relleno sanitario, planta de incineración o tratamiento para generación de energía, el planteamiento es que desde la comunidad apoyarán la iniciativa que más los beneficie. Adicional a ello, esperan una respuesta afirmativa de las autoridades locales para con su participación en la decisión final del cambio necesario del modelo de gestión actual de RS, siendo su territorio el final de este proceso.

Lo desarrollado tiene mucho que ver con el subindicador de capacidad de influencia para la toma de decisiones. Netamente dependerá del grado de acercamiento y protagonismo que los tomadores de decisiones brinden al barrio de Inchapo. En definitiva, el objetivo es cambiar lo que sucede en la actualidad en donde sus pensamientos no son considerados, mucho menos su influencia para realizar alguna actividad. No obstante, los habitantes de Inchapo tienen claro que, en su mayoría, las decisiones son políticas y no técnicas por lo que su influencia poco afectará a la medida que se tome desde las autoridades del cantón Latacunga. En función a los criterios analizados, en la tabla 3.11 se tiene la evaluación de los indicadores analizados y discutidos con un actor social fundamental, la comunidad.

Tabla 0.11. Evaluación de los subindicadores de participación en la toma de decisiones

Subindicador	Dimensión: Social				
	Criterio: Participación en la toma de decisiones				
	Indicador: Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad - autoridades locales				
	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	Celda emergente	Relleno sanitario	Planta de incineración	Planta de tratamiento para generación de energía
Acceso a la información	Extremadamente malo	Más o menos bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno
Grado de participación para la toma de decisiones	Extremadamente malo	Más o menos malo	Más o menos bueno	Igual	Igual
Capacidad de influencia para la toma de decisiones	Extremadamente malo	Malo	Igual	Igual	Igual

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo, del trabajo investigativo

A partir de la etapa de valoración descrita, el analista desarrolló el indicador **“Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad – autoridades locales”**. Siendo este una composición de los subindicadores de acceso a la información, grado de participación y capacidad de influencia en la toma de decisiones. Los cuales fueron analizados y discutidos a partir de las apreciaciones que resultaron de la asamblea comunitaria con los moradores del barrio Inchapo.

La consolidación y evaluación del mencionado indicador se aprecia de mejor manera en la tabla 3.12 que se presenta a continuación. El objetivo del indicador compuesto es maximizar la participación en la toma de decisiones por lo que la alternativa que mayor acceso a la información, participación y nivel de influencia en la toma de decisiones ofrezca será la mejor.

Tabla 0.12. Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad – autoridades locales para las cinco alternativas planteadas

Escala de evaluación	Dimensión: Social				
	Criterio: Participación en la toma de decisiones				
	Indicador: Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad - autoridades locales				
	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	Celda emergente	Relleno sanitario	Planta de incineración	Planta de tratamiento para generación de energía
Perfecto					
Muy bueno					
Bueno					
Más o menos bueno					
Moderado					
Más o menos malo					
Malo					
Muy malo					
Extremadamente malo					

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo, del trabajo investigativo

Posteriormente, para finalizar el análisis la dimensión social de esta investigación, se evalúa el criterio cohesión social, mediante el indicador **“Conflictividad dentro de la comunidad”**. Mismo que se desarrolló a partir de las discusiones mantenidas con moradores, dirigentes y recicladores del barrio Inchapo durante el grupo de discusión, entrevistas y conversaciones individuales.

Como se pudo apreciar en el análisis de la entrevista al dirigente comunitario y la sistematización del grupo de discusión, el sistema actual ha generado más problemas que beneficios dentro del aparato comunitario. Principalmente debido a que solo pocas familias se han beneficiado de la

presencia del botadero de basura en la zona, mientras que la mayoría de los hogares tienen una percepción es negativa a la ubicación del mismo.

Las familias que se encuentran a favor del funcionamiento del sitio de disposición de RS son quienes trabajan como recicladores y tienen algún rédito económico de esta actividad. Por otro lado, varios moradores han tenido experiencias negativas resultantes de las externalidades negativas por el funcionamiento del botadero a cielo abierto. En el grupo de discusión fue evidente la fragmentación social que existe dentro de la comunidad entre quienes están a favor y en contra de esta infraestructura.

El objetivo es que las demás alternativas brinden más facilidades y beneficios para la población cercana al sitio de disposición de RS. Es así que, seguramente la que ofrezca mayores plazas de trabajo y minimice los efectos negativos como los vectores de contaminación, por ejemplo, será la que mayor apoyo tenga por parte de la comunidad. En este sentido, la comunidad presenta una mejor predisposición para la opción de relleno sanitario, principalmente ligado al tema de reciclaje, ya que con esta opción más familias del barrio pueden ser potencialmente beneficiadas, como se aprecia en la tabla 3.13. Con ello pueden reducirse las fricciones dentro de la comunidad.

Tabla 0.13. Conflictividad dentro de la comunidad a partir de las cinco alternativas planteadas

Escala de evaluación	Dimensión: Social				
	Criterio: Cohesión social				
	Indicador: Conflictividad dentro de la comunidad				
	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	Celda emergente	Relleno sanitario	Planta de incineración	Planta de tratamiento para generación de energía
Perfecto					
Muy bueno					
Bueno					
Más o menos bueno					
Moderado					
Más o menos malo					
Malo					
Muy malo					
Extremadamente malo					

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo, del trabajo investigativo

Es momento de analizar la dimensión ambiental, aquí en primera instancia se evalúa el criterio calidad del agua, medido por el indicador “**Contaminación de cuerpos de agua cercanos al sitio de disposición de RS**”. Mismo que presenta una evaluación cualitativa a cargo del panel de

expertos en GIRS seleccionado. El criterio fue seleccionado debido a que existen cuerpos hídricos a aproximadamente 1 km de distancia del sitio de disposición. La preocupación de los moradores es que son alrededor de 20 años de funcionamiento del botadero a cielo abierto, por lo que el riesgo de contaminación es mayor.

De acuerdo a los expertos toda alternativa donde no existe control ni tratamiento de los lixiviados son potencialmente peligrosos por una inminente contaminación de afluentes hídricos, como es el caso del modelo actual de disposición de RS de la ciudad. En el caso de una celda emergente si es que tiene licencia ambiental, necesariamente sus celdas estarán recubiertas en sus paredes y piso por geotextiles que minimizan la percolación de lixiviados. Sin embargo, no la detienen indefinidamente, sino sólo por algún tiempo. Luego seguirán percolando los lixiviados sin tratamiento y expuestos al ambiente, en este caso al agua.

Para habilitación de un relleno sanitario es indispensable que cuente con un sistema de control de lixiviados, lo cual en la teoría minimizará los riesgos de contaminación de cuerpos de agua a los alrededores del sitio. No obstante, todo dependerá de las exigencias técnicas con las que se manejen estos contaminantes.

Para las alternativas planta de incineración y planta de tratamiento para generar energía, lo ideal es controlar de manera técnica las cenizas restantes de los procesos de combustión y para este último, de igual forma es necesario un control adecuado de los lixiviados resultantes de los RS que no se utilizan para la generación energética. En función a las precisiones expuestas en la tabla 3.14 se aprecia la evaluación del indicador analizado para cada alternativa planteada.

Tabla 0.14. Contaminación de cuerpos de agua cercanos al sitio de disposición de RS de las cinco alternativas planteadas

Escala de evaluación	Dimensión: Ambiental				
	Criterio: Calidad de Agua				
	Indicador: Contaminación de cuerpos de agua cercanos al sitio de disposición de RS				
	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	Celda emergente	Relleno sanitario	Planta de incineración	Planta de tratamiento para generación de energía
Perfecto					
Muy bueno					
Bueno					
Más o menos bueno					
Moderado					
Más o menos malo					
Malo					
Muy malo					
Extremadamente malo					

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo, del trabajo investigativo

Adicionalmente, analizaremos el criterio calidad de aire, el cual cuenta con dos indicadores para su evaluación. En primera instancia el indicador a analizar es **“Emisiones de GEI a la atmósfera”**. Cuando nos referimos a GEI se incluyen los seis gases de efecto invernadero recogidos en el Protocolo de Kioto:¹⁷ dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Sin embargo, para los efectos del estudio en RS, los que tienen mayor impacto y cuantificación son los dos primeros: dióxido de carbono y metano.

Adicional a ello, es importante mencionar que la medición del indicador será de forma cuantitativa, es decir, en toneladas de CO₂ equivalentes por año. La composición de los residuos es uno de los factores principales que influyen tanto en la cantidad como en la duración de la producción de CH₄. Existe una estrecha relación entre la generación de basura y el nivel socioeconómico de la población. Los inventarios de emisiones de GEI a nivel mundial, aducen que el sector de los RS, es responsable de aproximadamente entre el 3 y 4% de todas las emisiones antropogénicas a nivel global (Rojas 2014). A nivel de Ecuador las estadísticas son parecidas, de acuerdo al MAE (2012) el aporte del sector relacionado a los RS al total de emisiones al nivel país alcanzan el 5% aproximadamente.

¹⁷ El Protocolo de Kioto fue creado para reducir las emisiones de gases de efecto (GEI) invernadero que causan el calentamiento global. Es un instrumento para poner en práctica lo acordado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - México 2016)

En el caso de Latacunga y de muchas otras ciudades la proporción de RS orgánicos corresponde al 60% del total de RSU generados (41.594 t/año). En tal virtud, esta es la línea base planteada para el análisis y evaluación de este indicador. En el primer caso, el botadero a cielo abierto (modelo actual), las principales emisiones son de CH₄ (metano). De acuerdo al estudio de (Vicari 2015) en función a la emisión de GEI de este tipo de sistemas en Argentina, la relación es de 0.039 Gg CH₄ emitidos por cada Gg de RS. Traducido a toneladas de CO₂ equivalentes para el caso de la ciudad de Latacunga, son aproximadamente de 40.690 tCO₂ eq. por año las que se emiten a la atmosfera en el sistema actual.

De acuerdo a los expertos en GIRS, quienes realizaron una apreciación cualitativa de este indicador para las alternativas de GRS planteadas, concordaron en que tanto la celda emergente como el relleno sanitario tienden a reducir la emisión de metano al medio ambiente. Gracias a que en estas opciones de gestión de RS los desechos se encuentran cubiertos y compactados. En tal virtud, la metodología de la IPCC (2006) acota que se generan (0,08 – 20) g CH₄/kg desechos tratados en base a peso seco y entre (0,03 – 8) g CH₄/kg desechos tratados en base a peso húmedo (López 2011).

Bajo estos parámetros se consideraron los umbrales más altos para el cálculo de las potenciales emisiones de CH₄ en la opción del relleno sanitario. Como se sabe alrededor del 60% de los RSU son orgánicos, es decir, aproximadamente 24.957 t/año, los cuales tienen un alto porcentaje de humedad. Por otro lado, el 40% restante (16.638 t/año) se los pueden considerar secos. Por lo tanto, aplicando la metodología descrita en el trabajo de López (2011) son alrededor de 532.42 tCH₄ que se emitiría anualmente. Lo que representan aproximadamente 13.332 tCO₂ eq por año, incluidos 22 tCO₂ eq correspondientes a otros GEI como N₂O, HFC, PFC y SF₆ al considerar esta alternativa. Mismo valor que se aplica a la opción de gestión de RS en celda emergente por la similitud del tratamiento de RS acorde a GEI emitidos.

Posteriormente, al evaluar la opción de la planta de incineración, en la cual el principal gas emitido es el dióxido de carbono. Herrera, Félix y Anchia (2018), en su trabajo sobre emisiones de GEI en la gestión de RSU en San José, Costa Rica, acotan que en alternativas de total incineración de RS, la relación es 0.98 tCO₂ emitidas por cada tonelada de RS en el sitio de

disposición. Es decir, para el caso concreto de la ciudad de Latacunga se generarían y emitirían aproximadamente 41 mil tCO₂ por año a la atmosfera si se considerara esta opción de GRS. Finalmente, para la alternativa de generación energética través de una planta de tratamiento de RS. Se consideran algunos criterios, por ejemplo, la Comisión Interdepartamental del Cambio Climático (2011) menciona que la utilización de la biomasa pura como combustible tiene unas emisiones consideradas neutras, gracias a que el CO₂ emitido en la combustión ha sido absorbido previamente de la atmósfera.

Así mismo, de acuerdo a los cálculos teóricos, una tonelada de RSU puede generar alrededor de 223 m³ de biogás (SEDESOL 2005), El biogás generado se puede aprovechar para producir electricidad a razón de 0,001 kW/t residuos confinados (Caplan, Grijalva y Jakus 2002). Por otro lado, la combustión del metano generado, usualmente 60% CH₄ y 40% CO₂ tiene potencial para generar 180 kW de electricidad por tonelada de residuos con una eficiencia de 30% aproximadamente (Jiménez 2013).

Bajo estos parámetros, al considerar la segunda alternativa, con la cantidad de RS que se confinan el sitio de disposición en Latacunga, se pueden generar alrededor de 21 mil kW por día. Si una casa promedio en Ecuador consume 120 kW/h (INEC 2012), se pueden cubrir inicialmente 7 hogares con este tipo de energía. O su vez, la operación de la planta de tratamiento de RS puede garantizarse por su propia generación de energía.

Con respecto a las emisiones de GEI por parte de la planta de tratamiento para generar energía, se utiliza el supuesto de una generación energética a partir de los RS orgánicos (60% en el caso de Latacunga), por ende, el 40% restante generará emisiones de GEI a razón de un confinamiento y tratamiento similar al del relleno sanitario. Adicionalmente un 10% como margen de una separación inadecuada de RS. Es decir, la emisión de tCO₂ eq. al año se ubicarían en alrededor de 6.666. El cálculo de las emisiones de GEI aproximadas para cada alternativa planteada se puede observar en la tabla 3.15.

Tabla 0.15. Emisión de GEI por cada alternativa planteada

Alternativa	Emisiones de GEI (tCO₂ eq /año)
Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	40.690
Celdas emergentes	13.332
Relleno sanitario	13.332
Planta de incineración	40.970
Planta de tratamiento para generación de energía	6.666

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo

En cuanto a la calidad del aire se evaluó también el indicador “**Nivel de olor**” en función a apreciaciones del panel de expertos. La evaluación se realizó de forma cualitativa en relación a cada una de las alternativas de GRS. El botadero a cielo abierto como se explicó para la medición del indicador de riesgo de afectación a la salud, los residuos sólidos no poseen ningún tratamiento, es decir, no tienen tierra o cal para taparlos una vez dispuestos. Esto genera presencia de vectores de contaminación, entre ellos, malos olores, que, dependiendo de la dirección del viento, puede afectar a las comunidades aledañas.

En una celda emergente, los efectos en cuanto a la calidad del aire por el nivel de olores son relativamente mejores al del botadero a cielo abierto, pero no es sustancialmente mejores mientras no se cierre técnicamente la celda emergente. Ya que simplemente se entierran los desechos con ciertos mecanismos de prevención, no obstante, persiste el riesgo de alto nivel de olor si no se tratan los lixiviados.

Más adelante, para la alternativa de un relleno sanitario, como se analizó anteriormente en este tipo de infraestructura los residuos ya cuentan con tratamiento, es decir, se encuentran compactados y tapados con capa de tierra diariamente. Al realizar estas actividades los olores y riesgo de presencia de vectores disminuye drásticamente, por ende, la afectación a poblaciones aledañas tiende a reducirse. Sin embargo, si no existe un adecuado manejo de lixiviados puede existir presencia de olores que afectarán potencialmente a la población aledaña.

La planta de incineración, al tener altos niveles de emisiones de GEI a la atmosfera, conllevaría grandes problemas en cuanto al nivel de olor sino se cuenta con un monitoreo de calidad de aire de acuerdo a su licencia ambiental y PMA. Por otro lado, la planta de tratamiento para generación

de energía elimina en gran porcentaje las emisiones al convertirla en energía alternativa, lo cual puede ser una mejor opción para el tema aire. No obstante, como se ha venido explicando es fundamental el control de lixiviados que resultan de los residuos que no utilizan para la generación energética. La evaluación del indicador nivel de olor para cada una de las alternativas se aprecia en la tabla 3.16 presentada a continuación. Este indicador tiene el objetivo de minimizar el nivel de olor, por lo tanto, la que mejor lo haga será la mejor.

Tabla 0.16. Evaluación del nivel de olor para cada alternativa planteada

Escala de evaluación	Dimensión: Ambiental				
	Criterio: Calidad del Aire				
	Indicador: Nivel de olor				
	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	Celda emergente	Relleno sanitario	Planta de incineración	Planta de tratamiento para generación de energía
Perfecto					
Muy bueno					
Bueno					
Más o menos bueno					
Moderado					
Más o menos malo					
Malo					
Muy malo					
Extremadamente malo					

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Finalmente, dentro del componente ambiental es imponte el análisis del criterio paisaje medido desde la evaluación del indicador “**Cambios o distorsión en el paisaje**”. Es decir, el objetivo es realizar una valoración desde el ámbito cualitativo sobre los principales impactos visuales y cambios en el medio biofísico por la presencia del sitio de disposición de RS que percibe la población que se asienta en la zona ya por varias décadas. En función al planteamiento de Tveit, Ode y Fry (2006) para analizar el efecto de los cambios en el paisaje creemos que es importante poder caracterizar el paisaje visual como un objeto, mientras que la interpretación de estos cambios debe tener en cuenta la experiencia del espectador.

Desde esta perspectiva, se trabajó en un primer ejercicio con los moradores del barrio Inchapo en el grupo de discusión desarrollado previamente. Por unanimidad el criterio fue negativo en cuanto a la evaluación del paisaje en el sitio de disposición. Para la evaluación se consideraron criterios como: la coherencia, perturbación, historicidad y naturalidad que Ode, Tveit y Fry (2008) utilizan para analizar los cambios y distorsión en el paisaje. Es decir, para la comunidad no existe coherencia y naturalidad en cuanto a los cambios biofísicos del paisaje a como era el

lugar 20 años atrás. Así mismo, existe mucha perturbación en función a la escala visual principalmente generada por la acumulación de basura y desorden dentro del sitio de disposición. Como se desarrolló anteriormente la extensión total del espacio en donde se ubica el botadero en la actualidad es de 18,6 Ha. Cabe mencionar adicionalmente que la tierra es árida y presenta una pendiente de alrededor de 45° aproximadamente. Con esto quiero decir, que la vegetación natural ha sido escasa desde hace décadas atrás gracias a que en su mayoría la zona ya era lotizada. En este sentido, el paisaje no era el mejor desde antes de la existencia del botadero de basura. No obstante, en la actualidad existen varios inconvenientes dentro de la escala visual, el principal de ellos es la acumulación de basura. En el sitio existe muy poca infraestructura física, la cual consta de un cerramiento a lo largo del perímetro del botadero, una construcción de alrededor de 200 m² y un galpón. En tal virtud desde la apreciación de población que se reside en la zona la contaminación visual es alta, adicional a ello, la presencia de basura y animales muertos en la carretera agudiza más esta apreciación (ver figura 3.14).



Figura 0.14. Botadero a cielo abierto Inchapo
Fuente: Fotografía tomada del trabajo de campo

Para las siguientes alternativas de GRS planteadas, se realizó una revisión de literatura y EIA en los cuales se profundiza la temática del paisaje en sistemas de gestión de RS. En este sentido ciertos paisajes son valorados por sus patrones y características, por lo que las personas muchas veces se resisten a cambios significativos en la apariencia visual (Scott 2002). De tal forma que es interesante visualizar que estos cambios están relacionados con el uso del suelo, tecnología y necesidades de la sociedad. En este punto es importante el criterio de la comunidad y no dejar únicamente bajo la perspectiva del consultor que realice la EIA.

Bonilla y Núñez (2012) trabajaron en aspectos de paisaje en una celda emergente y después relleno sanitario en la ciudad de Logroño, en el oriente ecuatoriano. Mediante la matriz de Leopold¹⁸ evaluaron los impactos en los ámbitos de identificación, duración y reversibilidad de los mismos, en las etapas de construcción, operación y mantenimiento y cierre de ambos escenarios. Los impactos visuales resultaron no ser muy diferentes en las opciones analizadas, principalmente debido a que la infraestructura de ambas es similar en ámbitos técnicos y físicos. Sin embargo, en el relleno sanitario se utiliza de mejor manera el espacio y adicionalmente ocupa una mayor extensión. Esta referencia fue utilizada para la evaluación de este indicador para el caso de Latacunga, en donde a partir de criterios como la coherencia, perturbación, historicidad y naturalidad se tienen impactos negativos en la distorsión del paisaje, pero mejores a los del sistema actual.

Para las alternativas de GRS planta de incineración y planta de tratamiento para generar energía analizados desde la perspectiva del cambio biofísico de la zona tienen impactos significativos desde el cambio del paisaje, gracias a que se instalará una infraestructura y edificación industrial. Es decir, un espacio influenciado por hierro y cemento dentro de un ambiente altamente natural. Ante ello, Fauzi (2015) menciona que este tipo de infraestructuras tienen ocupación incontrolada del territorio generando la destrucción del paisaje y de los espacios naturales. Sin embargo, desde la perspectiva de los moradores del barrio Inchapo prefieren estos cambios visuales frente a continuar con un botadero a cielo abierto con basura desordenada dentro y fuera de las inmediaciones.

¹⁸ La matriz de Leopold es un cuadro de doble entrada de relación causa-efecto empleado en la evaluación del impacto ambiental. Esta matriz sistematiza la relación entre las acciones a implementar en la ejecución de un proyecto y su posible efecto en factores ambientales. (Gómez s.f.)

Figura 0.15. Alternativas GRS - paisaje



a. Botadero de basura a cielo abierto – Latacunga



b. Celda emergente - Chone



c. Relleno sanitario (diseño) – HSE



d. Planta incineradora – Ámsterdam



e. Planta de tratamiento para generar energía – Moscú

En la figura 3.15, se encuentran imágenes de las potenciales alternativas de GRS analizadas, en ellas se puede observar claramente como se encontraría el cambio y la distorsión del paisaje, en comparación al modelo actual de la ciudad de Latacunga (a). Posteriormente en la tabla 3.17 se aprecia la evaluación de este indicador frente a las cinco alternativas analizadas y de acuerdo a los criterios explicados anteriormente.

Tabla 0.17. Evaluación cambio o distorsión en el paisaje en las cinco opciones de GRS

Escala de evaluación	Dimensión: Ambiental				
	Criterio: Paisaje				
	Indicador: Cambio o distorsión en el paisaje				
	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)	Celda emergente	Relleno sanitario	Planta de incineración	Planta de tratamiento para generación de energía
Perfecto					
Muy bueno					
Bueno					
Más o menos bueno					
Moderado					
Más o menos malo					
Malo					
Muy malo					
Extremadamente malo					

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Después de un análisis y evaluación de cada uno de los indicadores que se utilizaron dentro de los criterios y dimensiones (económica, social y ambiental). Se realizó el ejercicio de compilar todas las calificaciones y plasmarlas en la tabla 3.18. Con ella se define la matriz de impacto de la investigación, en la cual se detallan las dimensiones, criterios e indicadores definidos, analizados y evaluados desde los distintos actores que intervienen la problemática analizada en la ciudad de Latacunga.

La matriz de impacto es el resultado de todo el proceso de investigación desarrollado en esta tesis, en donde se incorporaron las necesidades y expectativas de los actores involucrados. Así como las prioridades de la población más vulnerable y principal afectada por la problemática descrita. Dentro de la Evaluación social multicriterio, la evaluación de los indicadores estuvo a cargo del investigador y de un grupo de expertos en residuos sólidos, cuyo aporte fue fundamental para la consecución de la matriz de impacto presentada a continuación y posterior análisis en NAIADE.

Tabla 0.18. Matriz de Impacto

Dimensiones	Criterios	Indicador	Unidad	A. Botadero a cielo abierto (escenario actual)	B. Celda emergente	C. Relleno sanitario	D. Planta de incineración	E. Planta generadora de energía
Económica	Empleo	Población que labora en servicios de recolección, barrido y reciclando en el sitio de disposición de RS	Número de personas	134	161	171	149	156
	Ingresos	Ingresos per cápita promedio (anual)	Dólares/año	7.245	7.969	8.332	8.694	9.056
Social	Afectación a la salud	Riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo.	Cualitativo	Extremadamente malo	Moderado	Bueno	Malo	Moderado
	Seguridad laboral e industrial	Riesgo laboral de los trabajadores in situ	Cualitativo	Extremadamente malo	Más o menos malo	Bueno	Moderado	Moderado
	Participación en la toma de decisiones	Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad - autoridades locales	Cualitativo	Extremadamente malo	Moderado	Bueno	Moderado	Moderado
	Cohesión social	Conflictividad dentro de la comunidad	Cualitativo	Extremadamente malo	Moderado	Más o menos bueno	Moderado	Moderado
Ambiental	Calidad de Agua	Contaminación de cuerpos de agua cercanos al sitio de disposición de RS.	Cualitativo	Extremadamente malo	Moderado	Bueno	Más o menos bueno	Bueno
	Calidad de Aire	Nivel de emisiones de GEI	tCO ₂ eq./año	40.690	13.332	13.332	40.970	6.666
		Nivel de olor	Cualitativo	Extremadamente malo	Más o menos malo	Más o menos bueno	Moderado	Bueno
Paisaje	Cambio o distorsión en el paisaje	Cualitativo	Muy malo	Más o menos malo	Más o menos bueno	Más o menos malo	Más o menos malo	

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Para la evaluación de las dimensiones, junto con los criterios e indicadores se ha elegido el método de agregación de NAIADE (Munda 1995). El cual es un método multicriterio discreto cuya matriz de impacto (o de evaluación) puede incluir medidas deterministas, estocásticas o difusas del comportamiento de una alternativa a_n con respecto a un criterio de cálculo g_m , por lo que es muy flexible en aplicaciones a la vida real (Munda, Nijkamp y Rietveld 1995).

Munda (1995), desarrolló NAIADE (Enfoque original sobre los entornos imprecisos de evaluación y decisión) basado en algunos aspectos del “axioma de comparabilidad parcial” de Roy (Munda 2000). Desde un punto de vista metodológico, se manejan dos temas fundamentales:

1. El problema de equivalencia de los procedimientos usados para estandarizar las diversas evaluaciones (de tipo mixto) del comportamiento de alternativas según diferentes criterios;
2. El problema de la comparación de números difusos típico de todos los métodos multicriterio difusos.

De tal forma, el manejo del medio ambiente y de los recursos, frente a una política que busca el desarrollo sostenible, resaltan temáticas e intereses opuestos, por lo tanto, es importante considerar el tema de los diferentes valores y objetivos de los distintos actores en la sociedad. El acercamiento a la equidad y los valores opuestos en la ayuda de decisión multicriterio usualmente se manejan de dos maneras diferentes:

1. Ponderando los diferentes criterios. Una desventaja de este enfoque es que en la toma de decisiones pública una solución con un único valor por lo general tiende a sesgarse al criterio de uno solo de los actores por lo que impone condiciones demasiado rígidas para llegar a un acuerdo;
2. Tomando en consideración un conjunto de criterios éticos de evaluación. Un punto débil de este enfoque es que se puede tener número excesivo de criterios para ser evaluados. Adicionalmente, se torna complicado la valoración de criterios éticos.

Munda (2000) aduce que NAIADE propone una tercera manera en términos de evaluación y estas es:

...el uso de procedimientos de análisis de discrepancias a ser integrados con la evaluación multicriterio para que los encargados de hacer las políticas puedan buscar decisiones “defendibles” que reduzcan el grado de discrepancia (para llegar a cierto grado de consenso) o que puedan tener un mayor nivel de equidad en los diferentes grupos de ingresos. Comienza con una matriz que muestra los impactos de diferentes cursos de acción en cada grupo de ingreso/interés diferente, y se usa un procedimiento de agrupación difusa indicando los grupos cuyos intereses están más cerca en comparación a los demás (Munda 2000, 25).

Para obtener los resultados de este ejercicio, se toman las bondades del software NAIADE, en el cual el peso de las tres dimensiones es el mismo, a partir del cual es fundamental la asignación de los valores obtenidos en la etapa de evaluación para cada indicador en cada una de las alternativas analizadas. Posteriormente el software arrojará la mejor alternativa de gestión en función a los indicadores analizados desde las dimensiones social, ambiental y económica.

Capítulo 4

Situación actual sobre gestión de desechos Latacunga

En este apartado se describe un rasgo general sobre la ciudad de Latacunga, en donde se detallan sus condiciones físicas, características de sus habitantes y la situación de los servicios básicos. También se presenta en una narración del modelo actual de gestión de los residuos sólidos que predomina en la ciudad. Así como la participación de la Empresa Pública Aseo y Gestión Ambiental de Latacunga – EPAGAL de acuerdo a su funcionamiento y sus competencias.

2.7 Información general de Latacunga

La ciudad de Latacunga se encuentra situada en la cordillera de los Andes en la sierra centro del Ecuador a 2.800 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 90 Km de Quito, capital de la República del Ecuador. Esta ciudad es la capital de la provincia de Cotopaxi y su superficie comprende 1.377,2 Km². Al año 2018, Latacunga tiene una población de 200.094 habitantes (INEC 2018), presenta una tasa de crecimiento poblacional promedio de 1,6% entre 2010 y 2018. Latacunga cuenta con 15 parroquias, de las cuales 5 son urbanas y 10 son rurales como se aprecia en la tabla 4.1. La población urbana es aproximadamente el 57% y el restante 43% de la población se encuentran en el área rural. De acuerdo a la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) del año 2017 el 53,4% de los habitantes son mujeres y el 46,6% son hombres.

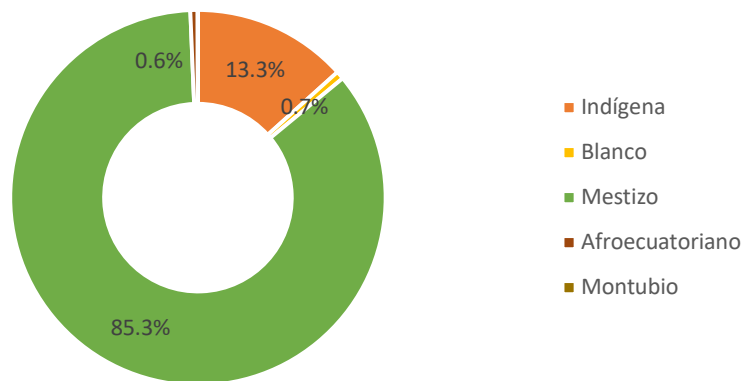
Tabla 0.1. Parroquias cantón Latacunga

Parroquias	
Urbanas	Rurales
Eloy Alfaro (San Felipe)	Alaques (Aláquez)
Ignacio Flores (Parque Flores)	Belisario Quevedo (Guanailin)
Juan Montalvo (San Sebastián)	Guaitacama (Guaytacama)
La Matriz	Joseguango Bajo
San Buenaventura	Mulaló
	11 de noviembre (Ilinchisi)
	Poaló
	San Juan de Pastocalle
	Tanicuchí
	Toacaso

Fuente: INEC, 2010

La población del cantón Latacunga dentro de su auto identificación étnica se tiene que el 85,3% se consideran mestizos, el 13,3% indígenas y alrededor del 1% blancos (ver figura 4.1). Así mismo, para el año 2017 el 93,1% de la población cuenta con educación primaria, el 72% son bachilleres y alrededor del 15% de ciudadanos tienen instrucción superior.

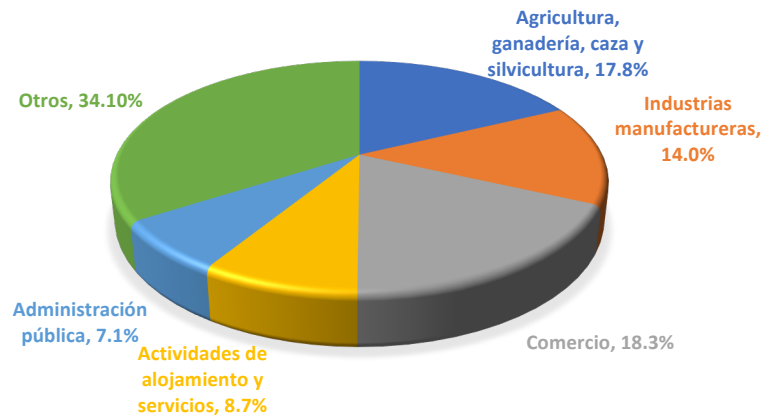
Figura 0.1. Auto identificación étnica



Fuente: INEC – ENEMDU 2017

En el aparato productivo del cantón se tiene que al año 2017 la población económicamente activa (PEA) bordea los 101 mil habitantes, es decir, alrededor de 51% de total de la población para ese año. La mayoría de la población de Latacunga se dedica a la actividad de comercio al por mayor y menor (18,3%), seguido agricultura, ganadería, caza y silvicultura (17,8%), después con el 14% está la industria manufacturera, más adelante con el 8,7% actividades de alojamiento, el 7,1% de los trabajadores se dedican a la administración pública y a otras actividades un 34%, como se aprecia en la figura 4.2. Adicionalmente, se puede acotar que la ciudad presenta una tasa de desempleo de alrededor del 2%.

Figura 0.2. Actividad económica



Fuente: INEC – ENEMDU 2017

2.8 Condiciones Físicas de Latacunga

El territorio del cantón Latacunga ocupa alrededor de 138 mil hectáreas y sus altitudes van desde los 2.680 msnm hasta los 5.897 msnm, siendo la parte más baja del cantón las orillas del río Cutuchi en el límite con el cantón Salcedo y la parte más alta la cumbre del volcán Cotopaxi. El cantón Latacunga posee un rango de suelos que va desde los muy fértiles negros con una capa de materia orgánica profunda, hasta suelos arenosos con poca fertilidad y áridos. Los primeros, han ayudado a que la agricultura y la ganadería sean prósperas en la zona. Este tipo de suelos los podemos encontrar en las parroquias: Latacunga, Poaló, Aláquez, Mulaló, Joseguango Bajo, Tanicuchí, Toacaso y San Juan de Pastocalle. Por otro lado, los suelos arenosos y áridos son frecuentes en gran parte las parroquias 11 de noviembre y Eloy Alfaro. Precisamente en esta última es en donde se encuentra el botadero de basura en la cual se disponen los residuos sólidos del cantón.

Los suelos arenosos contienen partículas más grandes que el resto de los suelos, por ende, el agua y líquidos se drenan rápidamente. Lo cual puede ser contraproducente frente a los lixiviados que genera la descomposición de los residuos, ya que esta filtración puede no ser controlada adecuadamente en un botadero a cielo abierto, lo cual afectará a otros ecosistemas considerablemente.

La planificación urbana de Latacunga es un problema debido principalmente a su gran riesgo volcánico. Los asentamientos se encuentran relativamente cerca de los ríos y principalmente al río Cutuchi, el cual cruza de norte a sur a lo largo de toda ciudad, en especial del área urbana. En este sentido, se tiene riesgos de inundaciones, por los lahares que potencialmente se producirían por una erupción del volcán Cotopaxi.

2.9 Situación de los servicios básicos en la ciudad

Existen varios sectores de la ciudad de Latacunga que tienen necesidades básicas insatisfechas. En especial, en el área rural del cantón se cuenta con indicadores bajos en cuanto en la provisión de algunos servicios básicos. En cuanto a agua potable, se tiene que al año 2014 el 84,9% de la población urbana tiene acceso versus un 36% del área rural, es decir, en este último se tiene un déficit que supera el 64% de los hogares (PDOT Latacunga 2016 – 2021). En este sentido, se acota que apenas el 11% de los sectores periurbanos cuenta con agua de consumo.

Para el alcantarillado los datos son aún más alarmantes para el sector rural, ya que se tiene un déficit del 74% aproximadamente de hogares que no cuentan con este servicio. En el área urbana se tiene una cobertura que supera el 94%. La cobertura global de alcantarillado en el cantón Latacunga es del 53,4% (PDOT Latacunga 2016 – 2021). Adicionalmente, es importante recalcar que no se tiene una planta de tratamiento de aguas servidas para la ciudad, es así que la gran cantidad de estas descargas terminan en los ríos principales del cantón, como el Cutuchi. La electricidad es un servicio que tanto para el área urbana y rural supera el 93% de cobertura como se aprecia en la tabla 4.2.

Finalmente, se tiene que para el año 2014 y con datos del GAD municipal de Latacunga el servicio de eliminación de residuos sólidos tiene una cobertura del 96% de la población en el área urbana y algo más del 38% en el área rural. Es decir, en áreas periurbanas se tiene un déficit del 61% aproximadamente para este servicio. La cobertura global del cantón Latacunga en cuanto a recolección de residuos sólidos se encuentra en 61,44%.

Tabla 0.2. Cobertura servicios básicos

Servicio	Acceso %		Déficit %	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Agua	84.94	35.77	15.06	64.23
Alcantarillado	94.32	26.23	5.68	73.77
Electricidad	99.42	93.33	0.58	6.67
Eliminación de residuos sólidos	95.98	38.46	4.02	61.54

Fuente: PDOT Latacunga 2016 – 2021

Estos datos fueron contrastados con la entrevista con la gerente de la Empresa Pública Aseo y Gestión Ambiental de Latacunga (EPAGAL) Ing. Diana Cañar. En la cual menciona lo siguiente:

En el sector urbano nosotros estamos cubriendo el 95% de recolección, en los sectores que no son accesibles nosotros colocamos un contenedor en el lugar más accesible, la gente debe colocar ahí la basura y así lo hemos venido sociabilizando. En el sector rural también hemos cubierto las 10 parroquias rurales con el sistema de contenerización y también con la recolección puerta a puerta (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

En este sentido, se puede mencionar que la cobertura en el sector rural se ha incrementado de manera considerable. Sin embargo, el acceso a las familias rurales a la disposición adecuada de sus residuos se transforma en un problema que aún no ha sido solventado por la autoridad encargada de la gestión de residuos sólidos en el cantón.

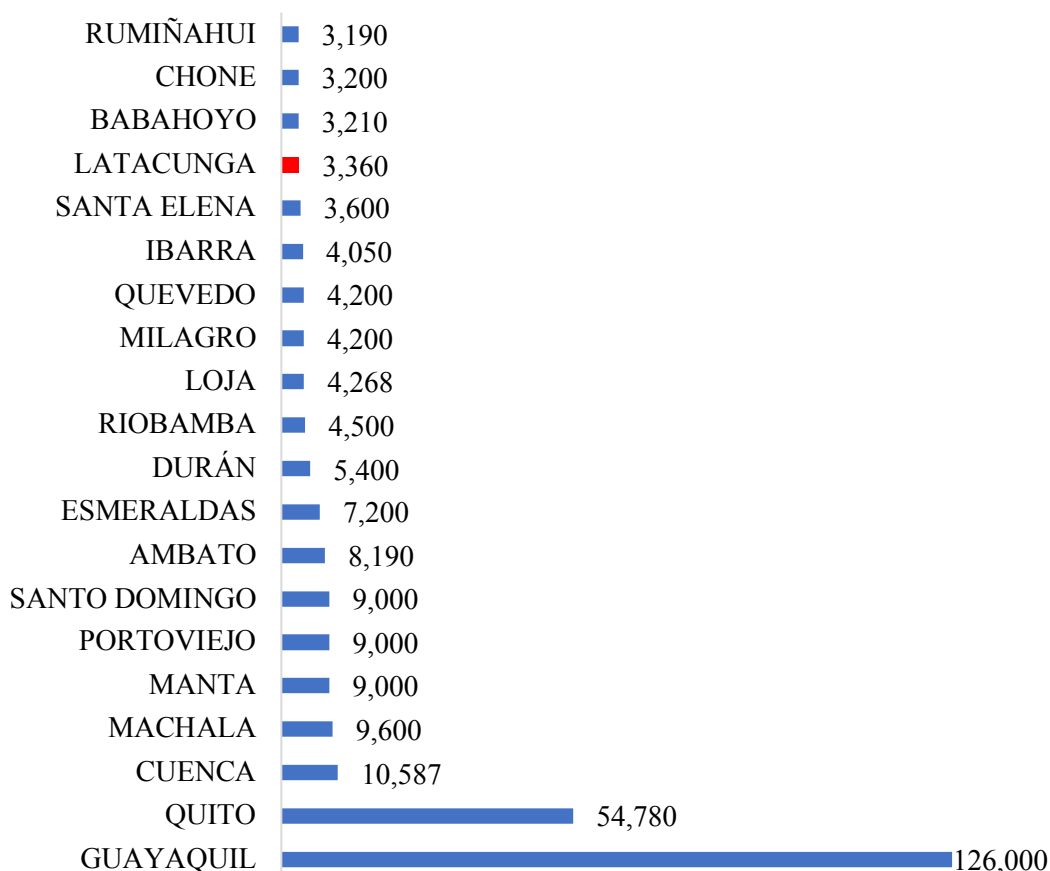
La legislación ecuatoriana dispone la competencia del manejo de los residuos sólidos a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), quienes están en la obligación de implementar programas educativos para fomentar la cultura de la minimización de generación de residuos, separación en la fuente, reciclaje, entre otros.

En Latacunga, precisamente existe una deficiencia en la gestión de residuos sólidos ya que no cuenta con un relleno sanitario. En la actualidad se disponen sus residuos en un botadero a cielo abierto, el cual es considerado un foco de contaminación, es decir, presenta una alternativa de gestión que obvia criterios importantes como lo social y ambiental.

De acuerdo al estudio “Estadística Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales 2016” desarrollado por el INEC (2016) la ciudad produce 3.360 t

de residuos sólidos por mes, que se traducen en aproximadamente en 0,56 kg al día por persona. Es el cantón No. 21 en producción de residuos, de un total de 221 cantones a nivel nacional como se aprecia en la figura 4.3.

Figura 0.3. Producción de residuos sólidos por cantón al mes (t)



Fuente: INEC 2016

2.10 Producción de Residuos Sólidos

En función a la información proporcionada y manejada por la empresa EPAGAL (2018) se tiene que a nivel de toda la ciudad se generan alrededor de 4.346 t por mes, esto incluye residuos sólidos domiciliarios, sanitarios, industriales y del Centro de Rehabilitación Social de Cotopaxi (CRS - C), como se puede apreciar en la tabla 4.3.

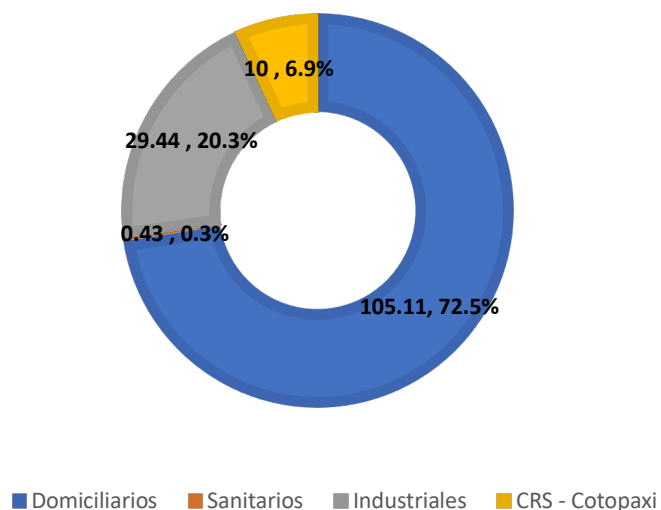
Tabla 0.3. Producción de Residuos Sólidos (t)

Tipo	Día	Mes	Año
Domiciliarios	105,11	3.149,29	37.793,40
Sanitarios	0,43	12,93	157,37
Industriales	29,44	883,24	10.598,82
CRS – Cotopaxi	10	300	3.650
Total	144,98	4.345,46	52.199,59

Fuente: EPAGAL 2019

Dentro de una producción diaria de residuos sólidos se tiene que el 72,5% corresponden basura domiciliaria, un poco más de 105 t. Después, están los residuos industriales que bordean las 30 t, es decir, el 20,3% del total de residuos generados en el cantón. De manera diferenciada se considera los residuos generados por el CRS – C, en donde, son alrededor de 6 mil personas las privadas de libertad (PPL) y se generan alrededor de 10 t al día, lo que representa un 7% de la generación de residuos de Latacunga. Finalmente, los residuos sanitarios representan el 0,3% de la producción de basura con alrededor de 0,43 t por día, como se aprecia en la figura 4.4.

Figura 0.4. Producción de Residuos Sólidos Latacunga

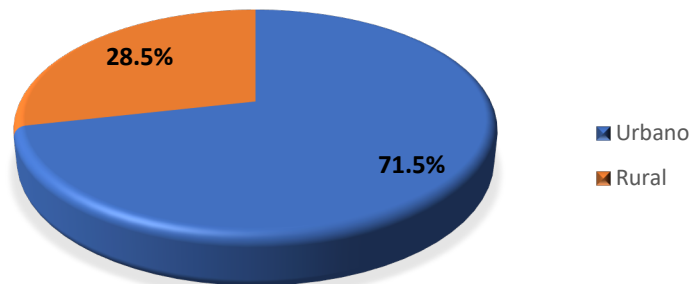


Fuente: EPAGAL 2019

Si nos enfocamos únicamente a la producción de residuos sólidos domiciliarios (RSD) se sabe que al día se generan 105,11 t al día, lo que representa 3.149,29 t mensuales de basura desde los

hogares latacungueños (Ver tabla 4.3). Así mismo, dentro de la generación de este tipo de residuos se debe diferenciar en el ámbito urbano y rural. En el primer caso se tiene que son 75,1 t de basura por día lo que representa algo más del 71% de los RSD, por otro lado, desde las parroquias rurales la producción de residuos llega a las 30 t por día, lo que representa el 28,5% del total de RSD como se aprecia en la figura 4.5.

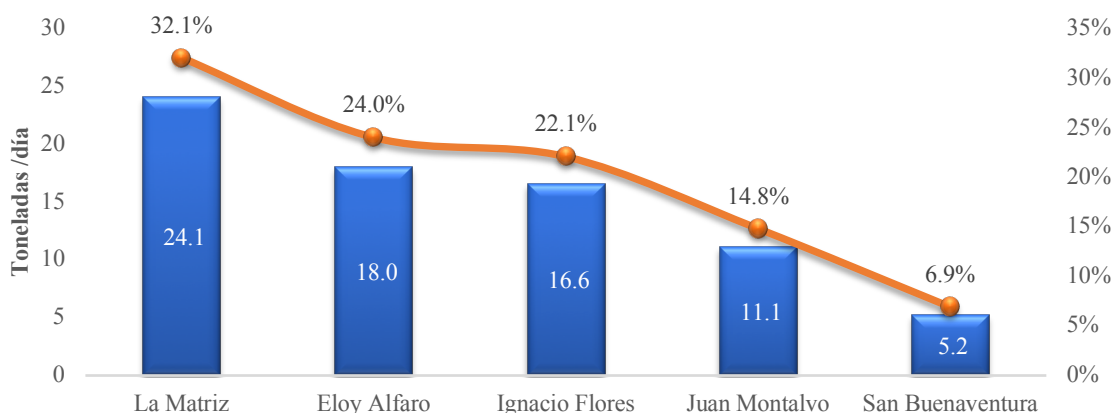
Figura 0.5. Producción de Residuos Sólidos Domiciliarios



Fuente: EPAGAL 2019

En el ámbito urbano y periurbano se tiene que en la ciudad de Latacunga la parroquia que más genera residuos sólidos es La Matriz con un aproximado de 25 toneladas por día, es decir, superan el 30% del total de producción en el sector urbano. Después, la parroquia Eloy Alfaro produce alrededor de 18 t por día, aportando con el 24% de residuos, más adelante las parroquias Ignacio Flores y Juan Montalvo con 16 y 11 t por día respectivamente. Finalmente, la parroquia que menos genera residuos sólidos en el área urbana es San Buenaventura que alcanza el 7% de la producción total de residuos (ver figura 4.6).

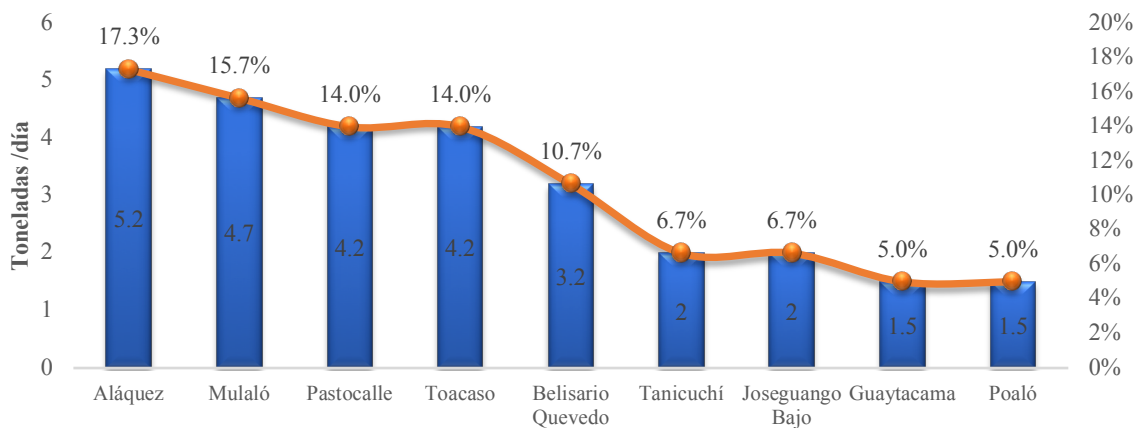
Figura 0.6. Producción de Residuos Sólidos Domiciliarios – zona urbana



Fuente: EPAGAL 2019

En la figura 4.7 se aprecia que en la zona rural se generan aproximadamente 30 t de desechos sólidos por día, en tal virtud, la parroquia que más genera desechos es Aláquez con alrededor de 5,2 t, superando el 17% del total de la producción de residuos en la zona rural. Mulaló viene después con una producción cercana a las 5 toneladas por día (16%). Con una producción que oscila entre 2 y 4 t por día se tienen a parroquias como Pastocalle, Toacaso, Belisario Quevedo, Tanicuchí y Joseguango Bajo. Finalmente, las parroquias que menos basura producen en la zona rural son Guaytacama y Poaló con un aproximado de 1,5 t por día respectivamente y juntas representan el 10% del total de residuos.

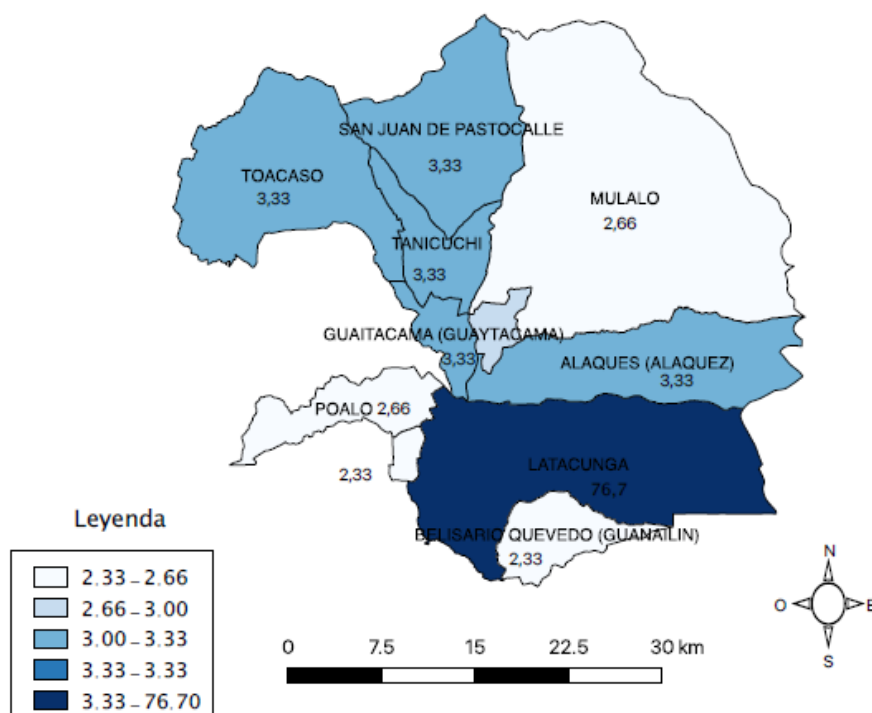
Figura 0.7. Producción de Residuos Sólidos Domiciliarios – zona rural



Fuente: EPAGAL 2019

En la figura 4.8 se puede apreciar la distribución espacial de la producción de residuos sólidos domiciliarios a nivel parroquial. Se puede decir adicionalmente, que dentro del área urbana de la ciudad se producen 2,6 veces más basura que en el área rural. En el mapa se puede apreciar la unificación de las parroquias urbanas en una sola, como “Latacunga” cuya producción de basura sobrepasa las 75 t por día.

Figura 0.8. Mapa de producción de residuos sólidos por parroquia por día



Fuente: EPAGAL 2019

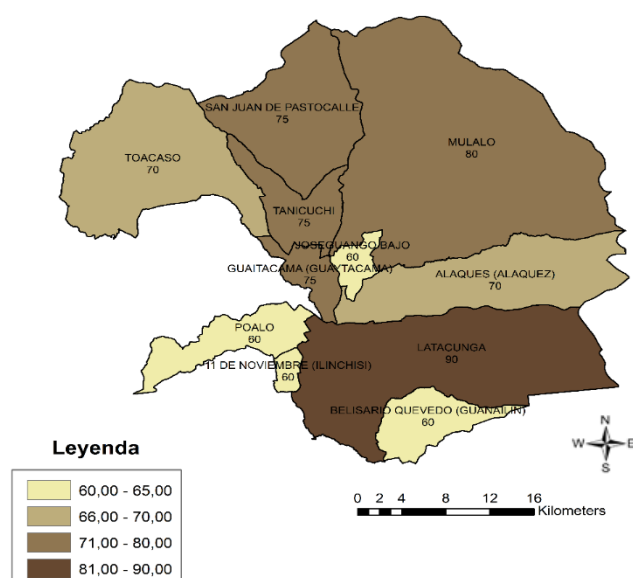
2.11 Gestión de Residuos Sólidos

La empresa pública de aseo y saneamiento del cantón Latacunga (EPAGAL) opera el sistema de aseo público para la recolección, transporte, disposición final, aseo de vías y espacios públicos, ornato, eventos públicos; entre los principales. A partir de estas actividades realiza la gestión integral de los desechos comunes y/o asimilables generados en la jurisdicción del cantón Latacunga. El sistema de recolección y transporte de los desechos cuenta con recolección de carga lateral en la zona urbana con más de 500 contenedores ubicados estratégicamente. Desde el

año 2010, este tipo de recolección se la realiza con una frecuencia diaria en tres rutas (occidental, oriental y nocturna) en la zona urbana.

En función a la información dentro del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2016 – 2021 del cantón Latacunga, se menciona que la cobertura del servicio de recolección alcanza el 95% de la zona urbana. Mientras tanto, al analizar la gestión de residuos sólidos en la zona rural del cantón Latacunga, se puede apreciar que su cobertura de recolección oscila entre el 60% y 80% a nivel parroquial. Entre algunas parroquias que tienen la cobertura más baja (60%) se encuentran: Joseguango bajo y alto, Poaló, 11 de noviembre y Belisario Quevedo (ver figura 4.9).

Figura 0.9. Mapa de cobertura del servicio de recolección de basura



Fuente: PDOT Latacunga 2016 – 2021

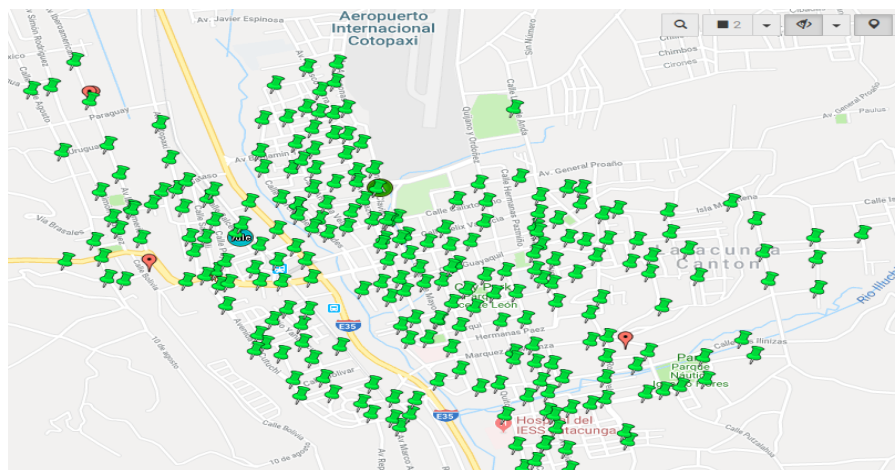
Por otro lado, de acuerdo a datos proporcionados desde la gerencia de EPAGAL (2019) la cobertura relacionada a la recolección de basura llega al norte hasta la reserva del Cotopaxi sector el Caspi, en el Sur a hasta la localidad de Illuchi y toda la Parroquia Belisario Quevedo. Al este la cobertura es hasta la zona de Palopo mirador y al oeste hasta cruz loma.

Así mismo, en base a los registros administrativos que maneja EPAGAL se destaca que la producción total de desechos del cantón en el 2018 supera las 140 t al día, incluido los residuos

industriales y sanitarios, en este sentido la producción per cápita supera los 0,72 kg diarios. Un dato importante a considerar es el funcionamiento y producción de basura del centro de rehabilitación social de Cotopaxi, en el cual se están generando alrededor de 10 t de basura por día. En este lugar para la alimentación principalmente se utilizan desechables, por lo que existe una producción de residuos considerable y nada amigable con el medio ambiente.

La cobertura al cierre del año 2018 alcanza el 95% en la zona urbana en donde se tienen 533 contenedores de 2.400 litros lt y 50 de 1.300 lt. Así mismo, se han destinado cuatro vehículos recolectores para zonas rurales. En la figura 4.10 se encuentra un mapa con las ubicaciones de los contenedores en el área urbana de la ciudad. Se destaca que la parroquia La Matriz tiene una cobertura de 100% en cuanto a servicio de recolección de residuos. Así mismo, esta es la parroquia que más residuos por día produce, alrededor de 20 toneladas y dentro de un sistema a base de contenedores.

Figura 0.10. ubicación contenedores de basura zona urbana



Fuente y elaboración: EPAGAL 2018

Adicionalmente, dentro del casco urbano de la ciudad se encuentran trabajando en un sistema denominado islas ecológicas, la cual es una estrategia de recuperación de algunos RS. Dentro de la implementación de este nuevo sistema se prevé tener 3 tipos de contenedores dos para residuos comunes y uno para residuos reciclables. Este proyecto tiene un avance de un 30% de ejecución de obra, adicionalmente, ya se han realizado algunos cubetos, es decir, es un sistema de forma subterránea. Se espera que esta obra sea el primer paso para implementar el reciclaje.

La gerente de EPAGAL también mencionó que cuentan con una ruta de recolección a industrias y grandes generadores, dentro de ellos se encuentra el centro comercial que tiene la ciudad, así como varias industrias como Holcim, Familia Sancela, Novacero, Aglomerados Cotopaxi, Lamitex, entre otras. Se tratan de RS que resultan de distintos procesos productivos, los cuales merecen un tratamiento distinto a los generados por los hogares.

Por otro lado, los residuos hospitalarios cuentan con una recolección diferenciada, aquí se encuentran identificados 348 usuarios, algunos de ellos se dedican a la salud, es decir, hospitales, clínicas, dispensarios médicos, laboratorios, entre otros. También usuarios que se enfocan en el negocio de hospedaje como moteles y hoteles, todos ellos generan residuos sanitarios.

Adicionalmente, se menciona que desde que la empresa se encuentra encargada de la gestión de los RSU la generación de los mismos se ha incrementado considerablemente, ya que existe un uso indiscriminado de desechables y plástico sobre todo en la zona rural. Con el objetivo de combatir esta problemática, se pretende implementar el proyecto Latacunga 4R para incentivar el uso de bolsos y reducir el uso de desechables y plásticos¹⁹. Sobre este mismo tema, se le consultó a la máxima autoridad de esta institución si han existido o han intentado realizar campañas para incentivar a la población para que exista una separación diferenciada de los RS. A continuación, un extracto de la entrevista:

Nosotros tenemos que ingresar en eso, y de hecho la empresa el 19 de septiembre de 2018 presentó una ordenanza que ya se va hacer norma, aquí en la ciudad tienen que reciclar todos va a ser obligatorio reciclar, va a ser obligatorio disminuir la generación, si quiere utilizar desechables únicamente se va a permitir los desechables biodegradables entonces ya se está haciendo esto norma, pero yo creo que más se trabaja con la juventud, nosotros hemos trabajado con la juventud en un proyecto Latacunga con limpieza que belleza, es el proyecto macro, que implementa todas estas medidas y alternativas y obviamente la gente al inicio se torna reacia al cambio pero después lo hace un habito. (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

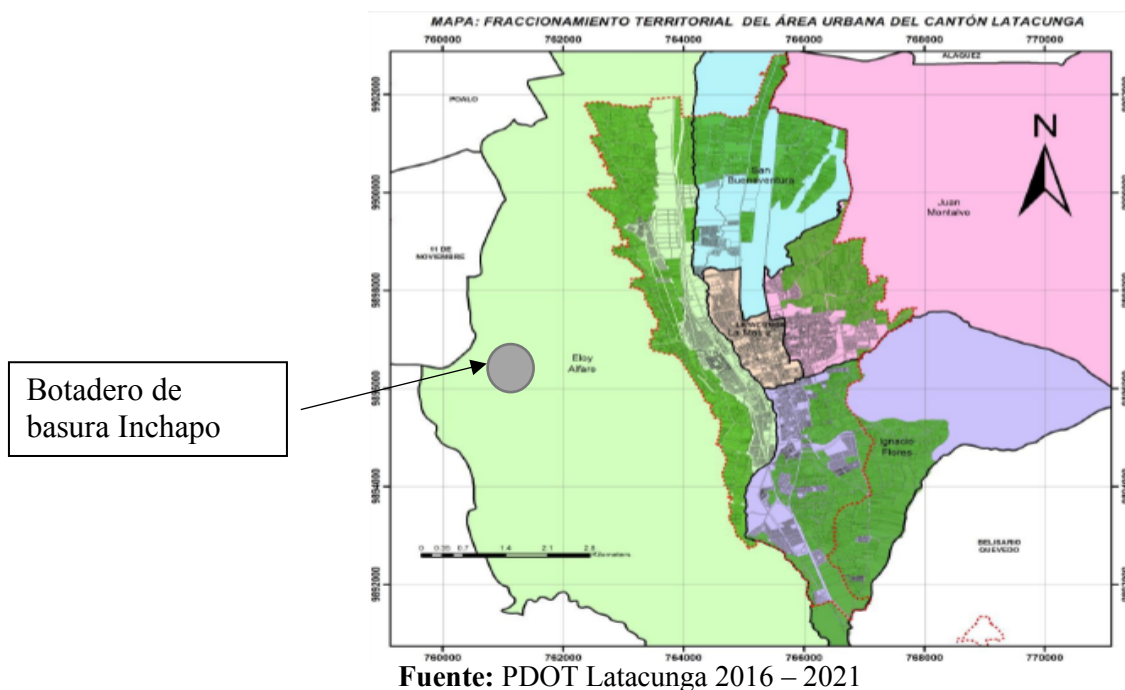
En lo que se refiere a limpieza de vías dentro de la ciudad, se tienen dos actividades principales: el barrido nocturno y el rebarrido en el día. El barrido nocturno lo realizan 14 trabajadores de la

¹⁹ DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019.

empresa y el rebarrido en el día 3. Adicionalmente, se cuenta con la limpieza a través de un sistema con motorizados. Se tienen 3 motos que todo el tiempo están recorriendo la ciudad, sobre todo mitigando los impactos por la falta de cultura, es decir, en ocasiones las personas arrojan una funda de basura y los perros la desperdigan, en tal virtud los motorizados acuden a solventar el inconveniente.²⁰

Con respecto a la disposición final de los RS sólidos de la ciudad en la actualidad se tiene un botadero de basura a cielo abierto, que, de acuerdo a las autoridades, es controlado. Es decir, no solo se disponen en el sitio los desechos, sino que, se los cubre con tierra y para los desechos sanitarios existe una celda diferenciada. Está ubicado en el sector de Inchapo, dentro de la parroquia Eloy Alfaro. A pesar de que esta parroquia es considerada zona urbana, el botadero se ubica en una zona periurbana al occidente de la ciudad, en el límite con el cantón Pujilí (ver figura 4.11).

Figura 0.11. Ubicación botadero de basura Inchapo



Así mismo, frente al sitio de disposición la autoridad de la empresa encargada de la GRS acota:

²⁰ Ibid

Nos encontramos trabajando en el sitio de disposición final en un botadero a cielo abierto controlado porque tenemos maquinaria en forma constante, tenemos ductos de gases, tenemos ductos de lixiviados. Los gases se van trabajando en eso a la par con el cierre técnico que en estos momentos se está ejecutando la obra que tiene una inversión de cerca de medio millón de USD, que está en este caso considerando varias obras como: cerramiento perimetral, coliseo para guardar material reciclable, la maquinaria y los vehículos, un área administrativa y un área operativa que tiene duchas y baterías sanitarias para los recicladores, entonces, así está el sitio de disposición final. (DC 02, representante EPAGAL, en entrevista con el autor, febrero 2019).

Al momento se encuentra en marcha una consultoría, un estudio, en donde se determinará la vida útil del sitio de disposición. Sin embargo, la gerente de EPAGAL menciona que de acuerdo a su experiencia este lugar podría funcionar unos 30 años como mínimo y como media 50 años. Acota también, que de implementarse estrategias como el reciclaje o disminución de la generación en el origen incluso podría incrementarse, ya que se cuenta con una extensión de 18,6 Ha. Según la gerente de EPAGAL este sitio fue elegido ya que es un lugar el cual no está poblado, no obstante, menciona que no existe normativa que prohíba la construcción a los alrededores del sitio. Este punto se evidenció desde los actores rurales y principalmente desde las personas que habitan a metros del lugar de disposición de RS.

De acuerdo al estudio que se encuentra en proceso, se menciona que el objetivo final es la realización de un relleno sanitario. No se cierran en un solo proyecto ya que la tecnología avanza a medida que pasa el tiempo. Sin embargo, menciona que no conoce de un proyecto exitoso en el país que sea diferente al relleno sanitario. Como se puede observar, no ha salido a la conversación la situación del parque ecológico que mencionó el alcalde de turno. Lo que resultan en imprecisiones que demuestran un trabajo no articulado por las dos instituciones.

2.12 Situación EPAGAL

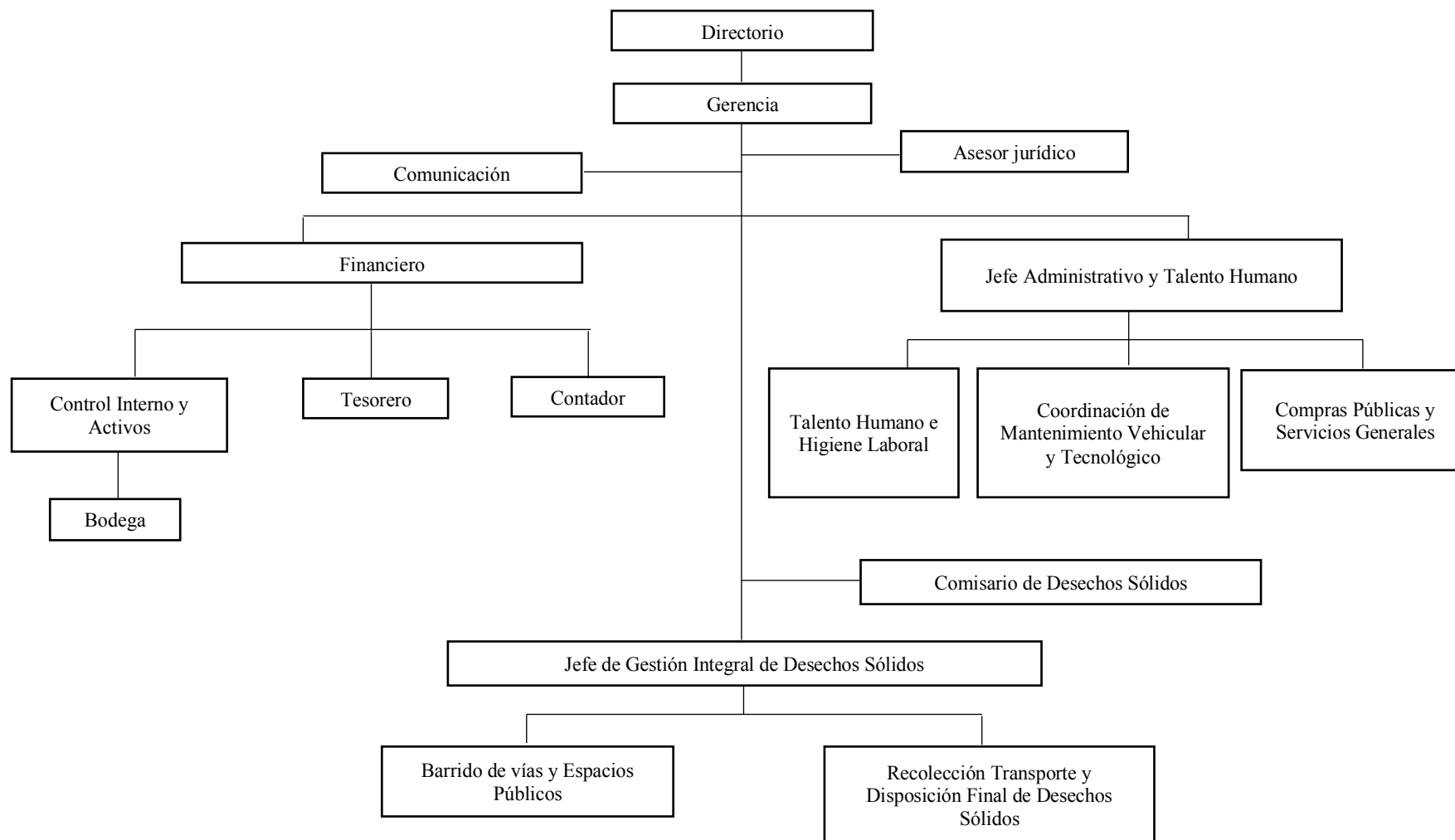
La Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del cantón Latacunga - EPAGAL surge en el año 2010 y tiene tres objetivos principales:

- a) Desarrollar el sistema integral de aseo y gestión ambiental del cantón Latacunga.

- b) Prestar servicios atinentes al objeto previsto en el literal anterior, a través de la infraestructura a su cargo, directamente o por medio de las modalidades de gestión previstas en la Ley.
- c) Impulsar y promover actividades operativas y de prestación de servicios relativas a las competencias que le corresponden al Gobierno Municipal del Cantón Latacunga, de conformidad con el ordenamiento jurídico nacional y territorial, en el ámbito de sus competencias.
- d)

La estructura funcional de EPAGAL es la siguiente:

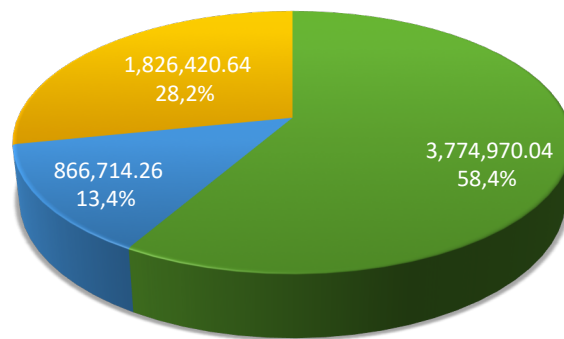
Figura 0.12. Organigrama EPAGAL



Fuente: EPAGAL

EPAGAL es una empresa pública que se financia en su gran mayoría de las Tasas generales que se cobran en la ciudad que alcanzan los 3,7 millones de USD siendo el 58% de los ingresos de la empresa. Dentro de las tasas generales se destaca el convenio con la Empresa Eléctrica de Cotopaxi (Elepco) a fin de recaudar la tasa correspondiente a recolección de basura que en el año 2018 fue de más de 2 millones de USD. Adicionalmente, dentro de este componente se tienen rubros correspondientes a convenios con instituciones y empresas privadas por recolección de residuos como Aglomerados Cotopaxi, Productos Familia Sancela S.A., Novacero, desechos hospitalarios, etc. Superando así el millón de USD por estos conceptos.

Figura 0.13. Ingresos EPAGAL 2018



■ Tasas Generales ■ Transferencias y donaciones corrientes ■ Ingresos de financiamiento

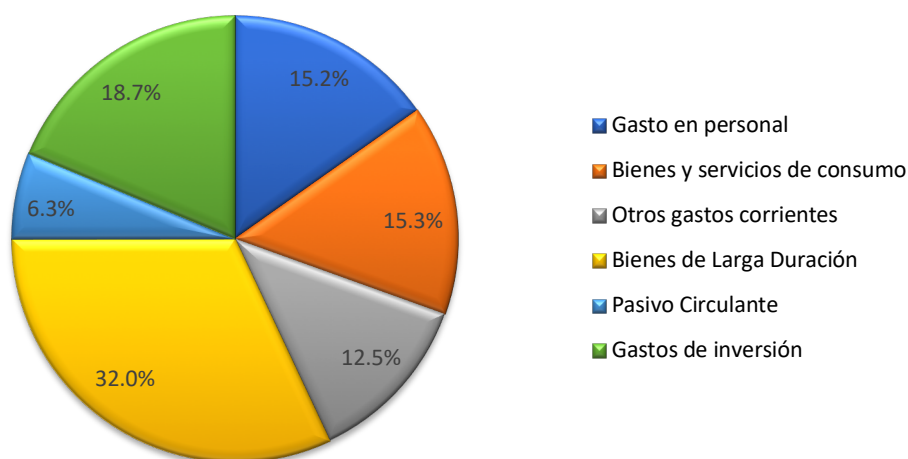
Fuente: EPAGAL 2018

Como se puede apreciar en la figura 4.13, otro de los rubros de ingresos de la empresa corresponde a ingresos de financiamiento que supera los 1,8 millones de USD en el 2018, lo que equivale al 28% del total de ingresos. Finalmente, por transferencias y donaciones corrientes la empresa recibió alrededor de 867 mil USD (13,4%), en este sentido EPAGAL para el año 2018 contó con un presupuesto de 6,5 millones de USD.

Por otro lado, en cuanto a los gastos en el año 2018 por parte de la Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del cantón Latacunga el 32% correspondieron a bienes de larga duración, es decir, alrededor de 2 millones de USD. El siguiente rubro corresponde a gastos de inversión con el 18,7% y que supera los 1,2 millones de USD. Más adelante con el 15% de los gastos

corresponden a rubros de gasto en corriente, destinado a pagos de sueldos del personal, es decir, 984 mil USD y bienes y servicios de consumo con 987 mil USD en el 2018. Finalmente, se tienen los rubros de otros gastos corrientes (12,5%) y pasivo circulante (6,3%), en tal virtud los gastos de EPAGAL en el año 2018 superaron los 6,4 millones de USD (ver figura 4.14).

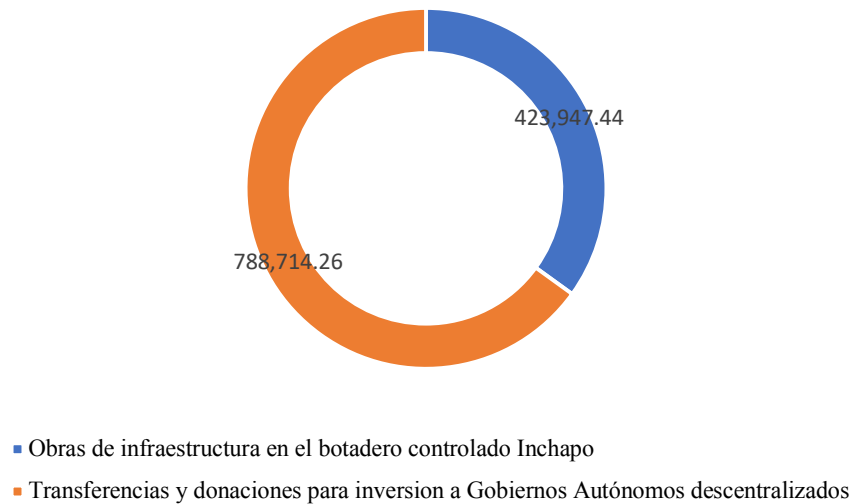
Figura 0.14. Gastos EPAGAL 2018



Fuente: EPAGAL 2018

En este apartado es importante destacar y desarrollar más a detalle el gasto de inversión de EPAGAL. Son aproximadamente 1,2 millones de USD los que se destinaron para este rubro, es decir, el 18,7% de total de los gastos de la empresa en el 2018. Aquí se incluyen los trabajos directos que se han realizado al botadero de basura que actualmente funciona en el cantón. Dentro de este componente y como se aprecia en la figura 4.15 se tienen que alrededor de 789 mil USD (65%) corresponden a transferencias y donaciones para inversión a GADs, que entre las principales actividades a realizar están los estudios para el diseño y construcción de un relleno sanitario en donde actualmente se encuentra el lugar de disposición de la basura. El restante 35%, es decir, 424 mil USD, se invirtieron en otras obras de infraestructura en relación al botadero controlado de Inchapo.

Figura 0.15. Gastos de inversión EPAGAL 2018



Fuente: EPAGAL 2018

EPAGAL opera con vehículos recolectores de basura de propiedad del GAD Municipal de Latacunga que fueron transferidos con la creación de la misma, los cuales son utilizados por la empresa para el cumplimiento de las actividades de recolección y tratamiento de los desechos del cantón. El costo de operación y mantenimiento de la flota de vehículos propios y transferidos fueron asumidos por EPAGAL.

En la actualidad la empresa cuenta con 20 vehículos entre recolectores con capacidad para 9 t, 3,5 t y 2,5 t, camión mini volqueta para 3 t, camión tanquero, camionetas, moto triciclos y tractor tipo bulldozer. El personal que se encuentra dentro de las operaciones de la empresa pública de aseo y gestión ambiental de Latacunga son 22 trabajadores en la parte administrativa, 22 choferes, 6 supervisores y 52 ayudantes de cuadrilla, con un total de 102 personas.

Como se pudo observar, pese a que Latacunga es una ciudad pequeña tiene inconvenientes de consideración con la gestión de los RSU. Principalmente al final de este proceso. Es inminente un cambio de modelo, hasta conseguir un verdadero sistema de GIRS. Un sistema en el cual todos somos corresponsables ya que comienza en los hogares y debe concluir en un sitio de disposición adecuado, donde exista un verdadero tratamiento para los desechos de la ciudad, sin generar

externalidades negativas a la población aledaña. Debido a que el lugar de disposición de RS no se moverá por los próximos 30 años, de acuerdo a las autoridades locales.

Capítulo 5

Resultados y Análisis

Después, de completar el diseño metodológico de la investigación y conocer el modelo actual que predomina en la ciudad, en este capítulo se precisan y discuten los resultados obtenidos de la calificación de los criterios e indicadores seleccionados. Criterios que surgieron de la pluralidad de pensamientos y apreciaciones de los actores involucrados en la problemática estudiada. Los resultados se obtuvieron a partir de software NAIADE, en donde se determinó la alternativa más adecuada para la ciudad de Latacunga en función a las dimensiones económica, social y ambiental. Finalmente, se analizan las posibles coaliciones y convergencia de intereses de los actores frente a cada una de las alternativas analizadas.

2.13 Método de agregación - NAIADE

NAIADE es un software que permite manejar varios tipos de información para la calificación de los criterios, es decir, tanto cualitativos como cuantitativos. En tal virtud, a partir de la matriz de impacto mostrada en la tabla 3.18, se procedió a ingresar la información en el sistema para obtener los resultados que se explicarán a continuación. NAIADE adicionalmente es un software que permite utilizar el grado de compensación entre los criterios y alternativas planteadas, con ello se evidencia que una alternativa puede ser mejor que otra en función al grado de compensación de criterios con calificaciones malas en otros.

Más adelante, se evidencia un análisis de sensibilidad en el cual se aprecia la intersección entre el grado de compensación y el factor de mínimo requerimiento para las diferentes alternativas. Ejercicio que enriquece la interpretación de los resultados de la problemática tratada. A continuación, se detallan los principales parámetros que utiliza el software para sus cálculos.

Factor de Mínimo requerimiento para las relaciones fuzzy (α)

El factor de mínimo requerimiento es impuesto a todos los indicadores para el modelo de agregación. Es decir, únicamente los criterios/indicadores cuyos índices de credibilidad se encuentran sobre el umbral de α se contarán como positivos dentro del proceso de evaluación. A medida que α aumenta, se incrementa el nivel de preferencia o indiferencia, es decir, la distancia entre alternativas para un criterio/ indicador determinado. El valor de α está entre 0 y 1, a medida

que aumenta sobre 0.5 se exigen mayores distancias que las definidas por los umbrales de preferencia para decir que una alternativa es mucho mejor, mejor, moderadamente igual, igual, peor o mucho peor que otra.

Operador para la determinación del grado de compensación (τ)

En el ejercicio realizado, se utilizó el operador Zimmemrman-Zysco en virtud que permite manejar el grado de compensación entre los diferentes criterios durante el modelo de agregación, a través del grado de compensación γ , el cual varía entre 0 y 1 lo que indica mínima y máxima compensación respectivamente.

Resultados de la evaluación

Bajo los parámetros iniciales del software NADIE (default) se considera un factor de mínimo requerimiento α igual a 0.4 y un “mínimo operador” sin ningún grado de compensación, para obtener los resultados mostrados en la figura 5.1. Adicionalmente, en la tabla 5.1 se muestran las alternativas con la codificación otorgada por NADIE.

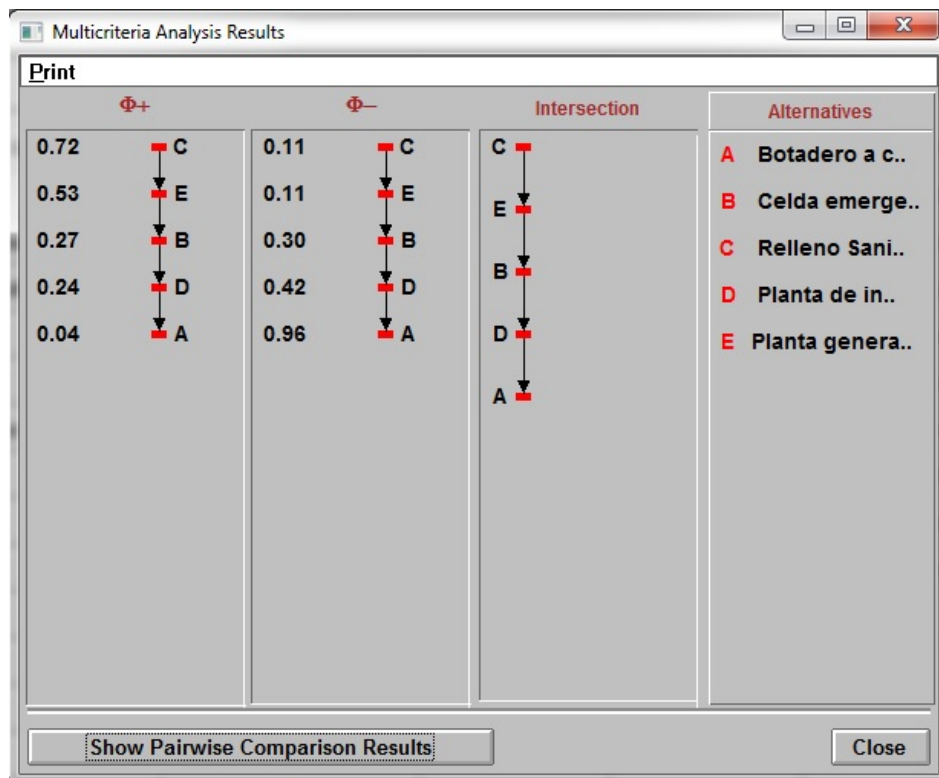
Tabla 0.1. Codificación NADIE para cada alternativa

Codificación	Alternativa
A	Botadero a cielo abierto (Modelo actual)
B	Celdas emergentes
C	Relleno sanitario
D	Planta de incineración
E	Planta de tratamiento para generación de energía

Fuente: NAIADE - Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

El resultado del ejercicio muestra la preferencia de la alternativa C (Relleno sanitario), frente a las demás. Así como, la alternativa E, se prefiere frente a la B, D y A respectivamente. La opción B es preferida frente a D y A. Finalmente, la alternativa que peores calificaciones presenta es la A (botadero de basura a cielo abierto – modelo actual) la cual no es preferida frente a ninguna otra.

Figura 0.1. Resultados con valores iniciales (sin compensación)



Fuente: NAIADE - Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Al analizar los aspectos positivos se observa una clara preferencia a la alternativa C frente a todas las demás (0.72). Es decir, la calificación de la alternativa relleno sanitario cuenta con más aportes y calificaciones positivas dentro de la evaluación de los indicadores realizada por el investigador y los expertos en GIRS. Por el otro lado, la acumulación de los criterios negativos es similar para las alternativas C y E (0.11). Esta calificación demuestra que después de la evaluación, tanto el relleno sanitario como la planta de tratamiento para generar energía poseen algunas implicaciones negativas de igual magnitud para su puesta en funcionamiento.

Las alternativas B y D por su parte cuentan con resultados muy cercanos entre ellas, sin embargo, en el global la alternativa B (celda emergente) es preferida a la D (planta de incineración). Finalmente, se puede acotar que el botadero de basura a cielo abierto (A), cuenta con muy bajas calificaciones tanto para criterios positivos (0.04) y negativos (0.96). Lo que representa que sea una alternativa no elegible, desde el punto de vista del investigador y expertos en GIRS. Cómo se

trata del modelo actual de la ciudad de Latacunga, urge un cambio en la gestión de residuos sólidos.

Tabla 0.2. Codificación NADIE para cada criterio/indicador

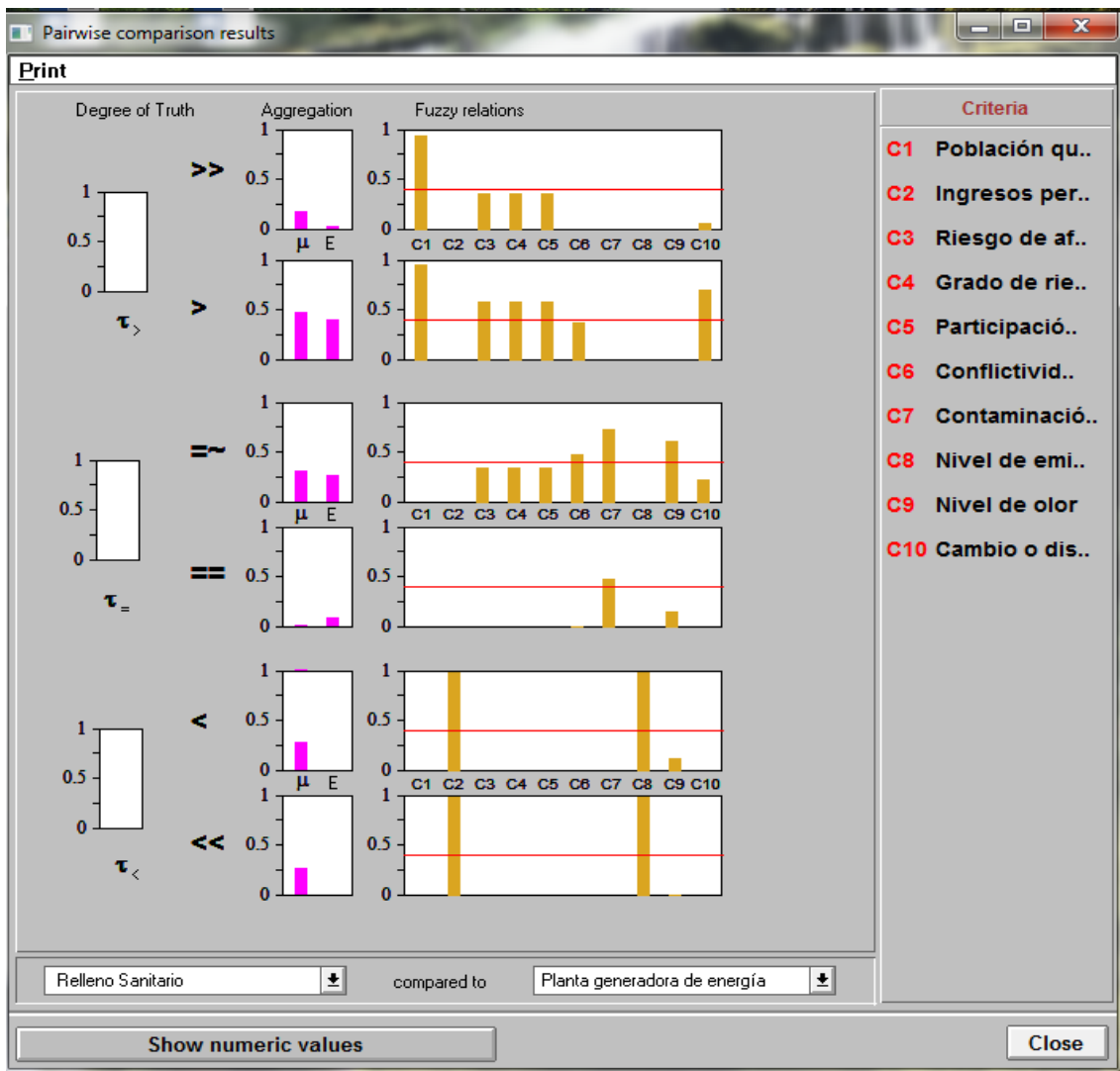
Codificación	Indicador
C1	Población que labora en servicios de recolección, barrido y reciclaje
C2	Ingresos per cápita promedio (anual)
C3	Riesgo de afectación a la salud para los moradores del barrio Inchapo.
C4	Riesgo laboral de los trabajadores in situ
C5	Participación en la toma de decisiones con articulación comunidad - autoridades locales
C6	Conflictividad dentro de la comunidad
C7	Contaminación de cuerpos de agua cercanos al sitio de disposición de RS.
C8	Nivel de emisiones de CO2
C9	Nivel de olor
C10	Cambio o distorsión en el paisaje

Fuente: NAIADE - Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Para un mejor análisis de los resultados descritos previamente, se realiza una comparación por par de alternativas, en primera instancia de las que se encuentra muy cerca en cuanto a los resultados se refiere (C y E) y después entre la mejor y la peor (C y A). La comparación se la realiza en función a los criterios/indicadores evaluados y codificados en la tabla 5.2, en función a los grados de compensación y mínimo requerimiento de relaciones fuzzy.

En la figura 5.2 se puede apreciar la comparación por indicador de las alternativas C y E, las cuales presentaron comportamientos similares, en especial en cuanto a los criterios negativos. Se puede apreciar que los grados de verdad analizados sobre la media (mucho mejor y mejor) los principales indicadores a agregarse fueron C1, C3, C4, C5 y C10, que son quienes mayores índices de credibilidad presentaron y por ende sobrepasan la media de $\alpha = 0.5$. Para este segmento, se puede apreciar que el índice de intensidad de preferencia μ es cercana al 0.5, por ello el grado de similitud en los resultados de las dos alternativas.

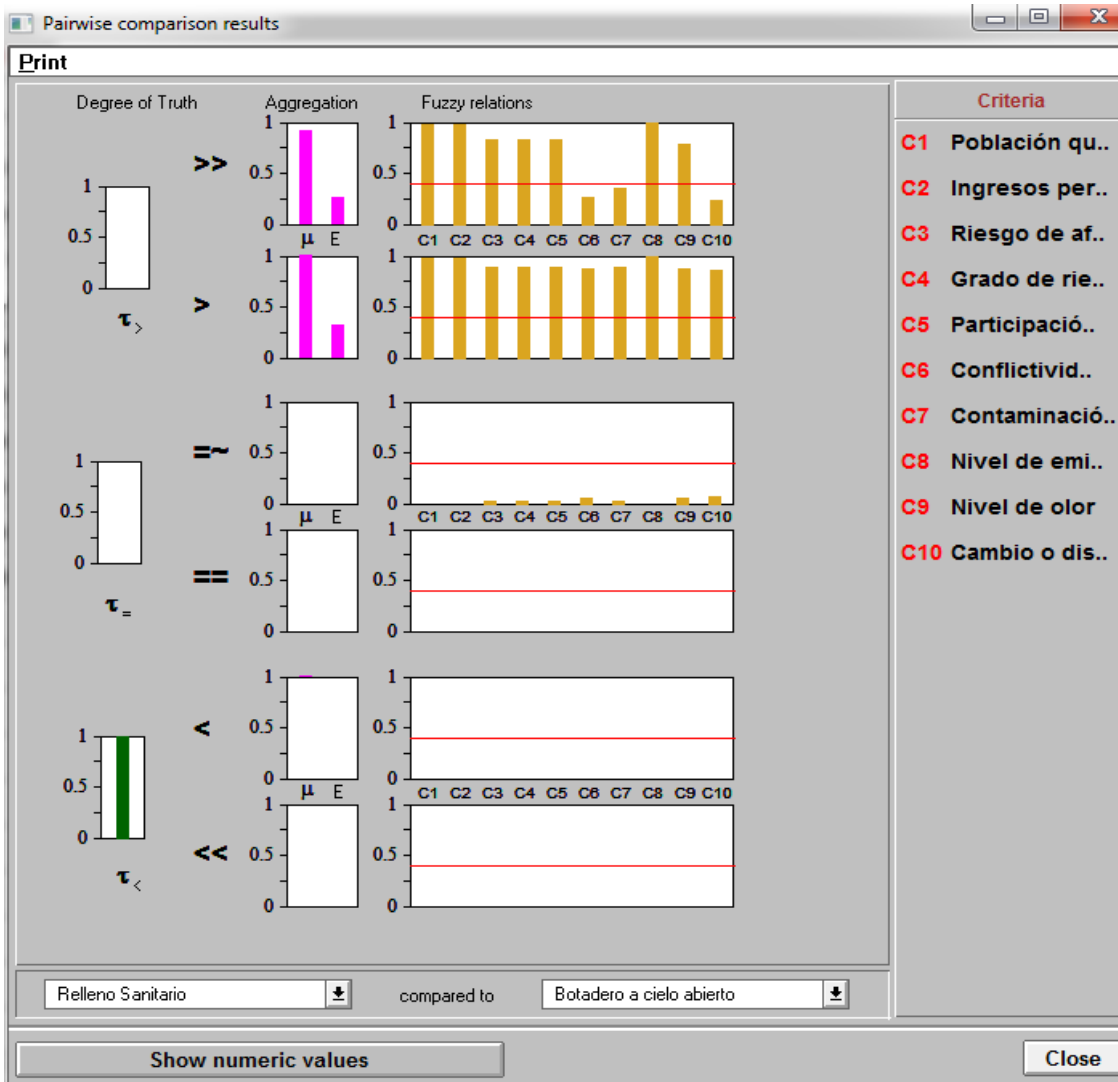
Figura 0.2. Comparación alternativa C vs E



Fuente: NAIAD E - Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

La mayor relación entre ambas alternativas es cuando analizamos el escenario moderadamente igual en donde μ y E (Entropía) la cual indica la varianza de los índices de credibilidad presentan valores similares superiores a 0.25. Aquí los indicadores agregados para C fueron C6, C7 y C9. Lo cual indica que en los resultados de estos criterios/indicadores en E son superados por C. Sin embargo, en este segmento la compensación puede considerarse nula puesto que las preferencias son similares para estas alternativas.

Figura 0.3. Comparación alternativa C vs A



Fuente: NAIAD E - Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

La figura 5.3 muestra la comparación de la mejor alternativa (relleno sanitario - C) frente a la peor alternativa (A) botadero a cielo abierto, que es el sistema actual. Se observa claramente que en los escenarios mucho mejor y mejor sobre sale la alternativa C frente a la alternativa A. Aquí la mayoría de los indicadores son agregados, ya que presentan un índice de credibilidad alto para C. Adicionalmente, μ es cercana a 1 en ambos escenarios y el nivel de entropía es relativamente bajo. Es claro que la alternativa C es altamente preferida al sistema actual.

Mediante el análisis desarrollado queda claro que el modelo actual definitivamente no es una buena opción, criterio que comparten los habitantes del barrio Inchapo y parte de la población

que habita en las zonas urbana y rural, mismas que se analizaron previamente. La alternativa mejor puntuada fue la del relleno sanitario (C), muy cerca de la planta de tratamiento para generar energía (E). Alternativas muy bien vistas por la población mas vulnerable a la presencia del sitio de disposición en su zona.

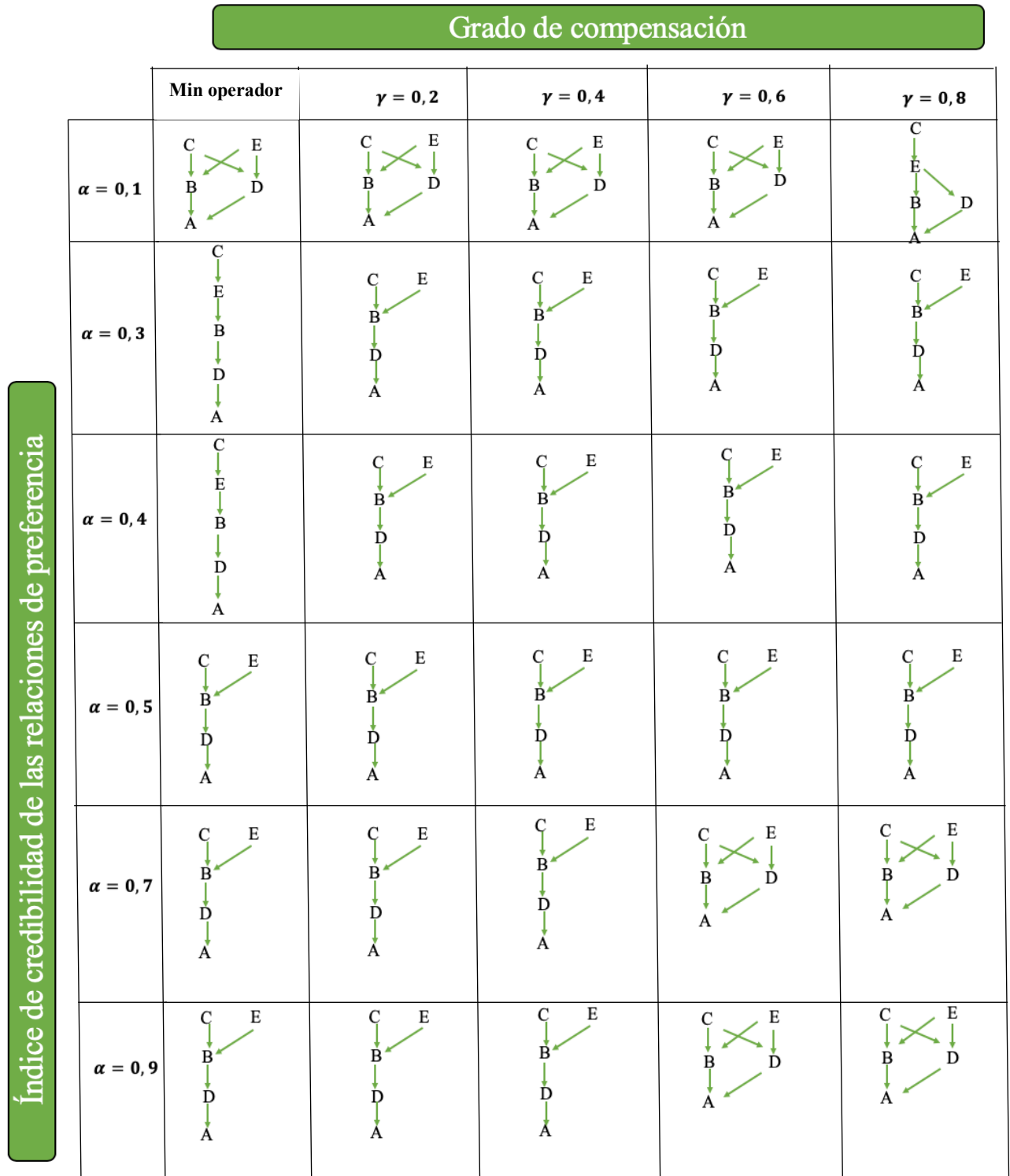
Posteriormente, se realiza un análisis de sensibilidad en donde se utilizan y manipulan el factor de mínimo requerimiento α y el operador Zimmemrman-Zysco (γ) el cual permite manejar el grado de compensación. Ello con el objetivo de verificar cuan robusto es el modelo desarrollado. Se utilizaron valores de α de 0.1, 0.3, 0.4, 0.5, 0.7 y 0.9; así como valores de γ de 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8, mismos que podemos apreciarlos en la figura 5.4.

De acuerdo a los resultados explicados previamente, cuando $\alpha = 0.4$ y si se usa el mínimo operador (sin compensación), los resultados arrojan que la mejor opción es la C (default). Es decir, el relleno sanitario es preferido frente a las demás alternativas, lo mismo sucede cuando $\alpha = 0.3$. Posteriormente, cuando los valores de α incrementan los resultados cambian al punto que C y E dejan de ser comparables. También cuando se aplica el parámetro γ el cual maneja el grado de compensación, es decir, tanto la alternativa C como la E son preferidas frente a B, D y A respectivamente.

Por otro lado, cuando $\alpha = 0.1$, también las alternativas B y D dejan de ser comparables entre si, lo que indica que tanto C y E son preferidas frente a B, D y A, y su vez, B y D son preferidas ante la alternativa A. Es importante mencionar que al agregar parámetros de compensación las alternativas C y E por separado resultan mejores frente a las demás, sin embargo, entre ellas no son comparables. Esta apreciación tiene mucho sentido ya que fueron las que obtuvieron mejores calificaciones por parte del investigador y los expertos consultados.

Como se puede apreciar cuando α aumenta a 0.5 o más las restricciones aumentan y es clara la compensación de algunas variables en segmentos grandes y pequeños con otras. Específicamente se observa este fenómeno en las alternativas C, E, B y D. Para las alternativas B y D existe una mayor compensación cuando los valores de α y γ son de 0.7 o superiores. Mientras que para las alternativas C y E cuando $\alpha \geq 0.5$ y con cualquier grado de compensación.

Figura 0.4. Análisis de sensibilidad alternativas GIRS



Índice de credibilidad de las relaciones de preferencia

Fuente: NAIAD E - Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

El análisis de sensibilidad presentado aduce a que, con grados de compensación, la solución o alternativa óptima no es una sola, es decir, tanto el relleno sanitario y la planta de tratamiento para generar energía son viables bajo los parámetros analizados. Por lo tanto, la decisión puede llegar de elementos externos al análisis, como la inversión necesaria para cada una de las opciones o la pertinencia de la una o la otra frente a los beneficios y facilidades que ellas presenten a la población aledaña y a los ejecutores. No obstante, como hemos desarrollado la alternativa planta de tratamiento para generar energía tiene menos credibilidad que el relleno sanitario por su falta de investigación y experiencias a nivel nacional.

Por otro lado, lo que si está claro con el análisis de sensibilidad realizado es que sin o con grados de compensación y con cualquier índice de credibilidad en la relación de las preferencias, el modelo actual (botadero a cielo abierto controlado o no) no es viable en ningún escenario en función a los parámetros e indicadores analizados. Es decir, no es aceptado como alternativa de GIRS desde la evaluación del analista y el panel de expertos.

Siguiendo la línea de la discusión de los resultados obtenidos en este estudio es apropiado mencionar que Jouhara, et al. (2017) presenta un análisis interesante frente a los métodos de disposición de RS a nivel global, los cuales varían de acuerdo al ingreso de los países. Es así que especialmente en los países de bajos ingresos per cápita, los vertederos a cielo abierto y rellenos sanitarios son la alternativa más utilizada. Mientras que países de ingreso alto presentan alternativas en las que predomina los rellenos sanitarios, pero también se incluyen el compostaje, reciclaje e incineración con y sin optimización energética.

Es decir, el estudio realizado en Latacunga no se encuentra alejado de la realidad mundial y al tener en cuenta que el Ecuador desde el 2018 es considerado un país de ingreso medio alto es momento de plantarnos alternativas de GRS sostenibles. Sin embargo, no necesariamente debe depender del nivel de ingreso per cápita que tengan los países para implementar este tipo de iniciativas, sino de la capacidad de innovación y visión objetiva de los tomadores de decisiones que se encargan de la gestión de los RSU.

Por otro lado, Camacho-Rea y Aguirre (2003), realizaron un análisis multicriterio basado en el proceso de la jerarquía analítica (AHP). Aquí analizaron alternativas de GRS como la

incineración, compostaje y relleno sanitario. Ellos utilizaron criterios como: costo, facilidad tecnológica, aceptación social y daño ambiental para determinar que la incineración con fines energéticos y el composteo son menos agresivos, desde la perspectiva ambiental, que la disposición de los RSU en rellenos sanitarios. También, plantearon un estudio costo beneficio en el cual cuando analizaron los costos de inversión y operación la mejor alternativa resultó ser el relleno sanitario frente a la incineración, sin embargo, existieron resultados opuestos al considerar el costo de las externalidades.

Lo expuesto se asemeja a lo determinado en la investigación realizada en Latacunga, en donde varios criterios ambientales pudieron ser compensados en las dos alternativas que obtuvieron las mejores puntuaciones: relleno sanitario y planta de tratamiento para generar energía. Se debe considerar que para esta tesis se utilizó una evaluación social multicriterio y no AHP, en la cual los lineamientos metodológicos varían.

Adicionalmente, como se observa en el estudio de Camacho-Rea y Aguirre (2003) hay que tener mucho cuidado con los análisis costo beneficio ya que en un principio alternativas menos costosas pueden ser las mejores, sin embargo, pueden generar externalidades importantes. También, en muchas ocasiones cuantificar costos ambientales y sociales en términos monetarios se torna complicado, por efecto de la inconmensurabilidad, en tal virtud resulta más eficiente el uso de evaluaciones multicriterio.

Para la elección de un sistema de GRS sostenible y eficiente ayudaría si se llegase a implementar un modelo de desarrollo circular, a partir del cual, los materiales y su valor en la circulación dentro del sistema económico se retiene el mayor tiempo posible, optimizando el ciclo integrado de residuos para poder utilizar los recursos de manera eficiente. Este tipo de sistemas pueden resultar en optimización energética a partir de los RS, justamente para no caer la limitación de una circularidad cerrada en donde se consume más energía y considerando que no todos los desechos son reciclables o reutilizables.

Es así que Malinauskaite, et al. (2017) en su trabajo sobre la gestión de RSU aplicados en la generación de energía en el contexto de la economía circular en la Unión Europea acotan que la

reutilización, el reciclaje y la recuperación son las palabras clave sobre las que se construye un nuevo paradigma para promover la sostenibilidad, la innovación y la competitividad. Alrededor de este nuevo paradigma se incluyen los residuos residuales que son los residuos que quedan cuando se ha realizado todo el reciclaje posible. Por lo tanto, los costos ambientales y/o económicos de una mayor limpieza y separación de los desechos son mayores que los beneficios potenciales de hacerlo.

Muchos temas relacionados con la recuperación de energía de los desechos sólidos urbanos entran en un debate en varias esferas a nivel global. Jamasb and Nepal (2010) citados en Malinauskaite, et al. (2017) llegaron a la conclusión de que la recuperación de energía de RSU juega un papel importante tanto en la estrategia de gestión de residuos como en la política de energía renovable.

Ya en un caso puntual, se conoce que alrededor del 8-9% de los desechos sólidos urbanos generados en el Reino Unido pueden ser incinerados con recuperación de energía de alta eficiencia usando las plantas nacionales. En 2014 había 29 instalaciones de recuperación de energía acreditadas, de las cuales 5 se dedicaban al procesamiento de RSU con una capacidad total de unos 2,3 millones de toneladas anuales en ese país.

Como se ha venido desarrollando, este tipo de iniciativas tienen muy poca cabida a nivel nacional y local, justamente porque no existen experiencias exitosas como en la Unión Europea, por ejemplo. Sin embargo, no se debe perder de vista este tipo de modelos de GIRS, que en Reino Unido y en otros países de la UE han dado excelentes resultados.

Una de las limitantes de la planta tratamiento para generar energía en el caso de Latacunga es la poca cantidad de RS a procesar, alrededor de 110 t/día, los cuales pueden utilizarse para la obtención de energía. No obstante, es posible desarrollar estrategias que giran alrededor de la economía circular (considerando sus limitaciones) en donde lo ideal sería obtener aliados estratégicos. Varios de ellos podrían ser los cantones vecinos con el objetivo de receptor sus RS, especialmente orgánicos.

Alrededor del planeta cada vez más existe un mayor debate sobre la gestión en los RS en vertederos y rellenos sanitarios. A nivel regional y nacional se mira al relleno sanitario como una de las mejores alternativas, sin embargo, en otras regiones y países lo ponen en duda. Más bien impulsan alternativas como plantas de incineración con potencial energético, por ejemplo.

Bajo este esquema Agovino, Ferrara y Garofalo (2016) detallan en su trabajo sobre la GRS en Italia una "economía de residuos" proporcionando pautas para reducir los vertederos. De hecho, el punto de partida del estudio es la relación inversa entre la recogida selectiva de residuos y la eliminación en vertederos. Cuanto más se desarrolla el proceso de recolección por separado, más se reduce la necesidad de eliminación de botaderos a cielo abierto y rellenos sanitarios.

En Italia consideran prioridad cerrar los rellenos sanitarios y aumentar las rutas alternativas de gestión de residuos, como el reciclaje, el compostaje, el tratamiento mecánico-biológico y la incineración. Sin embargo, su marco legal es débil en comparación con otros países europeos y puede no proporcionar incentivos suficientes para considerar una alternativa diferente al relleno sanitario.

En particular, en una provincia con una baja calidad institucional, los formuladores de políticas y los burócratas tienden a reducir la responsabilidad de la formulación de políticas públicas locales, especialmente en áreas como el medio ambiente, para estar en una mejor posición para extraer algunos beneficios privados (Infante y Smirnova 2009). Como podemos observar la debilidad institucional en este tipo de sistemas no sucede únicamente en países latinoamericanos, lo que resulta crucial para avanzar a una verdadera GRS.

Agovino, Ferrara y Garofalo (2016) acotan también que en Italia se espera concretar una meta de reciclaje que llegue al 50%. Con ello la necesidad de rellenar los vertederos se reducirá significativamente cuando las nuevas plantas de incineración con generación energética entren en funcionamiento. El momento de tal implementación será muy importante para complementar la estrategia de recolección / reciclaje hacia los objetivos europeos.

En este contexto, la alta calidad institucional juega un papel crucial en la coordinación e implementación de la recolección separada de desechos para reducir los desechos depositados en

los vertederos. Es por ello que se esperan iniciativas y políticas públicas enfocadas en estos aspectos por parte de los GAD municipales, quienes son los gestores de los RS en las ciudades del Ecuador.

Adicionalmente es importante mencionar que varios de los estudios revisados alrededor de la GIRS el tratamiento de la basura en los hogares ofrece la oportunidad de combatir los inconvenientes de los sistemas ampliados de gestión de desechos, como es el caso de Latacunga. Es así que en el plano doméstico pueden aplicarse varios sistemas de gestión de desechos en función del espacio y el tiempo disponibles y de los recursos financieros de los hogares. Lamentablemente, la mayoría de ellos (compostaje, digestión anaeróbica, quema a cielo abierto) permiten procesar sólo los desechos orgánicos. (Jouhara, et al. 2017).

Como se explicó en el apartado metodológico la opción del reciclaje y separación de RS en los hogares no fue utilizado como alternativa ni criterio ya que a nivel local no se cuenta con estrategias ni políticas públicas que ayuden a la población a intensificar estas prácticas. Esto quiere decir que, si la población separa la basura y al no existir contenedores diferenciados, los desechos son agrupados nuevamente. No obstante, en la encuesta realizada, la mayoría de los consultados están dispuestos a realizar algunas de estas estrategias y aportar para que la ciudad esté más limpia.

Finalmente es importante mencionar que la corresponsabilidad es la que hace cualquier sistema de GIRS exitoso. Una articulación entre los tomadores de decisiones y la población urge para que estos modelos funcionen. Para el caso específico de Latacunga como se pudo observar en condiciones normales (sin compensación) el resultado ideal fue la consecución de un relleno sanitario, mismo que debe funcionar correctamente, con licencia ambiental y la capacidad instalada acorde a los mejores estándares de funcionamiento que se cuente en la actualidad. Sin embargo, no fue un resultado robusto ya que al utilizar las virtudes NAIADE con el que se evaluó el multicriterio social, es decir, al modificar índices de preferencia y compensación la alternativa de una planta de tratamiento para generar energía se equipara al relleno sanitario. Hemos discutido varias experiencias alrededor de estas dos opciones y es evidente que cualquiera es sustancialmente mejor al modelo actual. Lo importante es minimizar los impactos negativos de

la una o la otra para con la población aledaña al sitio de disposición y el medio ambiente en general. Como se sabe el sitio de disposición permanecerá en Inchapo por los próximos 30 años aproximadamente. Por lo que es trascendental la participación de los moradores de la zona intervenida en la toma de decisiones, buscando un equilibrio en las tres dimensiones (económica, social y ambiental) bajo las cuales se realizó la evaluación.

2.14 Análisis de equidad – acuerdos actores

Como se ha desarrollado, en principio se cuentan con actores sociales y políticos dentro de la búsqueda de la mejor opción de gestión integral de los residuos sólidos en la ciudad de Latacunga. Cada uno de ellos tienen posturas similares y diferentes entre sí. El objetivo de este apartado es desarrollar un análisis de cada uno de los actores involucrados en donde se plasma su postura frente a las alternativas analizadas.

En el análisis se evalúan de forma cualitativa cada una de las alternativas en función a los intereses y objetivos de cada actor involucrado en la problemática planteada. El objetivo de este ejercicio es mostrar e identificar los posibles acuerdos en cuanto a concordancias en las posturas y apreciaciones de los grupos analizados al momento de seleccionar una de las alternativas de GIRS que tiene mayor preferencia. Esto analizado desde la línea base que es el sistema actual (botadero a cielo abierto) que predomina en la ciudad y que paradójicamente ciertos actores lo respaldan.

A partir del conocimiento adquirido en función al trabajo de campo realizado durante esta investigación, es posible identificar las posibles coaliciones y trabajo en conjunto que se han planteado varios actores sociales con sus pares políticos. Es decir, entre la sociedad y las autoridades locales, que son quienes tienen a su cargo la toma de decisiones respecto a la gestión adecuada de los residuos sólidos en la ciudad.

Evaluación de las alternativas por parte de los actores

El actor social más importante identificado es el **Barrio Inchapo**, el cual es un barrio que aproximadamente tiene 40 familias, en esta zona se ubica el actual botadero de basura a cielo abierto de la ciudad. Desde la perspectiva de los moradores tienen como prioridades la

minimización de los impactos negativos del botadero de basura actual. En donde uno de sus principales planteamientos es que se desarrolle algún proyecto que cristalice una gestión integral de los RS de la ciudad.

La población aledaña al botadero de basura está consiente que la ubicación del sitio de disposición no cambiará en muchos años, por lo que, a partir de las implicaciones de cada alternativa, las cuales fueron socializadas por el investigador, consideran al relleno sanitario y la planta de tratamiento para generar energía como las mejores alternativas de GIRS. Sobre todo, esta última llamó mucho la atención del barrio en el sentido que la posible generación de energía que puede ser usada en las calles perimetrales al botadero de basura las cuales no cuentan con alumbrado público en la actualidad. Adicionalmente, uno de los objetivos de este actor es ser considerado para la toma de decisiones que resulten de ejercicios participativos entre la comunidad y las autoridades de la ciudad y no como se han venido manejando hasta ahora que es la imposición.

Posteriormente el **Gobierno Autónomo Descentralizado de Latacunga** quien es la principal autoridad local que tiene la competencia de la gestión de los RS de la ciudad, mira con buenos ojos las actividades que se realizan en la actualidad frente a esta temática. Desde su máxima autoridad periodo (2015 - 2019) al cual se tuvo acceso y se lo entrevistó, en su visión tenía grandes proyectos para con el sitio actual de disposición de RS. Sin embargo, no han podido cristalizarse o definirse por lo que una de las mejores opciones para esta entidad en la realización de un relleno sanitario, el cual se encuentra en investigación y asesoramiento de la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME).

Las acciones del GAD Latacunga tienen mucho que ver con lo que realiza la **Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del cantón Latacunga (EPAGAL)**, quien es el principal organismo administrativo y técnico para el manejo de los RS del cantón. Desde su postura están realizando las acciones de gestión de la basura de forma adecuada, mencionan que han impulsado varios proyectos que tendrán impactos positivos dentro de la población. Es decir, dentro de su misión es la empresa encargada de realizar la gestión integral de desechos sólidos domiciliarios comunes no peligrosos y hospitalarios, enmarcado a lo dispuesto en las normas ambientales y

demás regulaciones establecidas para el servicio de aseo, con ello mantener el cantón Latacunga limpio y entregar a la ciudadanía un entorno agradable para convivir de acuerdo a los recursos existentes.

Precisamente, enmarcado en los objetivos desde su misión consideran que el sistema actual, el botadero a cielo abierto controlado es una mejora sustancial a lo que tenía la ciudad previamente. Así mismo, desde su máxima autoridad la cual considera que la mejor opción para la ciudad es la consecución del relleno sanitario. Sin embargo, esta idea continúa en proyecto y no se presenta una solución viable en el corto plazo. Situación que para los moradores de Inchapo es fundamental y urgente.

Los **recicladores** también son actores clave dentro de esta problemática, para ellos la alternativa que los deje seguir trabajando será la que mas apoyo tenga. Este es un grupo de personas que tiene objetivos y planteamientos claros dentro de los cuales están: obtener recursos económicos derivados de su trabajo en el botadero de basura, maximizar sus utilidades y mejorar su calidad de vida. Es indudable que también es un grupo vulnerable ya que trabajan bajo su propio riesgo, sin ninguna medida de protección, que para ese tipo de trabajo es primordial.

En la actualidad es una asociación de recicladores quien tiene un acuerdo con la EPAGAL para realizar las labores en el sitio de disposición actual. Sin embargo, esto ha generado un sin número de conflictos con los miembros de la comunidad debido principalmente a que escasas personas que pertenecen a Inchapo se benefician de estas actividades.

Desde la perspectiva laboral la alternativa que mayores oportunidades les brindará es la del relleno sanitario. Sin duda, lo viable es que la mayor fuerza laboral sea de la población que en la actualidad se lleva todas las externalidades negativas. Esto solo se llevará a cabo con una organización adecuada, en donde los lideres tengan como meta el beneficio de la comunidad y no como actualmente trabajan quienes lideran la asociación de recicladores en la actualidad. Más adelante, la **población asentada en la zona urbana**, a partir del sondeo realizado en primera instancia no están de acuerdo con la gestión realizada con los RS de la ciudad, consideran, además, que existen falencias en el ámbito organizacional entre las autoridades

quienes lideran este sistema. Desde su perspectiva les llama mucho la atención la opción de tener en la ciudad una planta de tratamiento para generar energía, por lo que brindaron su apoyo a esta alternativa por delante del relleno sanitario.

La **población que habita las parroquias rurales** de la ciudad es bastante indiferente a la GIRS que necesita la ciudad. Desde su perspectiva no cuentan con el total apoyo de las autoridades frente a esta problemática. En muchas parroquias rurales el servicio de recolección es escaso lo que genera que la población que habita en estos espacios opte por quemar sus desperdicios. Situación que no es viable desde el punto de vista ambiental, sin embargo, al ser pequeñas cantidades de emisiones se da por normal estas acciones en el “campo”. Son prácticas que de acuerdo a la población de zonas rurales las realizan desde muchos años atrás.

Latacunga cuenta con 10 parroquias rurales, en donde el 49% de la población del cantón vive en estas áreas. La calificación desde algunos de los moradores de estas parroquias es que la situación actual sobre la ubicación del sitio de disposición y la existencia de un botadero a cielo abierto no les parece ni bueno ni malo. La alternativa más atractiva pero no por mucho es un relleno sanitario, siendo casi indiferentes a las otras alternativas planteadas.

Finalmente, para cerrar la apreciación y evaluación de los actores involucrados en la búsqueda que la mejor alternativa de GIRS para la ciudad de Latacunga, se encuentra el **Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE)**. El MAE es el máximo organismo en materia de ambiente con la que cuenta el Ecuador. Entre sus objetivos se encuentra el diseñar e implementar un plan nacional de gestión integral de residuos sólidos sustentado en el fortalecimiento de los servicios de aseo, aprovechamiento de residuos y disposición final bajo parámetros técnicos.

También está llamado a implementar la gestión integral de desechos peligrosos y especiales, aplicando el principio de responsabilidad extendida del productor e importador, potenciando el reciclaje sustentable. No obstante, su gestión frente a los RS ha quedado al margen desde que los GAD tienen la competencia sobre la basura que se genera en sus ciudades. Adicionalmente, dentro de sus actividades debe asesorar y brindar el control necesario a ciudades que aun cuenten con botaderos a cielo abierto como es el caso de Latacunga.

Su principal interés se centra en el cierre de este tipo de sitios de disposición y la implementación de una celda emergente, con el fin de mitigar los efectos negativos para la población cercana a estos lugares. Desde la legislación ecuatoriana el fin último para una GIRS es contar con rellenos sanitarios, por lo que para este organismo esa es la alternativa que mejor evaluada se encuentra. Por otro lado, la alternativa de la planta de tratamiento para generar energía no ha sido estudiada a nivel nacional por lo que no cuenta con el respaldo de la autoridad nacional de ambiente. La evaluación de las alternativas a cargo de los distintos actores se encuentra plasmada en la matriz de equidad presentada en la tabla 5.3.

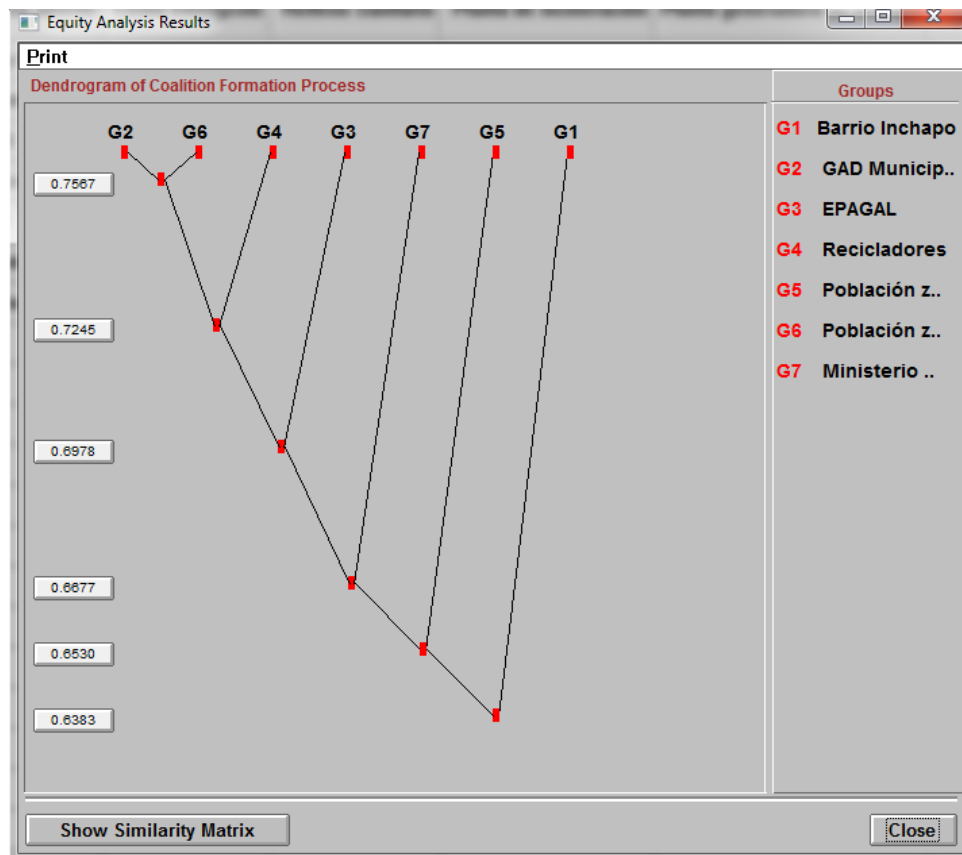
Tabla 0.3. Matriz de equidad. Actores - alternativas

Actor	A. Botadero a cielo abierto (escenario actual)	B. Celda emergente	C. Relleno sanitario	D. Planta de incineración	E. Planta generadora de energía
Barrio Inchapo (G1)	Extremadamente malo	Malo	Bueno	Más o menos bueno	Muy bueno
GAD municipal de Latacunga (G2)	Moderado	Más o menos bueno	Bueno	Más o menos bueno	Moderado
Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del cantón Latacunga – EPAGAL (G3)	Bueno	Bueno	Muy bueno	Moderado	Malo
Recicladores (G4)	Más o menos bueno	Moderado	Bueno	Más o menos malo	Más o menos malo
Población que habita en zonas urbanas (G5)	Malo	Más o menos bueno	Moderado	Más o menos bueno	Bueno
Población parroquias rurales (G6)	Moderado	Moderado	Más o menos bueno	Moderado	Moderado
Ministerio del Ambiente (G7)	Muy malo	Moderado	Bueno	Moderado	Moderado

Fuente: Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

Finalmente, desde el análisis de la matriz de equidad presentada anteriormente, se puede detallar las posibilidades de convergencia de intereses entre varios de los actores analizados previamente. En la figura 5.5 se puede apreciar la distancia de posiciones de los diferentes grupos de interés.

Figura 0.5. Dendrograma de coaliciones



Fuente: NAIADE - Datos tomados del trabajo de campo e investigativo

En función a los supuestos y modelación efectuada, se puede mencionar que existe una primera coalición con un alto nivel de credibilidad (≈ 0.76) se da entre el GAD municipal y la población de zonas rurales, que puede ser entendida por la convergencia en su apreciación de indiferencia para con la alternativa actual (botadero de basura a cielo abierto).

Más adelante se incorporan actores como los recicladores cuando el índice de credibilidad es (≈ 0.73) en cuanto a la similitud de los intereses. Posteriormente se alinean los demás actores hasta que el índice de credibilidad es cercano a 0.64 y con gran participación del barrio Inchapo,

donde la coalición se centra en la alternativa del relleno sanitario, la cual tuvo mayores aportes positivos por parte de todos los actores que forman parte del análisis.

Si se profundiza el análisis de algunos de los grupos considerados para el estudio desde el punto de vista de la justicia ambiental, tal y como lo plantea Taylor (2014) han existido y seguirán existiendo un marcado cambio en las respuestas de las minorías a las desigualdades ambientales. A partir de la cual, poblaciones minoritarias vincularon el entorno con desigualdades sociales, lo que puede representar el caso de las 40 familias que conforman el barrio Inchapo, lugar donde se asienta el botadero de basura a cielo abierto.

Lo que existe en la actualidad en la zona donde se ubica el sitio de disposición de la ciudad de Latacunga puede ser considerada una desigualdad ambiental, que afecta directamente a grupos minoritarios. Por un lado, los recicladores de base que no tienen ninguna norma de bioseguridad al realizar sus actividades en el sitio y por otro la población residente en el barrio Inchapo que ya ha tenido que vivir y sobrellevar este problema por 20 años.

Por lo tanto, su sentir y participación deben ser evidenciados para la formación de colaciones y así obtener una alternativa adecuada de GIRS que no solo los beneficie a ellos, sino, indirectamente a toda la población de Latacunga. Sin embargo, para ello es importante la participación de actores políticos como el MAE y el GAD de Latacunga, técnicos como la EPAGAL y sociales como colectivos y la población en general con el fin último de buscar el bienestar de los ciudadanos, tratando de disminuir las desigualdades económicas, sociales y ambientales.

Capítulo 6

Conclusiones

En este apartado además de las conclusiones obtenidas en el trabajo de la tesis, se desarrolla un compendio de ideas en las cuales se plasman las oportunidades y desafíos alrededor del sistema de gestión integral de residuos sólidos que necesita la ciudad de Latacunga. Es claro que los residuos sólidos urbanos o comúnmente llamada basura requiere una serie de aspectos y articulación gobierno local - ciudadanía para obtener resultados positivos.

En el Ecuador la competencia de la gestión de residuos está a cargo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados cantonales. Estas son las instituciones que deben garantizar un tratamiento adecuado por el bien de la ciudadanía en general, pero principalmente por la población aledaña a los sitios de disposición. Históricamente, los grupos poblaciones generalmente de las zonas periurbanas y rurales donde son ubicados los botaderos de basura a cielo abierto y rellenos sanitarios han sufrido las externalidades negativas por estas actividades.

La máxima autoridad nacional ambiental, el MAE, es la institución llamada a brindar soporte y asesoramiento a las municipalidades, buscando siempre precautelarse el bienestar de la población y el medio ambiente. Son actores que deben trabajar en conjunto a fin de cristalizar ideas positivas para una adecuada gestión de los residuos sólidos. Una de las principales funciones de la autoridad ambiental nacional es concretar el cierre de todos los botaderos a cielo abierto del país, que por su funcionamiento o mal funcionamiento son considerados crímenes ambientales. Los cuales ya no deben existir en ningún cantón del país, en contraposición a ello, se deben identificar alternativas altamente viables desde las esferas económica, social, ambiental y técnica. Se torna necesario explorar opciones eficientes, eficaces y sostenibles que garanticen una gestión integral y no simplemente cumplir requisitos que probablemente surgen desde los escritorios.

Para ello el trabajo comunitario y con la ciudadanía es fundamental, es decir, crear espacios en donde se consideren puntos de vista y apreciaciones desde distintos sectores de la sociedad. En especial las voces que deben ser escuchadas son las de las poblaciones cercanas a la ubicación de los sitios de disposición de los desechos sólidos, ya que ellos son los más vulnerables frente a la

ubicación y un manejo ineficiente durante la parte final del proceso de gestión de la basura. La participación de este tipo de actores es importante con el fin de realizar ciertos mecanismos de compensación por la presencia de los sitios de disposición de residuos en su territorio, que pueden enfocarse directamente en el ámbito laboral local.

Es fundamental que las autoridades piensen que para cualquier alternativa de GIRS que se decida realizar, la mano de obra en los sitios de disposición en su mayoría sea de poblaciones cercanas. El tema del reciclaje debe manejarse de forma transparente y organizada, ya que como se pudo observar dentro de la investigación para la realización de este trabajo, las asociaciones de reciclaje que funcionan en la actualidad en el botadero a cielo abierto en Latacunga dejan más dudas mas que certezas sobre su administración. Lo primero que llama la atención es que de alrededor de los 60 recicladores únicamente el 10% pertenecen a Inchapo, que es el lugar donde se asienta el botadero a cielo abierto de la ciudad.

A partir de la Evaluación Social Multicriterio realizada para determinar la mejor alternativa de GIRS para la ciudad de Latacunga, se establecieron distintas herramientas metodológicas en las cuales intervinieron diversos actores insertos en la problemática de los residuos sólidos. Lo importante fue considerar la apreciación de distintos grupos desde sus diferentes ámbitos de intervención. Es decir, a partir de la participación de la sociedad se identifique en función a criterios económicos, sociales y ambientales la alternativa que la ciudad necesita.

Latacunga al ser una ciudad relativamente pequeña con alrededor de 200 mil habitantes, produce alrededor de 115t de RSU y 150t en total, si se incluyen los residuos industriales y sanitarios. Desde este punto de partida, se ha podido constatar que la ciudad ha mejorado en varios aspectos que involucran el manejo de los residuos sólidos. Es palpable la gestión de la EPAGAL, quien es la empresa encargada de la gestión de los desechos que produce la ciudad, siendo uno de sus objetivos mantenerla limpia. Se han mejorado en aspectos como en la cobertura al total de la zona urbana y parte de la rural, también en la inversión realizada para adquirir contenedores de basura y vehículos de carga para mejorar la recolección de los RSU.

No obstante, la gestión queda debiendo en cuanto al tratamiento que se le da los desechos sólidos que producen los latacungueños. Prácticamente es un tema que solo está en sus manos ya es una de las razones de su existencia. En este sentido, es fundamental que las autoridades cambien el panorama actual, sin duda, se requerirá de una inversión considerable y de estudios técnicos acertados para determinar el sistema que reemplace al botadero a cielo abierto que funciona en la actualidad.

Se conoció de primera mano que en la actualidad se encuentra en estudios la consecución de un relleno sanitario para la ciudad, sin embargo, se llevan varios años esperando los resultados. EPAGAL es una empresa que maneja un presupuesto de alrededor de 6.5 millones de USD anuales (2018) que su mayoría es financiada con los aportes de las tasas de recolección que pagan los latacungueños. Es una empresa autosuficiente que no depende de alguna otra entidad pública. En tal virtud, está en la capacidad cubrir los costos que demande la realización de la mejor alternativa de GIRS para ciudad. Es decir, ya sea para concretar un crédito que permita la cristalización de la infraestructura o canalizando adecuadamente sus gastos de inversión que para el año 2018 fueron alrededor de 500 mil USD para obras en el actual botadero de basura. Esta fue una de las razones para no incluir en la dimensión económica algún criterio como el costo de inversión de las alternativas planteadas, ya que el fin último no es elegir la menos costosa sino la mejor. La mejor desde la perspectiva de la sostenibilidad, en la cual confluyan de manera equilibrada las esferas económica, social, ambiental y técnica.

Para el desarrollo de este trabajo fue fundamental la intervención y apreciación de la ciudadanía de zonas urbanas, periurbanas y rurales. Los primeros tienen más claridad sobre las implicaciones que conlleva tener en la actualidad un sistema alrededor de un botadero a cielo abierto. Su principal preocupación radica en los posibles vectores de contaminación que resulten de este tipo de infraestructuras, en donde los principales afectados son las personas que viven cerca al mismo y el medio ambiente, el cual lo compartimos todos. Dentro de su argumentación es visible la falta de gestión y organización de varias autoridades sobre la problemática en mención, así como también están conscientes que toda GIRS nace desde los hogares, en donde ellos son los protagonistas.

Fue importante conocer que entre los consultados de la zona urbana alrededor del 46% clasifica la basura desde los hogares, sin embargo, no existen contenedores diferenciados para colocarlos de forma adecuada. Lo que resulta que al final de la cadena se unifiquen nuevamente los desechos. Así mismo, desde quienes no practican estos hábitos, que, dicho sea de paso, es la mayoría de la población, están dispuestos a colaborar con las autoridades para cambiar esta realidad. Lo que demandan es capacitación para realizar este proceso de forma más eficiente y ayudar a que la ciudad esté más limpia.

Por otro lado, es algo desalentador la falta de participación e interés sobre el tema de los residuos sólidos por alguna parte de la población que habita en zonas periurbanas o rurales. Desde su perspectiva no se encuentran totalmente visibilizados por parte de las autoridades para con los temas relacionados al tratamiento de los desechos. Como se explicó en algunos pasajes anteriores, ellos optan por quemar su propia basura y en casos mas extremos disponerlas en sitios no adecuados como quebradas y laderas. Este es un llamado de atención tanto para la población como para las autoridades, que desde el punto de vista del GAD Latacunga y la EPAGAL esta situación está cambiando, y confiamos que sea así.

Uno de los actores fundamentales de esta problemática son los moradores del barrio Inchapo que como sabemos es el lugar en donde se encuentra ubicado el botadero actual. Sí, en una zona de alrededor de 40 familias (+- 160 personas) se receptan los desperdicios de aproximadamente 40 mil familias. Desde el punto de vista de la justicia ambiental esta situación no es adecuada ni justificada. Es por ese motivo, que este actor social tiene mucha participación e influencia dentro de la investigación. Se conoció de primera mano que la población tiene un poco de conciencia sobre su situación actual, sin embargo, la falta de articulación y comunicación con las autoridades locales no les permite conocer los impactos negativos de la presencia del sitio de disposición de la ciudad dentro de sus inmediaciones. Por lo que fue deber del investigador socializar las varias implicaciones del modelo actual y de las otras alternativas planteadas.

El objetivo de esta investigación fue analizar el desempeño socio-económico, ambiental y técnico de varias opciones de gestión de residuos en la ciudad de Latacunga. Mismo que se consolidó a partir de las apreciaciones y participación de varios de los actores en el desarrollarlo de criterios e

indicadores para evaluar la mejor alternativa de GIRS desde la óptica de una EMCS. Las alternativas evaluadas fueron: Botadero a cielo abierto (modelo actual), Celda emergente, Relleno sanitario, Planta de incineración y Planta de tratamiento para generar energía.

Fue fundamental el aporte de expertos en la GIRS, quienes mediante a su experiencia ayudaron al investigador a evaluar indicadores de una manera más técnica. Los mismos que reflejan un desempeño adecuado para cada una de las alternativas planteadas. Mediante el software NAIADE se obtuvo que la alternativa que satisface las necesidades de la sociedad y autoridades de la ciudad es el relleno sanitario. Sin embargo, no tuvo resultados robustos cuando se manipuló el factor de compensación, lo que significa que esta alternativa fue fácilmente compensable frente al planta de tratamiento para generar energía, la cual fue la segunda opción mejor calificada de acuerdo al modelo inicial (default – sin compensación).

Para esta última alternativa una de sus principales desventajas radica en la falta de información y experiencias exitosas a nivel nacional. Desde un conceso con la población aledaña al sitio de disposición esta fue la alternativa que más entusiasmo les causó, ya que la energía producida puede ser utilizada para dotar de alumbrado público alrededor del sitio de disposición que en la actualidad no lo tiene. Con la cantidad de procesamiento de residuos sólidos que potencialmente tiene la ciudad en la actualidad, 150t/día en donde el 60% es orgánico y 40 inorgánico, una supuesta planta generadora de residuos a partir de la biomasa produciría alrededor de 21 mil kW/día, lo que alcanzaría para dotar de electricidad aproximadamente a 7 hogares.

Esta cifra no resulta muy significativa versus la inversión de la misma. No obstante, se puede aprovechar los beneficios que presenta esta alternativa como la clasificación y reciclaje eficiente en donde la empresa que maneja los residuos sólidos puede salir beneficiada y generar ahorros, si se consigue devolver a la cadena productiva plástico, vidrio, papel, cartón o metal que se logre recuperar. Es claro también que esta alternativa requiere un mayor volumen de desechos para ser procesados, aquí podrían realizarse alianzas estratégicas con los cantones vecinos a partir de las cuales se recepten sus desechos orgánicos para el aprovechamiento energético.

Sin duda alguna, no se debe perder de vista esta alternativa que dará mucho de qué hablar en el futuro cercano a nivel nacional, ya que a nivel internaciones se pueden contabilizar muchas experiencias exitosas, como en el Reino Unido, Italia y varios países más de la Unión Europea. Por otro lado, los beneficios y ventajas por las que el relleno sanitario tuvo mejores calificaciones radican en la fuerza laboral que se requiere para su funcionamiento, en donde sus principales actores pretenden ser varios de los moradores del barrio Inchapo que actualidad viven del subempleo o desempleo. Lo cual aportará sin ninguna duda a manejar un buen tejido social entre la comunidad, que en la actualidad se encuentra friccionado.

También, es una alternativa viable desde el punto de vista ambiental al minimizar las emisiones de GEI y el nivel de olor comparado con el sistema actual, finalmente tuvo una mejor valoración a nivel de paisaje, el cual se ha visto seriamente afectado por la acumulación y desorden del modelo actual. Es importante acotar que para cualquiera de las dos alternativas mejor puntuadas es importante la minimización de riesgos en la afectación a la salud de la población aledaña y por ende a quienes laboren en sus inmediaciones, los cuales requerirán indumentaria industrial apta para el cumplir a cabalidad su trabajo. En tercer lugar, en las condiciones iniciales se ubicó la alternativa de una celda emergente, siendo una opción temporal y que no difiere en mayor medida del sistema actual. Debajo de esta, se ubicó la planta de incineración cuya mayor implicación negativa fue la cantidad de emisiones de CO₂ que genera el proceso de combustión de los residuos sólidos sin ningún tratamiento o aprovechamiento previo.

Finalmente, lo que arrojaron los resultados fue desde la perspectiva social, económica, ambiental y técnica la peor alternativa es la que se tiene en la actualidad. La cual se ubica en el descontento de muchos de los actores que intervinieron en la problemática. Han sido 20 años aproximadamente que lleva vigente este modelo equívoco del manejo de los residuos sólidos, que ya amerita un cambio urgente. Principalmente genera externalidades negativas a las personas que viven en ese territorio. Adicional a ello, genera grandes cantidades de GEI, es un potencial riesgo de contaminación a cuerpos de agua que se encuentran a 1 km de distancia debido a su tiempo de operación sin ningún control. También, ha debilitado el tejido social comunitario y tampoco brinda todas las seguridades necesarias para los recicladores que laboran en sus inmediaciones.

Por todo lo expuesto y en miras al futuro de la GIRS en la ciudad de Latacunga y de otras ciudades que presentan estos tipos de inconvenientes, es primordial y enérgicamente necesario un cambio del modelo. Es momento que se visibilice y se afronte responsablemente los temas relacionados al metabolismo urbano, ya que es un tema que está presente desde que surgimos como sociedad y lo seguirá estando. Sobre todo, es de vital importancia ayudar al planeta, con alternativas sostenibles, en vista que la sociedad y el medio natural se encuentran seriamente debilitados.

La EMCS puede resultar una herramienta valiosa al momento de la toma de decisiones, precisamente porque no se centra en el tecnicismo y análisis incompletos que solo pueden precautelar lo económico o intereses políticos. Si no mas bien abre las puertas para que varios actores sociales y ambientales puedan intervenir y formar parte de procesos participativos frente a propuestas en donde la internalización de las externalidades es subjetiva. Sin duda alguna, este tipo de herramientas tiene dificultades durante el proceso de construcción relacionadas a obtener los aportes de todos grupos con intereses en juego. Para este estudio en particular, la mayor dificultad fue tener una visión clara desde los recicladores, siendo ellos un actor fundamental en la problemática. Ellos son un grupo poblacional muy reservado y con mucho interés dentro del sistema y de la economía que resulta de los RS. Se pudo observar mucho hermetismo y desconfianza desde algunos de sus representantes. Es decir, son situaciones sociales complejas que con este tipo de evaluaciones su sentir puede ser considerado, sin embargo, aquí no fue posible en su totalidad.

Por otro lado, existieron muchas fortalezas y oportunidades durante todo el proceso de la investigación y el desarrollo de la EMCS. La apertura de los moradores del barrio Inchapo y la predisposición de las autoridades de la EPAGAL, fueron algunas de ellas, es decir, los dos actores fundamentales dentro de la investigación. El trabajo de campo es importante para entender cualquier realidad social y más aun cuando se investiga una problemática muy de cerca. En tal sentido, ejercicios como la EMCS deben replicarse en varias esferas y temáticas a lo largo y ancho del país y del planeta con el fin último de obtener resultados y aportes que apalanquen alternativas sostenibles cuando la sociedad y la naturaleza estén de por medio.

Mientras transcurría la investigación surgían más dudas que respuestas frente a elementos que giran alrededor de los RS. Sin duda alguna, la importancia de la separación, reutilización y reciclaje desde los hogares se torna fundamental para lograr una GIRS. Con ello se logra una minimización de los potenciales RS que llegarán a los sitios de disposición, haciendo más eficiente su tratamiento o aprovechamiento final. Así mismo, alternativas de compostaje dentro del sitio de disposición y en los hogares también son viables, con ello la generación de abono orgánico resulta beneficioso desde un ámbito familiar y local, es decir, dentro de estas dos escalas pueden aportar positivamente a iniciativas como huertos urbanos, por ejemplo. Muchos son los tópicos que surgen del estudio de los RS que pudieron haberse incorporado en esta tesis, por lo que merecen un análisis futuro.

Para la selección de alternativas sostenibles es de vital importancia procesos de participación en donde la sociedad se active y tome protagonismo en la toma de decisiones. Las comunidades, pueblos, recintos y en general todo asentamiento considerado vulnerable deben ser consultados previo a la realización de cualquier actividad que los ponga en riesgo, en este caso la ubicación de un sitio de disposición de residuos sólidos. Si se articulan ideas positivas con la participación de actores sociales, ambientales, económicos y políticos de seguro los resultados serán alentadores, ya que todos somos parte del problema y por ende podemos aportar a la solución.

Anexos

Guía entrevista para actores involucrados en la gestión de residuos sólidos en Latacunga Dirigente EPAGAL y alcalde de Latacunga

Generación

¿Cuál es la producción diaria de basura en el cantón?

¿Cuál es la producción per cápita de residuos domiciliarios urbana y rural?

¿Cuál es la composición de la basura en términos de orgánica/ inorgánica?

Según su criterio, ha aumentado o disminuido la generación per cápita

Según su criterio, los habitantes de Latacunga se preocupan de los problemas relacionados con la gestión de residuos

Según su criterio, la población estaría dispuesta a reducir y separar sus desechos previa la entrega al municipio

¿Cuál es el precio y la forma de cobro por el servicio de recolección de desechos?

Administración de la empresa

¿Cuál es la fecha de conformación de EPAGAL, qué tipo de empresa es y cómo funciona actualmente?

¿Qué actividades tiene a su cargo?

¿Qué presupuesto maneja la empresa?

¿Qué ingresos percibe y qué actividades realiza?

¿Cuántos trabajadores tiene la empresa?

¿Cómo está distribuida actualmente la gestión de residuos entre EPAGAL?

Según su criterio, es sostenible, la forma de administración que se le da a EPAGAL

Recolección

Frecuencia

Cobertura central

Cobertura periférica/ parroquias

Aseo de calles

Ausencia de depósitos informales

Transporte diario

Tratamiento

Existe algún tratamiento de RSU

Existe algún tratamiento de desechos biopeligrosos

Existe algún tratamiento de desechos industriales

Disposición final

Sitio de disposición final

Tiempo de vida útil

Sistema de gestión de RS
Vectores de contaminación
Tratamiento de lixiviados
Maquinaria adecuada
Personal protegido
Acuerdos con la comunidad aledaña
Planes de recuperación ambiental del área
Costo de t de desechos depositado
Disposición final adecuada de desechos sanitarios
Disposición final adecuada de desechos industriales
Disposición final de escombros
Organizaciones y empresas que trabajan formalmente en desechos
Recicladores
Número de trabajadores formales
Cuántas personas se dedican a esta actividad
Es una actividad permitida

Iniciativas para la separación en la fuente

Iniciativas de manejo de residuos en la generación
Iniciativas de separación de residuos en la generación
Recuperación de desechos en los sitios de transferencia/ disposición final
Cantidad de desechos recuperados: reciclaje, compostaje
Planes, programas o proyectos en torno a la gestión de residuos sólidos.
Iniciativas sobre RS para el nuevo periodo.

Dirigente comunitario Inchapo

Ubicación geográfica Inchapo
Problemas sociales, ambientales, sanitarios
Beneficio económico
¿Algún beneficio para la comunidad?
Percepciones de la vida comunitaria a partir del funcionamiento del botadero
¿Qué tipo de propuestas tienen frente al botadero a cielo abierto en la zona?
Participación comunitaria en la toma de decisiones
Situación de los recicladores
Situación de los Perros / plagas
Relación campo ciudad
Aspectos técnicos
Expectativas futuras

Encuesta de percepción de la gestión de los residuos sólidos en Latacunga

Percepción Gestión de Residuos Sólidos en Latacunga

Percepción Gestión de Residuos Sólidos en Latacunga

Género *

- Mujer
- Hombre
- GLBTI

Edad *

Texto de respuesta corta

¿Usted reside en la ciudad de Latacunga? *

- Sí
- No

¿En cuál parroquia usted reside actualmente? *

- La Matriz
- Ignacio Flores
- Juan Montalvo
- Eloy Alfaro
- San Buenaventura
- Aláquez
- Belisario Quevedo

- Guaytacama
- Joseguango Bajo
- Mulaló
- 11 de Noviembre
- Poaló
- San Juan de Pastocalle
- Tanicuchí
- Toacaso

¿Cuál es su nivel de educación máximo alcanzado? *

- Primaria
- Técnico superior
- Universitario
- PHD - Doctorado

¿De cuántos miembros se conforma su hogar? *

Texto de respuesta corta

⋮

De acuerdo a su estimación ¿Qué cantidad de residuos en kg genera su hogar al día? *

- 0 a 1Kg
- 1,1 a 3Kg
- 3,1 a 5Kg
- Más de 5Kg

¿En su hogar clasifica la basura? *

- Sí
- No

...

Si su respuesta es SI, ¿A quién entrega los residuos recuperables?

- Recicladores
- Organizaciones
- Empresa que presta el servicio de aseo
- Otra...

¿Con qué frecuencia entrega sus residuos recuperables?

- Una vez por semana
- Dos veces por semana
- Tres veces por semana
- Otra frecuencia ¿Cuál?

¿Cuál es la razón principal por la que usted no clasifica? *

- No confía en el sistema de recolección de basura (los residuos son agrupados nuevamente)
- No conoce los beneficios
- No hay contenedores específicos para cada tipo de residuo
- No le interesa
- No sabe clasificar

¿Estaría dispuesto/a a realizar alguna acción (clasificar, reciclar, reutilizar) sobre los residuos que usted genera? *

- Sí
- No

¿Cómo califica el servicio de aseo domiciliario durante el año 2018? *

- Bueno
- Regular
- Malo

¿Cómo califica el servicio de aseo en el espacio público (vías, separadores, parques) de la ciudad de Latacunga durante el año 2018? *

- Bueno
- Regular
- Malo

⋮

Al momento de disponer los residuos sólidos en la ciudad. ¿Existen contenedores adecuados para la disposición de cada tipo? *

- Sí
- No

Según su criterio ¿Cuál de los siguientes residuos se genera en mayor volumen en la ciudad? *

- Orgánicos
- Papel - cartón
- Vidrio

⋮

¿Usted cree que en Latacunga existe una gestión integral de residuos sólidos? *

- Sí
- No

En general y en una calificación del 1 al 10, ¿Cómo considera usted que funciona la gestión de residuos sólidos en Latacunga? *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
peor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	mejor

¿Qué problemas percibe en la gestión de residuos sólidos de la ciudad? *

Texto de respuesta larga

De acuerdo a su criterio, ¿En dónde se genera mayor cantidad de residuos? *

- Zona Urbana
- Zona Rural

¿Dónde cree usted que debe estar el lugar de disposición de los residuos sólidos de la ciudad? *

- Centros poblados
- Zonas periurbanas
- Alejado de los centros poblados
- No sabe

¿Conoce dónde actualmente es el sitio de disposición de los residuos en la ciudad? *

- Sí
- No

Si su respuesta a la pregunta anterior fue afirmativa, ¿Le parece adecuado?

- Sí
- No



¿Qué le preocupa sobre el manejo del botadero de basura?

Texto de respuesta larga

A su parecer ¿Cuál es la mejor alternativa para la gestión integral de residuos sólidos en Latacunga? *

- Botadero a cielo abierto
- Celda emergente
- Relleno Sanitario
- Planta de incineración
- Planta generadora de energía
- Otra...

Lista de siglas y acrónimos

ACB: Análisis costo beneficio

AMC: Análisis Multicriterio

AME: Asociación de Municipalidades del Ecuador

CE: Comisión Europea

COA: Código Orgánico del Ambiente

CRS-C: Centro de rehabilitación social Cotopaxi

EMCP: Evaluación Multicriterio Participativa

EMCS: Evaluación Multicriterio Social

EIA: Evaluación de impacto ambiental

EMGIRS: Empresa Metropolitana de Gestión de Integral de Residuos Sólidos

ENEMDU: Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo

EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos

EPAGAL: Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental de Latacunga

FLACSO: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

GAD: Gobiernos Autónomos Descentralizados

GEI: Gases de efecto invernadero

Gg: Giga gramos

GRS: Gestión de los Residuos Sólidos

GIRS: Gestión Integral de los Residuos Sólidos

IAV: Instituciones articuladoras de valor

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador

MMAA: Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia

MCDA: Multiplecriteria Decision Aid

MCDM: Multicriteria Decision Making

NAIADE: Enfoque original sobre los entornos imprecisos de evaluación y decisión

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PMA: Plan de manejo ambiental

PDOT: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial

RS: Residuos sólidos

RSU: Residuos sólidos urbanos

SCA: Sistemas complejos adaptativos

SUT: Sistema único de trabajo

TULSMA: Texto Único de Legislación Secundaria Medio Ambiental

VAN: Valor actual neto

Lista de referencias

- Agüero, A.A., M. Carral, J.J Sauad, y Yazlle L.L. 2005. «Aplicación del método de valoración contingente en la evaluación del sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Salta, argentina.» *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 37-44.
- Agovino, Massimiliano, Marcella D'Uva, Antonio Garofalo, y Katia Marchesano. 2018. «Waste management performace in Italian provinces: Efficiency and spatial effects of local governments and citizen action.» *Ecological Indicators* 680-695.
- Agovino, Massimiliano, Maria Ferrara, y Antonio Garofalo. 2016. «An exploratory analysis on waste management in Italy: A focus onwaste disposed in landfill.» *Land Use Policy* 669-681.
- André, Francisco, y Cerdá Emilio. 2006. «Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas.» *Cuadernos Económicos de ICE* 71-91.
- Aponte, Freddy. 2007. «La sustentabilidad urbana en las ciudades.» *Boletim Goiano de Geografia* 11-33.
- Armijo, C. 2005. «El manejo de los residuos sólidos municipales bajo una visión de responsabilidad compartida.» *Memorias del V Foro de consulta pública sobre "El manejo responsable e inteligente de los residuos domésticos, industriales y urbanos en Ensenada"*. Ensenada.
- Aulaga Asociacion. 2015. *Aulaga: Educación Ambiental y Ecología social*. Último acceso: 24 de Agosto de 2018. <https://aulagaasociacion.wordpress.com/>.
- Banco Mundial. 2009. *Proyecto Nacional de Gestión de Residuos Sólidos (PNGRS)*. Informe, Bogotá: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de Colombia (MAVDT).
- Baumgärtner, Stefan. 2003. «Isecoeco.» *International Society for Ecological Economics Internet Encyclopaedia of Ecological Economics* . Último acceso: 8 de Octubre de 2018. <http://isecoeco.org/pdf/entropy.pdf>.
- Blanco, Jhonatan, y Frankling Briceño. 2005. *Diseño de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Hospitalarios y Similares en el Municipio de Arauca, Capital*. Tesis pregrado, Arauca: Universidad Nacional de Colombia.
- Bonilla, Mario, y Diego Núñez. 2012. *Evaluación de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de la Ciudad de Logroño*. Tesis de maestría, Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.

- Bravo, Hector. 2011. «Cepal.» *La economía del cambio climático e impactos sociales: métodos y técnicas de análisis*. Último acceso: 10 de Octubre de 2018.
https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/03_analisis_costo_beneficio.pdf.
- Brenner, N, y C Schmid. 2015. «Towards a new epistemology of the urban?» *City* 151-182.
- Camacho-Rea, I, y R. Aguirre. 2003. *Análisis multicriterio y evaluación del beneficio ambiental de la incineración de residuos sólidos municipales en la ciudad de México*. Trabajo de posgrado, México: UNAM.
- Caplan, A, T Grijalva, y P Jakus. 2002. «Waste not or want not? A contingent ranking analysis of curbside waste disposal options.» *Ecological Economics* 185-197.
- Castañer, Juan. 2014. *Análisis de Costo Beneficio Ejemplos de análisis sector privado*. Presentation, San Juan: Estudios Técnicos Inc.
- Castillo, Lourdes, y David Velásquez. 2015. «Sistemas complejos adaptativos, sistemas socioecológicos y resiliencia.» *Quivera - UNAM* 11-32.
- Castro, Gabriela. 2018. *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tisaleo*. Tesis de pregrado, Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ambato.
- Cobo, S. 2017. «From linear to circular integrated waste management systems: A review of methodological approaches.» *Resources, Conservation & Recycling* 279-295.
- Comisión Europea, Dirección General de política Regional. 2006. «Orientación sobre la metodología para realizar análisis costes-beneficios.» *Ec.Europa*. Último acceso: 2 de Septiembre de 2018.
http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/2007/working/wd4_cost_es.pdf.
- Comisión Interdepartamental del Cambio Climático. 2011. *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*. Guía, Barcelona: Oficina Catalana de Cambio Climático.
- Contreras, Camilo. 2006. *Manejo Integral de Aspectos Ambientales - Residuos Sólidos*. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo - IDEADE, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Corona, José, Oscar Montaña, Hugo Hernández, y Irma Ramírez. 2007. «Utilization de métodos multicriterio de ayuda a la toma de decisiones (MCDA) para la medición de los sistemas

- de innovación en las organizaciones.» *XII Congreso Internacional de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. (ACACIA)*. Tijuana: ACACIA. 1-22.
- DC, entrevista de Miguel Gallegos Garzón. 2019. *Gestión de EPAGAL sobre los residuos sólidos del cantón Latacunga* (12 de Febrero).
- Delgado, Gian Carlo. 2014. «Ciudad, agua y cambio climático: una aproximación de de el metabolismo urbano.» *Medio Ambiente y Urbanización* 95-123.
- Díaz, Cristian. 2014. «Metabolismo urbano: herramienta para la sustentabilidad de las ciudades.» *Interdisciplina* 2 51-70.
- Dinares, Marta. 2014. «Urban Metabolism: A review of recent literature on the subject.» *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 551-571.
- DN, entrevista de Miguel Gallegos Garzón. 2019. *Apreciación de las implicaciones de la actual ubicación del botadero de basura de la ciudad de Latacunga* (25 de Mayo).
- Duval, Guy. 1999. «Teoría de sistemas. Una perspectiva constructivista.» En *Perspectivas en las teorías de sistemas*, de Santiago Ramírez. México: Universidad Autónoma de México - UNAM.
- D-Waste, waste management for everyone. 2017. *Waste Atlas*. Último acceso: 20 de Julio de 2018. <http://www.atlas.d-waste.com/>.
- Ellerman, David. 2014. «On a fallacy in the Kaldor-Hicks efficiency-equity Analysis.» *Constitutional Political Economy* 125-136.
- Fauzi, Mohamed. 2015. *Evaluación de los impactos ambientales de una incineradora de residuos sólidos urbanos con recuperación de energía mediante el análisis del ciclo de vida*. Tesis doctoral, Málaga: Universidad de Málaga.
- Foladori, Guillermo. 2001. «El metabolismo con la naturaleza.» *Herramienta* 75-88.
- Funtowicz, Silvio, y Jerry Ravetz. 1996. «La ciencia postnormal: La ciencia en el contexto de la complejidad.» *Ecología política* 7-8.
- . 1990. *Uncertainty and Quality in Science for Police*. Dordrecht: Kluwer.
- Gamboa, Gonzalo. 2003. *Evaluación Multicriterial Social de Escenarios de Futuro en la XI Región de Aysen, Chile*. Tesis de doctorado, Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- García, Rolando. 2006. *Sistemas complejos*. España: Gedisa.

- Garmendia, Eneko, y Gonzalo Gamboa. 2012. «Weighting social preferences in participatory multi-criteria evaluations: A case study on sustainable natural resource management.» *Ecological Economics* 110-120.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Latacunga. 2016. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Latacunga 2016-2021*. Plan, Latacunga: GAD Latacunga.
- González, María. 2002. «La Ciudad Sostenible. Planificación y Teoría de Sistemas.» *AGE* 93-102.
- Gonzales de Molina, Manuel, y Victor Toledo. 2011. *Metabolismos, naturaleza e historia: hacia una teoría socio-ecológica de las transformaciones*. Barcelona: Icaria editorial.
- Grajales, Alberto, Edgar Serrano, y Christine Hahn Von. 2013. «Los Métodos y Procesos Multicriterio para la Evaluación.» *Luna Azul* 285-306.
- Gómez, Violeta. s.f. *Lidifer*. Último acceso: 20 de Marzo de 2020.
<https://www.lifeder.com/matriz-de-leopold/>.
- Guzman, y Macías. 2012. «El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México.» *Estudios Sociales* 236-261.
- Hanley, Nick, y Clive L Spash. 1993. *Cost-benefit analysis and the environment*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Harvey, David. 1985. *The Urbanization of Capital*. Oxford: Blackwell.
- Herrera, Jorge, José Félix, y Deivis Anchia. 2018. «Emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes criterio derivados de diferentes medidas de mitigación en la gestión de residuos sólidos urbanos del cantón de San José, Costa Rica.» *Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci)* 94-109.
- Heynen, Nik, Maria Kaika, y Erik Swyngedouw. 2006. *In the Nature of Cities. Urban political ecology and the politics of urban metabolism*. London and New York: Routledge.
- Hotelling, H. 1931. «The economics of exhaustible resources.» *The Journal of Political Economy* 137-175.
- Infante, D, y J Smirnova. 2009. «Rent-seeking under weak institutional environment.» *Econ. Lett* 118-121.
- Inostroza, Luis. 2013. «Metabolismo urbano y apropiación de excedentes ecológicos. De la estepa a la arquitectura burguesa.» *Revista URBANO* 34-44.

- Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC). 2017. *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU)*. Resultados Encuesta, Quito: INEC.
- Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos. 2016. *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales - 2016*. Documento Técnico, Quito: Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales & Asociación de Municipalidades Ecuatorianas.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change -. 2014. *IPCC 2014: Climate Change report*. Synthesis Report, Geneva: IPCC.
- Jacobs, M. 1997. «Environmental valuation, deliberative democracy and public decision-marking.» En *Valuing Nature? Economics, Ethics and Environment*, de J Foster, 211-231. London: Routledge.
- Jamas, T, y R Nepal. 2010. «Issues and options in waste management: a social costbenefit analysis of waste-to-energy in the UK.» *Resour Conserv Recycl* 1341-1352.
- Jaume, Terradas, Franquesa Teresa, Margarita Parés, y Lydia Chaparro. 2011. «Ecología Urbana.» *Investigación en Ciencia* 53-60.
- Jiménez, L. 1996. *Desarrollo sostenible y economía ecológica. Integración del medio ambiente-desarrollo y economía ecológica*. Madrid: Síntesis S.A.
- Jiménez, R. 2013. *Análisis de alternativas para el manejo de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de México*. Tesis de pregrado, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jordán, Ricardo, y Daniela Simioni. 2003. *Gestión Urbana para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago: CEPAL.
- Jouhara, H, D Czajczyńska, H Ghazal, R Krzyżyńska, L Anguilano, A.J Reynolds, y N. Spencer. 2017. «Municipal waste management systems for domestic use.» *Elsevier Energy* 485-506.
- Kaza, Silpa, Lisa C. Yao, Perinaz Bhada-Tata, y Frank Van Woerden. 2018. «What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development;» *Banco Mundial*. Último acceso: 10 de 01 de 2020.
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317> .
- Kennedy, C, L Baker, S Dhakal, y A Ramaswami. 2012. «Sustainable Urban Systems. An Integrated Approach.» *Journal of Industrial Ecology* 775-779.

- Lacasta, Miguel. 2013. «Axonometrica.» Último acceso: 16 de Diciembre de 2018.
<https://axonometrica.wordpress.com/2013/10/14/estructuras-disipativas/>.
- Lamothe, Ignacio. 2013. *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Guía RSU, Buenos Aires: Secretaría de Asuntos Municipales.
- Lefebvre, Henri. 1976. *Espacio y política. El derecho a la ciudad II*. Barcelona: Ed. Península.
- López, Carlos. 2011. «Emisiones de metano derivadas de los desechos sólidos municipales en Cuba.» *Observatorio Medioambiental* 279 - 300.
- Malagón, Martha, y Julio Fuentes. 2002. «Gestión Integral de Residuos Sólidos.» *Congreso "Gestión Ambiental Urbana"*. Bogotá.
- Malinauskaite, J, H Jouhara, P Stanchev, E Katsou, P Rostkowski, R.J Thorne, F Al-Mansour, L Anguilano, A Vlasopoulos, y N Spencer. 2017. «Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe.» *Energy* 2013-2044.
- Martínez Alier, Joan. 2008. «Conflictos ecológicos y justicia ambiental.» *Papeles* 11-27.
- Martínez, Eduardo, y Mauricio Escudey. 1997. *Evaluación y decisión multicriterio: reflexiones y experiencias*. Documento, Santiago: Universidad de Santiago de Chile.
- Marx, Karl. 1977. *El Capital Tomo I*. México D.F: Siglo XXI.
- . 1840. «Marxists.» *C. Marx & F. Engels - La ideología alemana*. Último acceso: 26 de Septiembre de 2018. <https://www.marxists.org/espanol/m-e/1840s/feuerbach/1.htm>.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAM). 2010. *Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios*. Guía, La Paz: Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2017. *Código Orgánico del Ambiente (COA)*. Código orgánico, Quito: Presidencia de la República del Ecuador - Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017.
- Miramontes, Octavio. 1999. «Los sistemas complejos como instrumentos de conocimiento y transformación del mundo.» En *Perspectivas en la teoría de sistemas*, de Santiago Ramírez. México: Universidad Autónoma de México - UNAM.
- Molano, Frank. 2016. «La historia ambiental urbana: contexto de surgimiento y contribuciones para el análisis histórico de la ciudad.» *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura* 375-402.

- Moleschott, Jacob. 1857. *Der kreislauf des lebens*. Mainz: Von Zabern.
- Moreno, José, Juan Aguarón, y Escobar María. 2001. «Metodología científica en valoración y selección ambiental.» *Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional* 1-16.
- Munda, G, P Nijkamp, y P Rietveld. 1995. «Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems.» *European Journal of Operational research* 79-97.
- Munda, Giuseppe. 2003. «Between Science and Democracy: The Role of "Social Multicriteria Evaluation (SMCE)".» *European Working Group "Multicriteria Aid for Desicions"* 1-5.
- . 1995. *Multicriteria evaluation in a fuzzy environment. Theory and applications in ecological economics*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Munda, Giuseppe. 2003. «Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences.» *European Journal of Operational Research* 662-677.
- Munda, Giuseppe. 2004. «Social multi-Criteria evaluation: methodological foundations and operational consequences. » *Eur. J. Oper. Res* 662-677.
- Munda, Giuseppe. 2000. *Teoría de evaluación multicriterio: una breve perspectiva general*. Documento, Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelo.
- Munné, Frederic. 1995. *Las teorías de la complejidad y sus implicaciones*. Documento: Las Ciencias del comportamiento, Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Ode, Åsa, Mari S Tveit, y Gary Fry. 2008. «Capturing Landscape Visual Character Using Indicators: Touching Base with Landscape Aesthetic Theory.» *Landscape Research* 89-117.
- Organización de las Naciones Unidas. 2018. «Naciones Unidas.» *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales*. Último acceso: 3 de Agosto de 2018.
<https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>.
- Pearce, David, y Turner Kerry. 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. United States: Johns Hopkins University Press.
- Pellow, David. 2002. *Garbage Wars*. Cambridge: The MTI Press.
- Pineda, Nicolas, y Edmundo Loera. 2007. «Bien recolectada pero mal tratada: El manejo municipal de la basura en la Ciudad de Obregón, Hermosillo y Nogales.» *Estudios sociales* 168-193.

- Postigo, William. 2013. «Alcances y limitaciones del análisis costo beneficio para proyectos ambientales y de cambio climático.» *Paidela XXI* 33-46.
- Presidencia de la República del Ecuador. 2017. *Texto unificado de la legislación secundaria de medio ambiente - TULSMA*. Decreto Ejecutivo, Quito: Registro Oficial 385 - Decreto Ejecutivo 3516 - Presidencia de la República del Ecuador.
- PS, entrevista de Miguel Gallegos Garzón. 2019. *Punto de vista Gestión Integral de Residuos Sólidos Latacunga* (12 de Febrero).
- Rúa-Orozco, Dimas, Jose Palacio, Aline Melo, Arnaldo Reyes, Regina Barros, y Electo Lora. 2015. «Generación de energía a partir de los residuos sólidos urbanos.» En *Bioenergía: Fuentes, conversión y sustentabilidad*, de José María Rincón y Electo Silva Lora, 275-296. Bogotá: Red Iberoamericana de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en Producción de Energía.
- Racines, Adriana. 2018. *Análisis de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante descomposición aeróbica de residuos industriales en mezcla con residuos pecuarios*. Tesis de maestría, Quito: Universidad Andina Simón Bolívar - Sede Ecuador.
- Ramírez, Alejandro. 2018. *Diseño de una planta de tratamiento de RSU en la ciudad de Leticia (Colombia)*. Tesis de Tecnología Industrial, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Ramos, Jesús. 2004. «La perspectiva biofísica del proceso económico: Economía Ecológica.» *Globalización y desarrollo en América Latina*. Quito: FLACSO.
- Ramos, Jesus. 2016. «Sobre decrecimiento y economía del bioconocimiento.» *Documento de trabajo Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales*. Quito: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - FLACSO.
- Real Academia Española de la Lengua (RAE). 2001. *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: Espasa Calpe.
- Restrepo, Piedad. 2011. «¿Qué hacer para avanzar en sostenibilidad urbana?» En *Desigualdad Social y Sostenibilidad Urbana: Retos para las ciudades de Colombia*, 7-33. Bogotá: Red de ciudades como vamos.
- Reyes, Otilio, y Franklin Oslund. 2014. «Teoría del Bienestar y el Óptimo de Pareto como problemas Microeconómicos.» *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas Abriendo Camino al Conocimiento* 217-234.1

- Rodríguez, Hernando. 2012. *Gestión integral de residuos sólidos*. Bogotá: Fundación universitaria del área Andina.
- Rojas, Pablo. 2014. «Residuos sólidos y calentamiento global Parte 1.» *CEGESTI. Exito empresarial* 1-3.
- Schmidt, A. 1976. *El concepto de Naturaleza en Marx*. México D.F: Siglo XXI Eds.
- Scott, Alister. 2002. «Assessing Public Perception of Landscape: The LANDMAP experience.» *Landscape Research* 271-295.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2005. *Metodología para el desarrollo de un proyecto de Biogas*. Documento metodológico, México: Programa Habitat México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - México. 2016. *Gobierno de México*. Último acceso: 7 de Julio de 2020. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/protocolo-de-kioto-sobre-cambio-climatico?idiom=es>.
- Stirling, A. 2006. «Analysis, participation and power: justification and closure in participatory multi-criteria analysis.» *Land use policy* 95-107.
- Taylor, Dorceta. 2010. *Environment and Social Justice: An International Perspective*. Michigan: Emerald.
- Taylor, Dorceta. 2011. «Introduction: The Evolution of Environmental Justice Activism, Research, and Scholarship.» *Environmental Practice* 280-301.
- . 2014. *Toxic Communities: Environmental Racism, Industrial Pollution, and Residential Mobility*. New York: New York University Press.
- Tchobanoglous, George, Samuel Vigil, y Hilary Theisen. 1994. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. España: McGraw-Hill.
- Terraza, Horacio. 2009. *Manejo de Residuos Sólidos Lineamientos para un Servicio Integral, Sustentable e Inclusivo*. Nota Técnica, Washington: Banco InterAmericano de Desarrollo - BID.
- Tetreault, Victor. 2008. «Escuelas de pensamiento ecológico en las Ciencias Sociales.» *Estudios Sociales* 7-37.
- Toledo, Victor. 2013. «El Metabolismo social: Una nueva teoría sociológica.» *Relaciones (Zamora)* 41-71.
- Toledo, Victor, y Manuel González de Molina. 2007. «El metabolismo social las relaciones entre la sociedad y la naturaleza.» En *El paradigma ecológico en las ciencias sociales*, de

- Francisco Garrido Peña, Manuel González de Molina, José Luis Serrano Moreno y José Luis Solana Ruiz, 85-112. Barcelona: Icaria.
- Toro, Estefani, Narea, Marcel, Juan Francisco Pacheco, Eduardo Contreras, y Alejandro Gálvez. 2016. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Guía, Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe - Ministerio de Desarrollo Social de Chile.
- Tveit, M, Å Ode, y G. Fry. 2006. «Key concepts in a framework for analysing visual landscape character.» *Landscape Research* 229-255.
- Varela, María Fernanda. 2011. *Influencia de la información en el consumo de productos que generan residuos sólidos no orgánicos en los hogares de sectores residenciales: caso urbanización campo alegre del distrito metropolitano de Quito*. Tesis de Maestría, Quito: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - FLACSO.
- Vatn, Arild. 2005. *Institutions and the Environment*. United Kingdom: Edward Elgar Publishing Limited.
- Velez, Germán. 2012. «Semillas.» *Grupo Semillas*. Último acceso: 10 de November de 2018. <http://www.semillas.org.co/es/qu-son-los-servicios-ambientales>.
- Vicari, Ricardo. 2015. *Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación en el sector residuos*. Reporte, Santiago: Naciones Unidas.
- Villacís, Tamara. 2010. *Análisis de Sustentabilidad del Manejo de Residuos Sólidos Municipales. Distrito Metropolitano de Quito, Periodo 1990 – 2004*. Tesis de maestría, Quito: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).
- von Liebig, Justus. 1842. *Animal Chemistry: or, Organic Chemistry in its Application to Physiology and Pathology. A facsimile of the Cambridge edition*. New York: Johnson Reprint.
- . 1840. *Principles of Agricultural Chemistry, with Special Reference to the Late Researches*. London: Walton & Maberly.
- Walter, Mariana, Sara Latorre Tomás, Giuseppe Munda, y Carlos Larrea. 2016. «A social multi-criteria evaluation approach to assess extractive and non-extractive in Ecuador.» *Land Use Policy* 444-458.
- Wolman, A. 1965. «The metabolism of cities.» *Scientific American* 178-193.