

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Ambiente y Sustentabilidad

Maestría en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

**Metabolismo social de los residuos sólidos urbanos en el Distrito
Metropolitano de Quito**

Paola Elizabeth Albornoz Castellanos

Tutor: William Sacher Freslon

Quito, 2024



Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Paola Elizabeth Albornoz Castellanos, autora de la tesis intitulada “Metabolismo social de los residuos sólidos urbanos en el Distrito Metropolitano de Quito”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

25 de marzo de 2024

Firma: _____

Resumen

Este trabajo constituye un análisis de la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) bajo la perspectiva del metabolismo social urbano. Su objetivo es la caracterización de los distintos flujos de residuos y su comportamiento durante el periodo comprendido entre los años 2011 y 2021; identificar los principales sujetos sociales involucrados en el manejo de los RSU, sus interacciones y los conflictos derivados de estos flujos metabólicos.

Dentro de este enfoque se revisan los preceptos teóricos relacionados con el metabolismo social hasta aterrizar en el metabolismo social y en la ecología política de la basura. Se recurre a la metodología del análisis de flujo de materiales mediante una revisión de los cambios cuantitativos en los flujos de generación, transporte, transferencia, reciclaje y disposición final de residuos con el paso del tiempo. Con el empleo del software Stan versión 2.7 se graficaron diagramas de Sankey y se calcularon valores para flujos en los que no existían datos suficientes.

Como resultados se destaca un incremento del 27 % en la generación de residuos durante el periodo, pasando de 671 518 toneladas en 2011 a 854 303 toneladas en 2021, una producción diaria de 2278 toneladas, equivalente a una producción per cápita de 0,81 kg/hab/día. Los mayores esfuerzos a nivel municipal se centran en la recolección con un 91,55 % de cobertura y en disposición final de residuos. La recuperación de tan solo el 7 % de la basura generada equivalente a 91 232 toneladas de materiales reciclables, denota una linealidad en los flujos de residuos, así como una precariedad tecnológica y social. Lo cual se corrobora al describir los actores más representativos en el manejo de basura, y los conflictos relacionados con la ubicación de rellenos sanitarios, la precariedad de las condiciones de trabajo de los recicladores de base al igual que el uso de quebradas como botaderos clandestinos. Finalmente, muestran una serie de mapas que grafican el metabolismo de los residuos en la ciudad desde un punto de vista territorial con un enfoque de cartografía crítica que incluye fotografías en la mayoría de los mapas.

Palabras clave: metabolismo social, residuos sólidos urbanos, metabolismo social de la basura, residuos y cambio climático, ecología política, análisis de flujo de materiales

A Manuela y Samuel, mis niños queridos que me acompañaron en la pandemia y en la virtualidad.

A Felipe, por su amor y apoyo total en cada momento.

A mi padre, mi mayor mentor, por creer en mí.

A mi madre, por su fortaleza e incondicionalidad.

A mi hermana, por estar siempre para mí.

A William Sacher, mi mejor profesor y tutor, mi gratitud por su paciencia, motivación, desafíos y sugerencias para mejorar la calidad de esta investigación.

Tabla de contenidos

Siglas y acrónimos.....	13
Introducción.....	15
Capítulo primero: Caracterización metabólica de los residuos sólidos urbanos	19
1. Metabolismo social, orígenes y definición	19
2. Dimensiones o esferas del metabolismo social	21
3. Metabolismo urbano	23
4. Nociones de residuo, desecho, basura	27
5. El metabolismo social de los residuos.....	28
6. Del naturalismo moderno a la ecología política de los residuos	31
Capítulo segundo: La generación y gestión de los residuos en el DMQ.....	37
1. Tipología de residuos generados en la ciudad.....	39
2. Las fases de gestión de los residuos sólidos	43
Capítulo tercero: Análisis de flujo de materiales de los RSU en el DMQ	57
1. El análisis de flujo de materiales	58
2. El AFM aplicado en la gestión de residuos	60
3. Aplicación de la herramienta STAN	61
4. Consideraciones metodológicas	63
5. Análisis de flujo de materiales para los RSU del DMQ.....	64
Capítulo cuarto: Principales resultados del Análisis de Flujos de Materiales (AFM)....	73
1. Caracterización de los flujos de residuos	73
2. Flujos de generación de residuos.....	78
3. Producción per cápita de residuos en el DMQ	82
4. Flujos de reciclaje de materiales.....	84
5. Flujos de disposición final.....	88
6. Incidencia de la pandemia de la COVID-19 en los flujos de residuos.....	89
Capítulo quinto: Los actores sociales involucrados y las principales problemáticas en torno a la gestión de residuos	93
1. Actores gubernamentales.....	94
2. Gestores privados calificados	95
3. Recicladores de base.....	98
4. Problemáticas y conflictos asociados al metabolismo de los residuos.....	100

5. Límites de las políticas aplicadas en el DMQ	106
Conclusiones y recomendaciones	109
Lista de referencias	119
Anexos	129
Anexo 1: Mapa de ubicación de los Cegam	129
Anexo 2: Mapa de localización de puntos críticos atendidos por Emaseo EP	130
.....	130
Anexo 3: Mayores productores de residuos que reciben recolección de Emaseo EP	131
.....	131
Anexo 4: Mapa de ubicación de las estaciones de transferencia Norte y Sur	132
Anexo 5: Infraestructura municipal para el tratamiento de residuos	133
Anexo 6: Ubicación de escombreras y relleno sanitario del DMQ	134
Anexo 7: Vista superior del relleno sanitario y escombreras del DMQ	135
Anexo 8: Características de las escombreras habilitadas en el DMQ desde 2015 hasta 2021	137
Anexo 9: Cadena de valor actual para la gestión de residuos en el DMQ	138
Anexo 10: Gestores para el manejo de residuos peligrosos que cuentan con licencia ambiental emitida por el MAATE que tienen jurisdicción en el DMQ, 2021	139
Anexo 11: Territorios en conflicto por sitios de disposición final de residuos y poblaciones históricamente vinculadas a la gestión de residuos	144
Anexo 12: Fotografías de personas a cargo de los servicios de aseo y de minadores en antiguos botaderos de la ciudad	145
Anexo 13: Plano de Quito elaborado por Gualberto Pérez en el que se señala las quebradas que fueron utilizadas como botaderos de basura	147
Anexo 14: Imagen del Centro Histórico del DMQ con localización aproximada de sitios que fueron botaderos de basura	148

Figuras y tablas

Figura 1. Ubicación del Distrito Metropolitano de Quito y su división político administrativa, elaboración propia a partir de	38
Figura 2. Composición física en porcentaje de los residuos generados en el DMQ, año 2018	41
Figura 3. Jerarquía de la gestión integral de residuos sólidos	44
Figura 4. Diagrama de flujos de materiales y de energía de los sistemas urbanos.....	63
Figura 5. Diagrama de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ.....	71
Figura 6. Diagramas de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ, año 2011.	74
Figura 7. Diagramas de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ, año 2011. Valores calculados por el software Stan 2.7.	75
Figura 8. Diagrama de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ, año 2021. Valores ingresados al software Stan 2.7	76
Figura 9. Diagrama de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ, año 2021	77
Figura 10. Fuentes de generación de residuos sólidos urbanos en el DMQ, año 2021 en porcentaje.....	79
Figura 11. Comportamiento de los flujos de residuos, periodo 2011-2021, t.....	81
Figura 12. PPC en el DMQ, periodo 2011-2021, Kg/hab./día	84
Figura 13. Intervención de actores en los procesos de reciclaje en el DMQ, año 2021 en porcentaje.....	85
Figura 14. Comportamiento de los flujos de reciclaje en el DMQ, periodo 2011-2021, t	87
Figura 15. Flujos de disposición final de residuos en el DMQ, periodo 2011-2021, t... ..	89
Tabla 1. Evolución de las emisiones de GEI generadas por el sector residuos en el DMQ	31
Tabla 2. Resumen de producciones per cápita por generador y total en el DMQ, año 2018	40
Tabla 3. Composición de residuos sólidos para el DMQ y por tipo de generador, año 2018	42
Tabla 4. Ecuaciones del algoritmo de cálculo del programa STAN	62
Tabla 5. Componentes y descripción del sistema de AFM para los RSU del DMQ.....	64
Tabla 6. Fuentes de información de los flujos y procesos del sistema.....	66

Tabla 7. Residuos generados provenientes de diversas fuentes, periodo 2011-2021, t..	79
Tabla 8. Estimación de la PPC en el DMQ, periodo 2011-2021, Kg/hab./día	83
Tabla 9. Estimación de las cantidades de materiales reciclados en el DMQ, periodo 2011-2021, t.....	86
Tabla 10. Flujos de disposición final en el DMQ, periodo 2011-2021, t.	88
Tabla 11. Número de gestores ambientales por administración zonal regulados por categoría ficha, registro, certificado y licencia ambiental, año 2021	96
Tabla 12. Gestores de menor escala calificados por la Secretaría de Ambiente, año 2021	100
Tabla 13. Afectaciones por residuos en las quebradas del DMQ	105

Siglas y acrónimos

AFM	análisis de flujo de materiales
AVN	Asociación Vida Nueva
CCAP	Center for Clean Air Policy
CED	Conflictos ecológicos-distributivos
Cegam	Centro de Educación y Gestión Ambiental
DMQ	Distrito Metropolitano de Quito
EC	Ecuador
EEA	European Environment Agency
Emaseo EP	Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito
EMGIRS EP	Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos
EP	Empresa Pública
ET	Estación de Transferencia
GEI	gases de efecto invernadero
GME	Gestores ambientales de Menor Escala
IRR	Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISWA	International Solid Waste Association
MDMQ	Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
MFA	material flows analysis
NIMBY	Not In My Back Yard
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
MAE	Ministerio del Ambiente de Ecuador
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPC	Producción Per Cápita
REP	Responsabilidad extendida del productor
RSR	Residuos sólidos reciclables

Introducción

En América Latina, la problemática del manejo de residuos sólidos urbanos es de carácter multidimensional. No solo está relacionada con las emisiones de metano, la generación de lixiviados tóxicos y otros aspectos ambientales, sino que abarca otro tipo de implicaciones en aspectos de salud pública (como fauna nociva o riesgos sanitarios), económicos (altos costos de recolección y disposición final de residuos), de resiliencia urbana (por ejemplo, bloqueo de sistemas de drenaje) y sociales (condiciones de alta vulnerabilidad en la que viven los recicladores informales). A esto se suma la dificultad de contar con datos confiables de los distintos flujos de generación de residuos (de origen hospitalario, construcción, transporte, servicios, entre otros), debido a la ausencia o fragmentación de datos (PNUMA 2021, 200-205).

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha realizado de proyecciones de generación de RSU en la región, las mismas que “sugieren un aumento de entre 188 y 197 millones de toneladas en 2015 a un rango de entre 255 y 478 millones de toneladas para el 2050” (PNUMA 2021, 200) valores que representan un aumento en la tasa de generación que va del 30 % al 142 %. con una producción per cápita que oscilaría entre 1,08 kg y 1,93 kg (PNUMA 2021, 200).

La separación de residuos en la fuente para su posterior tratamiento y reciclaje constituyen los mayores retos de gestión para las ciudades latinoamericanas. Tan solo Sao Paulo, Ciudad de México, La Paz y Rosario son grandes ciudades que desarrollan prácticas de compostaje. Se estima que menos del 5 % de los residuos totales se reciclan, y que más de la cuarta parte de lo generado se dispone en tiraderos en los que no existen prácticas de gestión (PNUMA 2021, 206).

La situación del Ecuador no difiere mucho de la de los demás países de la región. En 2018 se generaron cerca de 12 900 toneladas diarias de residuos, valores que representan una producción per cápita nacional promedio de 0,60 kg/hab/día. De estas, el 41,7 % se dispusieron en botaderos a cielo abierto, el 35 % en rellenos sanitarios y el 23,3 % en vertederos controlados. La fracción orgánica de los residuos representa el 57 % del total generado (Solíz et al. 2020, 17–18, 60).

En 2020 el DMQ, la ciudad más poblada del Ecuador, tuvo una población de 2 690 150 habitantes, la cual fue responsable de la generación de 2367 toneladas diarias de

RSU, lo que equivale a una producción per cápita de 0,88 kg/hab./día (Solíz et al. 2020, 56, 76).

Si bien las acciones para enfrentar el cambio climático de origen antropogénico se centran en torno a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de la quema de combustibles fósiles; el sector residuos también es importante y puede ofrecer interesantes propuestas de mitigación. Varios autores coinciden en que los rellenos sanitarios incrementan la generación de metano con respecto a los botaderos a cielo abierto porque se favorece la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos. Sin embargo, también advierten que esto no implica el fomento de estas prácticas precarias, sino que motiva a generar alternativas de gestión para reducir estas emisiones (Solórzano 2003, 14; ONU Medio Ambiente 2018, 115; Solíz et al. 2020, 107).

La economía ecológica como marco de análisis

En el presente estudio, abordamos esta problemática desde la economía ecológica, disciplina que ofrece un marco de análisis integrador. En las palabras de Joan Martínez-Alier, quien puede ser considerado uno de los fundadores de la disciplina:

La economía ecológica estudia el metabolismo social y por lo tanto contabiliza los flujos de energía y los ciclos de materiales en la economía humana, analiza las discrepancias entre el tiempo económico y el tiempo biogeoquímico, y estudia también la coevolución de las especies (y de las variedades agrícolas) con los seres humanos. El objeto básico de estudio es la (in)sustentabilidad ecológica de la economía, sin recurrir a un solo tipo de valor expresado en un único numerario. (Martínez Alier y Roca Jusmet 2015, 24)

Uno de los conceptos importantes de la economía ecológica es el llamado metabolismo social (Marx, 1867), herramienta a partir de la cual se desarrolla el trabajo aquí presentado. A través de indicadores de metabolismo social como el análisis de flujo de materiales (AFM), se puede tener una visión referencial de la situación que enfrenta un territorio como el DMQ en la gestión de sus RSU. Se espera que los resultados producidos puedan ayudar a ésta, pues mientras mejor se alimente y se desglosen los datos de los diferentes flujos, más adaptadas se vuelven las políticas orientadas a la gestión de residuos, la recuperación de materiales y la reducción de emisiones contaminantes.

En consecuencia, esta investigación se centra en caracterizar, a partir de los datos históricos de los distintos flujos de residuos, el metabolismo de la basura en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Por lo indicado, se plantearon como objetivos específicos: i) caracterizar los tipos de flujos de materia, energía que atraviesan el DMQ;

ii) establecer el metabolismo social de los flujos de RSU y su evolución en los últimos once años; e iii) identificar los principales sujetos sociales involucrados en el manejo de los RSU y las interacciones y conflictos derivados de estos flujos metabólicos.

El desarrollo de este estudio contempló una metodología mixta, basada en el análisis de datos tanto cualitativos como cuantitativos obtenidos de la revisión documental relacionada con la temática de cada capítulo.

El primer capítulo agrupa las entradas teóricas del metabolismo social, partiendo del origen del término, pasando por las concepciones del metabolismo social urbano e industrial hasta aterrizar en una teorización del metabolismo social de los residuos y sus implicaciones en torno al cambio climático. Estos conceptos se complementan con el abordaje de la ecología política describiendo las distintas corrientes del ecologismo para vincular el metabolismo de la basura con los conflictos ecológicos distributivos.

En el segundo capítulo se describe la gestión de residuos sólidos urbanos que se lleva a cabo en el DMQ, partiendo de la caracterización de los desechos generados y describiendo las fases de recolección, acopio y almacenamiento, tratamiento y reciclaje, así como transporte y disposición final. En cada una de ellas se indica los actores más representativos.

El tercer capítulo, de carácter metodológico, define el indicador de metabolismo social denominado Análisis de Flujo de Materiales (AFM), sus principales elementos, las ventajas de su aplicación en el ámbito de la gestión de residuos. De igual forma se describe el programa Stan 2.7, herramienta empleada en el cálculo de los flujos y su representación gráfica. Finalmente se caracterizan los flujos de generación, recolección, reciclaje, transporte y disposición final de residuos para el periodo 2011-2021.

El capítulo cuatro desarrolla el análisis del metabolismo de los RSU en función de los resultados obtenidos en el AFM, enfatizando en los flujos de generación, reciclaje y disposición final de residuos. También se hace una especial consideración a la situación de la pandemia de la COVID-19.

El capítulo final corresponde a una revisión bibliográfica para la caracterización de sujetos sociales, así como su interacción y problemáticas derivadas del metabolismo social de los residuos bajo el abordaje de los conflictos ecológicos distributivos enfocado en tres aspectos específicos: la designación de sitios para la disposición final de residuos, la situación de los recicladores de base y el uso de quebradas como botaderos clandestinos.

Capítulo primero

Caracterización metabólica de los residuos sólidos urbanos

Las sociedades actuales, caracterizadas por la modernidad y la industrialización, enfrentamos una crisis climática y civilizatoria, de la cual se derivan diversas problemáticas que ponen en riesgo la supervivencia de la humanidad. Esta situación nos invita a analizar y proponer de manera holística estrategias de mitigación y/o adaptación frente a los impactos provocados por la degradación ambiental y el cambio climático antropogénico. El concepto de *metabolismo social* se enmarca en este esfuerzo. En efecto, para numerosos investigadores este enfoque constituye una herramienta teórica, cuya fuerza radica en el de análisis de los procesos naturales y sociales de una manera integral para el planteamiento de posibles soluciones a esta crisis (Toledo 2013; Barrios et al. 2020, 101).

Durante el desarrollo de este capítulo se pretende construir un marco conceptual del metabolismo social, desde sus orígenes, dimensiones y características para aterrizarlas en el ámbito urbano, el metabolismo industrial orientado a los residuos sólidos urbanos para de esta forma describir el metabolismo social de la basura y su ecología política, siendo estos conceptos la base teórica para el desarrollo de los siguientes capítulos.

1. Metabolismo social, orígenes y definición

El concepto de metabolismo (*Stoffwechsel*) fue planteado por Karl Marx en 1867 en el primer tomo de su libro *El capital*. De una forma simplificada se puede decir que el metabolismo social es una analogía del metabolismo biológico donde los intercambios de materia y energía de un organismo vivo con su entorno, se traducen en intercambios físicos entre la sociedad con la naturaleza (Fischer-Kowalski y Haberl 2000, 21–22).

Economistas ecológicos como Ayres y Kneese en 1969 y Boulding en 1973 retomaron en sus investigaciones el término introducido por Marx (Toledo 2013; Fischer-Kowalski y Haberl 2000), y ha sido ampliamente analizado por investigadores cuyos estudios se desarrollan en los campos del “marxismo ecológico, la economía ecológica, la ecología política, la ecología industrial, la agroecología, la historia ambiental, la

sociología urbana, los estudios territoriales, la economía ambiental, entre otros”¹ (Barrios et al. 2020, 101).

Fridolin Krausmann emplea el concepto de metabolismo social, orientándolo hacia el análisis de la gestión sostenible de los flujos de recursos. En este sentido, lo define como “procesos de intercambio biofísico, entre sociedad y naturaleza [basados en] patrones y dinámicas de los flujos de materiales y energía en la economía social” (Krausmann 2017, 108). Esta interacción da cuenta de una concepción de la economía en la cual ésta funciona como un sistema física y termodinámicamente abierto.

En 1997, Marina Fisher-Kowalski, mostró la aplicabilidad de este término como base para el *análisis de flujo de materiales* y diversas cuantificaciones de flujos de materia y energía para los cuales se han desarrollado métodos, índices y modelos estadísticos de cálculo a escala de países. Se han publicado estudios de perfiles metabólicos de países, comparaciones entre los flujos de los países e inclusive análisis históricos. Entre los estudios más destacados están los de Ayres y Simonis 1994; Opschoor 1997, Matthews et al., 2000; Haberl 2002, Krausmann y Haberl 2002. Del concepto de metabolismo social también se han derivado indicadores como la “huella ecológica” y “la apropiación humana de la producción primaria neta”, todos ellos expresados a partir de cálculos de “entradas (apropiación), salidas (excreción), importaciones y exportaciones, dejando fuera de sus análisis tanto las complejas configuraciones del resto del proceso metabólico (lo que encierra la “caja negra”, la condición a la que quedan reducidas las naciones), como las dimensiones no materiales o intangibles del metabolismo (Toledo 2013, 46).

Por otro lado, desde la perspectiva del materialismo histórico ambiental, el metabolismo social permite el análisis de las relaciones sociales en la apropiación de la naturaleza relacionadas con la modernidad, la industrialización y el nacimiento del capitalismo, las cuales “definen ciertas formas desiguales de flujos de materia y energía en diferentes escalas económicas, políticas y geográficas, según cada formación socio histórica particular” (Barrios et al. 2020, 107).

El estudio del metabolismo de las sociedades ha generado debates y teorías que conducen al análisis aspectos relacionados con la *desmaterialización*, el *intercambio*

¹ Los autores más representativos son: Nicholas Georgescu-Roegen, Robert U. Ayres, Herman Daly, Ren Passet, Manfred Max-Neef, Víctor Toledo, Jos Manuel Naredo y su discípulo Carpintero, Jason W. Moore, Erik Swyngedouw, Kohei Saito, John Bellamy Foster, Paul Burkett, William Sacher, Marina Fischer-Kowalski y su grupo en Viena, John McNeill, Mario Giampietro, Roldán Muradian, José Ramos Martín, Fander Falconí, María Cristina Vallejo, Mario Alejandro Pérez Rincón, Walter Pengue (Barrios Garcia et al. 2020, 101).

ecológico desigual y los llamados *conflictos ecológico-distributivos* (Barrios et al. 2020, 104–8).

El concepto de *desmaterialización* plantea que “las economías podrían seguir creciendo haciendo un menor uso relativo de recursos” (Infante-Amate, González de Molina, y Toledo 2017, 139). El *intercambio ecológico desigual* (IED) es otro concepto que deriva del metabolismo social, mismo que se fundamenta en que “los países con mayores niveles de renta desplazan los impactos ambientales de su desarrollo económico a territorios con menor nivel de renta” (Infante-Amate, González de Molina, y Toledo 2017, 141). Los *conflictos ecológico-distributivos*, por su parte, están relacionados con las tensiones entre diferentes actores provocadas por la escasez de recursos estratégicos, los derechos de extracción o sobre quiénes recaen los efectos ambientales negativos derivados de estos procesos (Infante-Amate, González de Molina, y Toledo 2017, 141).

2. Dimensiones o esferas del metabolismo social

Toledo manifiesta que el metabolismo sociedad-naturaleza “contiene dos dimensiones o esferas: una material, visible o tangible y otra inmaterial, invisible o intangible” (Toledo 2013, 47). “El reto es encontrar las reglas que determinan las sinergias que se dan dentro y entre ambas dimensiones, más su interacción con el universo natural” (Toledo 2013, 52)

En esta dimensión material o tangible se identifican flujos de entrada, flujos interiores y flujos de salida de materia y energía, que están representados por los fenómenos o procesos de: apropiación (A), transformación (T), circulación (C), consumo (Co) y excreción (E). Estos procesos se consideran la “parte dura” o el *hardware* de las sociedades humanas y pueden estudiarse en su totalidad, como proceso o por separado (Toledo 2013, 51,53).

La *apropiación* (A) constituye el consumo de energía endosomática y exosomática de las personas como individuos biológicos y como conjunto social. La *transformación* (T) involucra todos los cambios realizados sobre los productos extraídos de la naturaleza que no se consumen en su forma original. La *circulación* (C) comprende el intercambio económico de materiales (extraídos de la naturaleza o transformados) que se transportan por distintos medios, muchas veces siguiendo un amplio radio de distribución, antes de ser consumidos. El *consumo* (Co) se basa en la demanda de materia y energía para satisfacer las necesidades de la sociedad, siendo la sumatoria de los tres procesos anteriores. La *excreción* (E) consiste en el depósito de materiales y energía en la

naturaleza después de su aprovechamiento, ya sea en forma de basura, gases, sustancias y calor (Toledo 2013, 47–50)

La dimensión inmaterial, intangible, “parte blanda” o *software* de las sociedades, remite a un abordaje sociológico de las interacciones entre los distintos procesos metabólicos tangibles y con la naturaleza. Analiza las construcciones sociales en sus dimensiones “cognitivas, simbólicas, institucionales, jurídicas, tecnológicas, etc tera” (Toledo 2013, 53).

Ambientes de apropiación

Toledo define cuatro formas de apropiación de la naturaleza como paisajes o megaambientes delimitados bajo las categorías de: medio ambiente conservado (MAC), medio ambiente utilizado (MAU), medio ambiente transformado (MAT) y medio ambiente social (MAS) (Toledo 2013, 55–57).

Los tres primeros corresponden a intercambios ecológicos en los cuales el MAC se refiere a la naturaleza no intervenida y conservada por su riqueza en biodiversidad y por los servicios ecosistémicos que proporciona. El MAU constituye la “naturaleza intervenida” donde la apropiación humana (caza, pesca, pastoreo, extracción de recursos) no altera los procesos ecológicos. El MAT por otra parte, corresponde a la “naturaleza domesticada” donde las acciones humanas alteran los procesos ecológicos y modifican el entorno, impidiendo la regeneración natural de los ecosistemas (agricultura, ganadería, acuicultura, plantaciones forestales) (Toledo 2013, 55–57).

En el medio ambiente social se desarrollan los *intercambios económicos* y en él se distinguen dos sectores sociales: el sector rural y el sector urbano-industrial.

Escalas de apropiación

Toledo manifiesta que “se pueden identificar hasta seis categorías definidas por la escala: la de unidad de apropiación/producción, la de comunidad, la microrregional (e.g. municipios o condados), la regional (e.g. cuencas hidrológicas), la nacional, la internacional y la global o de especie.” (Toledo 2013, 53).

En este sentido, existen tres escalas o niveles de apropiación de la matriz territorial planteada por Zonneveld (1995) en la que se insertan los procesos metabólicos que parten de una unidad de apropiación (P) cuyo tamaño varía desde lo local hasta lo global. La primera escala es la *topológica* que define la heterogeneidad vertical (estratos de vegetación, de suelos, etc.). La escala *corológica* comprenden un mosaico de escalas

topológicas y muestra la heterogeneidad horizontal (cuencas hidrográficas, regiones geográficas, etc.). Por último, la escala geosférica contempla todo el globo terrestre. Estos procesos pueden representarse en mapas en escalas hasta 1:25 000 en la primera categoría, de 1:100 000 a 1:1 000 000 en la segunda y varias decenas de millones en la tercera (Toledo 2013, 58–60).

El metabolismo social también puede estudiarse dentro de una escala temporal que va desde años, décadas, siglos hasta milenios (Toledo 2013, 54).

De esta breve revisión bibliográfica, Toledo nos ofrece una clara sistematización del concepto de metabolismo social al analizarlo en términos de dimensión, escala y tiempo. Parte distinguiendo la dimensión material, caracterizada por los flujos de materia y energía, de otra dimensión inmaterial donde prevalecen aspectos sociológicos relacionados con el comportamiento de estos flujos.

Al caracterizar la dimensión material basada en flujos o procesos (apropiación, transformación, circulación, consumo y excreción), Toledo define escalas geográficas y escalas temporales de apropiación, las cuales constituyen el punto de partida para la definición y diseño de un modelo metabólico como el que se propone en este estudio.

3. Metabolismo urbano

Las primeras definiciones de metabolismo urbano integran los elementos conceptuales abordados en la definición y dimensiones descritas sobre el metabolismo social. El pionero en desarrollar este tipo de investigaciones fue Abel Wolman con su trabajo *The Metabolism of cities*, donde describe los requerimientos metabólicos como “todos los materiales y materias primas necesarios para mantener los habitantes de una ciudad, en una casa, en el trabajo y en el juego” (Wolman 1965, 178).²

En 1973 Scott Cook (1973) amplía este concepto y describe al metabolismo urbano como “el proceso por medio del cual los miembros de toda sociedad se apropian y transforman ecosistemas para satisfacer sus necesidades y deseos” (Díaz 2014, 59).

Una definición más completa es la propuesta por Kennedy, Cuddihy y Engel-Yan, quienes explican el metabolismo urbano como “la suma total de los procesos técnicos y socioeconómicos que ocurren en las ciudades, resultando en crecimiento, producción de energía y eliminación de desechos” (Kennedy, Cuddihy, y Engel-Yan 2007, 44; énfasis en original).

² Esta y las demás traducciones de documentos publicados en inglés son propias.

Dependiendo del autor, se concibe al metabolismo urbano de diferentes maneras: “...r organismos urbanos (Zhang, et al. 2009, 1960), organismos ciber ticos —mitad natural, mitad artificial – (Swyngedouw 2006), sistemas complejos y dinámicos (Newman 1999, 220), áreas metropolitanas vivientes (Moore 2007, 30) o sistemas vivos” (Díaz 2014, 65).

Álvarez y Delgado (2014) sostienen que el metabolismo urbano permite un análisis complejo basado en enfoques multidisciplinarios y sinérgicos provenientes de la ecología industrial, la economía ecológica, la ecología urbana y la ecología política donde confluyen temáticas relacionadas con:

- (1) los flujos de materiales y de energía —así como el stock— de las ciudades,
- (2) de la ciudad como ecosistema,
- (3) las relaciones económico–materiales dentro de las ciudades,
- (4) las relaciones campo–ciudad y sus impulsores económicos,
- (5) la reproducción de las inequidades urbanas, y
- (6) los intentos de darle otros significados a la ciudad a través de visiones novedosas en torno a las relaciones socio–ecológicas. (Álvarez y Delgado 2014, 12)

Estas concepciones integran los elementos descritos para caracterizar el metabolismo social. De tal forma que, en el metabolismo de las ciudades también es consideran aspectos como procesos, flujos y expresiones matemáticas de balances de materia y energía vinculados a las sociedades, en una dimensión, escala y tiempo claramente definidos.

Lucertini y Musco (2020) invitan a utilizar el concepto de metabolismo circular urbano CUM (circular urban metabolism), el cual incorpora principios de la economía circular³ como estrategia para la reducción de la contaminación como de los residuos en las ciudades una vez que los flujos de materia y energía hayan sido comprendidos. Además, plantean como beneficios adicionales el fortalecimiento de relaciones, mejora de regulaciones urbanas, planificación territorial y mejor respuesta ante el cambio climático (Lucertini y Musco 2020, 140–41).

En un contexto de cambio climático, las ciudades se consideran como sistemas metabólicos abiertos que producen entropía y son algo *parasitarios*, donde el consumo

³ El concepto de economía circular se concibe como “un sistema industrial restaurador o regenerador por intención y diseño enfocado en el uso de energía renovable, el dejar de usar productos químicos tóxicos y el de eliminar la generación de residuos a través del diseño superior de materiales, productos, sistemas y modelos de negocio. Busca el cambio de una economía lineal a una circular en la que los residuos se reintegran en el ciclo productivo y toman como base la aplicación de las nueve R: rechazar, repensar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, remanufacturar, reutilizar, reciclar y recuperar” (Lucertini y Musco 2020, 138).

de materiales y energía, así como la generación de desechos y las emisiones de contaminantes son muy superiores a los promedios nacionales y regionales, y se enmarcan en una escala global en la cual se está rebasando *fronteras ecológicas* (Delgado 2013, 111). Esto se debe a que las urbes consumen materias primas y mercancías provenientes de diferentes lugares del mundo, incrementando los consumos energéticos y las emisiones derivadas del transporte de mercancías, y que su permanente extensión responde a la necesidad del perpetuo crecimiento económico que impone la lógica de acumulación de capital. A esto se suma que la infraestructura construida no se ha diseñado para reducir emisiones ni enfrentar los riesgos asociados al cambio climático. Tampoco se ha considerado en los análisis el gasto energético y económico que implica la gestión de los residuos generados en las ciudades (Delgado 2013, 111–12).

Por lo indicado, los estudios urbanos bajo el enfoque metabólico por su carácter multidisciplinario e integrador de orientaciones técnicas, socioeconómicas y ecológicas permiten el entendimiento de las dinámicas de las ciudades y sus implicaciones sociales y ambientales (Díaz 2014, 61–62). En este sentido, Delgado manifiesta que:

El reto no es el lograr una “ciudad sustentable”, lo que conceptual y estrictamente en principio es incorrecto y en la práctica un punto aún por ser demostrado, sino más bien encontrar los modos para organizar mejor y de manera más eficiente e integrada los asentamientos humanos de tal suerte que se tienda a minimizar su metabolismo, no sólo en términos per cápita, sino sobre todo en términos globales. (Delgado 2013, 116)

Estudios de metabolismo social urbano en América Latina

Los primeros estudios de metabolismo social urbano se realizaron en Tokio y Hong Kong, cuyo enfoque fue el análisis de flujo de materiales durante la segunda mitad de la década de 1970. En los años 90 e inicios de este siglo, se realizaron estudios en Bruselas, Viena, Ciudad del Cabo, Londres y Toronto. Entre 2007 y 2011 se analizó el metabolismo de Nueva York Nueva Orleans, Beigin, Shangai y Bogotá (Díaz 2014, 64–65).

En América Latina, el primer estudio relacionado con metabolismo urbano fue el del análisis de *La huella ecológica de Santiago de Chile*, desarrollada por Wackernagel en 1998 (Kennedy, Cuddihy, y Engel-Yan 2007, 45).

El estudio realizado en 2011 por Cristian Díaz en la Ciudad de Bogotá, constituye otro análisis histórico clave de los flujos de agua, alimentos, combustibles y energía con énfasis en los años 1980 y 2010 cuyos indicadores se proyectan hacia 2025. Como resultado, el autor concluye que estos flujos de materia y energía constituyen un

metabolismo lineal generador de desechos que no son gestionados ni recirculados, lo cual deriva en una insostenibilidad proyectada para el consumo en 2025, dada por un profundo cambio e incremento de los flujos de consumo de agua, alimentos, combustible y energía, incrementando las presiones en la urbe y sus alrededores y provocando su desabastecimiento. Además señala una vulnerabilidad en el sistema hidroenergético asociada a la disponibilidad de caudales (Díaz 2011).

El trabajo realizado por Gian Carlo Delgado et al. (2012) analizó la situación de los flujos de energía, agua, alimentos, GEI, aguas residuales y residuos sólidos para Ciudad de México, Sao Paulo, Río de Janeiro y Buenos Aires. Los resultados de este estudio determinan que:

Las dimensiones del metabolismo de las megaurbes latinoamericanas son ingentes y cada vez más insostenibles en el corto, mediano y largo plazos; de ahí que uno de los principales retos sea reconocer que las ciudades son espacios netamente parasitarios en tanto que son construcciones sociales del territorio y que por tanto externalizan la naturaleza como nunca antes en la historia de la humanidad. (Delgado, Chávez, y Juárez 2012, 7)

En el ámbito de los residuos, los autores determinaron indicadores de generación anual, generación per cápita y composición porcentual de los materiales. Adicionalmente sugieren como medidas de mitigación con un enfoque de emisiones evitadas: la reducción del consumo de materiales, el incremento del reciclaje, cambios en la producción de mercancías y generación de biogás en los rellenos sanitarios (Delgado, Chávez, y Juárez 2012, 19).

En el caso ecuatoriano, en 2016 se realizó un estudio para fomentar el metabolismo energético circular en la ciudad de Cuenca, cuyo objeto era la generación de energía eléctrica a partir del metano producido en el relleno Sanitario de Pichacay, cuyo aporte constituiría entre el 1 % y 2,5 % de la energía de Cuenca que disminuiría en ese porcentaje la importación de energía a la ciudad (Barragán, Arias, y Terrados 2016). Posteriormente, en 2018 se publicó un estudio de metabolismo urbano de los flujos de agua en la ciudad de Baeza, enfocado hacia la recirculación hídrica como medida de eficiencia metabólica (Parrado, Cevallos, y Arias 2018).

En Quito, el primer estudio sobre metabolismo urbano se realizó con un enfoque de cuantificación de flujos de residuos con el fin de generar una estrategia de reducción y mitigación del cambio climático basada en la producción de electricidad a partir del procesamiento de los residuos orgánicos. Además se realizó un estudio para potenciar la

reactivación económica de la Parroquia Calderón, por ser la de mayor vulnerabilidad socioeconómica basada en una cadena de valor que incorpora principios de economía circular (Davis, Polit, y Lamour 2016, 309–10).

La propuesta de Davis, Polit y Lamour (2016) se fundamenta en el aprovechamiento de residuos orgánicos (casi el 60 % de los residuos generados en el DMQ) mediante su transferencia desde el relleno sanitario de El Inga hacia una planta de digestión anaeróbica que se ubicaría en Calderón para generar fertilizante y 3,9 GWh de electricidad, que equivale al 1 % de la energía generada por la Empresa Eléctrica Quito y que podría comercializarse por US\$ 351 000. Además, se generaría empleo indirecto por la contratación de servicios de apoyo, se reduciría el uso del suelo para el establecimiento de rellenos sanitarios y se reducirían los GEI emitidos a la atmósfera.

A nivel mundial son escasos los estudios de metabolismo social urbano que emplean la metodología del AFM para el análisis de los flujos de RSU. De hecho, la mayoría de ellos se han desarrollado en la última década. Entre las ciudades donde se ha aplicado esta metodología están: Maputo en Mozambique (Sarmiento dos Muchangos, Tokai, y Hanashima 2017), Kigali en Ruanda (Telesphore y Nishimwe 2019), Terengganu en Malasia (Ghani 2021).

En América del Sur, se desarrollaron estudios para la ciudad de Tandil (Villalba 2020) y Buenos Aires (López de Munain, Castelo, y Ruggerio 2021) en Argentina. Ecuador no cuenta con estudios como el que se realiza en esta investigación.

4. Nociones de residuo, desecho, basura

Basura, desecho o residuo son términos comúnmente utilizados para referirnos a los materiales o productos que ya no presentan una utilidad y de los cuales debemos deshacernos (ONU Medio Ambiente 2018, 42).

En el ámbito de la gestión, se suele hablar de residuos sólidos municipales (RSM), los cuales “proviene generalmente de actividades domésticas, servicios públicos, construcciones y establecimientos comerciales, así como de residuos industriales que no se deriven de sus procesos” (Rondón et al. 2016, 14). Estos residuos por lo general están compuestos por materia orgánica como restos de alimentos, madera, cartón, papel y materiales inorgánicos como metales, plásticos, vidrio, etc.

Enfoques basados en principios de la *economía circular y basura cero*⁴, hacen una distinción entre el término residuo y desecho o basura. En este sentido, se considera desecho o basura a todo material que no puede aprovecharse o reinsertarse en un ciclo metabólico natural o en proceso productivo. Es así, que el término residuo se puede entender como un recurso que puede ser aprovechado nuevamente en un ciclo de producción, ya sea de nutrientes como de bienes. En términos metabólicos: residuo corresponde a todos los materiales resultantes del proceso de excreción que se puede reintegrar en el ciclo metabólico; mientras que los desechos son todos aquellos materiales producto de la excreción que no se pueden integrar nuevamente en este ciclo (Solíz 2016, 33).

Entender a los residuos como recursos significa realizar esfuerzos para imitar el reciclaje natural que se da en los procesos como respiración o de descomposición de nutrientes en los diferentes ciclos biogeoquímicos, donde se puede hablar de un reciclaje total de materiales en su entorno. Se debe considerar que a pesar de esta imitación los procesos de reciclaje de materiales como cartón, plástico, vidrio, etc., no alcanzarán una recuperación de materiales al 100 % debido al gasto energético que se requiere y a la energía disipada en estos procesos en los que se cumple la segunda ley de la termodinámica (Martínez Alier y Roca Jusmet 2015, 18–19).

5. El metabolismo social de los residuos

Desde el punto de vista de la economía neoclásica, el metabolismo de los residuos puede estudiarse a partir del llamado metabolismo industrial, entendido como la caracterización de los flujos de bienes materiales y energía que son requeridos en los procesos de producción y consumo de bienes que generan riqueza (Ayres y Warr 2009, 62). Günther Anders, sostiene que los productos fabricados en la actualidad constituyen los residuos del futuro, puede definirse a los residuos como “todo lo que produce la sociedad industrializada” (Rollot y Younès 2017, 300).

Con el empleo del metabolismo industrial se pretende diseñar productos reutilizables después de su uso ya sea como materia prima en otro proceso industrial o como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles, minimizando la generación

⁴ “Basura cero: Conservación de todos los recursos por medio de la producción responsable, el consumo, reúso y recuperación de productos, empaques y materiales sin incinerarlos y sin disposición de contaminantes en suelo, agua y aire que puedan amenazar la salud humana (www.zwia.org). Supone dar cuenta de todo el ciclo de vida de los productos y materiales con la finalidad de que éstos se mantengan en uso por el mayor tiempo posible antes de ser enviados a disposición final.” (PNUMA 2021, 11)

de desechos. De esta manera se busca pasar de una economía lineal a una circular, donde se imite el mecanismo biológico y ecoefectivo de la naturaleza en el aprovechamiento de materiales donde “nada se desperdicia, todo se transforma” superando el esquema de “extraer, producir y desechar” (ONU Medio Ambiente 2018, 28; Banco de Desarrollo de América Latina 2018, 25).

En el modelo de economía circular no existen desechos, los residuos se consideran “materia prima secundaria”. Por lo que se ha estimado que la implementación de nuevas tecnologías como la producción de energía, el compostaje y el reciclaje de residuos contribuiría a reducir entre el 10 al 15 % de las emisiones globales de GEI, valor que puede incrementarse al 20 % si se previene la generación de residuos. Las prácticas de reciclaje están relacionadas con ahorros en los consumos de energía tanto en el reprocesamiento de materiales como al evitar procesos de extracción, transporte y procesamiento de materias primas (Banco de Desarrollo de América Latina 2018, 27).

Cabe resaltar que tanto el reciclaje como el compostaje resultan medidas insuficientes para reducir el metabolismo social de los residuos. Estas necesitan complementarse con cambios en los patrones de producción y consumo, enfocados a una reducción en la generación de residuos y al empleo de medidas de recuperación y reutilización de materiales (PNUMA 2021, 200).

Desde una perspectiva dialéctica, en la que las relaciones históricas de la sociedad con la naturaleza configuran la direccionalidad de sus flujos y la alteración de los ecosistemas, Veraza sostiene que en la basura sintetiza negativamente el modo de vida de una sociedad, siendo su “espejo invertido” y mostrando si su metabolismo es sano o enfermo. Este “ciclo metabólico social” comprende la producción, circulación, distribución y consumo de la basura, cuya acumulación responde a la acumulación del capital (Veraza 2008, 3–4). Se trata de un modelo lineal “co-generador de un círculo vicioso y parasitario del metabolismo social.” (González 2006 citado en Veraza 2008, 5).

En este sentido, el modelo de producción capitalista y la tecnología empleada para en los productos de consumo en diferentes periodos de tiempo, configura una producción de basura distinta. Veraza plantea que la composición de la basura de mediados del siglo XX no representaba un peligro para el ambiente, en contraste con la época actual en la que se produce basura nociva tanto al fabricar bienes, al consumirlos y al desecharlos. Esto se debe a que materiales como el plástico y distintos embalajes, así como los residuos generados por las industrias en la actualidad son altamente contaminantes. Con los

avances tecnológicos, la basura generada es cada vez más nociva y perjudicial para el ambiente y los seres humanos (Veraza 2008, 6–7).

Por otro lado Solíz, haciendo referencia a los postulados de Marx en *El Capital*, analiza “la basura como el resultado de la fractura metabólica campo-ciudad”(Solíz 2017, 29) asociada a la alteración de los ciclos de nutrientes que mantienen la fertilidad del suelo en el campo, por la generación masiva y concentrada de basura en la urbe. Tanto la demanda de agua, alimentos, energía y demás actividades urbanas como la generación de aguas servidas y desechos que se disponen generan desequilibrios en los ecosistemas. La baja de fertilidad ocasionada, combinada a exigencias de incremento de la productividad agrícola, obliga a los campesinos a incorporar fertilizantes producidos industrialmente e insertar la producción industrial en la agricultura. A esto se suman otras dinámicas como encadenamientos laborales de campesinos en los agronegocios y el despojo por la instalación de actividades extractivas en territorios campesinos. En síntesis, estas dinámicas generan un ciclo lineal e insostenible de “explotación-producción-distribución-consumo y desecho” insostenible. (Solíz 2017, 29–32).

Residuos y cambio climático

La Agencia Ambiental Europea (EEA) indica que “la generación de residuos sólidos es la cuarta causa en el mundo de emisión de GEI con 3% de las emisiones totales” (Solíz et al. 2020, 106). El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) determinó que las actividades relacionadas con la gestión de residuos emitieron 1,3 Gt CO₂ eq en 2005 (ISWA 2009, 11).

Cabe acotar que los sitios de disposición final de residuos representan la tercera fuente de emisión de metano antropogénico a nivel mundial aportando con el 11 % de las emisiones de este gas (ONU Medio Ambiente 2018, 114). Se proyecta un aumento del 57 % de las emisiones GEI (1,56 a 2,6 billones de toneladas de CO₂ eq) en 2050, si no mejoran las prácticas de disposición final (Richie y Roser 2017 en Solíz et al. 2020, 106).

En América Lantina y el Caribe los datos de participación de emisiones de metano por disposición de residuos sólidos urbanos (RSU) difieren de país a país y los reportes se han presentado en distintos años. Los países que reportaron mayores niveles de emisión de CH₄ proveniente de rellenos sanitarios son El Salvador con un 40 % en 2013, Perú con un 31 % en 2010 y Argentina con un 28 % en 2012 (ONU Medio Ambiente 2018, 114–18). Para el caso de Ecuador, el Ministerio del Ambiente indica que en el año 2010, el sector residuos ocupó el cuarto lugar en la generación de las emisiones de GEI con

3345,41 Gg de CO₂ eq, y corresponde al 4,16 % de las emisiones totales. El 88,23 % de estas emisiones se producen por la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios y botaderos (2951,58 Gg CO₂ eq). El 11,77 % restante corresponde al tratamiento de aguas residuales (393,83 Gg CO₂ eq) (EC MAE 2016, 19).

En el Distrito Metropolitano de Quito, la municipalidad ha generado una serie de documentos bajo el enfoque de huella ecológica y cambio climático. Entre ellos están los inventarios de emisiones de GEI 2003, 2007 y 2011, así como la huella de carbono 2015, en los cuales se establecen las siguientes estimaciones:

Tabla 1
Evolución de las emisiones de GEI generadas por el sector residuos en el DMQ

Año de inventario	GEI totales, tCO ₂ e	GEI generados por sector residuos, tCO ₂ e	Porcentaje, %	Metodología empleada
2003	13 351 824	1 469 645	11	CORPAIRE
2007	20 934 137	6 826 157	32	CORPAIRE
2011	6 180 065	1 100 155	18	IPCC
2011	5 218 318	711 207	13	GPC ⁵
2015	7 598 855	766 687	13	GPC

Fuente: (Cáceres y Cáceres 2011a), (Cáceres y Cáceres 2011b), (Baca 2014), (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2015).

Elaboración propia.

La Tabla 1 muestra que los resultados de los inventarios no son comparables entre sí debido a que los datos se generaron bajo distintos métodos de cálculo. Sin embargo el estudio realizado en 2015 determinó un incremento del 7,2 % en las emisiones de GEI del sector residuos con respecto a 2011 (711 207 a 766 587 tCO₂e), el mismo que se atribuye al incremento de la población y de generación de residuos durante el periodo (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2015, 21).

6. Del naturalismo moderno a la ecología política de los residuos

La ecología política hace referencia al estudio de los conflictos ambientales desde los diversos “intereses, valores, culturas, saberes, y distintos grados de poder” de los actores que intervienen en ellos (Martínez Alier 2009, 8). De esta manera, la posición de cada actor social en el conflicto, dependerá de la visión que éste tenga sobre la dualidad sociedad-naturaleza.

⁵ Protocolo Global para Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Nivel Comunidad (GPC por su sigla en inglés).

Sacher (2019), en su análisis sobre el naturalismo moderno y corrientes del ecologismo, muestra la complejidad de las visiones del naturalismo moderno y de los diversos ecologismos asociados a cada visión. Identifica dos tendencias: el naturalismo dialéctico y el naturalismo bipolar. La primera, sostiene que la naturaleza es dinámica e historicizada con la que concuerda una visión *social-constructivista*. El naturalismo bipolar contrariamente concibe a la naturaleza como estática y atemporal. De esta segunda perspectiva se derivan visiones *conservadoras* y *tecnocentristas*.

Estas tres visiones desembocan en concepciones diferentes acerca de cómo la naturaleza limita la acción humana. La visión conservadora parte de que las leyes y condiciones naturales limitan la acción humana; mientras que la tecnocentrista afirma que estas limitaciones pueden superarse parcialmente a través del ingenio humano y la innovación tecnológica. La visión socialconstructivista, al contrario, sostiene que la posibilidad de superar los límites que impone la naturaleza a través de la producción dialéctica de una nueva naturaleza, una *naturaleza postcapitalista* (Sacher 2019, 14).

La mayoría de las corrientes ecologistas se sitúan dentro de la visión conservadora (tanto tendencias antropocentristas como biocentristas); pero ciertas corrientes como el ecomarxismo se entrelazan con la visión social constructivista y otras como corrientes de los ecologismos liberales tienen orientación hacia el *tecnocentrismo* (desarrollo sostenible, gobernanza ambiental, *tecnoeficiencia*, capitalismo verde). Cabe mencionar que los *ecofeminismos* así como las corrientes de la economía ecológica presentan distintos grados de afinidad con cada una de las visiones del naturalismo mencionadas (Sacher 2019).

Lo expuesto, plantea una estrecha relación entre la ecología política con la visión dialéctica de la naturaleza en la que el metabolismo social estará determinado por las relaciones históricas de las sociedades que modifican sus ecosistemas.

En este sentido, Delgado plantea que la ecología política urbana analiza los diversos procesos metabólicos urbanos derivados de las distintas formas de organización social (Delgado 2021, 23–24), considerando los siguientes aspectos:

- Los procesos metabólicos implican distintos ensamblajes socioambientales con conexiones que generan impacto a nivel multiescalar y multitemporal.
- Los arreglos político-económicos que determinan un esquema sociometabólico habilitan formas puntuales de producción del espacio urbano con sus respectivos beneficiados y afectados.

- La articulación de los arreglos metabólicos con la circulación de capitales globalizados que influyen en las relaciones productivas, cuyas relaciones de poder dan lugar a procesos contestatarios.
- La *producción del espacio urbano* comprende lo urbanizado y los territorios de soporte (tanto de abastecimiento como de absorción de desechos). Lo cual genera una red de complejos sistemas abiertos que se expanden hacia lo nacional, regional y global.
- El establecimiento de las causas de las injusticias y desigualdades socioambientales, particularmente entre zonas centrales y periféricas, así como entre unas ciudades y otras, reflejadas en espacios de informalidad, pobreza, hacinamiento, violencia, exposición a contaminantes y riesgos que contrastan con espacios dotados de infraestructura y servicios de calidad.

Desde la ecología política se visibilizan relaciones de poder que atentan contra grupos vulnerables y permiten repensar en otras formas de construir políticas y acciones más justas en las que se priorice la participación y proceso de toma de decisiones basada en un diálogo de saberes y en información de calidad (Álvarez y Delgado 2014, 14). De esta manera:

La ecología política urbana, en general, incluyendo su enfoque en el metabolismo urbano de los residuos, permite una mirada compleja y crítica sobre la problemática para permitir explorar nuevas rutas de acción eco-política dirigidas a mejorar la calidad de vida urbana del grueso de la población, esto es, procurar reducir las desigualdades existentes e incrementar la participación ciudadana y sus cuotas de poder en la toma de decisiones (y con ello disputar las estructuras de poder imperantes). (Delgado 2016, 83)

Los complejos flujos de materia y energía sitúan a la basura en el proceso de excreción de su metabolismo social, siendo esta el reflejo de los “modos de producción-reproducción, de la (in)sustentabilidad de su modelo económico, de las relaciones de poder, de la equidad o inequidad en la distribución y consumo, y de la soberanía económica y política de los Estados” (Solíz et al. 2020, 19–20) (Martínez Alier y Roca Jusmet 2015, 24).

La problemática de la generación de basura y su inadecuada disposición se analiza desde ecologismos como los de la *ecoeficiencia*⁶ y *el ecologismo de la conservación*⁷, dejando de lado las asimetrías sociales derivadas de las relaciones de poder ejercidas por los sujetos sociales que la mercantilizan. Por otro lado, el *ecologismo popular*, ha sido planteado desde una visión dialéctica que cuestiona los procesos socioeconómicos que generan la ruptura metabólica entre la sociedad y la naturaleza. (Solíz 2017, 21–23). Se afirma que esta crisis responde a procesos de *subsunción* formal y real tanto del consumo como de la basura al capital, donde las sociedades explotadas tienen una relación violenta y asimétrica con su entorno, convirtiendo a la naturaleza en sumidero de desechos (Veraza 2008; Solíz 2017, 22).

En este sentido, Veraza sostiene que la basura es el producto de la subordinación del consumo bajo el capital. Lo cual, además de generar valores de uso nocivos por lo que su producción y uso atenta contra la naturaleza, provoca también relaciones sociales nocivas, donde las empresas –principales responsables de la generación de residuos- y el Estado se ven envueltos en relaciones poco éticas, corruptas y que atentan contra los derechos para evadir su responsabilidad de generadoras de basura nociva, trasladando sus externalidades hacia los gobiernos y las poblaciones (Veraza 2008, 17- 18).

Tal es el caso de los recicladores de base, un grupo de personas que realiza recolección de materiales recuperables en las calles y botaderos como estrategia de subsistencia. “Se trata de minorías excluidas y marginadas sobre las cuáles se construyen múltiples imaginarios, frecuentemente son percibidos como gente sucia, peligrosa, que desordena el espacio público” (Solíz, 2017, 41). Además, son personas expuestas a una serie de contaminantes que atentan contra su salud y la de su familia, víctimas de represión, cuyas demandas de justicia se centran en procesos de formalización laboral y de protección.

Estas relaciones socioambientales inequitativas y asimétricas traen como resultado las siguientes consecuencias:

⁶ Este ecologismo se enfoca en recurrir a la tecnología para resolver los problemas ambientales actuales. En el caso de la basura, apunta a la aplicación de procesos de incineración, recuperación de biogás, pirolisis, producción de combustibles derivados de residuos, entre otros (Solíz 2017, 22).

⁷ El ecologismo conservacionista se centra en la protección de la naturaleza de la amenaza humana introduciendo valores emocionales. Promueve el reciclaje como alternativa que salvará al mundo y lo romantiza a través del involucramiento de niños y jóvenes en estos procesos (Solíz 2017, 22).

- El origen de una *crisis doble de los RSU* (cuantitativa como cualitativa) derivada de procesos de urbanización “salvaje”, gentrificación y descampesinización de las ciudades (Solíz et al. 2020, 138).
- La fractura metabólica dada por la separación física del desecho de la subsistencia diaria y su confinamiento en un espacio de tierra inferido como no humano (relleno sanitario); la supremacía de conocimiento experto sobre los desechos frente a prácticas tradicionales; y, la percepción del desperdicio como algo abstracto y divorciado de los procesos que lo generan, ocultando el trabajo vinculado al desecho⁸ (Lohmann 2017, 146).
- El establecimiento de territorios segregados, conocidos como *territorios de sacrificio*. Por lo general, los botaderos a cielo abierto, rellenos sanitarios, plantas de incineración y plantas destinadas al tratamiento de residuos se localizan en zonas rurales, pobres o territorios ocupados por población indígena, cuyos habitantes se exponen a la nocividad de los residuos y son víctimas de problemas de salud tanto relacionadas con la pobreza como con el oficio del reciclaje (Solíz 2020, 20-26).
- Las tareas que implican mantenimiento, reparación, remodelación o corrección demandan mucho más tiempo que las actividades de creación de cosas nuevas. Esto también aplica al manejo de residuos desmitificando la percepción de que la mecanización, las regulaciones y su adecuada disposición, reducirán el trabajo que implica dicho manejo (Lohmann 2017, 141).
- La crisis de la basura se convierte en crisis de capital cuando “la distinción entre recursos naturales y trabajo remunerado y no remunerado dejan de funcionar de forma productiva para el capital” (Lohmann 2017, 147). Las regulaciones son una barrera para la acumulación de capital, pues su inexistencia favorecerá atropellos laborales y explotación a grupos más vulnerables como mujeres o migrantes, así como el fomento de la informalidad y trabajo no remunerado en la clasificación de materiales recuperables en los rellenos sanitarios.

⁸ Estos procesos de abstracción por lo general hacen pensar a la mayoría de la gente que los consumidores tienen mayor responsabilidad en la gestión de la basura que las industrias manufactureras, mineras y energéticas que generan los bienes que se convierten en basura. Procesos similares a los de abstracción capitalista, que de forma simplificada tratan de separar a la sociedad de la naturaleza, “oscureciendo la complejidad de los procesos de subsistencia” (Lohmann 2017, 146).

- La mayoría de personas dedicadas a la actividad del reciclaje son mujeres, que por lo general son víctimas de la precarización laboral, exclusión, violencia de género, de etnia, edad, falta de reconocimiento del trabajo no remunerado del hogar y la crianza, problemas de salud (Solíz et al. 2020, 20).
- Las discusiones sobre los residuos sólidos se han centrado principalmente en los rellenos sanitarios y las discusiones sobre el clima en sumideros de carbono reales o imaginarios. De tal manera que los mercados de servicios ambientales, han servido como mecanismo de mercantilización en el que las industrias contaminantes han comprado bonos para compensar emisiones deslindándose de la responsabilidad de reducirlas (Lohmann 2017, 152–5).

En síntesis, la caracterización metabólica de los residuos es un proceso complejo y holístico en el que confluyen aspectos técnicos, económicos, ambientales, sanitarios, así como un sinnúmero de problemáticas sociales. La relación dialéctica de la sociedad y la naturaleza en torno a los procesos de apropiación, transformación, circulación, consumo y excreción, trae como resultado la generación de basura nociva y provoca una insustentabilidad ambiental y social en ciudades convirtiéndolas en sistemas parasitarios derivados de una ruptura campo-ciudad.

Los efectos del alto metabolismo social de la basura, traen consigo crisis ambiental y social, evidenciada en el incremento de gases de efecto invernadero contaminación del agua y suelo, territorios en sacrificio cercanos a los sitios de disposición final de la basura, problemas de salud, así como invisibilización y discriminación a grupos de recicladores informales.

Los planteamientos y reflexiones planteadas en este capítulo constituyen el punto de partida para el abordaje y análisis del metabolismo social de los RSU en el DMQ tanto desde la perspectiva de la gestión actual, los flujos metabólicos de los residuos y los conflictos asociados al comportamiento de estos flujos, aspectos que se abordarán en los próximos capítulos.

Capítulo segundo

La generación y gestión de los residuos en el DMQ

Una vez definido el marco conceptual del metabolismo social de los residuos, resulta imprescindible aterrizar en los aspectos básicos que definen la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Distrito Metropolitano de Quito a fin de conocer si el manejo de la basura contribuye o no a la reducción de su metabolismo social y cuáles son los aspectos más críticos en dicha gestión. Con esto se pretende generar una fotografía de la situación actual de la basura y contrastarla con los aspectos teóricos planteados en el capítulo anterior.

Este capítulo tiene un carácter descriptivo y constituye una recopilación de información orientada a realizar una breve descripción del DMQ que constituye el territorio en el que se estudian los flujos de residuos y presentar cómo están compuestos los residuos en la ciudad para detallar las fases de generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y transferencia, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de la basura capitalina.

El DMQ se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, al norte de la Sierra ecuatoriana. La mayoría de los 372,4 km² de su territorio se encuentra en la cordillera Occidental de Los Andes en pisos altitudinales que van desde los 500 a 4790 msnm (la franja urbana se encuentra a 2850 msnm). Ocupa la cuenca del río Guayllabamba y la cuenca norte del río Esmeraldas.

La ciudad está conformada por las administraciones zonales La Delicia, Calderón, Eugenio Espejo, Manuela Sáenz, Eloy Alfaro, Tumbaco, Valle de Los Chillos, Quitumbe y la Administración Especial Turística La Mariscal, en las que se distribuyen 32 parroquias urbanas y 33 tres parroquias rurales.

Las proyecciones del último censo de población y vivienda estiman que en 2020 Quito tendría 2 781 641 habitantes (INEC 2010). La división político administrativa del DMQ se muestra en la figura 1.

El 72 % de la población vive en el sector urbano y 28 % en el sector rural (EC MDMQ 2021a, 22). Los principales procesos de crecimiento son: “compacto en la ciudad central, disperso en los valles suburbanos y aislado en las áreas rurales” (EC MDMQ 2021a, 34). La estructura productiva comprende actividades profesionales e

inmobiliarias, manufactura, administración pública y construcción. Entre las actividades agrícolas de áreas rurales están la agricultura especializada capitalista (producción de brócoli, flores, ganadería bovina, crianza de pollos y aves) y la agricultura campesina (producción diversa para consumo local) (EC MDMQ 2021a, 24–25).

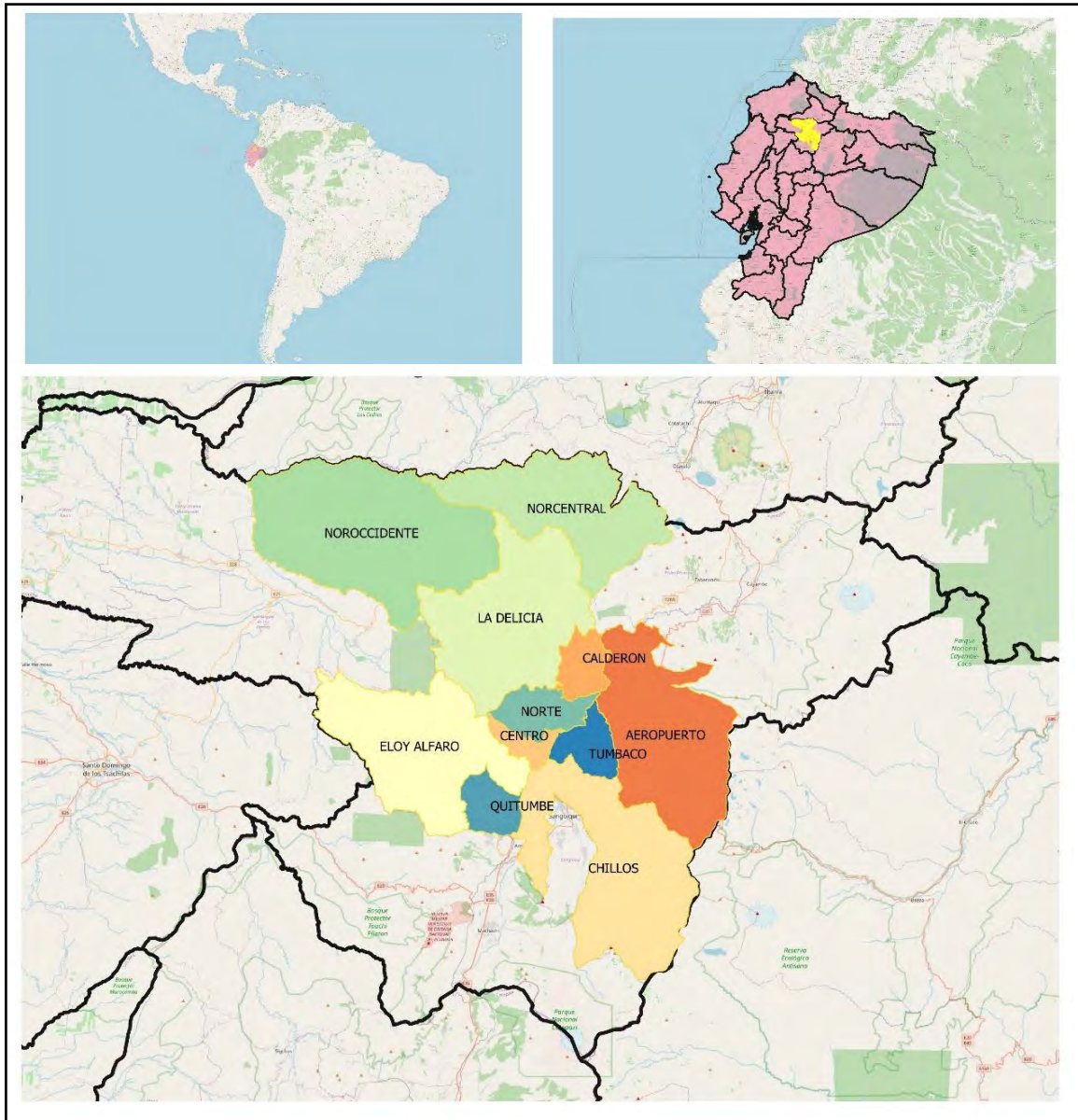


Figura 1. Ubicación del Distrito Metropolitano de Quito y su división político administrativa, elaboración propia a partir de (EC MDMQ 2022).

1. Tipología de residuos generados en la ciudad

Producción per cápita (PPC) de RSU

El aumento en la generación de residuos en América Latina y el Caribe es una problemática derivada de factores como el crecimiento poblacional, el incremento de áreas urbanas, la distribución del ingreso, así como patrones de producción y consumo insostenibles dentro de un modelo de crecimiento económico lineal. En 2014 se produjeron 541 000 t/día de residuos, cuya proyección para el año 2050 será de 671 000 t/día con una generación per cápita de 1,04 kg/hab. día (ONU Medio Ambiente 2018, 7).

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ha clasificado los residuos según su origen en domésticos (no peligrosos y peligrosos), viales, industriales no peligrosos, comerciales, hospitalarios, institucionales, escombros, peligrosos, infecciosos de animales y orgánicos provenientes del faenamiento artesanal (EC Concejo Metropolitano de Quito 2011, art. 12).

El último estudio de caracterización se efectuó en el año 2018, en base a un muestreo realizado en domicilios urbanos y rurales, unidades educativas, mercados y rutas de barrido de calles. Sin embargo, los responsables del estudio afirman que la proyección de datos de producción per cápita, composición y peso volumétrico para todo el DMQ, calculando la generación de los demás grandes productores, carece de representatividad estadística, por lo cual recomiendan análisis pormenorizados de cada uno de ellos (AsamTech Cía. Ltda. 2019, 63).

La tabla 2 muestra los resultados estimados de producción per cápita para el DMQ, considerando una población de 2 690 150 habitantes en 2018, y un grado de confiabilidad del 95 % para todos los tipos de generador salvo los grandes generadores.⁹ Los cálculos determinan una generación de 2301,80 t/día con una producción per cápita de 0,856 kg/hab.día y se proyecta que en 2025 se generarán 2579,69 t/día.(AsamTech Cía. Ltda. 2019, Anexo 10, 8) con una PPC de 0,835 kg/hab.día (EC MDMQ et al. 2022, 78–79).

En contraste con estos datos, la publicación *Cartografía de residuos sólidos en el Ecuador 2020*, muestra una PPC aún mayor para el DMQ equivalente a 0,88 kg/hab.día,

⁹ En el estudio se consideran como grandes generadores a los mercados, instituciones educativas, hospitales, comercios, instituciones públicas y otros.

ubicándolo en el segundo rango de ciudades con mayor PPC¹⁰ en el Ecuador, siendo la PPC nacional promedio de 0,597 kg/hab.día (Solíz et al. 2020, 60–76).

Tabla 2
Resumen de producciones per cápita por generador y total en el DMQ, año 2018

Generador		Población (hab.)	Peso total (t/día)		PPC (kg/hab.día)	
DMQ		2 690 150	2301,80		0,856	
Domiciliario	Urbano	2 386 383	1718,20	1891,18	0,72	0,703
	Rural	303 767	173,15		0,57	
Grandes generadores		2 690 150	404,97		0,151	
Barrido de calles		2 690 150	5,65		0,002	
Unidades educativas		2 690 150	46,58		0,0173	
Mercados		2 690 150	57,74		0,0215	

Fuente: Asamtech Cía. Ltda. 2019 Anexo 10, 4.

Elaboración: propia.

Las cinco ciudades con mayor PPC (entre 1,1 y 1,8 kg/hab.día) son Guayaquil (1,28 kg/hab.día), Salinas, Pichincha, Jipijapa y Quevedo (1,3 kg/hab.día). Estas son ciudades cuyos modelos productivos preponderantes son la industria, el comercio, y la agroindustria (Solíz et al. 2020, 60–76).

Datos del año 2016, reflejan que la PPC mundial varía entre 0,11 y 4,54 kg/hab.día, siendo su valor promedio de 0,74 kg/hab.día. La región de Asia Oriental y el Pacífico son las mayores generadoras de RSU y representan el 23 % de la generación mundial. Les siguen, Europa y Asia Central (20 %), Asia del Sur (17 %), América del Norte (14 %), América Latina y el Caribe (11 %), África Sub-Sahariana (9 %) y finalmente Oriente Medio y África del Norte (6 %) (Kaza et al. 2018, 17-19).

A nivel de América Latina y el Caribe se estima una PPC promedio de 1 kg/hab.día (ONU Medio Ambiente 2018, 5). En este sentido, Delgado estimó la PPC de seis ciudades latinoamericanas en 2013, donde se puede determinar que la PPC del DMQ (0,73 kg/hab.día) es menor que la de ciudades como Bogotá (0,76 kg/hab.día), Sao Paulo (0,93 kg/hab.día), Río de Janeiro (0,98 kg/hab.día), Ciudad de México (1,4 kg/hab.día) y Buenos Aires (1,66 kg/hab.día) (Delgado 2016, 78).

Composición de los RSU

En la caracterización se determinó que tanto la zona urbana como la rural generan residuos orgánicos en mayor porcentaje, cuyos valores son del 64,36% para la zona

¹⁰ En este grupo se encuentran los cantones Rumiñahui, Samborondón, Durán, Manta, Rocafuerte, San Vicente y Playas, cuya PPC se encuentra entre los 0,67 y 1,0 kg/hab.día (Solíz et al. 2020, 60–61).

urbana y 53,93 % en la rural, que en promedio representan un 62,54 %. Le siguen los residuos plásticos con un 11,17 %, el papel y cartón con 7,04 % y los residuos catalogados como rechazo (sanitarios, pañales y otros). En el 9,04 % restante se encuentran residuos de materiales como vidrio, metal, materiales multicapa, peligrosos, electrónicos, inertes y con potencial calórico alto (AsamTech Cía. Ltda. 2019, 65). Estos resultados reflejan que tan solo con la separación en la fuente, una recolección diferenciada y un tratamiento de residuos orgánicos, plástico y papel, se reduciría alrededor del 80,75% de los residuos que terminan en un relleno sanitario.

La figura 2 sintetiza la composición estimada de los residuos generados en el Distrito Metropolitano de Quito.

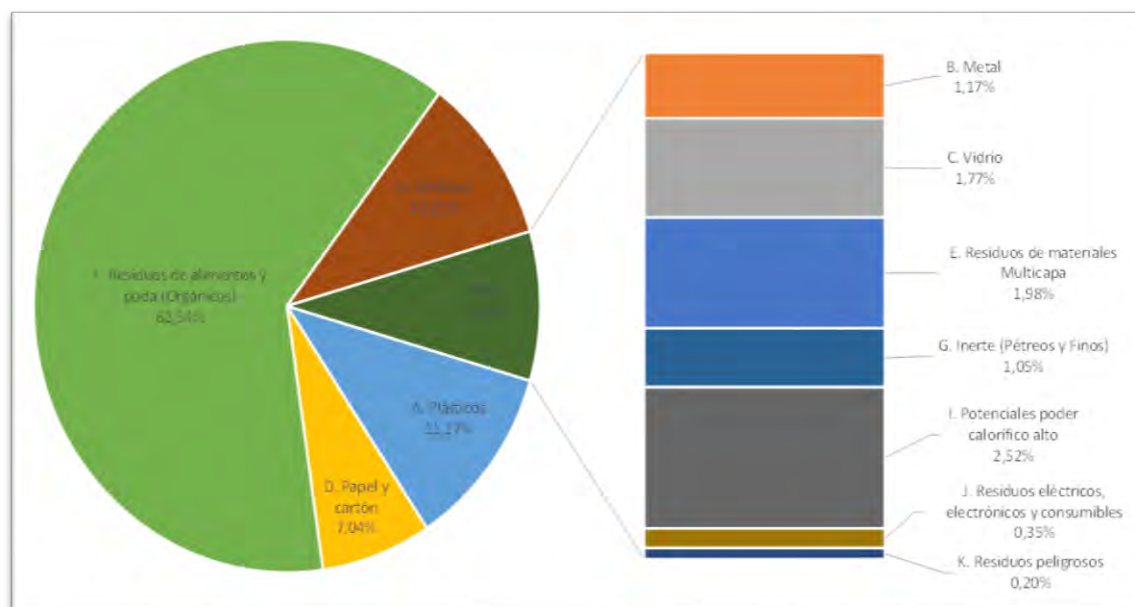


Figura 2. Composición física en porcentaje de los residuos generados en el DMQ, año 2018 en función de los datos del Anexo 1, pág. 10 del estudio desarrollado por Asamtech Cía. Ltda. 2019.

La tabla 3, en cambio muestra la composición física de los residuos producidos por domicilios, instituciones educativas, mercados y grandes generadores.

Tabla 3
Composición de residuos sólidos para el DMQ y por tipo de generador, año 2018

Componentes	Composición DMQ (%)	Composición domiciliario (%)	Composición grandes generadores (%)	Composición unidades educativas (%)	Composición mercados (%)
A. Plásticos					
Plástico polietileno de alta densidad.	2,83	2,69	3,50	6,14	1,37
PET.	1,89	1,59	3,31	6,55	0,70
Polipropileno y demás tipos de plásticos.	2,23	1,88	3,81	5,83	2,18
Plástico polietileno de baja densidad.	3,50	3,56	3,21	3,88	2,67
Poliestireno.	0,72	0,64	1,11	1,69	0,64
B. Metal					
Metal ferroso.	0,85	0,93	0,50	0,99	0,11
Metal no ferroso.	0,32	0,27	0,58	0,93	0,29
C. Vidrio					
Envase de vidrio transparente y de color	1,31	1,30	1,34	1,40	1,30
Vidrio plano cristalino y de color, roto.	0,46	0,46	0,46	0,87	0,13
D. Papel y cartón					
Papel bond	1,02	0,67	2,64	5,47	0,35
Papel para escritura e impresión	2,50	2,46	2,67	4,83	0,93
Cartón.	3,52	3,27	4,71	6,22	3,49
E. Residuos de materiales multicapa					
TetraPak	1,30	0,78	3,69	7,92	0,28
Otros materiales multicapa	0,68	0,52	1,46	2,95	0,26
F. Residuos de alimentos y poda (orgánicos)	62,54	63,40	58,50	32,40	79,56
G. Inerte (pétreos y finos)	1,05	1,08	0,87	1,44	0,41
H. Rechazo					
Sanitarios y Pañales	9,91	11,37	3,11	5,11	1,50
Varios	0,30	0,31	0,27	0,47	0,11
I. Potenciales poder calorífico alto					
Textiles	1,58	1,65	1,27	1,84	0,81
Pieles y Cueros	0,32	0,33	0,27	0,22	0,31
Madera procesada	0,62	0,32	2,03	1,82	2,19
J. Residuos eléctricos, electrónicos y consumibles	0,35	0,36	0,32	0,54	0,14
K. Residuos peligrosos	0,20	0,16	0,37	0,49	0,27
TOTALES	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente y elaboración: Asamtech Cía. Ltda. 2019, Anexo 10, p. 8.

Los valores de la tabla reflejan que para todos los generadores las mayores cantidades de residuos son orgánicos cuyos porcentajes superan el 50 % de todos los componentes identificados en el caso de los domicilios, mercados y grandes generadores. En los mercados los residuos orgánicos representan el 79,56 % del total generado, en los domicilios el 63,40% y en los grandes generadores el 58,50 %. Por otro lado, en las

unidades educativas el 50,16 % de los residuos generados son materiales reciclables, por lo que una separación en la fuente y recolección diferenciada podría constituir un aporte significativo en términos de reciclaje.

2. Las fases de gestión de los residuos sólidos

La gestión de residuos a nivel nacional se sustenta en la Constitución de la República del Ecuador, la Ley de Gestión Ambiental, el Código Orgánico del Ambiente, así como en diferentes acuerdos ministeriales y ordenanzas municipales. Las autoridades del DMQ consideran a la gestión integral de residuos sólidos como:

Conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a [los] residuos producidos, el destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final. (EC Concejo Metropolitano de Quito 2011)

La normativa ambiental nacional establece una jerarquización lineal de esta gestión, siendo la prioridad la prevención, seguida por la minimización de la generación en la fuente, aprovechamiento o valorización, eliminación y disposición final. En este sentido, los GAD municipales o metropolitanos tienen la responsabilidad de actividades de barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal, acopio y transferencia, tratamiento y correcta disposición final de los desechos. También se determina que estos procesos cuenten con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables (EC 2017 arts. 226, 231). El esquema de la jerarquización de la gestión de RSU se muestra en la figura 3.

El Acuerdo Ministerial 61 establece los siguientes principios para la gestión de residuos: preventivo o de prevención, precautorio o de precaución, contaminador-pagador o quien contamina paga, corrección en la fuente, corresponsabilidad en materia ambiental, de la cuna a la tumba, responsabilidad objetiva, responsabilidad extendida del productor y/o importador, de la mejor tecnología disponible y reparación primaria o in natura (INECO y Tragsatec 2016, 13–15).

La planificación de la gestión integral de residuos sólidos es competencia de la Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, institución que trabaja en la implementación de una estrategia orientada a “garantizar la gestión integral de residuos bajo el concepto de ‘cero basura’ o de economía circular, con enfoque de participación,

corresponsabilidad ciudadana y responsabilidad ambiental y social” (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2016, 209).

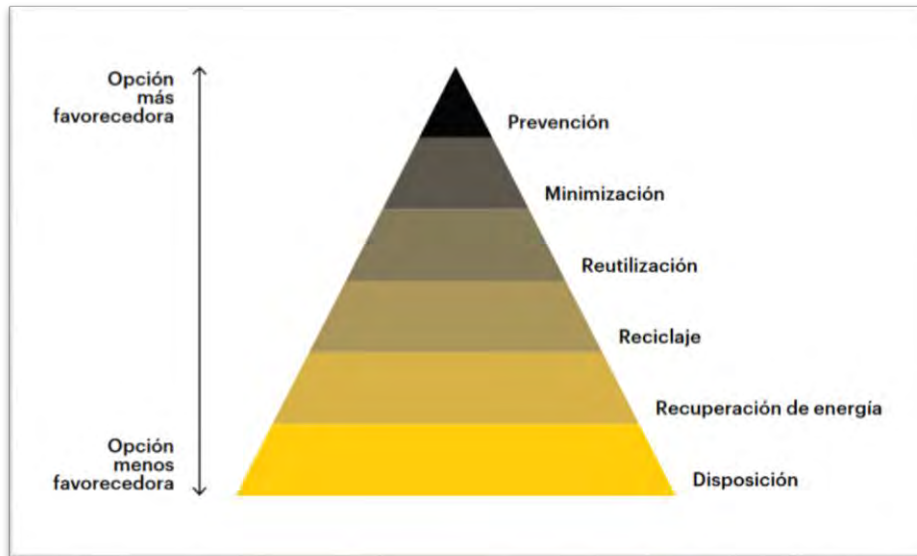


Figura 3. Jerarquía de la gestión integral de residuos sólidos (Robano y González 2021, 37).

El esquema de gestión integral de residuos sólidos se desarrolla en dos ejes de intervención: separación y cadena de valor de los residuos, los cuales consideran un “esquema participativo co-privado y de corresponsabilidad compartida entre Municipio-gestores e industriales”. El primer eje considera la separación en la fuente, en estaciones de transferencia, separación y gestión de residuos especiales, hospitalarios y escombros, al igual que sistemas descentralizados por parroquias. Por otro lado, el segundo eje plantea la sostenibilidad financiera en la comercialización de materiales recuperados en cada una de las fases de gestión (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2016, 215).

El Plan Maestro de Ordenamiento Territorial 2021-2033 del DMQ contempla en su objetivo estratégico 2: “Por un Quito sostenible y seguro. Promover una gestión integral ambiental, de residuos y de riesgos, responsables y sostenibles” las políticas sobre la gestión de residuos que se enlistan a continuación:

- Prevenir, minimizar, separar en la fuente, almacenar, transportar, aprovechar, valorizar, tratar y disposición final de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.
- Garantizar la gestión integral de residuos bajo el concepto Cero Basura o de economía circular, con enfoque de participación, corresponsabilidad ciudadana y responsabilidad ambiental y social

- Garantizar el incremento del grado de eficiencia y rentabilidad del sistema de gestión de residuos, así como la mitigación de los impactos ambientales y sociales relacionados.
- Fomento de prácticas de bioseguridad, manejo de fauna urbana, y control de pestes.
- Fomento de separación de residuos sólidos en la fuente, para posteriormente ser aprovechados como insumos, materia prima y energía, generando fuentes de empleo, reduciendo los impactos ambientales que genera un relleno sanitario y mitigando las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el cambio climático. (EC MDMQ 2021a, 56)

Para el cumplimiento de estas políticas se ha establecido desarrollar un plan maestro de gestión integral de residuos sólidos que contemple proyectos para mejorar los servicios de aseo y para el manejo integral de residuos sólidos no peligrosos, peligrosos, sanitarios, de construcción y escombros, cuyo presupuesto asciende a USD 31 105 813 (EC MDMQ 2021b, 3).

A pesar de lo expuesto, el mismo municipio reconoce que en el modelo territorial actual “No existe una gestión sostenible de desechos sólidos, la ciudad devuelve al campo basura y contaminación, mientras el campo entrega a la ciudad recursos naturales y alimentos” (EC MDMQ 2021a, 35). Tal afirmación evidencia la ruptura metabólica campo-ciudad y los impactos socioambientales derivados de dicha ruptura.

Minimización de la generación

Los principios del sistema de manejo integral de residuos sólidos establecido en la Ordenanza municipal 332 que guardan relación con la minimización de la generación de residuos en el DMQ son:

- Responsabilidad compartida o corresponsabilidad
- Responsabilidad extendida del productor (REP)¹¹ y
- Producción y consumo sustentables

El principio de corresponsabilidad incluye la participación conjunta de la sociedad en la gestión integral de residuos sólidos; mientras que la responsabilidad extendida del

¹¹ A partir del año 2013 el Ministerio del Ambiente ha generado normativa relacionada con la responsabilidad extendida del productor. “Las empresas deben registrarse y presentar e implementar un programa de gestión integral que detalle los mecanismos y estrategias que se van a emplear en todas las fases de gestión (establecimiento de puntos de recuperación para la ciudadanía, recolección, almacenamiento temporal, transporte y entrega a gestores para tratamiento o disposición final). En enero de cada año las empresas presentan ante el Ministerio, para su validación, las declaraciones de avance del programa del año finalizado, y se generan indicadores anuales. Hasta el momento, las políticas implementadas alcanzan a los celulares usados, plásticos de uso agrícola y neumáticos” (Acuerdos 191 de 2013, 91 de 2013 y 98 de 2015, respectivamente) (ONU Medio Ambiente 2018, 159).

productor¹² responsabiliza a los fabricantes, importadores y distribuidores de los impactos ambientales generados por sus productos durante todo su ciclo de vida (desde la selección de materiales, procesos de producción, uso y disposición final). El principio de producción¹³ y consumo sustentables se fundamenta en la promoción de tecnologías limpias orientadas a reducir la generación de residuos y su toxicidad así como incrementar el reuso y reciclaje (EC Concejo Metropolitano de Quito 2011 art. 5).

Dentro de los objetivos del Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos está el objetivo de “Reducción en la generación de residuos por aplicación sistemática de medidas de prevención, basadas en cogestión con la ciudadanía y con las actividades económicas” con la meta del 5% de reducción en 2025 de residuos no peligrosos y sanitarios domésticos, como de residuos de construcción y demolición sanitarios no peligrosos, incrementando esta meta al 8% para 2030 . Como línea de acción se ha establecido “Implementar programas de buenas prácticas ambientales, producción y consumo sostenible aplicados a ciudadanos, barrios, instituciones educativas, entidades cas/privadas, bajo medidas de bioseguridad y protocolos establecidos” (EC MDMQ 2021a, 59), sin embargo no se indican acciones concretas para esta reducción.

Separación en la fuente

El 50 % de los residuos generados en América Latina son orgánicos. Paradójicamente, estos son los que menos se gestionan y su falta de tratamiento provoca el incremento de GEI y lixiviados, así como la pérdida de valor de materiales reciclables (ONU Medio Ambiente 2018, 6). En algunas ciudades existen sistemas diferenciados de recolección donde se separa la fracción orgánica de la inorgánica, sin embargo la segregación de residuos se lleva a cabo mayoritariamente por recuperadores informales

¹² “El efecto inmediato de este enfoque es un cambio esencial en la atribución de la responsabilidad económica y fáctica de la gestión de los residuos, que se traslada del Estado hacia el fabricante, productor o importador del producto. Ello es lógico si se tiene en cuenta que el productor domina la cadena de valor, siendo quien mejor puede influir las conductas de los restantes eslabones, como también es el único que puede tomar decisiones en relación con el diseño y composición de los productos y las estrategias de comercialización” (ONU Medio Ambiente 2018, 156).

¹³ “La producción sostenible aborda una amplia gama de características del ciclo productivo, incluyendo: a) como punto de partida, el diseño en armonía con las propiedades de los materiales utilizados; b) los procesos productivos y características de los productos y embalajes en vinculación con las fuentes de suministros y los impactos que generan; c) el diseño para la durabilidad, la factibilidad de reparación o el desmontaje luego del uso para permitir recuperar materiales; d) los consumos de agua y energía; e) el manejo esmerado de los impactos ambientales tales como los relativos al cambio climático o la biodiversidad; f) el impacto social en los trabajadores y las comunidades locales” (ONU Medio Ambiente 2018, 141).

(RI)¹⁴ en cada una de las etapas de gestión de los residuos (ONU Medio Ambiente 2018, 71).

Emaseo EP afirma que de las alrededor de 2000 toneladas diarias de residuos generadas en el DMQ el 24 % está conformado por materiales reciclables valor equivalente a 485 t, de las cuales se recuperan alrededor de 200 t/mes (12 %) (Emaseo EP 2017, 3).

Tan solo en 18 barrios de seis administraciones zonales se realiza la separación en la fuente, donde los ciudadanos separan la basura en dos tipos de fundas: una con basura común y otra con materiales reciclables que son recolectados por recicladores de base en horarios y frecuencias especificadas para cada barrio¹⁵ (Emaseo EP 2022f).

Por otro lado, desde agosto de 2015, Emaseo EP desarrolló el proyecto Mercados más limpios y saludables, que consiste en realizar una recolección separada de residuos reciclables y orgánicos en los 54 mercados de Quito con el fin de aprovechar los residuos orgánicos. En el Mercado Mayorista de Quito, desde 2015 se han incluido a 55 recicladores de base en la separación y recolección diferenciada de residuos orgánicos para su aprovechamiento en la producción de residuos orgánicos (INECO y Tragsatec 2016, 68).

Se ha previsto duplicar la separación en la fuente de residuos hasta 2033 (EC MDMQ 2021a, 61).

Almacenamiento

Algunos residuos reciclables o peligrosos se almacenan en puntos limpios, que son contenedores especiales para el acopio de residuos sólidos reciclables (RSR). En 2014 se colocaron alrededor de 407 puntos limpios en diferentes sitios de la ciudad mediante la firma de convenios con instituciones cooperantes: centros comerciales, edificios públicos, parques y zonas concretas en algunos barrios (INECO y Tragsatec 2016, 69).

¹⁴ Se ha optado por usar este término, aunque en la región reciben diferentes denominaciones como clasificadores, recicladores, pepenadores o catadores (Robano y González 2021). En Quito se utilizan términos como recicladores informales, recicladores de base o recicladores de menor escala. Estas denominaciones se utilizan con frecuencia debido a que la separación de materiales constituye la primera fase de los procesos de reciclaje (ONU Medio Ambiente 2018, 72). En este estudio se utiliza el término recicladores de base, el cual incluye a recicladores de calle o a pie de vereda, que desarrollan su actividad de manera formal (gestores de menor escala), asociativa o informal.

¹⁵ Los barrios con recolección diferenciada por administración zonal son Calderón: El Vergel; La Delicia: Balcón del Norte y El Condado; Eugenio Espejo: Pinar Alto, Quito Tennis, Monteserrín, La Carolina, Colinas del Pichincha, El Bosque Cochapamba, Ñaquito Alto y República del Salvador; Eloy Alfaro: Mariscal de Ayacucho; Quitumbe: Ciudad Jardín, Terranova, Quitumbe y 23 de Mayo; Tumbaco: Miravalle, Pillagua, San Juan, Jacaranda y Cumbayá Centro; Turística La Mariscal: La Mariscal.

En 2016 su número llegó a 811 puntos limpios (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2016, 218). En estos contenedores se acumulan de forma diferenciada papel, cartón y envases (plástico, enlatados, tetrapak y vidrio). Los materiales son recolectados por recicladores de base formalizados que participan en el Programa Quito a Reciclar y se benefician de la venta de los mismos. Luego Emaseo los transporta a los Centros de Educación y Gestión Ambiental (Cegam) para su acopio, agregación de valor y comercialización (Emaseo EP 2022c).

A estos centros, cuya gestión está a cargo de EMGIRS EP además de los materiales reciclables provenientes de los puntos limpios, también reciben residuos producidos en unidades educativas, instituciones y otros generadores (INECO y Tragsatec 2016, 59). En la actualidad existen cuatro Cegam en las Administraciones Zonales Tumbaco, Manuela Sáenz, La Delicia y Eloy Alfaro, los cuales en 2022 funcionaron con 38 personas debido a la suspensión de actividades durante la pandemia del COVID-19 (en 2019 los Cegam funcionaron con 66 recicladores) (EC MDMQ 2021b, 106). El mapa con la ubicación de los cuatro Cegam se encuentra en el Anexo 1.

A partir de 2017 se implementaron contenedores para el acopio de residuos especiales y peligrosos generados a nivel domiciliario. Actualmente se cuenta con 18 racks o contenedores ubicados en diferentes puntos de las nueve administraciones zonales en los cuales se acumulan por separado focos ahorradores, pilas y baterías, lacas y pinturas, medicamentos caducados y electrodomésticos pequeños (Emaseo EP 2022c). Adicionalmente dentro del Programa Quito a Reciclar, se han implementado seis puntos para el acopio de aceites usados y 120 contenedores cilíndricos para el acopio de pilas (Knust s.f., 17).

Recolección

Se ha determinado que en América Latina y el Caribe 40 millones de personas carecen de servicio de recolección de basura. Esto significa que diariamente cerca de 35000 toneladas no se recolectan (ONU Medio Ambiente 2018, 6–8). En la capital ecuatoriana, el 96,51 % de la población cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos, porcentaje de cobertura que el municipio tiene como meta incrementarlo al 98 % en 2023 (EC MDMQ 2021, 29, 61).

Emaseo EP es la empresa municipal que presta tres tipos de servicios de recolección en la ciudad: domiciliaria, a mayores productores y limpieza.

La recolección domiciliaria se realiza a través de procesos mecanizados y no mecanizados. La recolección mecanizada se efectúa desde 2015 dotando de este servicio a un millón de habitantes. Se realiza mediante camiones recolectores que vacían en ellos la basura depositada en 5329 contenedores ubicados en distintos puntos de la ciudad. Adicionalmente se cuenta con camiones para el lavado de contenedores y con unidades para el mantenimiento, reparación o reemplazo de los mismos. En el Centro Histórico se realiza la recolección de islas soterradas que cuentan con tres buzones: dos para residuos comunes y una para reciclables (Emaseo EP 2022g).

La recolección no mecanizada o manual recolecta 1870 toneladas diarias de residuos asimilables a domésticos provenientes de una población de alrededor de 2.500.000 habitantes (Emaseo EP 2022e) y contempla los siguientes procesos:

- La recogida de residuos no clasificados a pie de vereda
- La recolección de residuos voluminosos o tereques (muebles viejos, electrodomésticos, llantas usadas, residuos de construcción o de poda).
- La recuperación y limpieza en puntos críticos (micro basurales que atentan a la salud y bienestar ciudadano) Actualmente se trabaja en 117 puntos críticos.¹⁶
- La recolección diferenciada a pie de vereda (Emaseo EP 2022c).

El Anexo 2 muestra la ubicación de los puntos críticos gestionados por Emaseo EP. Claramente se observa que la mayoría de ellos se encuentran en el área urbana de la ciudad. Posiblemente esto se deba a que la mayoría de denuncias de estos botaderos provienen de parroquias urbanas.

Los multifamiliares, conjuntos habitacionales, mercados, centros comerciales, colegios, universidades e industrias que generan más de 1m³/día de residuos se catalogan como mayores productores y reciben el servicio de recolección en contenedores móviles. Actualmente se recogen 5468 t/m provenientes de 600 usuarios (Emaseo EP 2022d).

La ubicación espacial de los mayores productores a quienes Emaseo EP presta el servicio de recolección, se indica en el Anexo 3. Aquí se evidencia una alta concentración de mayores productores en el área urbana principalmente en las administraciones zonales

¹⁶ El municipio ha identificado 1461 puntos críticos de recolección “concentrados principalmente en zona pública con un 67,83% (escalinatas, puentes, contenedor, vías peatonales y vehiculares), lotes baldíos con un 18,89%, parques con un 8,15%, quebradas con un 4,38%, y bosques con un 0,75%” (EC MDMQ 2021a, 30). El 56% de estos puntos críticos se concentran en las parroquias La Ferroviaria, Calderón, La Libertad, Belisario Quevedo, Solanda y Chimbacalle; mientras que el 18,56% se concentran en el Centro Histórico (EC MDMQ 2021b, 280).

Calderón, Norte, Centro, Eloy Alfaro y Quitumbe. Sin embargo, también hay que indicar que existe una importante concentración de mayores productores en las administraciones zonales Tumbaco y Aeropuerto.

Los desechos sanitarios generados en “casas de salud, hospitales, clínicas, veterinarias, centros estéticos, centros de tatuajes” de la capital y cantones aledaños son recolectados, transportados y tratados por la EMGIRS EP (EMGIRS EP 2022b, 12).

En 2021 Emaseo EP recolectó 737.091 t de residuos domiciliarios y 15 109 t de residuos voluminosos e industriales no peligrosos, sumando un total de 752 200 t. Adicionalmente, en coordinación con gestores ambientales de menor escala se recolectaron 2109,66 toneladas de residuos reciclables (Emaseo EP 2022b, 7-10).

Mediante la firma de convenios de delegación y transferencia de recursos, Emaseo EP encomendó en 2021 la limpieza y recolección de residuos en las parroquias rurales de Gualea, Nanegal, El Quinche, Tababela, Yaruquí, Pifo, San Antonio de Pichincha y Pintag. “El sistema desconcentra busca la separación en la fuente, donde el material reciclable sea comercializado; el material orgánico usado para huertos orgánicos, como abono, o para el aprovechamiento energético (biodigestor), y los residuos no recuperables sean compactados y transportados hacia su destino final, el relleno sanitario” (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2016, 221). En 2021 los GAD parroquiales recolectaron 24 679,26 toneladas.

Acopio y/o transferencia

Los residuos recolectados por Emaseo o por parroquias descentralizadas y conducidos hacia las Estaciones de Transferencia Norte y Sur las cuales son administradas por la EMGIRS (INECO y Tragsatec 2016, 60).

En la Estación de Transferencia Norte 257 recicladores de la Asociación Vida Nueva realizan la separación manual de materiales reciclables (papel, cartón, botellas de plástico, vidrio y aluminio) provenientes del centro-norte de la ciudad. Aquí se recuperan alrededor de 580 toneladas mensuales de materiales reciclables. La ETN tiene una capacidad de almacenamiento de 1500 toneladas (EMGIRS EP 2022a).

La Estación de Transferencia Sur recibe la basura del sur de Quito, la cual es compactada y cargada a camiones para su transporte al relleno sanitario. A pesar de que las instalaciones cuentan con una planta de separación de residuos, esta actividad no se realiza. La operación está a cargo de la Fundación Sembrar Esperanza Sembrando y el transporte a cargo de Optrasembres (EMGIRS EP 2022b). En el Plan Maestro de Gestión

Integral de Residuos Sólidos se indica que esta estación de transferencia funciona al 58% de su capacidad. En las dos estaciones de transferencia los residuos se cargan en camiones cuyos contenedores tienen 30 m³ de capacidad y se transportan hacia el relleno sanitario de El Inga. (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito 2016, 71,77) Cada estación de transferencia tiene una capacidad de almacenamiento de 1200 toneladas (EMGIRS EP 2022c, 14). En 2016 se las estaciones de transferencia recibían alrededor de 2000 toneladas diarias de residuos, de las cuales el 60 % de residuos se procesaban en la ET Norte y el 40 % en la ET Sur (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2016, 215).

El mapa de localización de las estaciones de transferencia con la vista aérea de cada una de ellas se muestra en el Anexo 4.

Transporte

Los residuos domiciliarios e industriales no peligrosos se transportan en los camiones recolectores de Emaseo desde diferentes puntos de la ciudad hacia las estaciones de transferencia Norte y Sur. Algunos gestores ambientales cargan los residuos en un transporte municipal que los conduce hacia un centro de clasificación denominado Centro de Educación y Gestión Ambiental (CEGAM). Los GAD parroquiales descentralizado también transportan los residuos no recuperados a las estaciones de transferencia. Desde las estaciones de transferencia Norte y Sur los residuos no recuperables se transportan hacia el relleno sanitario en tractocamiones de 25 toneladas de capacidad.

Tratamiento

En América Latina y el Caribe no hay un tratamiento adecuado para residuos peligrosos, de alimentos, electrónicos, sanitarios, de construcción y demolición, entre otros. En algunos casos tampoco están caracterizados ni cuantificados (ONU Medio Ambiente 2018, 11).

El tratamiento de residuos contempla un “conjunto de operaciones, procesos o técnicas encaminadas a la eliminación, la disminución de la concentración o el volumen de los residuos sólidos o residuos, o su conversión en formas más estables” (EC Concejo Metropolitano de Quito 2011 glosario de términos).

En las instalaciones del Relleno Sanitario de El Inga se realiza el tratamiento de los desechos sanitarios y de los lixiviados generados por la descomposición de la basura.

Los desechos sanitarios u hospitalarios reciben un tratamiento de esterilización por el método del autoclave para eliminar cargas biocontaminantes de microorganismos patógenos. El material inerte se deposita en la celda de desechos comunes del Relleno Sanitario de El Inga. La capacidad de tratamiento de la planta de esterilización, conformada por tres autoclaves y dos calderas, es de 1 tonelada por hora (EMGIRS EP 2022c, 14; EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2016, 220).

Los desechos anatomopatológicos (animales muertos) son sometidos a incineración, gestión realizada por una contratista ubicada en la Amazonía ecuatoriana (EMGIRS EP 2022b, 13). En 2019 se procesaron 2571,03 toneladas de estos residuos. Está previsto incrementar este tratamiento en 2023 a 2700 toneladas de desechos sanitarios peligrosos (EC MDMQ 2021, 30, 61).

Los lixiviados almacenados en las 12 piscinas ubicadas en el relleno sanitario, cuya capacidad es de 154 952,14 m³, son tratados por el Consorcio GREENGLOBE quien ejecuta los procesos de “sedimentación primaria, descomposición anaeróbica, aireación, decantación, microfiltración, ionización, ósmosis inversa, ultravioleta y cloración” (EMGIRS EP 2022, 8).

Adicionalmente, el metano o biogás capturado en el relleno sanitario se emplea para la generación de energía eléctrica. La planta de biogás está operada por la empresa Gas Green desde 2016 y se espera captar 24,5 millones de metros cúbicos anuales que beneficiarán a 25 000 hogares por mes, lo cual supone evitar la emisión de 215 107 toneladas de dióxido de carbono (EMGIRS EP 2022b).

El mapa con la localización de la infraestructura de tratamiento de desechos descrita se muestra en el Anexo 5.

Una de las acciones del Programa Quito a Reciclar, implementado por la Secretaría de Ambiente, Emaseo EP y EMGIRS EP es la recolección diferenciada de focos fluorescente, lacas, pilas, pinturas, medicinas caducadas y residuos eléctricos y electrónicos, su almacenamiento temporal y tratamiento acorde a la normativa vigente (EMGIRS EP 2018, 24).

Actualmente los desechos peligrosos generados en domicilios, empresas, instituciones e industrias son tratados y dispuestos a través de gestores tecnificados de residuos los cuales son empresas que desarrollan principalmente actividades de incineración, encapsulación y confinamiento en celdas controladas.

El municipio se ha propuesto una meta ambiciosa de que para el 2033 el 100 % de los residuos sólidos reciban tratamiento y disposición final (EC MDMQ 2021a, 61).

Aprovechamiento

La normativa local del DMQ considera como aprovechamiento a cualquier proceso por el cual “los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje¹⁷, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios, sanitarios, ambientales o económicos”(EC Concejo Metropolitano de Quito 2011).

Los términos separación de residuos y reciclaje, muchas veces son tratados como sinónimos sin embargo, para este estudio, cuando se hable de reciclaje se hará referencia a la “actividad mediante la cual determinados residuos sólidos proveniente de los servicios de aseo urbano son separados, recogidos, clasificados y procesados para reincorporarlos a un ciclo co, comercial o industrial” (Banco de Desarrollo de América Latina 2018, 87). Por lo tanto, como aprovechamiento de residuos se consideran las actividades de procesamiento de materiales para su reincorporación en determinado ciclo. De esta forma, el residuo deja de ser un desecho y se convierte en recurso, ya sea materia o energético.

En América Latina y el Caribe el 90 % de los residuos no se aprovechan. Las tasas de reciclaje oscilan entre el 1 % y 20 % de la basura generada (ONU Medio Ambiente 2018, 6-10).

En el DMQ los materiales reciclables son aprovechados por industrias denominadas gestores de residuos, los mismos que pueden ser de gran, mediana y menor escala. Los primeros corresponden a empresas que incorporan los materiales reciclables en sus procesos productivos; los segundos están relacionados con centros de acopio y venta de materiales reciclables; mientras que los últimos son personas encargadas del minado o recolección de materiales reciclables en los contenedores de basura o a pie de vereda.

Los CEGAM son centros de acopio y clasificación de materiales reciclables administrados por EMGIRS EP en los que trabajan recicladores de base que se favorecen con la comercialización de papel, cartón, chatarra, PET, plástico y vidrio recuperados a

¹⁷ El reciclaje contempla aquellos “procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. [Comprende]... “procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización”. (EC Concejo Metropolitano de Quito 2011)

pie de vereda, en puntos limpios, en actividades de minado, comprados a otros recicladores de base o entregados por grandes generadores (EMGIRS EP 2019, 29).

Dentro del Programa Quito a Reciclar se han generado proyectos para el autocompostaje, un eco centro para capacitación en compostaje e implementación de huertos urbanos y el Proyecto Mancomunidad Chocó Andino donde se fomenta la gestión descentralizada de residuos por parte de los GAD parroquiales (Knust s.f., 22).

En 2018 se realizó un estudio de pre factibilidad y plan de implementación para el tratamiento de residuos orgánicos en el DMQ. El estudio determinó que lo más viable era la instalación de una planta de compostaje para tratar 20 000 toneladas de residuos orgánicos. El proyecto contempla la separación de residuos orgánicos de mercados y de parques en la fuente, su transporte a la planta de compostaje, la producción de compost y la recuperación de áreas degradadas. En una segunda fase se incluirían residuos de granjas, restaurantes y tiendas de verduras; y en una tercera fase se incluirían los residuos orgánicos domiciliarios (CCAP 2018, 69). Sin embargo, hasta la fecha este proyecto no se ha ejecutado.

La planificación municipal ha establecido como línea de acción la implementación de tecnología para incrementar el aprovechamiento de residuos. Se ha previsto que para 2030 se recuperen materiales reciclables en las escombreras con la finalidad de aprovechar el 10% de los residuos que se depositan anualmente (EC MDMQ 2021, 59, 61). En este sentido, la EMGIRS EP suscribió un convenio de cooperación con la empresa privada EQUABIOTECH Cía. Ltda. para la separación, recuperación y aprovechamiento de los residuos depositados en las escombreras operativas (EMGIRS EP 2022b, 1-5).

Disposición final

En América Latina y el Caribe alrededor del 90 % de los residuos generados se destinan a la disposición final. Lamentablemente, 145 000 toneladas diarias se disponen de forma inadecuada, son quemados o se depositan en basurales a cielo abierto (ONU Medio Ambiente 2018, 6-10).

Desde enero de 2003, la disposición final de los residuos se realiza en el relleno sanitario de El Inga ubicado a 45 kilómetros al oriente de la ciudad. Su superficie total es de 56 hectáreas, de las cuales 48 corresponden al relleno y 8 a bosque del talud del Río Inga (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2016, 221). Aquí se depositan los residuos provenientes de las estaciones de transferencia Norte y Sur, del cantón Rumiñahui y de gestores privados autorizados (EMGIRS EP 2022c). EMGIRS EP opera el relleno

sanitario a partir del año 2012. En 2021 el relleno recibió un promedio de 2200 t/día de residuos no peligrosos. Hasta 2030 se prevé reducir en un 25 % la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario (EC MDMQ 2021b, 30; EMGIRS EP 2022b, 11).

Está previsto aprovechar el 100 % del relleno sanitario hasta finales de 2023 para su clausura a mediados de 2024. Para ello se contempla que en 2022 se tengan aprobados tres estudios de pre factibilidad, factibilidad y diseños definitivos para la construcción del nuevo relleno sanitario. Sin embargo, aún no se ha planificado un nuevo sistema para la gestión de residuos sólidos (EC MDMQ 2021b, 31; EMGIRS EP 2022c, 14) (EC MDMQ 2021a, 31).

Los residuos de construcción y demolición se depositan en las escombreras El Troje 4 (ubicada en la Av. Simón Bolívar al sur de la ciudad) y San Antonio (al norte en el sector de Tanlahua) con capacidad útil para 3 millones de m³. En 2021 estas escombreras recibieron alrededor de 2000 m³/día de estos materiales, valor que representa el 60 % de este tipo de residuos generados en el DMQ. EMGIRS EP afirma que el 30 % de los escombros tienen una disposición ilegal en “vertederos, predios privados, quebradas, vías periféricas, entre otros sitios” (EMGIRS EP 2022c, 10).

La escombrera El Troje 4 estará operativa hasta finales de 2022. Las escombreras Luis Tamayo - Santa Ana, Río Grande, El Semillero, y Oyacoto se encuentran en proceso de cierre técnico (EMGIRS EP 2022c, 13). En el Anexo 8 se incluye una tabla con información sobre la capacidad total, vida útil, inicio y fin de operaciones, así como la ubicación de las escombreras que estuvieron operativas en el DMQ desde 2015 hasta 2021.

Una fotografía aérea con el mapa de localización del relleno sanitario El Inga y de las escombreras se muestra en el Anexo 6 seguido de imágenes aéreas de Google Earth del relleno sanitario El Inga y de las principales escombreras que operaron en el DMQ a partir de 2015 (Anexo 7).

Finalmente, el Anexo 8 sintetiza gráficamente la cadena de valor actual para la gestión de residuos en el DMQ que fue descrita a lo largo de este capítulo. Como se puede observar, el manejo de los residuos capitalinos sigue una gestión lineal, donde no se favorece la recirculación de materiales, ni mecanismos de compostaje y reciclaje que constituyan una práctica ciudadana. A pesar de la existencia de suficiente normativa ambiental orientada a generar procesos circulares como la responsabilidad extendida al productor, reciclaje de materiales y tratamiento de residuos peligrosos; no se cuenta con información sistematizada de este tipo de experiencias. Esto impide el conocimiento real

y un adecuado modelamiento de los flujos de reciclaje, recuperación y tratamiento de residuos en el DMQ. A pesar de esta limitación en el próximo capítulo se hace un intento de esquematizar y cuantificar en flujos los procesos de gestión de RSU aquí descritos.

Capítulo tercero

Análisis de flujo de materiales de los RSU en el DMQ

Luego de haber sintetizado los principales fundamentos teóricos del metabolismo social urbano y la ecología política en torno a la gestión de los residuos sólidos urbanos, esta revisión bibliográfica se complementa con las acciones realizadas para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación. A continuación se describen los distintos recursos metodológicos empleados para alcanzar cada objetivo propuesto.

Para la caracterización de los tipos de flujos de materia, energía que atraviesan el DMQ se recurrió a una amplia revisión bibliográfica sobre el modelo de gestión de funcionamiento y movimiento RSU adoptado por la municipalidad capitalina. Es así que en el capítulo segundo se describe la composición y generación de los RSU, las fases de separación en la fuente, almacenamiento, recolección, acopio y transferencia, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos, al igual que las entidades a su cargo.

El establecimiento del metabolismo social de los flujos de RSU y su evolución en los últimos once años, se realizó con la aplicación de la metodología del análisis de flujo de materiales (AFM o MFA en inglés: *material flow analysis*) en las distintas fases de la gestión de residuos. Esta metodología se describe en el presente capítulo y contempla una síntesis conceptual del AFM y su aplicación en la gestión de residuos. Posteriormente se describe el software STAN, herramienta informática empleada para el AFM. Luego, se definen los componentes y procesos del sistema de AFM para los RSU del DMQ con sus respectivas fuentes de información. Se grafica el diagrama de flujos y se ingresa su información anual en el programa STAN.

Cabe indicar que este ejercicio constituye una simplificación de la realidad y tiene por objeto establecer aproximaciones a valores de flujos de residuos que no han sido cuantificados o no se dispone de datos. Por lo tanto, la falta de información constituye un limitante del modelamiento.

Con los resultados de los cálculos realizados en Excel como en el software STAN, se realizaron gráficas del comportamiento anual de cada flujo. De tal manera que, en el capítulo cuarto, se analizan los flujos de generación, reciclaje y disposición final de los residuos.

El análisis cuantitativo de los flujos se complementa con la identificación de los principales sujetos sociales involucrados en el manejo de los RSU y las interacciones y conflictos derivados de estos flujos metabólicos.

Se recurrió a la revisión de información secundaria para la descripción de los roles de diferentes actores que intervienen en las distintas fases de la gestión de los RSU, así como las problemáticas relacionadas con el establecimiento de sitios para la disposición final de los residuos, la situación de los recicladores de base y el uso la contaminación de quebradas con basura y escombros.

Se consideraron publicaciones relacionadas con aspectos urbanísticos y de conflictividad socio ambiental. Entre ellos se destacan los trabajos desarrollados por Othon Zevallos (1996), Carmen Barrera (1997), Eduardo Kingman (2006), Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL (2014), Novum Consultoría y Asesoría Socioambiental (2015).

El procesamiento de información, tanto de los flujos de residuos como de los actores involucrados y las problemáticas estudiadas, ha sido complementado con un enfoque de cartografía crítica donde a través de una serie de mapas anexos a este documento, se intenta visibilizar cómo dentro de configuración territorial del DMQ la sociedad capitalina coexiste con la basura que genera.

Algunos mapas se elaboraron a partir de información cartográfica del Municipio de Quito, capturas de Google Earth con la ubicación de los sitios de disposición final. A esto se suma una recopilación de imágenes que muestran cómo fue o cómo es el sitio marcado en el mapa.

Con estos mapas se pretende mostrar cómo se distribuyen en la ciudad y sus alrededores: contenedores para la recolección de residuos reciclables y peligrosos, sitios de transferencia de residuos, los CEGAM, sitios destinados a la disposición de escombros, quebradas que han sido rellenadas con basura y poblaciones que históricamente han estado vinculadas con la gestión de residuos.

1. El análisis de flujo de materiales

El AFM está estrechamente relacionado con el enfoque de la *ecología industrial* y el concepto de *metabolismo industrial*. Retenemos acá la definición propuesta por la OECD, misma que nos parece satisfactoria: “estudio de los flujos físicos de recursos naturales y materiales dentro, a través y fuera de un sistema dado (generalmente la

economía)” (OECD 2008a, 12). Este análisis relaciona flujos materiales con actividades humanas, económicas y comerciales.

En síntesis, el AFM constituye un balance de masa y energía en el que se establece que ningún proceso físico crea ni destruye materia, es decir “se basa en el hecho de que las materias primas, el agua y el aire se extraen del sistema natural como entradas, se transforman en productos y finalmente se vuelven a transferir al sistema natural como salidas (en forma de residuos y emisiones)” (OECD 2008a, 41). Esto se resume en la siguiente ecuación, definida para un sistema dado (como un país, una ciudad, etc.):

$$\left(\begin{array}{c} \text{Extracción de recursos naturales} \\ + \\ \text{importaciones} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Producción residual} \\ + \\ \text{exportaciones} \\ + \\ \text{adición neta a las existencias creadas por el hombre} \end{array} \right)$$

$$\sum \text{entradas de materiales al sistema} = \sum \text{salidas de materiales al sistema}$$

Los materiales acumulados en el sistema constituyen cambios en las existencias y están dados por la resta entre las sumatorias de entradas menos las salidas del sistema. Es decir:

$$\sum \text{entradas de materiales al sistema} - \sum \text{salidas de materiales al sistema} = \text{Stock acumulado en el sistema}$$

El AFM puede realizarse a diferentes escalas, ya sea a nivel nacional, regional, local e incluso para un sector industrial en particular o cualquier empresa o institución. También constituye una herramienta beneficiosa para la aplicación de políticas en los ámbitos económicos, productivos, manejo de recursos naturales y ambientales.

Al AFM se pueden asociar una serie de objetivos específicos, resumidos por (Brunner y Rechberger 2017, 46–47):

- Comprender cualitativamente un sistema metabólico seleccionando los procesos, flujos de materiales y stocks relevantes en términos bien definidos y uniformes, creando un modelo físico estableciendo los límites del sistema, vinculando procesos y flujos de materiales.

- Encontrar los flujos cuantitativos clave, procesos y existencias en este sistema metabólico, vinculando entradas (fuentes), existencias y salidas (sumideros), lo que permite el seguimiento de, por ejemplo, desechos y emisiones a la entrada de material original o proceso de origen.
- Dar seguimiento el sistema material a lo largo del tiempo, con un enfoque en desarrollos pasados o para pronosticar el futuro con base en tendencias pasadas y presentes, o con base en suposiciones sobre el progreso, como nuevas tecnologías o factores cambiantes como el comportamiento del consumidor.
- Reducir la complejidad del sistema en la medida de lo posible, sin dejar de garantizar una base sólida y sólida para la toma de decisiones.
- Aplicar un enfoque de balance de masas para verificar e identificar los déficits, característica específica que distingue a los AFM de otras técnicas contables que se basan en datos económicos y no en flujos masivos.
- Presentar resultados sobre flujos y saldos de un sistema de manera concentrada, integral y comprensible, facilitando así la transparencia, la comprensión universal y la comunicación de la metodología y los resultados a un público más amplio.
- Formar una base para el análisis de sensibilidad e incertidumbre para revelar sensibilidades e incertidumbres clave de flujos y existencias.
- Servir como base y apoyo de herramientas de evaluación tales como ACV, análisis económico y de entropía, estudios de insumo-producto, etc.

En la sección siguiente, se ofrece más detalles acerca del caso específico de la aplicación del AFM para la gestión de residuos y sus potencialidades.

2. El AFM aplicado en la gestión de residuos

Desde el punto de vista ambiental, el AFM se complementa con flujos indirectos, no utilizados o no contabilizados como bienes en las cuentas económicas, de producción o comerciales. Tal es el caso de la perturbación de hábitats, sobrecarga minera, generación de desechos, complementando de una forma holística el análisis económico (OECD 2008a, 12).

El AFM posibilita el reconocimiento temprano de acumulaciones y agotamientos de existencias potencialmente dañinos o beneficiosos, así como predicción de futuras cargas ambientales. Además, su desarrollo facilita la determinación de prioridades para

la protección ambiental, la conservación de los recursos y la gestión de residuos (Brunner y Rechberger 2017, 47)

En nuestro caso específico, el AFM resulta una herramienta útil para estudiar las tendencias en la generación de desechos y su incidencia en la conservación y productividad de recursos, así como en la recuperación y reciclaje de materiales. También permite evaluar beneficios económicos y costos de mantener materiales en flujos económicos activos y minimizar las cantidades que se destinan a la disposición final. (OECD 2008a, 14).

Puesto que en la gestión de residuos el AFM permite calcular la cantidad y composición de los residuos que no se conocen bien, equilibrando el proceso de generación o de tratamiento de los mismos. La vinculación de entradas y salidas de los procesos de tratamiento de residuos posibilita el conocimiento de coeficientes de transferencia para evaluar si esta instalación alcanza sus objetivos para un insumo determinado (Brunner y Rechberger 2017, 307).

Con esta herramienta también se puede evaluar el avance de los mercados de materiales reutilizados y reciclables, así como identificar áreas de investigación en conservación y recuperación de energía, reciclaje de materiales, materiales alternativos y nuevas tecnologías en los campos del diseño verde, ecodiseño, diseño para el reciclaje o para la eliminación.

En síntesis, los indicadores de AFM ayudan a medir la eficiencia en la gestión de residuos para reducir, por un lado, el desperdicio de materiales, energía y emisiones contaminantes; y por otra parte permiten identificar flujos de materiales que pueden ser reciclados en el futuro. Combinar este análisis con otras disciplinas posibilita diseñar sistemas antropogénicos nuevos, más eficientes y sostenibles (Brunner y Rechberger 2017, 14).

3. Aplicación de la herramienta STAN

En la actualidad el desarrollo e interpretación gráfica del AFM pueden apoyarse en varias herramientas informáticas como Microsoft Excel o Visio, así como otros programas más específicos para el análisis a nivel de bienes como Umberto 4.0 y GaBi 4. Entre los programas que combinan flujos y stocks de bienes con flujos de sustancias están SIMBOX y STAN (Cencic 2017, 149).

Se optó por usar el software STAN para desarrollar el AFM de los RSU del DMQ, principalmente porque es un paquete informático de uso gratuito, fácil de manejar y

porque ha sido ampliamente utilizada para el análisis tanto de bienes como de sustancias por cerca de 13000 usuarios entre 2006 y 2016 (Cencic 2017, 149). Otras de las características de la utilidad de este programa en este estudio, se detallan a continuación.

El software gratuito STAN (abreviatura de subSTance flow ANalysis) fue desarrollado por el Instituto para la calidad del agua, gestión de recursos y residuos de la Universidad Tecnológica de Viena y se basa en la norma austriaca de análisis de flujo de materiales aplicada a la gestión de residuos (ÖNorm S 2096) (Cencic 2022a).

El uso de este programa permite un mejor conocimiento del sistema de estudio al reflejar gráficamente sus flujos internos, existencias y pérdidas. El empleo de capas de sustancias facilita el rastreo de flujos y elementos de interés dentro del sistema (Cencic 2022b).

Con STAN se pueden construir modelos gráficos a partir de componentes predefinidos (procesos, flujos, límites del sistema, campos de texto) y la importación de datos conocidos flujos de masa, existencias, concentraciones, coeficientes de transferencia) para diferentes capas jerárquicas (bien, sustancia, energía) y periodos de tiempo. Además, si los datos ingresados son suficientes, se pueden llenar datos, calculándolos gracias a los saldos y precisar datos inciertos y variables desconocidas. El programa permite considerar las incertidumbres de los datos y su algoritmo de cálculo emplea herramientas estadísticas matemáticas como la reconciliación de datos y la propagación de errores. Los flujos pueden mostrarse en estilo Sankey (el ancho del flujo es proporcional a su valor, como se observa en la figura 6) (Cencic y Rechberger 2008, 3).

En esta investigación se empleó la versión STAN 2.7.101. El algoritmo matemático para los cálculos está dado por las siguientes ecuaciones:

Tabla 4
Ecuaciones del algoritmo de cálculo del programa STAN

Ecuación	Fórmula
Equilibrio	$\sum \text{entradas} = \sum \text{salidas} + \text{variación de existencias}$
Coefficiente de transferencia	$\text{salida}_x = \text{coeficiente de transferencia}_a \text{ salida}_x - \sum \text{entradas}$
Stock o existencias	$\text{stock}_{\text{periodo } i+1} + \text{stock}_{\text{periodo } i} + \text{variación stock}_{\text{periodo } i}$

Fuente: (Cencic y Rechberger 2008, 6).

Elaboración: propia.

La definición de cada uno de estos términos se muestra en la tabla 6.

4. Consideraciones metodológicas

Como la generación de residuos se encuentra en el límite del sistema metabólico de la ciudad -dado que el proceso de excreción comprende las salidas de dicho sistema-, en este estudio todas las fases de gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) constituyen componentes del sistema socioeconómico (OECD 2008b, 33).

La figura 4 muestra todos los procesos del sistema económico constituido por un sistema urbano. Donde la extracción o importación de recursos y productos, el procesamiento, empaquetamiento, transporte, almacenamiento y distribución bienes hacia el sistema urbano generan gases de efecto invernadero y residuos de diferente tipo.

Las diferentes actividades que se generan en el sistema urbano, sean estas residenciales, de infraestructura, transporte, comercio o industria también generan residuos cuyo destino final es un basurero o relleno sanitario en el mejor de los casos. Los procesos de transporte de residuos y reciclaje de materiales también constituyen fuentes emisoras de GEI.

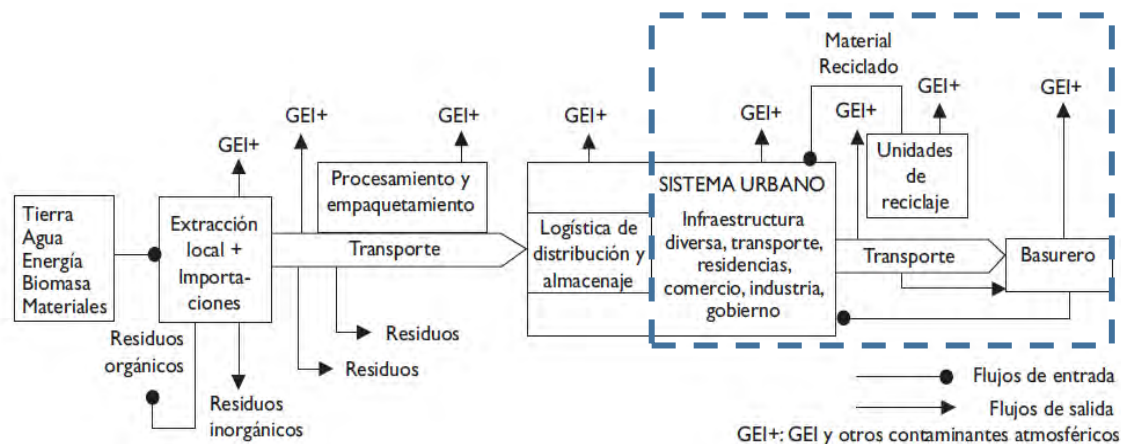


Figura 4. Diagrama de flujos de materiales y de energía de los sistemas urbanos. Imagen de (Delgado 2016, 77).

En el AFM de RSU del DMQ, los procesos y flujos de materiales se diseñaron con un enfoque de ecología industrial bajo la premisa de que la gestión de residuos se considera una actividad productiva dividida en varios procesos o etapas. Por lo indicado, el análisis se enfoca en los procesos que se encuentran dentro del recuadro marcado con línea entrecortada azul de la figura 4 y se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- La construcción del AFM considera un periodo de once años comprendido entre los años 2011 y 2021 para la mayoría de los datos recopilados, salvo para la disposición final de escombros cuya disponibilidad de datos contempla el periodo 2015-2021.
- Los residuos generados por actividades domiciliarias, comerciales, industriales, de construcción y demolición; al igual que los procesos de recolección, transporte, almacenamiento, recuperación, tratamiento y disposición final constituyen flujos del sistema socioeconómico (OECD 2008b, 33).
- Los procesos de transformación de materiales como el reciclaje se interpretan como salidas del sistema.
- La operación del relleno sanitario y escombreras, se considera como procesos de disposición final y los residuos dispuestos constituyen una forma de acumulación en el sistema socioeconómico.

Cabe resaltar que a partir del año 2015 la información es más completa porque incluye datos de desechos depositados en las escombreras municipales. También es necesario indicar el limitante de no contar con datos certeros de reciclaje, dada la informalidad en la que se desenvuelven los recicladores de base, y grupo considerado como el mayor gestor de reciclaje en la ciudad. Es por esto, que la mayoría de los flujos de reciclaje fueron estimados en base a cálculos aritméticos y presentan cierto grado de ambigüedad. Sin embargo, esta aproximación puede ser el punto de partida para estudios más profundos sobre reciclaje donde se incluya el análisis específico de cada flujo de materiales reciclados.

5. Análisis de flujo de materiales para los RSU del DMQ

La Tabla 5 resume el sistema diseñado para el análisis de flujo de materiales elaborado para los flujos de RSU generados en el DMQ:

Tabla 5
Componentes y descripción del sistema de AFM para los RSU del DMQ

Componente	Definición	Descripción para el DMQ
Sustancia	Cualquier elemento químico o compuesto homogéneo conformado por unidades uniformes (N, C, Cu, NH ₄ ⁺ , CO ₂).	No aplica para este caso de estudio

Componente	Definición	Descripción para el DMQ
Bien	Entidades económicas de materia con un valor positivo o negativo (agua potable, aceite combustible, aguas residuales). Algunos bienes no tienen valor económico, es decir, son neutrales en sus valores (aire, gases de escape, precipitaciones).	Residuos sólidos urbanos: domiciliarios, industriales no peligrosos asimilables a domésticos, de construcción y demolición.
Material	Término general para sustancias y bienes. Incluye materias primas, todas las sustancias modificadas física o químicamente.	No aplica para este caso de estudio
Proceso	Transformación, transporte o almacenamiento de bienes y sustancias (el metabolismo de una ciudad, humana o animal; también una actividad doméstica o industrial, un servicio).	Generación Recolección Transporte Transferencia Recuperación de materiales reciclables Disposición final
Stock o existencias	La cantidad total de materiales almacenados en un proceso.	Toneladas de residuos dispuestos en relleno sanitario Toneladas de residuos dispuestos en escombreras
Flujo	La relación de masa por tiempo que fluye a través de un conductor. La unidad física de flujo másico puede darse en unidades de kg/s o t/año.	Los flujos constituyen el movimiento de los RSU en las distintas etapas de gestión. En el esquema están nombrados con los actores que intervienen en el proceso: ciudadanos, industrias, Emaseo EP, EMGIRS EP, recicladores de base (RB), Cegam,
Sistema	Grupo de elementos y la interacción entre ellos. En AFM, los elementos de un sistema son procesos y flujos. Un sistema puede ser una empresa, una región, una nación o un hogar privado. En un sistema AFM, cada bien se identifica claramente a través de un proceso original y un proceso objetivo.	El sistema está dado por el Distrito Metropolitano de Quito y el cantón Rumiñahui
Límites del sistema	Se definen en el tiempo y el espacio (límites temporales y espaciales del sistema). Los flujos que ingresan a un sistema se denominan importaciones, los flujos que salen de un sistema se denominan exportaciones.	Como límite temporal se establecen periodos de 1 año desde el año 2011 al 2021. El límite del sistema espacial es el área geográfica del Distrito Metropolitano de Quito y del cantón Rumiñahui.
Coefficiente de transferencia TC _{x, j}	Describe la partición de un material (bien o sustancia) x dentro de un proceso, y su transferencia a un flujo de salida específico j. La suma de los coeficientes de transferencia de todos los flujos de salida debe ser 1, considerando que las transferencias a las existencias también se cuentan como salidas.	Se utilizaron coeficientes de transferencia para calcular flujos de materiales reciclables que llegan a los Cegam.

Fuente: (Cencic 2022).

Elaboración: propia.

La Tabla 6, por su parte presenta una lista de los flujos del sistema con su descripción y fuente de los datos empleados. Los nombres de los flujos constituyen los

actores que intervienen en los procesos de generación, recolección, transporte, reciclaje y disposición final de residuos.

Se ha considerado como actores en la generación de residuos a los ciudadanos de domicilios, comercios, instituciones, empresas y actividades relacionadas con la construcción, industrias y similares, ciudadanos del cantón Rumiñahui, hospitales, laboratorios y centros médicos, entre otros.

En los flujos de recolección, Emaseo EP es el principal actor de este proceso, seguido de los GAD parroquiales que prestan el servicio de recolección descentralizado. Los flujos de reciclaje comprenden actores que recolectan materiales recuperables en los procesos de generación, recolección y transferencia de residuos. Los recicladores de base realizan esta actividad de manera informal como formal y son quienes tienen mayor participación en este proceso. También se ha considerado la recolección en puntos limpios y a pie de vereda realizada bajo la coordinación de Emaseo, las actividades en los Cegam y las cantidades recolectadas por la Asociación Vida Nueva en la estación de transferencia Norte, por ser los actores para los cuales se cuenta con información de las cantidades recuperadas.

En los flujos de transporte, transferencia y disposición final intervienen principalmente las empresas municipales Emaseo EP y EMGIRS EP.

En la Tabla 6 se describe cada uno de los flujos del sistema, los cuales fueron calculados a partir de la recopilación y procesamiento de datos generados por las empresas públicas municipales a cargo de la gestión de residuos (datos subidos en sus páginas web, solicitud de información, informes de gestión anual, entre otros) y otras fuentes de información secundaria, principalmente estudios relacionados con la gestión y reciclaje de residuos en el DMQ.

Los flujos que utilizaron valores proporcionados por Emaseo EP y EMGIRS EP constan en color negro. Los flujos cuyos valores que obtuvieron mediante cálculos están en color azul; mientras que los flujos cuyos datos que fueron obtenidos a través de software Stan se escriben en verde.

Tabla 6
Fuentes de información de los flujos y procesos del sistema

Nombre del flujo		Descripción del flujo	Fuente de información
<i>Flujos de entradas al sistema: generación de residuos</i>			
F1	Cantón Rumiñahui	Residuos que provienen del Cantón Rumiñahui. Se estimó que en 2021 estos residuos representan el 6% del total de residuos no peligrosos que llegan al relleno sanitario.	EMGIRS EP, correo electrónico, Gerencia de Operaciones (Jara 2022). (EC MDMQ et al. 2022)

Nombre del flujo		Descripción del flujo	Fuente de información
F2	Hospitales, laboratorios y centros médicos	EMGIRS EP calculó en 2021 que los residuos sanitarios desactivados constituyen el 0,3% de los residuos que se depositan en el relleno sanitario.	Estadísticas de las operaciones EMGIRS EP (EMGIRS EP 2022). (EC MDMQ et al. 2022).
F3	Otros: particulares, comunidades, EMGIRS	EMGIRS EP calculó en 2021 que el 3,2% del total depositado constituyen lo recolectado por Emaseo EP en el barrido de calles y limpieza de puntos críticos el 0,1% a residuos entregados por particulares y el 1,4% al manejo del relleno sanitario, comunidades y fauna urbana. Valor calculado a partir del total de residuos depositados en el relleno sanitario. $F3 = DF - F1 - F2 - F22 - F24$	(EC MDMQ et al. 2022).
F4	Domicilios, comercios, instituciones	Residuos de origen domiciliario, comercial e institucional. Valor calculado por el software STAN.	
F5	Industrias y similares	Residuos no peligrosos generados por actividades industriales o similares. Valor calculado por el software STAN.	
F6	Empresas y actividades relacionadas con la construcción	Escombros y residuos de procesos de construcción y demolición. Valor calculado a partir del total de residuos depositados en las escombreras municipales. $F6 = stock\ escombreras - F9 - F13$	
<i>Flujos de recolección de residuos</i>			
F7	Emaseo EP	Residuos domiciliarios recolectados por Emaseo EP	Índices de gestión Emaseo EP 2011-2021 (Emaseo EP 2022a)
F8	GAD P	Residuos domiciliarios recolectados por los GAD parroquiales que han suscrito convenios de recolección con Emaseo EP	Índices de gestión Emaseo EP 2011-2021 (Emaseo EP 2022a)
F9	Emaseo EP, R voluminosos y terequs	Residuos voluminosos y terequs recolectados por Emaseo EP.	Índices de gestión Emaseo EP 2011-2021 (Emaseo EP 2022a)
<i>Flujos de reciclaje</i>			
F10	Emaseo EP	Materiales recolectados de manera diferenciada a pie de vereda por GME y en los puntos limpios distribuidos en todo el DMQ. 300 puntos limpios representan el 17% de los residuos que llegan a los Cegam.	Índices de gestión Emaseo EP 2011-2021 (Emaseo EP 2022a) (EC MDMQ et al. 2022)
F11	RB	Materiales recogidos por recicladores de base en los contenedores de basura de Emaseo EP y en las calles de la ciudad. Existen estimaciones de que los GME recuperan alrededor del 10,45% del total generado (EC MDMQ 2016). Otros estudios señalan que estos gestores recuperan alrededor de 87454 t/año (IRR 2015,47). Valor calculado considerando una recuperación del 10,45% del total generado.	

Nombre del flujo		Descripción del flujo	Fuente de información
		$RB = \frac{(F7 + F8 + F11) \times 10,45}{89,55} - F25 - F19 - F20$	
F12	Gestores de menor y mediana escala	<p>Materiales reciclables provenientes de industrias y similares recolectados por gestores de menor y mediana escala.</p> <p>Valor calculado, considerando que se recicla el 11,5% del total generado.</p> $F12 = \frac{(F13) \times 11,85}{88,15}$	
F18	Emaseo EP, PL	<p>Materiales reciclables recolectados por Emaseo en los puntos limpios. Se estima que 300 puntos limpios representan el 17% de los residuos que llegan a los CEGAM (INECO y Tragsatec 2016).</p> <p>Valor calculado</p> $PL = Cegam \times 0,17$	
F19	RB	<p>Materiales recuperados en recolección diferenciada a pie de vereda por parte de recicladores de base que van a otro proceso de comercialización.</p> <p>Valor calculado</p> $RB = F10 - F18$	
F20	RB	<p>Materiales recuperados por recicladores de base que van a los Cegam.</p> <p>Valor calculado</p> $RB = Cegam - F18$	
F21	RB	<p>Materiales recuperados por recicladores de base que van a otro proceso de comercialización de materiales reciclables.</p> <p>Valor calculado por el software STAN.</p>	
F23	AVN	<p>Materiales recuperados en la ETN por la Asociación Vida Nueva, corresponde a menos del 1,6% de los residuos ingresados en la ETN.</p>	(Iza 2020). (EC MDMQ et al. 2022).
F25	Cegam	<p>Materiales recuperados en los 4 Cegam. Representan el 0,28% del total generado y el 0,79% del potencial recuperable (INECO y Tragsatec 2016, 68).</p>	(EMGIRS EP 2022a). (EMGIRS EP 2022b). (EC MDMQ et al. 2022).
F26	Mercado del reciclaje	<p>Materiales reciclados que se insertarán en los procesos de producción.</p> <p>Valor calculado por el software STAN.</p>	
<i>Flujos de transferencia y transporte</i>			
F16	Emaseo EP, GAD P	<p>Residuos transportados por Emaseo EP hacia la ETN.</p> <p>Valor calculado por el software STAN.</p>	

Nombre del flujo		Descripción del flujo	Fuente de información
F17	Emaseo EP, GAD P	Residuos transportados por Emaseo EP hacia la ETS. Valor calculado por el software STAN.	
F22	EMGIRS EP	Residuos transportados desde la ETN hacia el relleno sanitario El Inga	(Iza 2020)
F24	EMGIRS EP	Residuos transportados desde la ETS hacia el relleno sanitario El Inga	(Iza 2020)
<i>Flujos de disposición final</i>			
F13	Emaseo EP	Residuos industriales (madera, cartón, escombros, lodos, cerámica, etc.) provenientes de 22 grandes industrias del DMQ, que generan aproximadamente 43t/día.	Índices de gestión Emaseo EP 2011-2021 (Emaseo EP 2022a)
F14	Ciudadanos y empresas constructoras	Residuos provenientes de actividades de construcción y demolición depositados en escombreras municipales. Valor calculado a partir de registros de volúmenes, considerando una estimación de que 1m ³ de escombros equivale a 0,75 t. ¹⁸ $F14 = V \times 0,75$	Estadísticas de las operaciones EMGIRS EP (EMGIRS EP 2022a) (S. Hernández 2022)
F15	Emaseo EP, barrido, puntos críticos	Residuos recolectados por Emaseo EP correspondientes al barrido de calles, mingas y limpieza de puntos críticos que se depositan directamente en el relleno sanitario. Valor calculado $BPC = (F7 + F8) - (F23 + F22 + F24)$	

Los flujos descritos fueron diseñados en el programa STAN, los mismos que se ilustran en el diagrama de la figura 5. Cada uno de ellos representa el actor que interviene en los distintos procesos de gestión con un color específico conforme al siguiente detalle:

- Residuos provenientes del cantón Rumiñahui se representan en azul.
- Residuos de hospitales, laboratorios y centros médicos se marcan con rojo, y constituyen los residuos que luego de haber sido tratados se disponen en el relleno sanitario.
- Flujos de recolección y transporte en los que interviene Emaseo EP están en amarillo.
- El flujo en el que participan los GAD parroquiales consta en púrpura claro.

¹⁸ Este valor se obtuvo de un estudio de caso realizado en Viena en el cual se determinó que 800 000 metros cúbicos de escombros equivalen a 600 000 toneladas (Brunner y Rechberger 2017, 282).

- Los flujos de reciclaje en los que intervienen los gestores de menor y mediana escala, la Asociación Vida Nueva y los Cegam se marcan en verde.
- Los residuos transportados desde las estaciones de transferencia por EMGIRS EP se marcan en café.
- Residuos provenientes de empresas y actividades relacionadas con la construcción se marcan en púrpura oscuro.

La información ingresada en el programa STAN corresponde a periodos anuales que van desde 2011 hasta 2021, es decir, que se cuenta con un diagrama de flujos para cada año del periodo. Cabe resaltar que estos son diagramas simplificados debido a la disponibilidad de datos para el análisis. La ventaja del programa es que con mayor disponibilidad de información se pueden crear subprocesos e incluso flujos de sustancias.

A partir del balance generado con la ayuda del software STAN y los cálculos descritos en este capítulo, en el próximo capítulo se realiza un análisis de los principales flujos que permitirán determinar el tipo de metabolismo de los RSU generados en el DMQ.

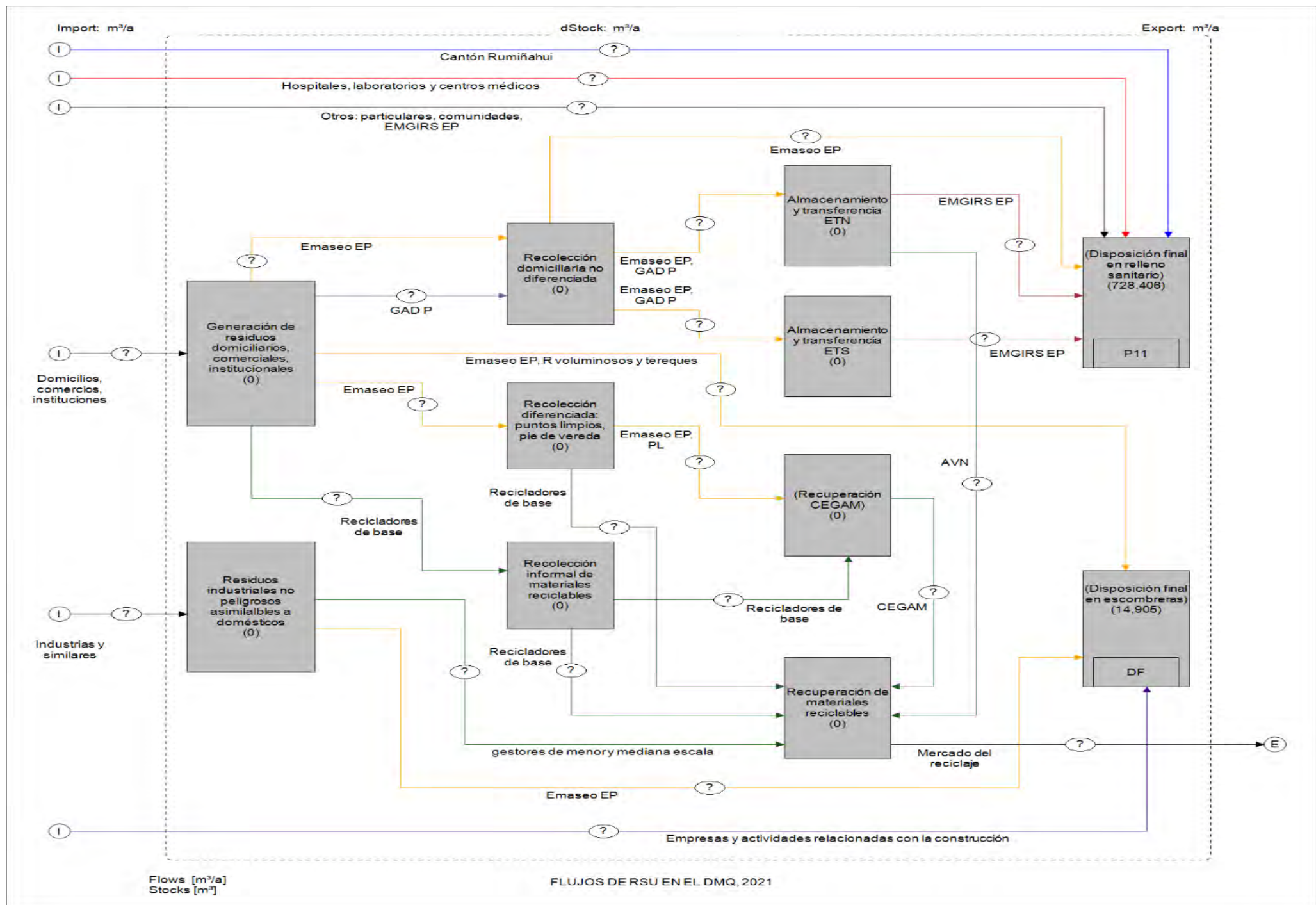


Figura 5. Diagrama de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ.

Capítulo cuarto

Principales resultados del Análisis de Flujos de Materiales (AFM)

En este capítulo se presenta una serie de reflexiones sobre los principales resultados obtenidos en el análisis de flujo de materiales a partir del procesamiento de los datos ingresados en el software Stan 2.7. Se enfoca principalmente en los flujos de generación de residuos con una estimación de la producción per cápita, los flujos de reciclaje y los flujos de disposición final. También se hace un breve análisis de los efectos de la pandemia de la COVID-19 en la gestión de residuos.

Dicho análisis se orienta a evidenciar cuantitativamente el tipo de metabolismo del DMQ en torno a la gestión de residuos, a fin de que se puedan determinar aspectos claves para generar información más precisa y establecer acciones para fortalecer los procesos de reciclaje y reducir el metabolismo hasta llegara a procesos de generación de basura cero.

1. Caracterización de los flujos de residuos

El análisis de datos relacionados con la generación, reciclaje y disposición final de residuos se realiza en torno a los años 2011 y 2021 con la finalidad de determinar cómo se han modificado los flujos en estos 11 años. Las figuras 6 y 7 muestran los flujos de residuos cuyos datos fueron ingresados directamente o calculados previamente en Excel (figuras 6 y 8) y aquellos valores calculados por el software Stan 2.7 (figuras 7 y 9) para los años indicados.

Los flujos sombreados en color celeste representan la generación de RSU, los sombreados en verde claro simulan los procesos de reciclaje y los flujos sombreados en amarillo corresponden a la disposición final de residuos. En este caso los procesos de disposición final representan stocks o existencias que se acumulan dentro del sistema.

Por otro lado, la representación Sankey, muestra con líneas de mayor grosor a los flujos con mayor tonelaje y con líneas más delgadas a aquellos flujos cuyas cantidades son menores. En el año 2021, por ejemplo, se evidencia que los flujos de generación de residuos domésticos y de materiales relacionados con la construcción son aquellos que se producen y disponen en mayor cantidad.

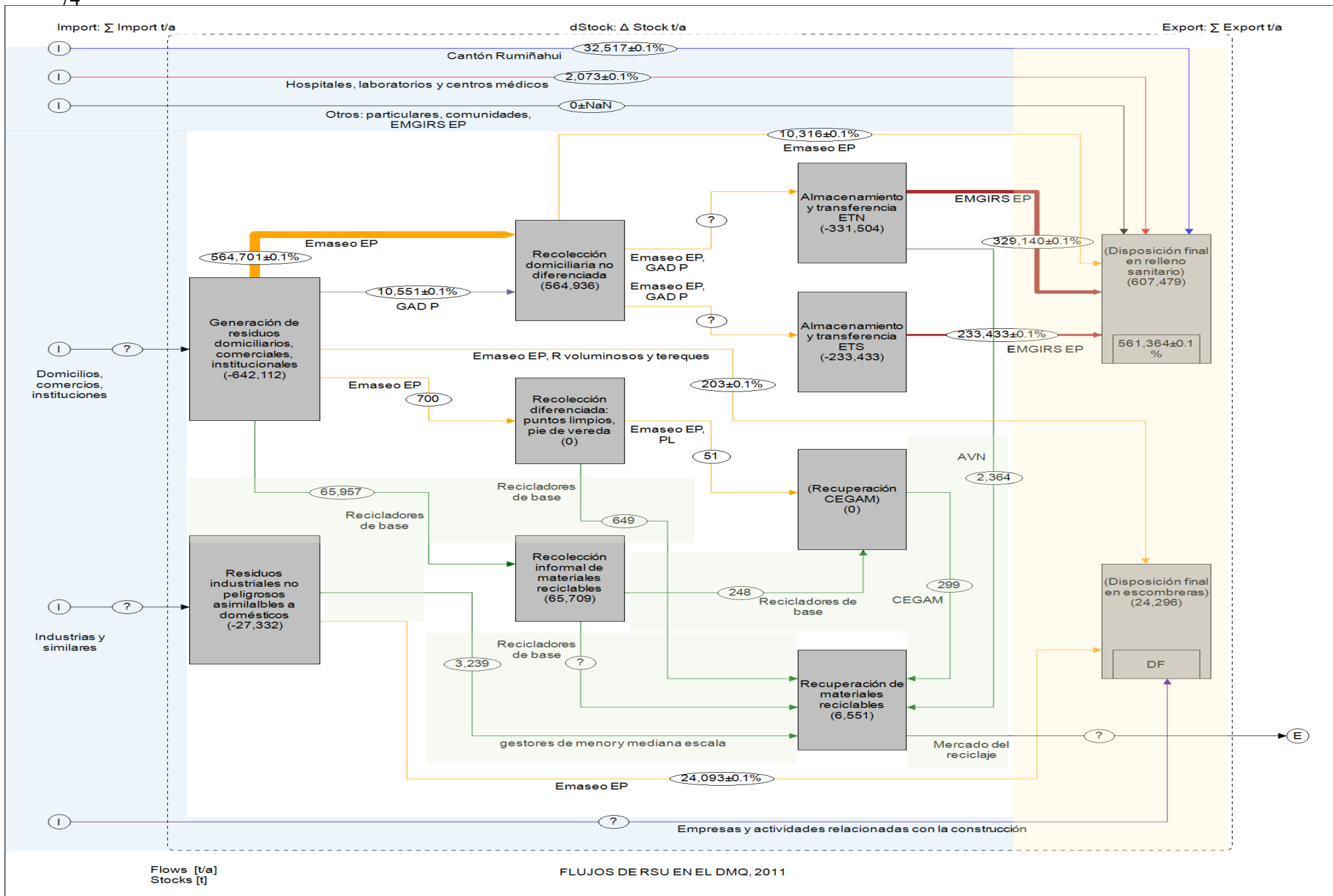


Figura 6. Diagrama de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ, año 2011. Valores ingresados al software Stan 2.7.

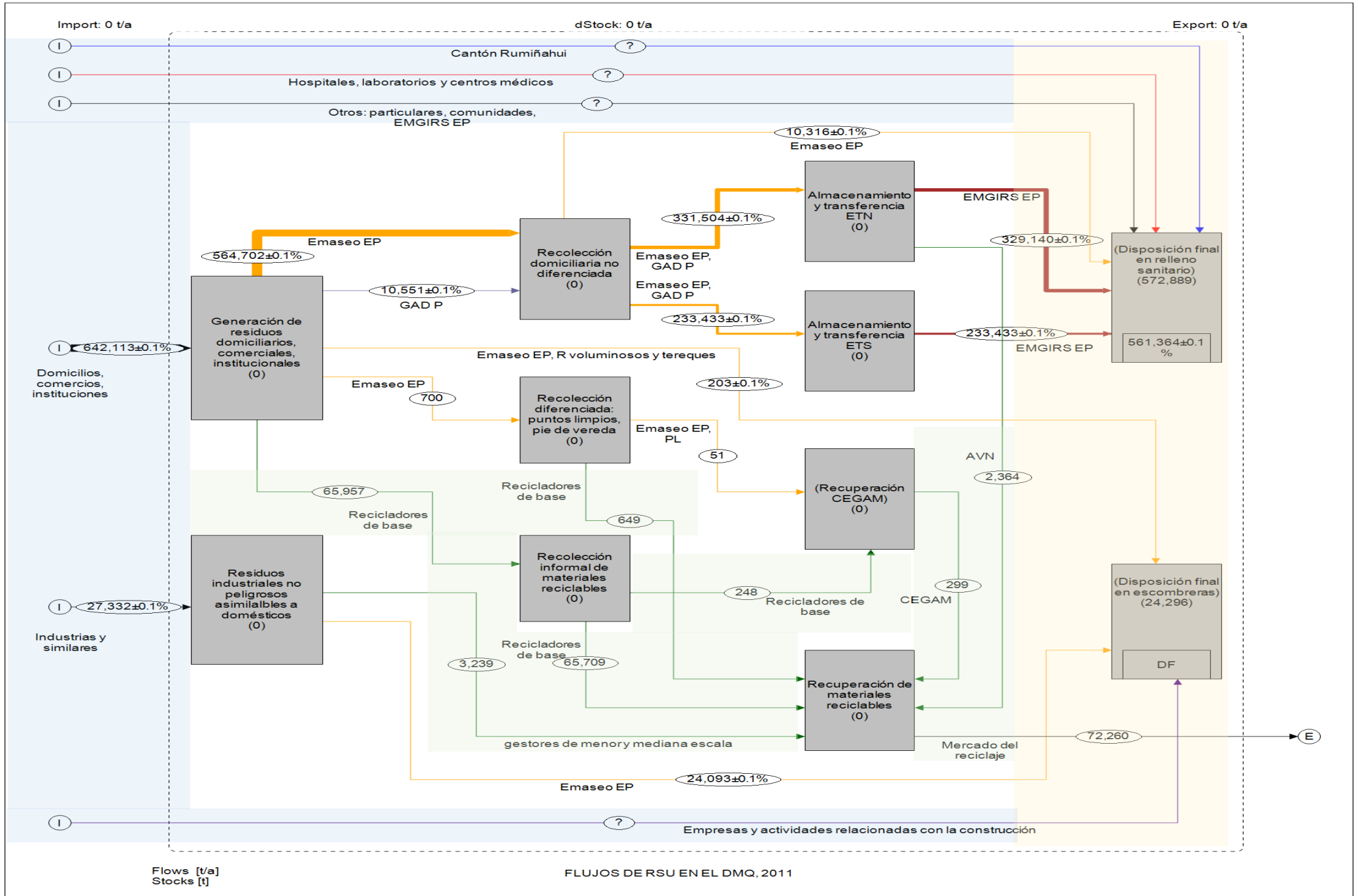


Figura 7. Diagramas de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ, año 2011. Valores calculados por el software Stan 2.7.

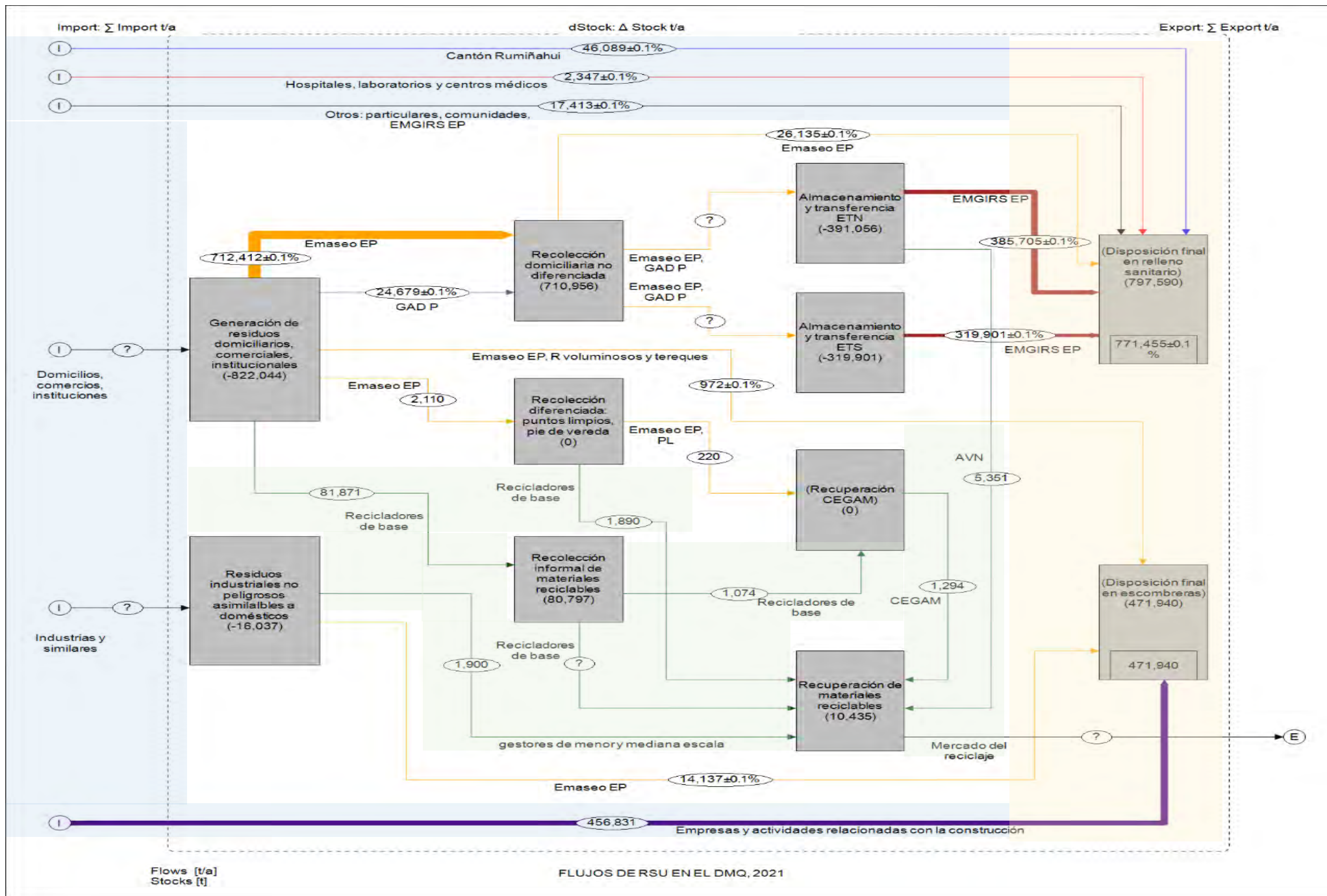


Figura 8. Diagrama de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ, año 2021. Valores ingresados al software Stan 2.7.

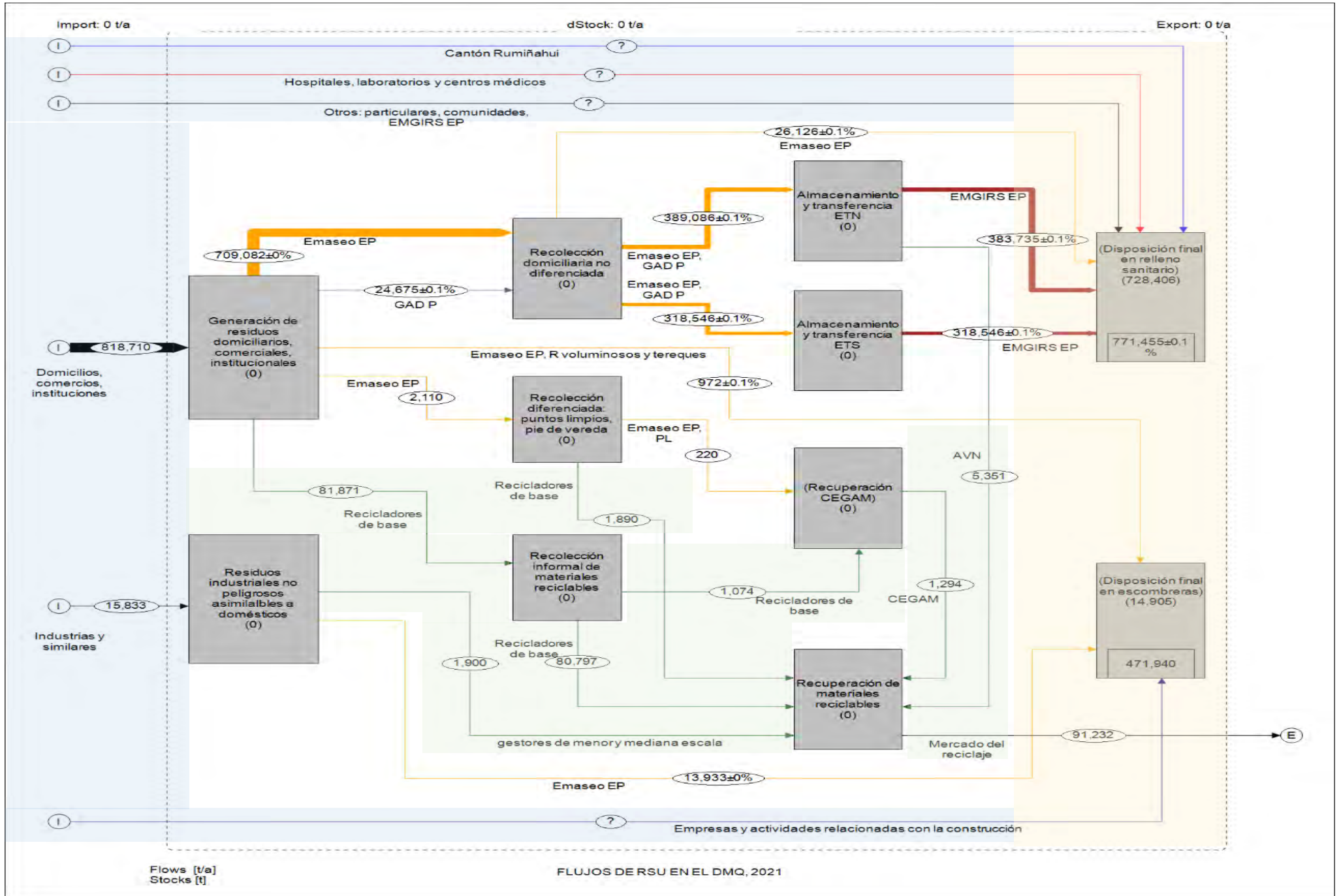


Figura 9. Diagrama de flujos de residuos sólidos urbanos del DMQ, año 2021. Valores calculados por el software Stan 2.7.

En estos diagramas se evidencia como el software Stan 2.7 permite estimar valores para los flujos con los que no se cuenta con información precisa por parte de las empresas municipales a cargo de la gestión de residuos. Tal es el caso de los flujos de generación de residuos asimilables a domésticos y también aquellos de origen industrial. Adicionalmente, el software ha estimado los valores de recuperación de residuos por parte de gestores de menor y mediana escala.

Por otro lado, en los siguientes acápite se analizan los flujos de generación, reciclaje y disposición final mostrando en tablas los valores ingresados como los calculados. La evolución histórica de estos flujos también se muestra en gráficos para determinar el comportamiento de los RSU en las distintas fases de gestión.

Los datos que se muestran en las tablas con color negro fueron obtenidos directamente de las empresas municipales Emaseo EP y EMGIRS EP. Esta última es la que registra los pesos de los residuos gestionados en la ciudad, e indicó que no manejan un error estadístico en los pesos registrados, pero proporcionaron el valor del error de las balanzas que es de $\pm 0,1$ toneladas, dato que se aplicó en el análisis.¹⁹

Los valores que constan en color azul fueron calculados a partir de los datos anteriormente descritos; mientras que los registrados en color verde corresponden a aquellos calculados por el software Stan 2.7.

Si bien estos datos son una simplificación de la realidad y están sujetos a errores, constituyen una aproximación general de la gestión de residuos, cuyo nivel de detalle puede incrementarse conforme se cuente con datos más precisos de cada uno de los flujos.

2. Flujos de generación de residuos

Las mayores fuentes de residuos en el DMQ son los domicilios, comercios e instituciones que en 2021 representaron el 60% del total generado, seguidos por las empresas y actividades relacionadas con la construcción que constituyen el 34% del total generado en dicho año.²⁰

Los demás flujos no son representativos en términos de cantidades generadas puesto que aquellos provenientes del cantón Rumiñahui representan alrededor del 4%, los

¹⁹ Posiblemente, algunos valores sean imprecisos, debido a que EMGIRS presenta distintos valores para la misma categoría de residuos en sus informes anuales de gestión. Se ha tomado los valores más actuales.

²⁰ Lamentablemente no se cuenta con datos de disposición de escombros para el periodo comprendido entre los años 2011 a 2014, lo cual dificulta el análisis temporal.

provenientes de industrias y similares bordean el 1%; mientras que los demás flujos no alcanzan este porcentaje. Lo indicado se ilustra en la figura 10.

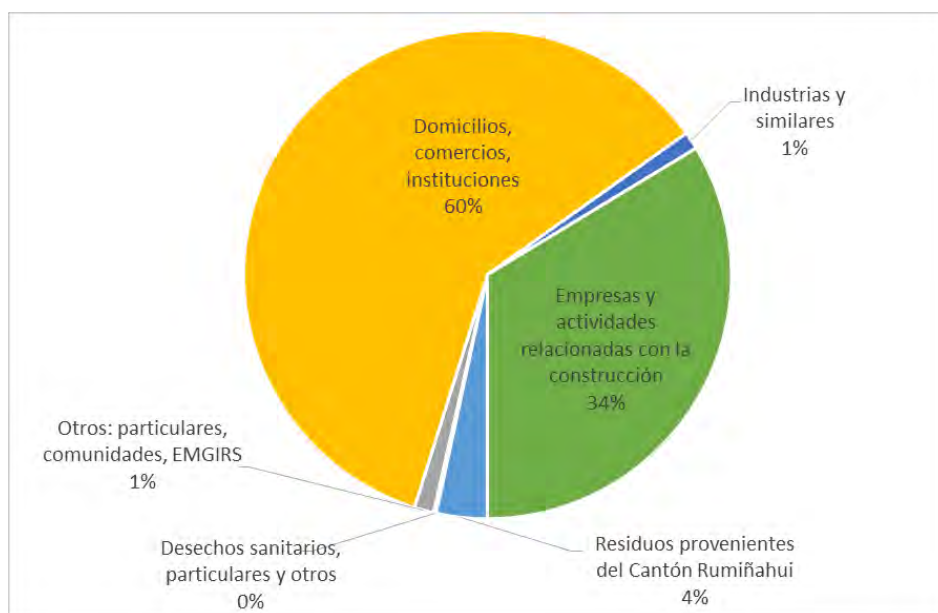


Figura 10. Fuentes de generación de residuos sólidos urbanos en el DMQ, año 2021 en porcentaje.

La Tabla 7 muestra los valores de generación de residuos durante el periodo donde se evidencia una tendencia heterogénea en su comportamiento.

Tabla 7
Residuos generados provenientes de diversas fuentes, periodo 2011-2021, t

Flujo	Año											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
F1 Residuos provenientes del Cantón Rumiñahui	32 517	35 610	30 721	38 258	38 280	39 673	46 272	44 710	46 282	43 400	46 089	
F2 Desechos sanitarios, particulares y otros	2073	2667	2786	2979	2466	6059	2517	2699	2513	3129	2347	
F3 Otros: particulares, comunidades, EMGIRS	0	46 203	0	37 253	25 762	21 770	31 673	27 181	32 741	17 061	17 413	
F4 Domicilios, comercios, instituciones	642 113	684 021	699 871	726 218	726 218	735 475	770 617	818 060	805 204	813 768	818 710	
F5 Industrias y similares	27 332	20 211	27 002	22 129	14 315	9300	10 100	7792	13 885	15 008	15 833	

Flujo		Año										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
F6	Empresas y actividades relacionadas con la construcción	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	954 529	1 494 921	2 266 933	1 860 730	575 950	551 812	456 831
Total de residuos generados		704 035	788 713	760 379	826 837	1 761 570	2 307 198	3 128 112	2 761 172	1 476 575	1 444 177	1 357 223

Entre los años 2011 y 2021, los residuos provenientes del cantón Rumiñahui se aumentaron en 13 572 toneladas (42 %), lo que sugiere un incremento promedio de 1234 toneladas por año, valor equivalente a un 4% anual.

Por otro lado, los desechos sanitarios presentan una variación mínima durante el periodo de apenas 274 toneladas, equivalente a un incremento del 13 % durante el periodo. El año 2016 tiene una particularidad, puesto que ahí se registra un valor atípico que no sigue la secuencia común de generación con un valor de 6059 t, valor que triplica a los generados en cada año del periodo.

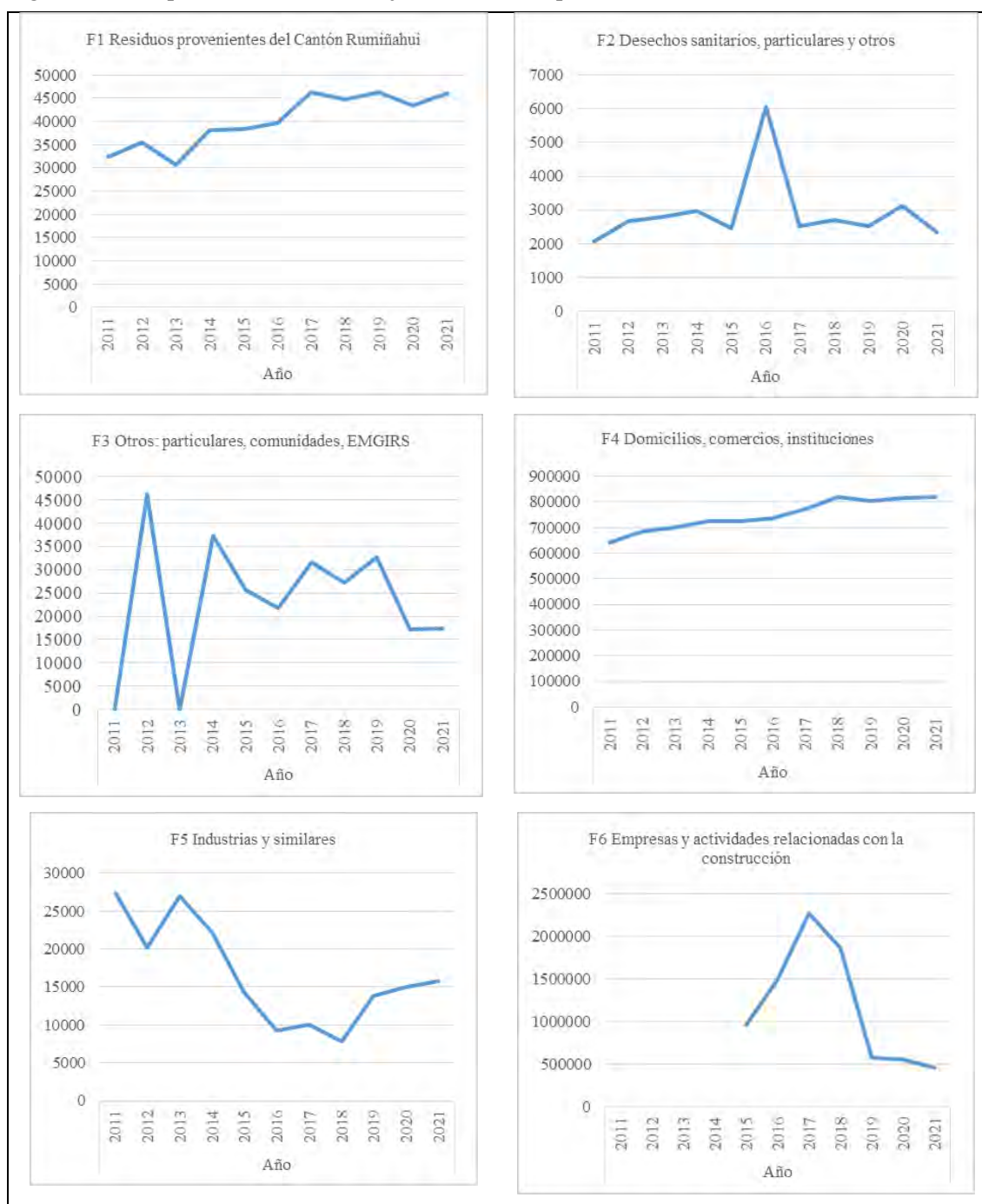
Los residuos provenientes de domicilios, comercios e instituciones presentan una variación de 176 597 toneladas (incremento en un 28 %) durante el periodo, valor que representa un incremento anual de 16 054 toneladas (2,5 %).

Los residuos de industrias y similares muestran una reducción de 11 499 toneladas. Sin embargo, si se presta atención a los últimos tres años del periodo se evidencia un incremento promedio de 974 toneladas.

Los residuos de actividades relacionadas con la construcción presentan su máximo valor en 2017, año en el que se ejecutó la fase II de la construcción del Metro de Quito, y se generó un gran volumen de escombros. Si bien entre 2015 y 2021 se evidencia una reducción del 48 % en su generación, estos residuos son de especial atención puesto que representan el 34 % del total generado en 2021.

La Figura 11 muestra el comportamiento de los flujos descritos.

Figura 11. Comportamiento de los flujos de residuos, periodo 2011-2021, t.



En la figura observa la inexistencia de una tendencia general para los flujos de generación de residuos. Según su origen los RSU presentan una tendencia particular, posiblemente relacionada con hitos en la gestión que marcan incrementos y decrementos atípicos. Los únicos flujos que presentan una tendencia homogénea de incremento son los de origen domiciliario, tanto del DMQ como los del Cantón Rumiñahui.

3. Producción per cápita de residuos en el DMQ

La producción per cápita (PPC) es un indicador que determina cuántos kilogramos de residuos produce un habitante de una localidad por día. Se obtiene al dividir la población de dicha localidad para el total de residuos producidos en ella y es muy útil para la planificación de la gestión de residuos. En función de los valores obtenidos se pueden desarrollar escenarios futuros y proyecciones para orientar el fomento de políticas de gestión y reducción de residuos.

Este indicador se analizará con los datos obtenidos para el periodo 2015- 2021 debido a que en estos años se cuenta con la mayor información de gestión de residuos. Para ello es necesario tomar en cuenta las estadísticas presentadas en la página web de Emaseo EP en las cuales se ha determinado una producción per cápita de residuos domiciliarios de 0,85 Kg/hab./día entre 2015 y 2018 (Emaseo EP 2022a).

Adicionalmente, en el plan de negocios 2022 de la empresa, se estableció un índice de producción per cápita de 0,85 kg/hab./día en 2019, 0,81 Kg/hab./día en 2020 y 0,83 Kg/hab./día en 2021 para los residuos sólidos domiciliarios (Emaseo EP 2022b, 14). Este valor difiere del valor 0,70 Kg/hab./día propuesto por Asamtech en 2018, presentado en el capítulo 2.

Finalmente, en el Plan Maestro de gestión de residuos propuesto para el periodo 2022-2032, se estimó la PPC para los años 2020 a 2025 en función de los datos de gestión de las empresas municipales Emaseo EP y EMGIRS EP correspondientes al año 2018. La interpretación de resultados estableció un PPC de 0,825 Kg/hab./día para este periodo (EC MDMQ et al. 2022, 76).

En esta investigación, se ha considerado los datos obtenidos en el AFM de RSU para el DMQ para el cálculo la PPC anual del periodo de estudio a partir de la siguiente fórmula:

$$PPC = \frac{\left(\frac{tRSU}{año} \times \frac{1000 \text{ kg}}{375 \text{ días}} \right)}{Población DMQ}$$

En la fórmula PPC es la producción per cápita en kg/hab./día, valor que se obtiene al multiplicar las toneladas de RSU generadas en cada año (tRSU/año) por un factor de conversión de toneladas a kilogramos y años a días; y de dividir ese valor para la población del DMQ proyectada por el INEC para cada año del periodo.

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de PPC para el periodo 2011-2022, sin contemplar los residuos de provenientes de actividades relacionadas con la construcción; mientras que para el periodo 2015-2022 se incluyeron estos valores.

En la tabla se observa que el DMQ produjo en 2021 2278 toneladas diarias de residuos. Si se incluyen los escombros y similares, la producción diaria se incrementa a 3496 toneladas, valor que influye en el cálculo de la producción per cápita.

Si no se considera el flujo de generación de escombros y similares, la PPC promedio del periodo es de 0,81 Kg/hab./día; siendo el año 2018 el que registra la mayor generación y a partir del cual comienza un descenso hasta llegar a un valor de 0,81 Kg/hab./día en los dos últimos años del periodo.

Tabla 8
Estimación de la PPC en el DMQ, periodo 2011-2021, Kg/hab./día

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Población DMQ, hab.	2 365 973	2 412 427	2 458 900	2 505 344	2 551 721	2 597 989	2 644 145	2 690 150	2 735 987	2 781 641	2 827 106
Residuos generados en el DMQ sin escombros y similares (F2+F3+F4+F5), t/año	671 518	753 103	729 659	788 579	768 761	772 604	814 907	855 732	854 343	848 966	854 303
Residuos generados en el DMQ incluyendo escombros y similares (F2+F3+F4+F5+F6), t/año					1 723 290	2 267 525	3 081 840	2 716 462	1 430 293	1 400 777	1 311 133
Residuos generados en el DMQ sin escombros y similares (F2+F3+F4+F5), t/día	1791	2008	1946	2103	2050	2060	2173	2282	2278	2264	2278
Residuos generados en el DMQ incluyendo escombros y similares (F2+F3+F4+F5+F6), t/día					4595	6047	8218	7244	3814	3735	3496
PPC sin escombros y similares, Kg/hab/año	284	312	297	315	301	297	308	318	312	305	302
PPC con escombros y similares, Kg/hab/año					675	873	1166	1010	523	504	464
PPC sin escombros y similares, Kg/hab/día	0,76	0,83	0,79	0,84	0,80	0,79	0,82	0,85	0,83	0,81	0,81
PPC con escombros y similares, Kg/hab/día					1,80	2,33	3,11	2,69	1,39	1,34	1,24

Fuente: (INEC 2010).

Elaboración: propia.

Al incluir los valores de generación de escombros y similares, la PPC se incrementa de manera considerable, especialmente de 2015 a 2018 donde se duplica e

incluso triplica. En el año 2021, el valor de la PPC fue de 1,24 Kg/hab./día que representa un incremento del 53 % de la PPC de 0,81 Kg/hab./día, como se observa en la figura 12.

Los datos reflejan la importancia de las actividades relacionadas con la construcción en el DMQ, cuyo flujo no se considera en los análisis de PPC del Municipio y que sin embargo representan el 34 % del total de residuos generados. Tampoco se contempla el impacto ambiental derivado del requerimiento de superficie de terreno para su disposición, ni medidas de reciclaje para la optimización y recuperación de materiales.



Figura 12. PPC en el DMQ, periodo 2011-2021, Kg/hab./día.

Por lo descrito, resulta necesario que la municipalidad efectúe estudios más pormenorizados sobre los flujos de generación de residuos a fin de contar con una metodología propia para establecer y proyectar la PPC en el DMQ y a partir de estos datos generar políticas públicas orientadas a la reducción de la generación y al reciclaje.

4. Flujos de reciclaje de materiales

Los flujos de reciclaje de materiales son los más difíciles de cuantificar debido a que la mayoría de los procesos se realizan de manera informal por parte de recicladores de base y porque la Secretaría de Ambiente no cuenta con una base de datos consolidada de las cantidades de materiales recuperados por los distintos tipos de gestores de residuos. A esto se suma que muchos de los recicladores de base (categorizados como gestores de

menor escala) registrados en la Secretaría de Ambiente no reportan anualmente las cantidades recolectadas.

Los cálculos para el AFM se realizaron a partir de estimaciones de estudios de reciclaje en el DMQ, de la Secretaría de Ambiente y de las empresas a cargo de la gestión de residuos.

Con estos antecedentes, es necesario aclarar que los valores presentados son imprecisos. Con el AFM se pretende recrear el comportamiento de los actores que intervienen en el reciclaje y estimar, a partir de los datos existentes, las cantidades que se estarían reciclando en el DMQ.

En concordancia con lo establecido en la literatura, la figura 13, muestra que en 2021 los recicladores de base recolectaron alrededor del 89 % de materiales reciclables.

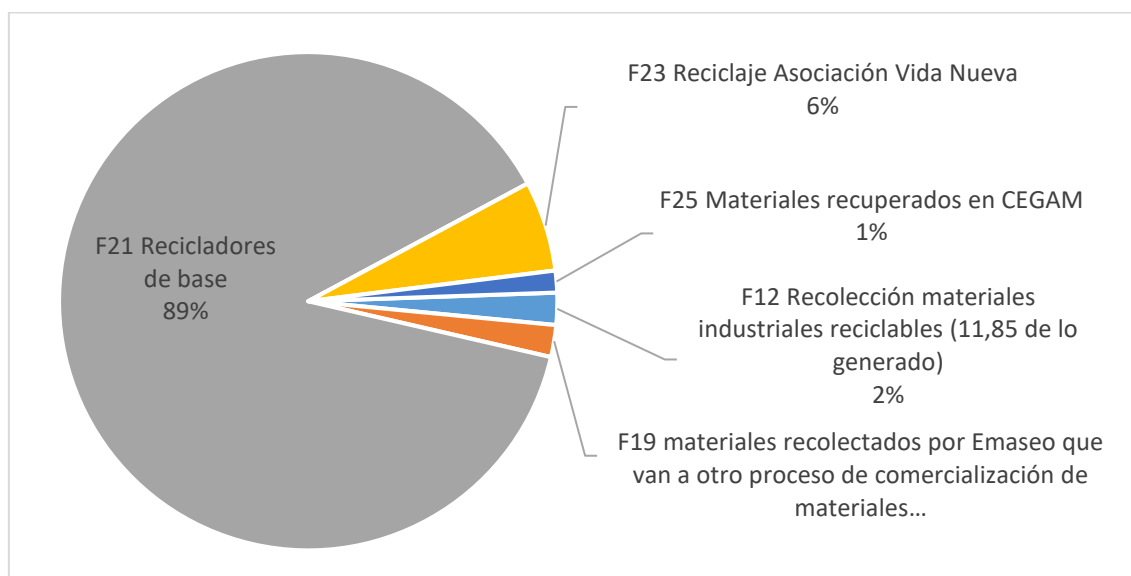


Figura 13. Intervención de actores en los procesos de reciclaje en el DMQ, año 2021 en porcentaje.

Los recicladores de la Asociación Vida Nueva representan el 6 % de la recuperación de materiales. La recolección diferenciada de materiales a pie de vereda realizada por Emaseo EP en coordinación con GME, al igual que gestores de menor y mediana escala, representa el 2 % de la recuperación, mientras que los CEGAM representan apenas el 1 % de la recuperación de materiales.

Los resultados del AMF evidencian que las acciones coordinadas por entidades municipales representan apenas el 9 % de la recuperación de materiales en la ciudad. Esto refleja que la implementación de estrategias y políticas para el reciclaje han sido insuficientes y no se ha llegado a cumplir metas de circularidad de materiales.

Los recicladores de base continúan aportando con el 89 % de recuperación de materiales en la ciudad en condiciones precarias sin que exista el reconocimiento de su labor ni se hayan implementado políticas y condiciones dignas y seguras para su trabajo.

La tabla 9 muestra todos los flujos de reciclaje dentro del AFM, siendo los más importantes para el análisis aquellos que confluyen hacia el proceso denominado recuperación de materiales reciclables (ver áreas pintadas en verde claro en los diagramas de flujos de RSU de las figuras 6, 7, 8 y 9).

Tabla 9
Estimación de las cantidades de materiales reciclados en el DMQ, periodo 2011-2021, t

Flujo		Año										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
F10	Recuperación Emaseo EP puntos limpios, recolección diferenciada	700	1407	1924	2238	2463	2545	2847	2966	3366	1566	2110
F11	Materiales recuperados por recicladores de base (10,45% del total generado)	65 957	68 732	69 381	72 196	70 792	71 486	74 679	79 533	77 980	82 372	81 871
F12	Recolección materiales industriales reciclables (11,85 de lo generado)	3239	2395	3200	2622	1696	1102	1197	935	1645	1801	1900
F18	Materiales recolectados por Emaseo EP en Puntos limpios (equivalen al 17% de lo recuperado en los CEGAM)	51	153	209	255	301	323	344	342	320	126	220
F19	Materiales recolectados por Emaseo EP que van a otro proceso de comercialización de materiales	649	1254	1715	1983	2162	2222	2503	2624	3046	1440	1890
F20	materiales recolectados por RB que van a CEGAM (J-K)	248	749	1022	1247	1471	1578	1677	1668	1562	615	1074
F21	Recicladores de base	65 709	67 983	68 359	70 949	69 321	69 908	73 002	77 865	76 418	81 757	80 797
F23	Reciclaje Asociación Vida Nueva	2364	5549	5639	5117	5793	6585	7288	6638	6198	1992	5351
F25	Materiales recuperados en CEGAM	299	902	1232	1503	1772	1901	2021	2010	1882	741	1294
F26	Mercado del reciclaje	72260	78 083	80 145	82 174	80 744	81 718	86 011	90 072	89 189	87 731	91 232

Si bien la mayoría de flujos de reciclaje muestran que la tendencia de recuperación de materiales va en aumento, al contrastar con la generación total de residuos en el año 2021, se evidencia que, de las 1.311.133 toneladas generadas, apenas se recuperó 91.232 toneladas de materiales que se insertarán en procesos productivos. Esto representa apenas el 6,96% de los residuos producidos.

Si consideramos que el 24% de los residuos generados en el DMQ son potencialmente reciclables (314.671 toneladas), estaríamos reciclando apenas el 29% de materiales con potencial de reutilización. En otras palabras, el 71% de materiales recuperables se dispone de manera anti técnica en el relleno sanitario y en las escombreras municipales. Lo que refleja que la gestión de residuos está muy lejos de la circularidad y mucho menos orientada a la generación de basura cero.

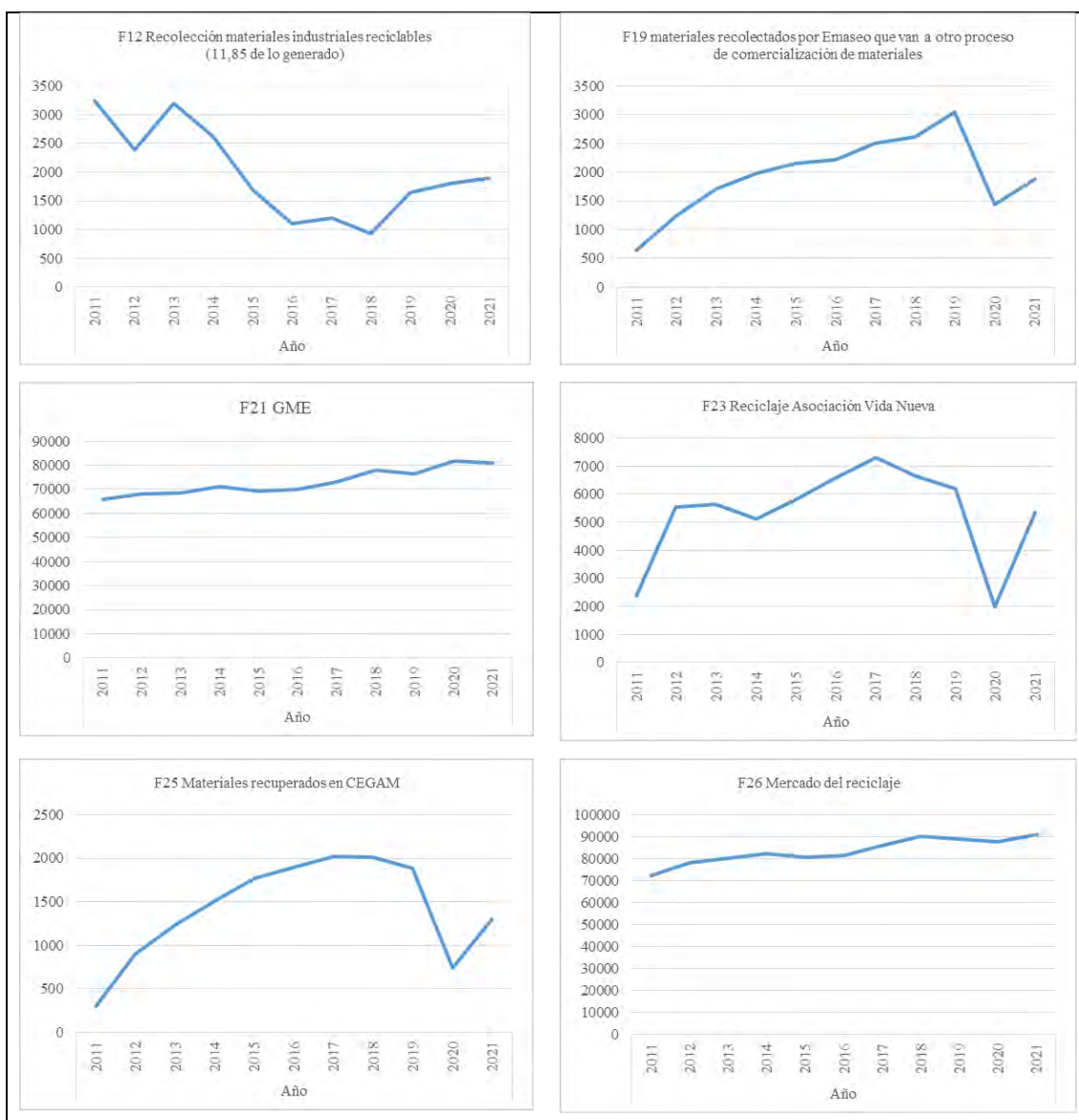


Figura 14. Comportamiento de los flujos de reciclaje en el DMQ, periodo 2011-2021, t.

La figura 14 muestra el comportamiento de los flujos de reciclaje durante el periodo, donde se observa una tendencia creciente en la mayoría de ellos, salvo en la recolección de materiales industriales reciclables. Claramente se observa un descenso en la recolección de materiales reciclables durante el año 2020 debido al confinamiento provocado por la pandemia de la COVID-19. Sin embargo, en 2021 los flujos vuelven a tener una tendencia creciente. Sería importante analizar la recuperación de los procesos de reciclaje en los años siguientes a fin de constatar si existe o no un incremento en la recuperación de materiales.

5. Flujos de disposición final

Como se muestra en los diagramas de los flujos de los años 2011 y 2021, los flujos de disposición final se dirigen hacia dos sitios de almacenamiento definitivo: el relleno sanitario El Inga y las diferentes escombreras municipales.

Casi todos los flujos de generación van directamente a los sitios de disposición final, salvo aquellos que pasan por las estaciones de transferencia o se insertan en procesos de reciclaje. La Tabla 10 muestra las cantidades que se han dirigido y dispuesto durante el periodo 2011-2021.

Tabla 10
Flujos de disposición final en el DMQ, periodo 2011-2021, t.

Flujo		Año										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
F13	Residuos industriales no peligrosos	24093	17816	23802	19507	12619	8198	8903	6954	12240	13396	14137
F15	Residuos de barrido, mingas, puntos críticos	10316	33743	18083	18593	25439	11343	10417	45990	38366	41141	26135
Stock	Disposición final en relleno sanitario	561364	654610	530129	706584	685074	709267	754409	756585	759532	748929	771455
Stock	Disposición final en escombreras					970313	1504871	2277275	1868621	589488	566565	471940
Total disposición final		561364	654610	530129	706584	1655387	2214137	3031684	2625207	1349021	1315494	1243394

La disposición de residuos industriales no peligrosos en escombreras es el flujo con mayor variabilidad en el periodo, descendiendo considerablemente de 19 507 t en 2014 a 12 619 en 2015 y reduciendo esta cantidad a la mitad en 2018 (6954 t), e incrementándose a partir de 2019.

Desde 2011 a 2021 el depósito de RSU en el relleno sanitario se ha incrementado en 210 090 toneladas. En 2021 el relleno sanitario recibió el 62 % de los residuos destinados a disposición final y representaron el 57 % del total de residuos generados.

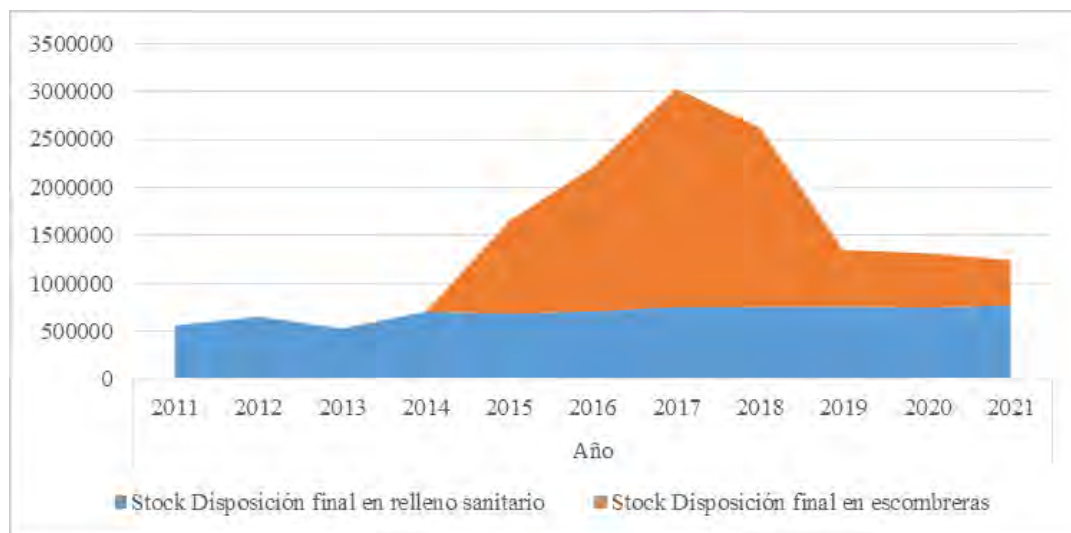


Figura 15. Flujos de disposición final de residuos en el DMQ, periodo 2011-2021, t

Si bien en 2021, los residuos de actividades relacionadas con la construcción representaron el 38% de la disposición final, durante los años 2016 a 2018 su cantidad se incrementó notablemente llegando a representar el 75% de la disposición final en 2017, tal como se observa en la figura 15.

6. Incidencia de la pandemia de la COVID-19 en los flujos de residuos

Durante el año 2020 la población mundial se vio severamente afectada por la pandemia de la COVID-19. En el Ecuador hubo un confinamiento durante los meses de marzo, abril y mayo, limitándose la mayoría de actividades para el normal desenvolvimiento de la ciudad.

Al revisar los datos de la tabla 4 y figura 8 de este capítulo se observa una variación mínima en los flujos de generación de residuos entre el año 2019 y 2020. Los RSU provenientes del cantón Rumiñahui se redujeron en un 6 % en 2020 incrementándose nuevamente en 2021 aproximándose a los valores generados en 2019.

Los desechos sanitarios se incrementaron en un 24 % con respecto a 2019; pero en 2021 estuvieron similares a los generados en 2019.

Los RSU provenientes de domicilios, comercios e instituciones mantuvieron su tendencia creciente durante 2019, 2020 y 2021 con un incremento del 1 % anual.

Los residuos provenientes de actividades relacionadas con la construcción han disminuido en un 2 % de 2019 a 2020 y en un 4 % de 2020 a 2021. Posiblemente esta mínima variación se deba a que la construcción fue la primera actividad que se retomó después del confinamiento.

Los flujos de recolección domiciliaria de residuos casi no presentaron variación, hubo un aumento del 1 % anual de la recolección realizada por Emaseo EP. La recolección efectuada por los GAD parroquiales se incrementó en un 4 % en 2020 y en un 8 % en 2021. La recolección de residuos voluminosos y tereques fue en un 5 % mayor en 2020, pero se redujo en un 28 % en 2021.

Los flujos de reciclaje fueron los más afectados durante la pandemia. Los registros de EMGIRS EP muestran que en 2020 la Asociación Vida Nueva redujo la recuperación de materiales en un 68 % y los Cegam en un 61 % con respecto a 2019 (ver tabla 6 y figura 9 de este capítulo). Durante el año 2021 la AVN alcanza una recuperación de materiales equivalente al 86 % de lo reciclado en 2019 y los CEGAM del 69 % con respecto al mismo año.

Si proyectamos una reducción promedio del 65 % en la recuperación de materiales por parte de los recicladores de base, tendríamos que en 2020 apenas habrían reciclado 26 746 toneladas. Esta cifra afectaría al reciclaje total y nos llevaría a estimar que en ese año se recuperó apenas el 38 % de materiales con respecto a 2019, siendo la cantidad total calculada de materiales recuperados de apenas 33 461 toneladas.

Esta notable disminución supone una afectación económica a un numeroso grupo de recicladores de base, cuya situación ya era precaria en 2019.

Finalmente, con respecto al stock de residuos dispuestos en el relleno sanitario y en las escombreras municipales las toneladas dispuestas en El Inga se redujeron en un 1 % durante 2020 con respecto a 2019, mientras que en 2021 se incrementaron en un 2 % con respecto a 2019, lo cual no es significativo.

Por otro lado, la disposición de escombros se redujo en un 4 % en 2020 y en un 20 % en 2021 con respecto al depósito realizado en 2019. Esta considerable reducción posiblemente esté relacionada con la recesión económica que provocó la pandemia.

Los resultados expuestos en este capítulo muestran que apenas el 7 % de los residuos generados en el DMQ se recuperan para procesos de reciclaje y que el 71% de los materiales potencialmente reciclables no son aprovechados.

Por otro lado, refiriéndonos a lo expuesto en el capítulo 2 donde se indicó que aproximadamente el 63 % de los residuos generados en la ciudad (alimentos y poda) son

orgánicos, y podrían someterse a procesos de compostaje u otro tipo de aprovechamiento; se puede inferir que este valor sumado al 17 % de materiales reciclables que no se recuperan, constituyen un 80 % de la basura que podría gestionarse de forma circular.

Esto demuestra un alto metabolismo de los residuos y que los procesos de gestión se alejan de objetivos basura cero y de circularidad de materiales, lo que se traduce en un manejo insostenible de la basura en el DMQ.

A esta linealidad de los flujos de RSU se suma la dimensión inmaterial o intangible del metabolismo social, representada por los conflictos derivados del manejo de la basura. Es así que en el próximo capítulo se abordará brevemente algunos aspectos de la ecología política de la basura.

Capítulo quinto

Los actores sociales involucrados y las principales problemáticas en torno a la gestión de residuos

Una vez caracterizados los flujos de residuos y conocido su comportamiento, resulta necesario adentrarnos en la ecología política de la basura como una parte de la ecología política urbana, cuyos aspectos de estudio se detallaron en el capítulo uno. El interés de este trabajo se centra en el estudio dialéctico de la basura. En este sentido, se pretende determinar cómo la sociedad y la naturaleza se han ido transformando en torno al manejo de los residuos y qué tipo de tensiones entre actores se han ido generando.

El término actor social hace referencia a grupos, organizaciones o instituciones que interactúan en la sociedad y que, por iniciativa propia, lanzan acciones y propuestas que tienen incidencia social. Estos actores pueden ser: organizaciones sociales de base, sindicatos, movimientos, partidos políticos, iglesias, gremios, instituciones de gobierno, agencias de cooperación internacional, organismos multilaterales, entre otras. (M. Hernández et al. 2012, 20)

Como el análisis de los flujos metabólicos de los residuos en el DMQ se enmarca en la política pública de la gestión integral de residuos sólidos, su metodología de identificación se fundamenta en clasificación de actores propuesta por Subirats et al. (2008), que hace referencia al reconocimiento de actores públicos (o político-administrativos) y privados. Los actores privados pertenecen a las esferas socio-económica y socio-cultural y se subdividen en tres grupos:

- Grupos objetivo, integrados por “actores cuyo comportamiento se define políticamente como la causa (in)directa del problema” (Subirats et al. 2008, 55),
- Beneficiarios finales de una política pública, que agrupa a los sujetos sociales que “sufren los efectos negativos del mencionado problema y cuya situación pretende mejorarse a través de la intervención pública” (Subirats et al. 2008, 55),
- Grupos terceros, conformados por aquellos “afectados de manera indirecta por la política pública, ya sea de manera positiva (= beneficiarios), o de manera negativa (=afectados)” (Subirats et al. 2008, 55).

Este capítulo se centra en la descripción de los actores públicos o gubernamentales, quienes se enfocan en implementar políticas, normativas y servicios prestados para la gestión de los residuos.

De manera general, los grupos objetivos estarían constituidos por diversos generadores de residuos asentados en el DMQ. En el capítulo 2, se hizo referencia a los domicilios, grandes generadores, unidades educativas y mercados para describir la composición de los RSU. Mientras que para el AFM (debido a la disponibilidad de datos) se identificó como generadores a domicilios comercios e instituciones, la población del cantón Rumiñahui, hospitales, laboratorios y centros médicos, industrias y similares, así como a empresas y actividades relacionadas con la construcción. Dada la diversidad de actores presentes en este grupo, su análisis pormenorizado sería objeto una investigación específica, por lo que no se abordan en este capítulo ni se profundiza su descripción.

Los grupos terceros, también incluyen una diversidad de actores cuyo análisis va más allá de los objetivos de esta investigación. Sin embargo, en este capítulo se consideró priorizar la descripción de beneficiarios como los gestores privados calificados y los recicladores de base. Los grupos afectados se describen en el acápite final en el que se abordan conflictos que se han identificado como resultado del metabolismo de los RSU en Quito, cuyos mayores representantes son las poblaciones aledañas a los sitios de disposición final.

1. Actores gubernamentales

Dentro de este grupo de actores se encuentran las instituciones la función ejecutiva tanto del gobierno central como de los gobiernos autónomos descentralizados, incluyendo las empresas públicas municipales. Su función principal es la definición de políticas públicas, rectoría, planificación y gestión de los residuos.

A nivel estatal, tienen un rol preponderante la Presidencia de la República, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y el Ministerio de Salud. A nivel municipal destacan la Alcaldía, el Concejo Metropolitano, la Secretaría de Ambiente, los GAD parroquiales y las empresas públicas metropolitanas Emaseo EP y EMGIRS EP (INECO y Tragsatec 2016, 85–87).

La Secretaría de Ambiente es el órgano de rectoría, planificación, articulación y control de la GIRS en la ciudad. Las empresas Metropolitanas Emaseo EP y EMGIRS EP son gestores ambientales públicos de residuos.

La Empresa Pública Metropolitana de Aseo fue creada el 5 de mayo de 2010, pero funcionaba como Empresa Municipal de Aseo Emaseo desde 1993. Desde 1930 hasta 1993, el manejo de la basura estuvo a cargo de la Dirección de Higiene y Municipal (Emaseo EP 2022b, 3).

Emaseo EP se encarga principalmente de la limpieza en la ciudad, así como el barrido y recolección de residuos sólidos urbanos. Estas actividades también las realizan los nueve GAD parroquiales que suscribieron convenios de delegación para esta gestión con Emaseo EP (Gualea, Nanegal, El Quinche, Tababela, Yaruquí, Pifo, San Antonio de Pichincha y Pintag).

La Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS), creada el 1 de noviembre de 2010 mediante Ordenanza Metropolitana 323, presta servicios relacionados con la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura municipal de manejo de residuos sólidos en la ciudad. Como competencias adicionales están las orientadas a la reducción de producción de desechos, industrialización de materiales reciclables y reutilizables, tratamiento y disposición final de residuos bajo un enfoque de prevención de riesgos e implementación de prácticas ambientales (INECO y Tragsatec 2016, 29).

2. Gestores privados calificados

Los gestores ambientales privados son personas naturales, jurídicas, gremios o asociaciones que por su cuenta realizan actividades de reducción, reutilización y reciclaje (EC Concejo Metropolitano de Quito 2011 Art. 85).

Los gestores deben registrarse y calificarse como tales en la Secretaría de Ambiente, entidad que los categoriza como gestores de gran, mediana y menor escala. Dicha categorización se realiza en función de las cantidades y tipos de residuos manipulados, así como por el riesgo ambiental que implica su transporte, manejo y disposición final. Los de gestores de gran y mediana escala deben tener personería jurídica (EC Concejo Metropolitano de Quito 2011 arts.86, 88).

Los gestores calificados de gran y mediana escala pueden ser generales o especializados. Se los cataloga como generales a aquellos con capacidad de manipular y gestionar cualquier tipo de residuo no peligroso.

Por otro lado, los gestores especializados están facultados para manipular residuos especiales o peligrosos que requieren manejarse bajo procesos diferentes a los comunes

(EC Concejo Metropolitano de Quito 2011 Art. 94 Subcapítulo I) y obligatoriamente deben contar con personería jurídica.

Los gestores de gran o mediana escala se encargan de la recolección, transporte, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos como: papel, cartón, plástico, PET, vidrio, chatarra, espumaflex, residuos orgánicos, madera, poliestireno expandido, polietileno, polipropileno, poliestireno cristal y PVC, caucho, aceite comestible usado, neumáticos, textiles, tanques plásticos, escombros (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2022). Estos instrumentos pueden ser ficha, registro, certificado o licencia ambiental dependiendo de la complejidad de su actividad y los impactos ambientales y riesgos asociados a sus procesos de reciclaje.

La Tabla 11 indica el número de gestores ambientales por administración zonal y bajo qué tipo de instrumento de gestión ambiental obtuvo su calificación.

Tabla 11
Número de gestores ambientales por administración zonal regulados por categoría ficha, registro, certificado y licencia ambiental, año 2021

Administración zonal	Número de gestores				Total
	Registro Ambiental	Ficha Ambiental	Certificado Ambiental	Licencia Ambiental	
Norte Eugenio Espejo	10	0	0	0	10
La Delicia	21	9	0	1	31
Eloy Alfaro	11	3	0	0	14
Quitumbe	34	1	0	0	35
Calderón	8	3	0	1	12
Centro Manuela Sáenz	3	0	0	0	3
Tumbaco	17	0	0	0	17
Valle de Los Chillos	7	0	0	0	7
La Mariscal	0	0	0	0	0
No se especifica	22	0	1	1	24
Fuera del DMQ	1	0		2	3
Total	134	16	1	5	156

Fuente: EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2022.

Elaboración: propia.

En este listado constan 134 gestores regulados por registro ambiental. Todos se encuentran en el DMQ salvo uno ubicado en Latacunga. Adicionalmente, 16 gestores están regulados por ficha ambiental. El único gestor con certificado ambiental corresponde a una granja porcina que recolecta residuos orgánicos para alimentar cerdos. Mientras que los cinco gestores que cuentan con licencia ambiental manejan desechos peligrosos en las fases de tratamiento y disposición final, dos de ellos se localizan en Lago Agrio y Azogues (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2022).

Los gestores especializados ejecutan procesos de transporte, almacenamiento temporal, desensamblaje, incineración, fundición, bioremediación y disposición final de sustancias y residuos peligrosos. Entre los residuos gestionados están: desechos industriales, luminarias, residuos electrónicos, elementos contaminados con hidrocarburos, aceites lubricantes usados, plástico de invernadero, tóneres de impresora, envases de plaguicidas, chatarra ferrosa y no ferrosa, baterías de plomo, agroquímicos, fármacos caducados, entre otros (MAATE 2021). El listado de estos gestores, así como las fases de gestión y el tipo de residuo que tratan se enlistan en el Anexo 10. Todos los gestores especializados están regulados bajo licencia ambiental.

De acuerdo con este registro, en 2021, alrededor de 124 gestores cuentan con licencia ambiental emitida por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) tienen jurisdicción en el DMQ para el manejo de los residuos peligrosos indicados en el párrafo anterior.

No se ha encontrado información de cuál es la incidencia de los gestores privados calificados en la gestión de los RSU en Quito. Sin embargo, en función de lo aquí expuesto, se puede inferir que son empresas que a partir de la transformación de materiales reciclables en nuevos productos que se reincorporan al mercado, el tratamiento o eliminación de residuos especiales o peligrosos, evitan que lleguen residuos hacia el relleno sanitario.

Sin embargo, no se cuenta con estadísticas sobre cuántas toneladas son desviadas y tratadas anualmente. Tampoco se conocen las cantidades de materiales que se reincorporan en procesos productivos.

Si bien las tecnologías de tratamiento aplicadas por gestores especializados como la incineración, gasificación térmica, encapsulamiento, generación de energía, o disposición en celdas de seguridad, contribuyen a atenuar la peligrosidad de los residuos sólidos; a gran escala podrían constituirse como falsas soluciones para un sistema integral de residuos porque orientan la gestión hacia la fase de excreción de los residuos en su sistema metabólico, en vez de orientar las políticas hacia acciones de basura cero, que buscan la producción y el consumo responsable, la minimización en la generación de residuos, así como su reincorporación en los ecosistemas y en los ciclos de nutrientes de manera sostenible.

3. Recicladores de base

En la actualidad no se cuenta con un número confiable de cuántas personas se dedican a la venta y recolección de residuos como recicladores informales o gestores ambientales de menor escala. Se estima que en América Latina y el Caribe existen alrededor de cuatro millones de recicladores informales, siendo la mayoría de ellos personas en condiciones de alta vulnerabilidad debido a que realizan sus actividades en condiciones laborales precarias o deplorables, sin seguridad social, sin el uso de equipos de protección personal, con exposición riesgos ocupacionales y a la salud (ONU Medio Ambiente 2018, 71; PNUMA 2021, 200-205).

En el año 2014 se realizó en el DMQ el primer censo de gestores ambientales de menor escala²¹, donde se determinó que alrededor de 3472 personas se dedican a actividades de recolección y reciclaje a menor escala, ya sea como miembros de alguna asociación o de forma independiente. (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 5).

Los responsables del censo también realizaron una encuesta a 2264 personas, cuyos resultados reflejaron que el 69% de los recicladores eran mujeres y el 31 % hombres. El 66,48 % de ellos se encontraban dentro del rango de edades entre 18 y 55 años, el 6,23 % eran menores de 18 años, el 26,59 % tenía 56 años y más, mientras que el 0,70 % no especificó su edad (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 21–22).

En lo referente al nivel de instrucción el 56,32 % de los recicladores cursó la primaria, el 23,45 % no ha recibido ningún tipo de instrucción, el 17,76 % cuenta con estudios secundarios y apenas el 2,08 % ha cursado estudios superiores (el 0,39 % no especificó su nivel de instrucción) (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 25)

El reciclaje es la actividad principal del 80,48 % de los encuestados, el 12,90 % lo realiza como actividad secundaria y el 6,32 % de manera ocasional (el 0,30 % no especificó). Por otro lado, el 90,64 % de los recicladores no está afiliado al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, mientras que apenas el 9,36 % de ellas cuenta con esta afiliación (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 27, 32).

²¹ En el artículo 89 de la Ordenanza Metropolitana No. 332 se categoriza a los recicladores de base como gestores ambientales de menor escala. Su formalización consiste en registrarse como tal en la Secretaría de Ambiente.

Apenas el 1,46 % de los recicladores tiene un ingreso mensual de USD\$ 1000 o superior, el 6,14 % tiene ingresos superiores a la remuneración básica unificada (entre USD\$ 500 a USD\$ 999). El 4,11 % tiene ingresos entre USD\$ 400 y USD\$ 499, el 9,89 % entre USD\$ 300 a USD\$ 399, el 11,70 % entre USD\$ 200 a USD\$ 299, el 26,94 % entre USD\$100 y USD\$199, y el 36,27 % gana menos de USD\$ 100 al mes. El 3,49 % no especificó su nivel de ingresos. También se estableció que los hombres tienen un ingreso promedio de USD\$ 262,78 por mes, mientras que las mujeres ganan en promedio USD\$ 155,31 al mes. Estos valores reflejan que el ingreso masculino es 69,20 % superior al femenino (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 40–43).

El 95,94 % de los encuestados realiza la recolección de materiales, el 35,73 % almacena, el 19,96 % se dedica al transporte y el 5,26 % recibe materiales reciclables (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 60).

Apenas el 25,27 % de los recicladores de base forma parte de alguna asociación, mientras que el 74,12 % trabaja independientemente (el 0,61 % no indicó) (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 38).

El 61 % de los recicladores mencionó que está expuesto a riesgos de enfermedades, el 18,95 % a accidentes y el 9,94 % a asaltos (el 8,52 % indicó que no está expuesto a ningún riesgo, el 0,40 % no especificó y el 0,31 % indicó otros riesgos) (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 29).

Adicionalmente, el 62,94 % de los recicladores trabaja de manera informal y tan solo el 37,06 % de ellos cuenta con un certificado de gestor ambiental de menor escala (Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL 2014, 64).

Con la finalidad de garantizar la inclusión económica y social de los gestores ambientales de menor escala y velar por mejores condiciones laborales y de salud, la Secretaría de Ambiente desarrolló el Proyecto de Recolección Selectiva con Inclusión Social para incorporar a recicladores de base en la gestión formal de residuos. (INECO y Tragsatec 2016, 59). De esta manera, por mandato de la Ordenanza Metropolitana 332, se crearon los CEGAM, cuyas funciones son:

- a) Coordinar las actividades realizadas por las organizaciones de gestores ambientales calificados de menor escala que se encuentren en su zona;
- b) Fomentar la organización, capacitación y mejora de la calidad de vida de los gestores ambientales calificados de menor escala; y,
- c) Coordinar la capacitación de la ciudadanía con el objeto de lograr un mejor manejo de los residuos sólidos. (EC Concejo Metropolitano de Quito 2011 Art. 94)

Hasta noviembre de 2021 se regularizaron 817 recicladores de base como gestores de menor escala, cuya distribución por administración zonal se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 12
Gestores de menor escala calificados por la Secretaría de Ambiente, año 2021

Administración zonal	Número de gestores
Norte Eugenio Espejo	112
La Delicia	135
Eloy Alfaro	97
Quitumbe	113
Calderón	144
Centro Manuela Sáenz	47
Tumbaco	90
Valle de Los Chillos	74
La Mariscal	0
No se especifica	3
Fuera del DMQ*	2
Total	817

* En los cantones de Otavalo y Cotacachi.

Fuente: EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2022.

Elaboración: propia.

Dentro de los materiales recolectados están: papel, cartón, plástico, PET, chatarra ferrosa y no ferrosa, tetrapack, madera, aserrín, tanques metálicos, miga frita, cáscara de plátano y papa) orgánicos (residuos de alimentos, afrecho de palmito, estiércol, plumas, barras energéticas residuales, costales, textiles, vidrio, cajas, caucho (neumáticos, botas, mangueras), escombros (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2022).

Por lo general, estos gestores entregan los materiales a gestores de mediana o mayor escala, a fábricas, a criaderos de cerdos, entre otros. Aquellos que no entregan los materiales a un tercero producen objetos de manera artesanal. Con los residuos de caucho elaboran objetos, con la madera elaboran muebles y productos de madera, mientras que con los textiles fabrican guaipe, almohadas, limpiones, prendas de vestir y accesorios (EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2022).

4. Problemáticas y conflictos asociados al metabolismo de los residuos

La identificación de las problemáticas derivadas del alto metabolismo de los RSU en el DMQ, se ha realizado bajo el enfoque de la ecología política de la basura, priorizando el estudio de los conflictos relacionados con la ubicación de los sitios de disposición final de residuos, la precariedad de los recicladores de base informales y el uso de quebradas como botaderos clandestinos. A continuación, se realiza una breve descripción de cada una de ellas.

El relleno sanitario, *not in my back yard*

La ubicación de un sitio para la disposición de residuos es quizá el principal conflicto que se desata en las poblaciones cercanas a estos lugares, no solo por el impacto visual que producen sino también por otros efectos adversos derivados de su funcionamiento como malos olores, presencia de moscas y otros animales transmisores de enfermedades, generación de GEI, lixiviados entre otros. Es por esto que a nivel mundial la es cada vez más hacia el *Not In My Back Yard*²² (NIMBY).

El DMQ no es la excepción. Desde 1997, por decisión unilateral del municipio, se depositó la basura en la quebrada El Inca ubicada en la parroquia de Zámbez, la cual se caracterizaba por ser una zona de alta productividad agrícola. Esta disposición no contaba con estudios técnicos, lo cual derivó en un manejo inadecuado de la basura que provocó problemas de contaminación ambiental y de salud en el territorio circundante. En los primeros años se produjo el taponamiento de vertientes, lo cual afectó el suministro de agua para alrededor de 50 000 personas (Barrera 1997, 141).

El conflicto empezó en 1991 cuando jóvenes de Zámbez presionaron a las autoridades parroquiales para que solicitaran al alcalde la reubicación del botadero hacia El Cabuyal, sitio localizado en Tanlahua a 11 km de San Antonio de Pichincha, en el cual el Plan Director de Residuos Sólidos establecía la disposición técnica de los residuos. Cabe destacar que en ese territorio habitan las comunidades indígenas de Tanlahua, Tanlahuilla y Rumicucho (Barrera 1997, 142–153).

Las acciones de la población de Zámbez iniciaron en 1994 con la incautación de vehículos municipales para lograr audiencias con el alcalde. Se logró la suscripción de varios convenios para la clausura del botadero, su transformación en una estación de transferencia para la compactación de los residuos y la ejecución de obras de compensación como el asfaltado de vías y la dotación de agua potable. En 1995 se conformaron el Frente de Apoyo de Zámbez y el Frente de la Mujer Zambiceña para ejercer presión sobre las autoridades y buscar apoyo para la clausura del botadero de Zámbez. Paralelamente en 1994 se conformó el Frente de defensa de El Cabuyal en oposición a la instalación del relleno sanitario por la amenaza ambiental, hacia el turismo y el patrimonio cultural de la zona que representa la disposición de residuos en este sitio.

²² “Not In My Back Yard, no en mi patio trasero, es la expresión que hace referencia a la caracterización de personas o grupos de personas residentes en una zona que rechazan la instalación de alguna actividad o establecimiento que consideran podría ser perjudicial para su entorno o su salud. En general, no hay una oposición a la actividad o establecimiento por sí mismo, sino a la cercanía con sus viviendas, por los impactos ambientales que podrían generarse.” (ONU Medio Ambiente 2018, 134)

Las incautaciones y conflictos continuaron sin obtener la clausura de botadero de Zámbez ni la operación del relleno sanitario El Cabuyal (Barrera 1997, 146–48).

En 2002 surge un nuevo conflicto entre la municipalidad y la Junta Parroquial de Calderón debido la intención del cabildo de instalar un botadero de basura en una quebrada que separa a las comunas de Llano Grande, La Capilla y Oyacoto (cuyos habitantes se reconocen como pueblos ancestrales Kitu Kara). En este sector, los pobladores, en su mayoría indígenas, se movilizaron para impedir el paso de la maquinaria a cargo de las obras de infraestructura y se negaron a recibir las medidas de “compensación” ofrecidas por el municipio que se ejecutarían en mingas comunitarias (alcantarillado, agua potable, asfaltado de vías, etc.). Se efectuaron movilizaciones en contra del relleno sanitario y protestas para proteger el patrimonio arqueológico, étnico y cultural del sector (Rodríguez 2010, 111–17).

Probablemente los sitios descritos fueron escogidos para botaderos de basura porque históricamente sus pobladores estaban relacionados con actividades de aseo de la ciudad. Pues los indios zámbez –conformados por pobladores de Calderón, Llano Chico, Llano Grande, San Isidro del Inca, Nayón, Zámbez- desde el siglo XIX, eran obligados a realizar el aseo de las calles a cambio de un jornal como medida impuesta por autoridades municipales, tenientes políticos, celadores y gobernadores de indios. A inicios del siglo XX también fueron incorporados ancianos para la recolección de la basura en la ciudad (Kingman 2006, 281–85). Este proceso de enrolamiento en actividades de aseo ha tenido un tinte colonialista, clasista y racista, pues se ha escogido para estas tareas a comunidades indígenas y a sectores marginados de la población.

Las acciones descritas obligaron a la municipalidad a buscar otro sitio para la disposición final de residuos sólidos. Finalmente, el relleno sanitario se ubicó en la zona de El Inga y ha venido operando hasta la actualidad.

Con la finalidad de compensar a las comunidades afectadas por la operación del relleno sanitario de El Inga, el 6 de julio de 2021 la Gerencia General de EMGIRS EP suscribió el “Reglamento interno para la asignación y transferencias directa de recursos públicos no reembolsables del fondo de compensación a favor del: Comité Barrial de “Itulcachi”, Comité Pro-mejoras del Barrio “El Be ”, y Comité de Desarrollo Comunitario “El Inga Bajo”, directamente afectados por el relleno sanitario del DMQ” para realización de obras de agua potable, alcantarillado, recolección de residuos, así como de bienes, obras y servicios para estos barrios. El fondo de compensación

corresponde a USD\$ 1,20 por cada tonelada del DMQ dispuesta en el relleno sanitario (EMGIRS EP 2021).

El cierre técnico del actual relleno sanitario está previsto para finales de 2024 (EC MDMQ et al. 2022, 133) y posiblemente la ubicación de un nuevo sitio de disposición final de residuos, genere conflictos con las poblaciones que se verán afectada por este tipo de actividades.

Los recicladores de base, una población vulnerable

Desde la época colonial el manejo de los residuos capitalinos ha estado a cargo de grupos específicos de pobladores. Inició con los mitayos llamados *capariches*, quienes como tributo tenían a su cargo la limpieza y barrido de calles, así como la recolección y el acarreo de la basura en carretones. Es importante resaltar que estas tareas se delegaban a grupos específicos de pobladores de la ciudad, en este caso poblaciones indígenas de la zona Nororiental de Quito, principalmente provenientes de las parroquias de Zábiza, Nayón, Llano Chico, Llano Grande, Calderón y San Isidro del Inca (Cuvi 2022, 285).

Los recicladores de base informales, conocidos como minadores, iniciaron sus labores en 1943 en el sector de El Censo a orillas del Río Machángara, en condiciones difíciles, sumergidos en agua durante varias horas del día para recuperar objetos metálicos (oro, plata, acero). Entre 1964 y 1965 pasaron a la quebrada de La Marín, posteriormente a la quebrada del sector Cumandá y parte de la Avenida 24 de Mayo, relleno que duró siete años y donde trabajaban alrededor de 40 familias. (Almeida 2013, 7-8).

En 1949 se habilita la quebrada de Poroto Huaico en Zábiza y los minadores se trasladan a este sector. Adicionalmente, durante la alcaldía de Rodrigo Paz (1988-1992) se clausuran los botaderos en otras quebradas de la ciudad y se traslada a los minadores del sur a este nuevo sitio de disposición final. Bajo ese contexto surgen procesos organizativos que dan origen a la Asociación de Minadores del Sur y la Asociación de Minadores de Zábiza (Almeida 2013, 8).

Se estimó que en 1994 alrededor de 350 minadores organizados en la precoperativa “Nueva Vida” realizaban sus labores en el botadero de Zábiza, expuestos a riesgos, condiciones insalubres y sin ningún tipo de beneficio social ni laboral. La mayoría de ellos eran personas que migraron del campo a la ciudad y se establecieron en los barrios de La Ferroviaria, Toctiuco, La Tola y El Inca. Los minadores estaban en permanente conflicto con los moradores de Zábiza y sentían el temor de perder sus ingresos económicos por la propuesta del alcalde de construir una estación de

transferencia en Zámbriza y el establecimiento de la disposición final de los residuos en El Cabuyal. (Barrera 1997, 138–40).

El reciclaje informal ha estado en aumento hasta la actualidad y aún se observa en la ciudad a recicladores de base hurgando en los contenedores de Emaseo EP en busca de materiales reciclables para su comercialización. Cabe señalar que la mayoría de personas dedicadas a estas actividades son personas en condiciones de vulnerabilidad, “discapacitados, viudas, ancianos, niños, biles mentales y/o desempleados en general, los cuales no tienen otros medios de obtener recursos, si no el recolectar los materiales que otros los toman como desperdicios, para su venta futura, lo que implica que en esta actividad mente se encuentran personas que no tienen otra alternativa laboral.” (Almeida 2013, 10)

Las quebradas, botaderos clandestinos

El arrojar basura a los ríos y quebradas ha sido común desde los procesos de urbanización instaurados en la época colonial (1603) hasta nuestros días. Incluso desde el cabildo se promovían estas prácticas. Es así que en 1877 se expidió una Ordenanza para construir muros en los límites con quebradas con orificios para arrojar basura. A inicios del siglo XX (1930) los residuos se depositaban en el río Machángara en el sector El Censo y en sitios de depósito en la Plaza Marín y en los Dos Puentes. En 1969 inician los “botaderos controlados” en las quebradas Boca del Lobo, Zámbriza y El Cabuyal (Carrion, Goetschel, y Sáchez 1997, 21–22). Otras quebradas que fueron destinadas como sitios de disposición final son Porotohuico, La Villaflores, Chilibulo, Santa Anita y Cochas Azules. Ninguno de estos sitios ha recibido ningún tipo de remediación y se estima que la superficie afectada por la contaminación de los residuos es de treinta hectáreas (PNUMA y Flacso Ecuador 2011, 164–65).

En el DMQ existen alrededor de 500 unidades hidrográficas (ríos, torrentes y quebradas) (Novum Consultoría y Asesoría Socioambiental 2015, 7). La ocupación de las quebradas que rodean la ciudad de Quito es una problemática que arranca en 1964, cuando la promulgación de la Ley de Reforma Agraria dio paso a lotizaciones de las haciendas periféricas de la ciudad. A esto se suman las invasiones de terrenos estatales en las laderas apoyadas políticamente por concejales de la ciudad (Zevallos 1996, 166).

Como producto de los procesos de urbanización desordenada en las laderas, las quebradas se han convertido en rellenos para construcción de viviendas o en botaderos de

basura, escombros o receptores de aguas servidas. Se estimó que en 1995 se recogieron 3200 toneladas de basura en las quebradas (Zevallos 1996, 168).

Si bien desde 1995 se han ejecutado planes de protección de las laderas del Pichincha, hasta la actualidad se evidencia un deterioro funcional y ambiental en las quebradas debido al mal manejo de sus cauces, una mala gestión municipal a nivel urbano y rural, al igual que a la falta de información y empoderamiento ciudadano sobre los beneficios de su conservación (Novum Consultoría y Asesoría Socioambiental s.f., 16,17). En 2009, el Proyecto Ladera del Pichincha identificó la disposición de basura en cincuenta quebradas ubicadas en los sectores: El Rancho, San Antonio, Grande, Parcacu, Singuna, Rumiurco, Atucucho, Pulida Grande, Pulida Chico, San Lorenzo, San Isidro, Rumipamba, Pampachupa, Comunidad, Tejado, Vásquez, Ascázubi, y Miraflores (PNUMA y Flacso Ecuador 2011, 164).

El vertimiento de desechos en las quebradas (domésticos, industriales, aguas servidas, escombros) está relacionado con la falta de cobertura municipal para la recolección en estos asentamientos, lo cual desencadena en impactos ambientales como la afectación al paisaje y a los ecosistemas, así como proliferación de vectores y malos olores. La siguiente tabla resume las principales afectaciones en las quebradas relacionadas con la disposición inadecuada de residuos y la descarga de aguas residuales:

Tabla 13
Afectaciones por residuos en las quebradas del DMQ

Sector	Número de quebradas	Factores de afectación				
		Descargas de aguas servidas	Descargas de aguas industriales	Basura	Escombros	Contaminación con residuos agrícolas
Cuenca del río Machángara	45	X	X	X	X	
Cuenca del río Monjas	22	X	X	X	X	
Valle de Tumbaco	26	X	X	X	X	
Valle de los Chillos	30	X		X	X	X
Zona Norcentral	33	X		X	X	X
Noroccidente	20			X	X	
Lloa	6			X	X	
Total aproximado de quebradas						182

Fuente: Novum Consultoría y Asesoría Socioambiental 2015, 76–81.

Elaborado por: propia.

Uno de los logros del cabildo ha sido declarar en 2012 a todas las quebradas del DMQ como patrimonio natural y cultural. Decisión que ha potenciado la ejecución del

Plan de Intervención Ambiental Integral en las Quebradas de Quito orientado a la recuperación y restauración de las quebradas, de sus espacios públicos así como a su uso, manejo y conservación (Novum Consultoría y Asesoría Socioambiental 2015, 5).

La contaminación de quebradas con residuos es una problemática de difícil solución por la complejidad y la dificultad de establecer los responsables directos del depósito de basura y escombros. A pesar de ello, la municipalidad ha establecido desarrollar hasta 2025 procesos de manejo integral en el 10 % de quebradas priorizadas y hasta 2033 recuperar 47.396,92 hectáreas de quebradas vivas (EC MDMQ 2021a, 60).

5. Límites de las políticas aplicadas en el DMQ

Si bien el MDMQ en el periodo estudiado ha contado con políticas, instrumentos normativos, planes de gestión integral de RSU e institucionalidad para su manejo donde se promueve la minimización, separación en la fuente y reciclaje de residuos; en la actualidad no se ha visualizado un cambio significativo que demuestre un mejor aprovechamiento de los mismos.

Es así que en la ciudad seguimos manteniendo un metabolismo social parasitario con una gran desconexión de las relaciones sociedad-naturaleza. Esto se debe principalmente a que los residuos han sido tratados mayoritariamente como desecho o basura, concentrando los esfuerzos de la municipalidad en las fases de recolección, transporte y disposición final.

Esto parte de un modelo de gestión que proviene del financiamiento y distribución de recursos con base en una Tasa de Gestión Integral de Residuos Sólidos que cada ciudadano paga a partir de su consumo eléctrico. El Concejo Metropolitano de Quito dispuso en 2017 que el 81% de lo recaudado se destine a Emaseo EP y el 19% restante a la EMGIRS EP hasta que las dos empresas se fusionen. Proceso que debió iniciarse en ese año, pero que no se ha realizado hasta la actualidad (EC MDMQ 2021b, 81).

Si bien esto responde a una falta de voluntad política de las autoridades municipales, tampoco ha existido una suficiente presión social orientada hacia el cambio de patrones de producción y consumo. El destino de los residuos no es un aspecto que le preocupe al ciudadano común. A la mayoría de la gente solo le interesa deshacerse de ellos porque desconoce las implicaciones sociales y ambientales derivadas de una inadecuada gestión.

Las políticas de circularidad y basura cero constituyen enunciados que se han implementado de manera marginal por iniciativas privadas o que han sido promovidas

colectivos vinculados con los recicladores de base. Las entidades municipales no han generado la información suficiente para estimar la producción per cápita ni los diferentes flujos de residuos desagregados por tipo de material, que le permitan generar una planificación de la GIRSU orientada hacia dichas políticas.

La Secretaría de Ambiente, organismo rector de la GIRSU no ha implementado acciones específicas para la implementar prácticas de producción y consumo responsable. Posiblemente porque esto puede generar conflictos con grandes grupos industriales, inmobiliarios y empresariales del DMQ, con implicaciones políticas negativas para las autoridades de turno.

La falta de conciencia del sector empresarial -que busca la mayor rentabilidad financiera y que considera que la implementación de prácticas de producción más limpia incrementa costos de operación y reducen su ganancia- sumada a la falta de control, impide que este sector asuma su responsabilidad en la gestión de los residuos de los bienes y servicios que ofertan. Es así que se colocan en el mercado productos cuyo contenido, empaques o embalajes terminan siendo basura difícil de recuperar o tratar, que termina en el relleno sanitario, cuya operación la costean los propios consumidores.

La autoridad ambiental tampoco ha diseñado estrategias de educación ambiental para la separación en la fuente y la recolección diferenciada de residuos. El ciudadano no paga una tasa por kilogramo generado y tampoco recibe un incentivo por reducir ni reciclar sus residuos. De esta forma no existe ni la exigencia ni la motivación para adoptar prácticas de consumo responsable ni separar los distintos tipos de materiales de los residuos que generamos.

La falta de unificación de las empresas a cargo de la gestión de residuos, imposibilita generar una planificación estratégica integral en la que también se reconozca e incluya a los recicladores de base en el modelo de gestión. Obviamente es un reto que conlleva a repensar, no solamente procesos operativos en el manejo de los residuos, sino también el rol de los recicladores de base, el reconocimiento económico de su labor con la respectiva asignación de recursos. Cabe resaltar que en el Ecuador, no existe un sistema tarifario en donde se contemple el pago por servicio de los recicladores de base (EC MDMQ 2021b, 103).

Por otro lado, el Municipio tampoco ha previsto proyectos de inversión o de alianzas público-privadas para que las estaciones de transferencia se conviertan en plantas de separación de materiales reciclables con la suficiente tecnología que permita trabajar bajo condiciones seguras a los recicladores de base. Tampoco se ha contemplado la

creación de empresas municipales para el procesamiento de materiales reciclables, la minería urbana o reciclaje de materiales de construcción, lo cual normaría de cierto modo el costo por tonelada de los distintos materiales recuperados por los recicladores de base.

El compostaje y otras técnicas de tratamiento de residuos orgánicos para disminuir las cantidades de residuos que van al relleno sanitario tampoco han sido consideradas, acciones que ampliarían la vida útil de relleno sanitario, sino también en la reducción de emisiones de GEI de la ciudad.

Lamentablemente, en los instrumentos de políticas de planificación de la GIRSU no se han determinado acciones, metas, presupuesto ni indicadores para llevar la gestión de los residuos hacia un mejoramiento de su metabolismo social en función de los aspectos descritos en esta sección.

La crisis climática actual demanda mayores esfuerzos a nivel local que implican cambios culturales orientados a una gestión holística de los residuos que dejen atrás prácticas obsoletas de comprar, usar y tirar. Resulta urgente la transición de la ciudad hacia prácticas con enfoque basura cero en los que no solo innovemos con tecnologías ambientales, sino también sociales.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

A lo largo de esta investigación se han abordado los flujos de los residuos sólidos urbanos generados en el DMQ y su comportamiento en las distintas fases de su gestión con la finalidad de caracterizar su metabolismo durante el periodo comprendido entre los años 2011 y 2021. Para el efecto se analizaron los flujos de generación, recolección, reciclaje, transporte y disposición final de la basura empleando la metodología del análisis de flujo de materiales sumado a la identificación de los sujetos involucrados en las distintas fases de su gestión y los conflictos derivados de la relación de la sociedad capitalina con la basura que genera.

Linealidad en los flujos de residuos e incremento en su generación

El metabolismo social de los residuos en el DMQ, se caracteriza por una linealidad en la mayoría de sus fases de gestión. A pesar de que en las normas como el Código Municipal y Ordenanza Metropolitana 332 y en instrumentos de planificación como el Plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito (2022-2032), se apunta hacia una economía circular, la prevención de la contaminación y al esquema de basura cero; en la práctica estos objetivos no han sido alcanzados.

Lamentablemente solo se han quedado escritos en papel, no ha existido una gestión ni de la Secretaría de Ambiente, ni de las empresas municipales de gestión de residuos para dar cumplimiento y seguimiento a las disposiciones normativas. No se han establecido metas cuantificables ni verificables que demuestren avances significativos en la gestión de los residuos sólidos capitalinos. Los once años de estudio del metabolismo de la basura en Quito denotan una ausencia de voluntad política para el cambio, orientada a la minimización, reciclaje y reducción de la contaminación provocada por la generación de residuos. Los informes de gestión de Emaseo EP, EMGIRS EP y de la Secretaría de Ambiente hacen referencia a esfuerzos poco significativos en el ámbito de minimización en la generación, reciclaje, aprovechamiento y tratamiento de residuos, así como en procesos de inclusión social y reconocimiento legal al trabajo realizado por los recicladores de base.

Esto se confirma con el 27 % de incremento en la generación de residuos entre los años 2011 y 2021, donde los residuos producidos pasaron de 671 518 a 854 303 toneladas. En 2021 se generaron 2278 toneladas diarias de residuos, lo que equivale a una producción per cápita de 0,81 Kg/hab/día.

Por lo general los análisis para determinar la producción per cápita se basan en la generación doméstica excluyendo las cantidades de basura generada por procesos industriales y aquellos relacionados a la construcción. No existe un dato oficial ni confiable sobre las cantidades de residuos industriales generados en la ciudad. Pero lo que si se ha cuantificado son los escombros y residuos de construcción y demolición depositados en las escombreras municipales. Estos representaron el 34% de los residuos contemplados en el AFM del año 2021 (456.831 toneladas). Si se consideran estos residuos en el análisis de la PPC, ésta se incrementa a 1,24 Kg/hab/día. He ahí la importancia de contar con bases de datos confiables sobre la generación de residuos para definir políticas públicas acertadas que se orienten tanto a la reducción en la fuente como a mecanismos de gestión orientados al eslogan de basura cero.

No se cuenta con información a nivel local que demuestre la ejecución de políticas orientadas a la reducción de empaques o embalajes en los productos comercializados en la ciudad, ni a la producción de envases ecoamigables o productos que puedan recircular en procesos productivos que eviten su disposición final en rellenos sanitarios.

La separación en la fuente es mínima y voluntaria, a pesar de que es una obligación establecida en el artículo 2957 de Código Municipal, está destinada a personas que clasifican su basura en casa y entregan residuos orgánicos o materiales reciclables a pequeñas empresas, recicladores de base o las depositan en los puntos limpios ubicados a lo largo de la ciudad, para su compostaje, reprocesamiento o tratamiento.

La recolección de residuos es quizá la actividad más eficiente, si hablamos en términos de cantidades recolectadas; pues en 2021, la cobertura del servicio fue del 91,55 % (EC MDMQ et al. 2022, 98). Lamentablemente, la recolección diferenciada representa apenas el 4,92 % a nivel urbano y el 5,71 % en las parroquias rurales (EC MDMQ et al. 2022, 100). Lo que demuestra que a Emaseo EP no le interesa la recolección diferenciada ni modernizar su modelo de gestión.

Precariedad tecnológica y social en la recuperación de materiales

A pesar de que la Secretaría de Ambiente cuenta con listados de gestores de residuos peligrosos y no peligrosos, la cuantificación de la recuperación de materiales y

del tratamiento de residuos en la ciudad no está sistematizada. Esto imposibilita contar con valores oficiales de estas fases de gestión, por lo cual el análisis de flujo de materiales para estas actividades ha sido estimado, reduciendo la confiabilidad de los datos. Sin embargo, se considera que esta estimación es válida para entender el comportamiento de estos flujos. Del AFM se determina que el 96 % de la recuperación de materiales está a cargo de recicladores de base, ya sea de forma independiente o a través de asociaciones. Se estima una recuperación de 91 232 toneladas de materiales reciclables en 2021, equivalente a apenas el 7 % de la basura generada en la ciudad. Esto es aproximadamente la tercera parte de los residuos con potencial de reciclaje. Esta es otra evidencia de la linealidad del metabolismo de los residuos, pues se está desaprovechando el 71 % de los materiales que podrían reinsertarse en procesos de transformación.

Estos datos nos llevan a concluir que Quito vive una precariedad tecnológica, donde las estaciones de transferencia de residuos no han sido adaptadas con infraestructura para la separación de materiales. A esto se suma una precariedad social, en la cual los recicladores de base de la Asociación Vida Nueva separan la basura en condiciones insalubres que se disfrazan con el uso de equipos de protección personal para su trabajo.

Esta precariedad social es visible a lo largo de toda la ciudad, donde los recicladores de base, aproximadamente 3472 personas, siguen rompiendo las fundas de basura dentro de los contenedores para obtener materiales reciclables a cambio de un pago miserable que permita el sustento de sus hogares. A pesar de que su vulnerabilidad es tan visible, tanto ciudadanos como autoridades nos hacemos de la vista gorda y no reconocemos ni valoramos su trabajo. Por el contrario se los asocia con gente sucia o involucrada con la delincuencia.

Finalmente, la disposición final de la basura es otro reflejo marcado de la precariedad tecnológica y del desinterés político de las autoridades municipales por reducir el metabolismo social. Históricamente desde la Colonia hemos sido una metrópoli caracterizada por esconder la basura, primero arrojándola a ríos y quebradas, acumulándola en botaderos a cielo abierto posteriormente rellenos y actualmente disponiéndola en un relleno sanitario donde el metabolismo se incrementa no solo por la generación de lixiviados, sino también por la liberación de gases de efecto invernadero. Es así que en 2015, las 766 687 tCO_{2e} generadas por el sector residuos representaron el 13 % de la generación total de GEI de la ciudad.

Si consideramos que el centro y área urbana de la ciudad se ha edificado sobre el relleno de quebradas, podríamos decir que Quito es una ciudad construida sobre la basura de sus ciudadanos.

A esto se suman las grandes extensiones de terreno destinadas a su relleno con escombros, desechos industriales “no peligrosos” así como desechos de construcción y demolición que han ocupado grandes superficies de terreno. Lamentablemente no se ha podido cuantificar el espacio ocupado en hectáreas, pero su acumulación de 8 249 073 toneladas entre 2015 y 2021; representa un 23 % más con respecto a las 5 185 251 toneladas dispuestas en el relleno sanitario durante el mismo periodo de tiempo.

Lamentablemente, EMGIRS EP también ha centrado su gestión en el manejo del relleno sanitario y escombreras municipales, dejando a un lado el componente de circularidad y la visión de recursos en vez de residuos. Pues hasta la fecha, no se ha implementado ninguna infraestructura de reciclaje, en la cual exista la inserción de materiales en cadenas productivas. Su gestión se ha limitado a la administración de cuatro CEGAM que constituyen centros de acopio de materiales reciclables cuyo destino es la empresa privada.

También resulta importante señalar que este alto metabolismo de la basura ha sido analizado desde la ecología política de la basura en torno a los conflictos ecológicos distributivos derivados de la ubicación de los botaderos y rellenos sanitarios, la disposición de basura en quebradas y la situación de los recicladores de base informales. Estos conflictos denotan tanto territorios como ciudadanos en sacrificio.

Desde el punto de vista territorial, las áreas orientales de la ciudad y varias parroquias rurales que rodean la franja urbana han sido históricamente sacrificadas. Primero con la imposición colonial a los indígenas que poblaron las parroquias de Zámiza, Nayón, Llano Chico, Llano Grande, Calderón y San Isidro del Inca para que rindan tributo colonial en calidad de capariches, y luego con su cooptación como empleados de la Empresa Municipal de Aseo.

Luego, destinando sitios para la disposición final de basuras y escombros cerca de territorios rurales caracterizados por una fuerte presencia de población indígena y de escasos recursos. Tal es el caso del botadero de Portohuaico ubicado en Zámiza, el relleno sanitario ubicado en la zona de El Inga, al igual que la ubicación de escombreras en varias zonas rurales de la ciudad.

No se puede dejar de lado a las cerca de 500 unidades hidrográficas del DMQ, de las cuales se ha determinado que alrededor de 182 quebradas ubicadas en Lloa, las

cuencas de los ríos Machángara y Monjas, en los valles de Tumbaco y los Chillos, así como en las zonas Norcentral y Noroccidental; presentan diversos tipos de afectación, ya sea por descargas de aguas servidas o industriales, eliminación de basura y escombros o contaminación agrícola.

Finalmente, los recicladores de base constituyen una población vulnerable que habita en zonas pobres como periféricas de la ciudad y desarrollan sus actividades laborales bajo condiciones de alta peligrosidad.

El escenario futuro de la gestión de residuos, tampoco es muy claro. La administración actual está enfocada en la consolidación de alianzas público-privadas para implementar un complejo ambiental en 119 hectáreas ubicadas entre Itulcachi y El Inga Bajo, junto al actual relleno sanitario. Está previsto la construcción y puesta en marcha de al menos una planta de compostaje, plantas de separación de materiales reciclables, un sistema de valorización energética y celdas de disposición final. Se aspira a que el 96% del componente orgánico y el 57% del componente inorgánico de los residuos se destinen a un mecanismo de valoración energética (EMGIRS EP 2024).

La intención de destinar la mayor cantidad de residuos a procesos de transformación de residuos en energía, plantea la preocupación de que el nuevo modelo de gestión se base en falsas soluciones enfocadas en la mercantilización de la basura, mantenimiento de la linealidad de los flujos de residuos e indiferencia hacia los cambios en normativos y culturales de los mecanismos irresponsables de producción y consumo de bienes. Tampoco vinculan ni reconocen las labores de los recicladores de base, ni se orientan hacia la circularidad de recursos planteada por enfoques basura cero, donde el mejor residuo es aquel que no se genera.

Este metabolismo lineal que desconecta tanto al industrial, a las cadenas comerciales, a las empresas constructoras como a la ciudadanía en general de su responsabilidad de sus actividades frente a la degradación ambiental dejan más preguntas que respuestas, quizá para que otros investigadores las encuentren o las revelen. Entre ellas están:

¿Cómo la autoridad municipal puede imponerse a grupos económicos de la industria, el comercio y la construcción para reducir el metabolismo lineal de los residuos en la ciudad y adaptar sus procesos a esquemas circulares donde sus productos puedan reciclarse en sus propias empresas, bajo la premisa de que quienes producen los bienes son los principales responsables del tipo de basura que se va a generar en la ciudad?

¿Cómo empoderar a la ciudadanía para que ejerza presión sobre las empresas que nos venden productos nocivos, con baja biodegradabilidad y con baja capacidad de reciclaje para que su cadena de comercialización incluya la circularidad de materiales bajo un enfoque de basura cero?

¿Cómo se puede implementar un programa de educación ambiental para que tanto la ciudadanía como las empresas municipales adoptemos prácticas eficientes de separación de materiales en la fuente?

¿Cómo podemos avanzar para convertirnos en una ciudad que cuente con tecnología real para el reciclaje de materiales y la inserción en procesos de minería urbana?

¿Cómo se puede reconocer y reducir la vulnerabilidad socioambiental en la que viven los recicladores de base informales y los gestores de residuos de menor escala, para que su trabajo sea reconocido, formalizado y sean beneficiarios de un salario mínimo y de seguridad social?

¿Cómo podemos pasar de un sistema obsoleto de disposición final basado en sitios de acumulación de basura y acumulación de impactos ambientales a un sistema cero residuos en el que el confinamiento sea la última y no la primera opción para la basura?

Quizá no podamos definir el cómo en el corto plazo, pero es momento de empezar a buscar respuestas a estas interrogantes.

Recomendaciones

Romper con paradigmas y modelos de un manejo precario de la basura es un desafío prometedor e indispensable para las nuevas autoridades municipales. Introducir mecanismo de circularidad y basura cero tanto en empresarios, empleados municipales y la ciudadanía, es un reto que la naturaleza demanda a gritos, pues el metabolismo actual de la basura es insostenible y si no cambiamos el modelo de gestión, estaremos condenados a vivir como ratas en un basurero bajo los efectos de calentamiento global que cada día va en aumento. Ventajosamente no nos falta normativa, sino acciones y voluntad política. Se considera que las tres propuestas que se describen a continuación ayudarían a mejorar el metabolismo de la basura en Quito y por ende reducirían la huella de carbono derivada del manejo de residuos.

Implementación de la separación de en la fuente y recolección diferenciada de residuos a nivel de todo el DMQ

Es indispensable que la municipalidad ejecute la política de separación en la fuente basada tanto en una fuerte campaña de educación a la ciudadanía como en un cambio del modelo de recolección de la basura. Es necesaria la diferenciación en los contenedores para la colocación de residuos, de tal manera que en un contenedor se coloquen solo residuos orgánicos, un segundo contenedor para residuos no reciclables, en un tercero materiales reciclables y en un cuarto residuos peligrosos. Estos contenedores deberán estar colocados estratégicamente en los barrios.

Es imprescindible que se incluya a los recicladores de base en el modelo de gestión de los RSU, diseñando mecanismos de recolección diferenciada en los que ellos sean los beneficiarios tanto de la recolección de materiales reciclables como de su comercialización justa. A esto se deben sumar condiciones de trabajo seguras, una remuneración económica que permita mejorar sus condiciones de vida, reconociendo sus derechos y generando una verdadera inclusión social.

Cada administración zonal debería contar con una planta de compostaje u otra técnica de tratamiento de residuos orgánicos, a fin de generar cortos trayectos de transporte de este tipo de residuos provenientes de mercados, industrias alimenticias, parques y domicilios. El compost o producto final debería destinarse a sitios degradados y a su empleo en programas de reforestación y recuperación de quebradas.

Es imprescindible el incremento de CEGAM a al menos uno por administración zonal en el que se formalice el trabajo de recicladores informales. Emaseo EP debe generar rutas de recolección para el transporte de estos materiales a los CEGAM para que estos sean clasificados y comercializados. Adicionalmente, debería generarse una estrategia para que en los CEGAM se desarrollen procesos que permitan la comercialización de materiales con mayor valor agregado, por ejemplo plástico triturado, pasta de papel, separación de componentes electrónicos, etc.

Se debe transformar la visión de las estaciones de transferencia hacia centros de recuperación de materiales reciclables.

Los residuos peligrosos deberán recolectarse para su tratamiento con gestores tecnificados y los no reciclables deberán destinarse al relleno sanitario.

Con la implementación del modelo sugerido se estaría desviando del relleno sanitario alrededor del 90% de residuos que actualmente se destinan a esta disposición. A esto se suma que la implementación de nuevos centros de reciclaje y compostaje podría

contribuir a la formalización y al mejoramiento de condiciones laborales de los recicladores de base.

También es recomendable que las autoridades consideren no concentrar la infraestructura de reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos en grandes extensiones de terreno concentradas en un solo sector de la ciudad. Se deberían realizar estudios de desconcentración de estas facilidades en cada administración zonal o en las parroquias rurales, con la finalidad de reducir costos operativos de transporte de residuos y consumo de combustible. La descentralización de centros de compostaje y reciclaje puede ser una iniciativa para mejorar la gestión y el metabolismo de los residuos, involucrar a la ciudadanía en estos procesos y reducir los impactos ambientales que se producen a gran escala.

Desarrollo de estrategias de control y sanción a la industria para que asuma su responsabilidad en el metabolismo social de la basura

Es de vital importancia aplicar procesos normativos y sancionatorios para generar conciencia en la industria sobre su responsabilidad en el manejo de la basura de la ciudad. Se deben priorizar acuerdos con la industria de la construcción para la minimización de generación de escombros y materiales que se acumulan en las escombreras municipales, dada su alta representatividad en los flujos de generación de residuos.

A la par se deben generar altas tasas para la disposición de estos residuos en las escombreras municipales cuyos fondos deberán destinarse a la separación de materiales potencialmente reciclables y al financiamiento de proyectos orientados a la generación de encadenamientos productivos orientados a la recuperación de materiales, así como a la construcción y puesta en marcha de plantas recicladoras de vidrio, madera, metales, cemento, lodos industriales, cerámica y demás componentes de los escombros.

Para el efecto, la municipalidad debe abrir el abanico de posibilidades de negociación: público-público, público-privado, público-comunitario e incluso público con asociaciones de recicladores de base.

En una siguiente fase se deberá fomentar en las industrias de la ciudad la inclusión de circularidad de materiales en sus procesos productivos a fin de que tengan la capacidad de reincorporar materiales de sus productos comercializados en la fabricación de nuevos productos.

Tecnologías de información para la gestión de residuos

Resulta imprescindible que la entidad rectora de la gestión integral de residuos sólidos genere un sistema informático que se alimente de información en tiempo real de las cantidades generadas por los diferentes productores de basura, recolectada, recuperada, reciclada, aprovechada y tratada por los diferentes actores tanto públicos como privados involucrados en cada fase de la gestión.

La ciudad requiere de un sistema informático que genere una base de datos con información oportuna y precisa del movimiento de los distintos componentes de los residuos. De esta manera, se puedan hacer análisis de flujo de materiales más específicos que le permitan a la autoridad contar con datos que en la actualidad son ambiguos y a través de los cuales se pueda hacer una planificación más eficiente de la gestión de la basura.

Lista de referencias

- Almeida, Jorge. 2013. “De capariche a gestora artesanal; desde el botadero de basura, al relleno sanitario, cambios que han sufrido los minadores en la ciudad de Quito los últimos 20 años”. Tesis de grado, Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8542/Tesis%20Jorge%20Almeida.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Álvarez, Lucía, y Gian Carlo Delgado. 2014. “Ciudades, gestión, territorio y ambiente”. *Interdisciplina 2* (2): 9–20.
- AsamTech Cía. Ltda. 2019. “Estudio de caracterización de la producción de residuos sólidos del Distrito Metropolitano de Quito”. Quito: BID-EMASEO.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/108-modelo-de-gestion?download=1829:5-informe-de-caraterizacion-de-rs-bid-pdf>.
- Ayres, Robert U., y Benjamin Warr. 2009. *The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity*. Cheltenham, UK ; Northampton, MA: Edward Elgar.
- Baca, Juan. 2014. “Inventario de emisiones de gases de efecto de invernadero del Distrito Metropolitano de Quito: Año 2011”. Quito: Secretaría de Ambiente MDMQ.
- Banco de Desarrollo de América Latina. 2018. *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina*. Buenos Aires: CAF.
- Barragán, Edgar Antonio, Pablo D. Arias, y Julio Terrados. 2016. “FOMENTO DEL METABOLISMO ENERGÉTICO CIRCULAR MEDIANTE GENERACIÓN ELÉCTRICA PROVENIENTE DE RELLENOS SANITARIOS”. *Ingenius*, n° 16 (octubre): 36. doi:10.17163/ings.n16.2016.05.
- Barrera, Carmen. 1997. “Zambiceños piden clausura del botadero de basura”. En *Ecologismo Ecuatorial: Conflictos socioambientales en las ciudades*, 2:137–59. Quito: CEDEP, Abya-Yala.
- Barrios, Gonzalo, Victoria D’hers, Nicolás Veiguela, y Matias Khoury. 2020. “Metabolismo social”. *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica* 33 (septiembre): 99–111.

- Brunner, Paul, y Helmut Rechberger. 2017. *Handbook of Material Flow Analysis: For Environmental, Resource, and Waste Engineers*. Second Edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Cáceres, Luis, y Nataly Cáceres. 2011a. “Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en el Distrito Metropolitano de Quito: Año 2003”. Quito: Secretaría de Ambiente MDMQ.
- . 2011b. “Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero en el Distrito Metropolitano de Quito: Año 2007”. Quito: Secretaría de Ambiente MDMQ.
- Carrión, Andrea, Ana Goetschel, y Nancy Sánchez. 1997. *Breve historia de los servicios públicos en la ciudad de Quito*. Quito: Centro de Investigaciones Ciudad. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/49071.pdf>.
- CCAP. 2018. “Policy report: High-level pre-feasibility study and implementation plan for an organic waste treatment project in the municipality of Quito”. Climate & clean coalition, CCAP.
- Cencic, Oliver. 2017. “MFA with Software STAN”. En *Handbook of material flow analysis: for environmental, resource, and waste engineers*, Second Edition, 148–76. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- . 2022. “User manual STAN version 2.7”. TU Wien Institute for Water Quality and Resource Management. <https://www.stan2web.net/NetHelp/default.htm?turl=HTMLDocuments%2FContentManual.htm>.
- . 2022a. “About STAN”. *Stan2web*. Accedido octubre 3. <https://www.stan2web.net/infos/about-stan>.
- . 2022b. “Benefits”. *Stan2web*. Accedido octubre 3. <https://www.stan2web.net/infos/benefits>.
- Cencic, Oliver, y Helmut Rechberger. 2008. “Material flow analysis with Software STAN”. *Journal of Environmental Engineering and Management* 18 (enero): 3–7.
- Cuvi, Nicolás. 2022. *Historia ambiental y ecología urbana para Quito*. 1ª ed. FLACSO Ecuador / Abya-Yala. doi:10.46546/2022-28atrio.
- Davis, M.J.M., D. Jácome Polit, y M. Lamour. 2016. “Social Urban Metabolism Strategies (SUMS) for Cities”. *Procedia Environmental Sciences* 34: 309–27. doi:10.1016/j.proenv.2016.04.028.

- Delgado, Gian Carlo. 2013. “Cambio climático y megaurbes latinoamericanas. Una revisión desde la ecología política y el metabolismo urbano”. En *Crisis socioambiental y cambio climático*, Primera edición en español, 105–38. Ciudad de Buenos Aires: CLACSO.
- . 2016. “Residuos sólidos municipales, minería urbana y cambio climático”. *El Cotidiano*, n° 195: 75–84.
- . 2021. “Sobre la ecología política urbana: una revisión panorámica”. En *Ecología política urbana ante el cambio climático*, 23–36. Quito: Flacso Ecuador.
- Delgado, Gian Carlo, Cristina Campos Chávez, y Patricia Rentería Juárez. 2012. “Cambio climático y el metabolismo urbano de las Megaurbes Latinoamericanas”. *Hábitat Sustentable* 2 (1): 2–25.
- Díaz, Cristian. 2011. “Metabolismo de la ciudad de Bogotá D.C.: Una herramienta para el análisis de la sostenibilidad ambiental urbana”. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- . 2014. “Metabolismo urbano: herramienta para la sustentabilidad de las ciudades”. *Interdisciplina* 2 (2): 51–70.
- EC. 2017. “Código Orgánico del Ambiente”. Registro Oficial, Suplemento 983, 12 de abril.
- EC Concejo Metropolitano de Quito. 2011. “Ordenanza metropolitana de gestión Integral de residuos sólidos del Distrito Metropolitano de Quito”. http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/calidad_ambiental/normativas/ordm_332_sis_gest_int.pdf.
- EC MDMQ. 2021a. “Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2021-2033”. MDMQ. <https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/plan-pmdot>.
- . 2021b. “Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2021-2033, Apéndice 5: Proyectos institucionales propuestos para operativizar el PMDOT 2021 - 2033”. MDMQ. <https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/pmdot/Apendices%20PMDOT/6%20Propuesta%20de%20Proyectos%20Bilaterales%20con%20las%20instituciones%20relacionadas.pdf>.
- . 2022. “Descarga de informacion geografica”. *Gobierno Abierto*. <https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/descarga-informacion-geografica/>.
- EC MDMQ, EC Secretaría de Ambiente MDMQ, Emaseo EP, y EMGIRS EP. 2022. “Plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos

y desechos sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito (2022-2032)”. EC MDMQ.

https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Sesiones%20de%20Concejo/2022/Sesi%C3%B3n%20243%20Ordinaria%202022-08-30/III.%20Gesti%C3%B3n%20de%20Residuos%20Solidos/plan_de_gestion_integral_de_residuos.pdf.

EC Secretaría de Ambiente MDMQ. 2015. “Inventario Huella de Carbono del Distrito Matropolitano de Quito: Año 2015”. Quito.

———. 2016. *Atlas Ambiental Quito Sostenible 2016*. Quito: Tecnoprint. https://issuu.com/fiorum/docs/atlas_ambiental_2016.

———. 2022. “Base actualizada de gestores, noviembre 2021”. Accedido junio 6. http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/servicios/gestores_residuos/BASE_ACTUALIZADA_DE_GESTORES_NOVIEMBRE_2021.pdf.

Emaseo EP. 2017. “Quito a reciclar - Residuos reciclables”. Quito. http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/Quito%20a%20Reciclar_%20Residuos_%20Reciclables.pdf.

———. 2022a. “Indicadores de Gestión”. *Emaseo EP*. <http://www.emaseo.gob.ec/la-institucion/indicadores-de-gestion/>.

———. 2022b. “Plan general de negocios, expansión e inversión 2022”. http://www.emaseo.gob.ec/documentos/pdf/2022/Plan_General_de_Negocios_2022-MarV.pdf.

———. 2022c. “Quito a Reciclar”. *Emaseo EP*. <http://www.emaseo.gob.ec/gestion-ambiental/quitoareciclar/>.

———. 2022d. “Recolección a Mayores Productores”. *Emaseo EP*. <http://www.emaseo.gob.ec/servicios/recoleccion-a-mayores-productores/>.

———. 2022e. “Recolección de residuos no mecanizada - EMASEO EP Quito”. *Emaseo EP*. <http://www.emaseo.gob.ec/servicios/recoleccion-no-mecanizada/>.

———. 2022f. “Recolección Diferenciada”. *Emaseo EP*. <http://www.emaseo.gob.ec/servicios/recoleccion-diferenciada/>.

———. 2022g. “Sistema de Recolección Mecanizada Quito”. *Emaseo EP*. <http://www.emaseo.gob.ec/servicios/recoleccion-mecanizada/>.

- EMGIRS EP. 2018. “Informe de gestión 2017: Gerencia General”. Quito: EMGIRS EP.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/99-rendicion-de-cuentas?download=1667:informe-de-gestion-2017>.
- . 2019. “Informe de gestión 2018: Gerencia General”. Quito.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/rendicion-de-cuentas/rendicion-de-cuentas-2018>.
- . 2021. “Reglamento interno para la asignación y transferencias directas de recurso públicos no reembolsables del fondo de compensación a favor del: Comité Barrial de ‘Itulcachi’, Comi Pro-Mejoras del Barrio ‘Santa Ana’, Comi Pro-Mejoras del Barrio ‘El Be’, y Comi de Desarrollo Comunitario ‘El Inga Bajo’, directamente afectados por el relleno sanitario del D.M.Q.”
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/128-mesa-de-trabajo-comunidades?download=2170:resolucion-administrativa-emgirs-ep-gge-cju-2021-005-certificada>.
- . 2022a. “Estadísticas de las operaciones”.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-list>.
- . 2022b. “Informe de gestión 2021: Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos”. Quito.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/143-rendicion-cuentas-2021?download=2373:informe-de-gestion-emgirs-ep-2021>.
- . 2022c. “Informe Rendición de cuentas 2021”. Quito.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/143-rendicion-cuentas-2021?download=2374:informe-narrativo-rendicion-de-cuentas-emgirs-2021>.
- . 2024. “Complejo Ambiental de Gestión de Residuos Sólidos de Quito”.
<https://emgirs.gob.ec/index.php/complejo-ambiental-de-gestion-de-residuos-solidos-de-quito>.
- . 2022a. “Estación de Transferencia Norte”. Accedido junio 6.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-filter>.
- . 2022b. “Planta de Generación de Energía eléctrica a partir del Biogás”. Accedido junio 6. <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-slideshow/planta-de-incineracion-de-fauna-urbana-muerta-2>.
- . 2022c. “Relleno Sanitario del DMQ”. Accedido junio 6.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-slideshow>.

- Fischer-Kowalski, Marina, y Helmut Haberl. 2000. “El metabolismo socioeconómico”. *Ecología Política* 19: 21–34.
- Fundación de Capacitación y Desarrollo Integral PANEL. 2014. “Informe final: Censo a gestores ambientales de menor escala en la ciudad de Quito”. Quito: Fundación PANEL.
- Ghani, Latifah Abdul. 2021. “Exploring the Municipal Solid Waste Management via MFA-SAA Approach in Terengganu, Malaysia”. *Environmental and Sustainability Indicators* 12 (diciembre): 100144. doi:10.1016/j.indic.2021.100144.
- Hernández, María, María Azorín, Víctor Hernández, y Yudi Aguila. 2012. “Los actores sociales y su rol ante los procesos de desarrollo sostenible a nivel local”. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social OI DLES*, n° 12.
- Hernández, Silvana. 2022. “Formulario - solicitud de acceso a la información pública”. EMGIRS EP.
- INEC. 2010. “Proyecciones Poblacionales”. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>.
- INECO y Tragsatec. 2016. “Plan maestro de gestión integral de residuos del Distrito Metropolitano de Quito”. MDMQ. <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/108-modelo-de-gestion?download=2287:6-plan-maestro-gestion-integral-de-residuos>.
- Infante-Amate, Juan, Manuel González de Molina, y Víctor M Toledo. 2017. “El metabolismo social. Historia, métodos y principales aportaciones”. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 27: 130–52.
- IRR. 2015. *Reciclaje inclusivo y recicladores de base en el Ecuador*. Quito: Editorial Don Bosco. <https://latitudr.org/wp-content/uploads/2016/04/Reciclaje-Inclusivo-y-Recicladores-de-base-en-EC.pdf>.
- ISWA. 2009. *Residuos y cambio climático: libro blanco de ISWA*. Universidad Isalud, ARS Asociación para el Estudio de los Residuos Sólidos.
- Iza, Luis. 2020. “Informe técnico No. EMGIRSEP-GGE-GDO-CPP-2020-0140-M”. <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/108-modelo-de-gestion?download=1826:2-informe-gop-cro-2020-080-estadisticas-datos-historicos-pdf>.

- Jara, Samantha. 2022. “Documento: EMGIRS-EP-GGE-2022-0559-O, Formulario de solicitud de acceso a la información pública”, noviembre 7.
- 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*. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1329-0.
- Kennedy, Christopher, John Cuddihy, y Joshua Engel-Yan. 2007. “The Changing Metabolism of Cities”. *Journal of Industrial Ecology* 11: 43–59. doi:<https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107>.
- Kingman, Eduardo. 2006. *La ciudad y los otros, Quito 1860-1940: higienismo, ornato y policía*. 1a. ed. Atrio. Quito: FLACSO Ecuador : Universitat Rovira i Virgili.
- Knust, Thorben. s.f. “Quito a Reciclar”. Quito. https://captur.travel/images/PDF/Quito_a_Reciclar.pdf.
- Krausmann, Fridolin. 2017. “Social Metabolism”. En *Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society*, editado por Clive L. Spash, 108–18. Routledge International Handbooks. London New York: Routledge.
- Lohmann, Larry. 2017. “Trabajo, desechos y clima: el delirio por el relleno sanitario”. En *Ecología política de la basura: pensando los residuos desde el Sur*, Primera edición, 141–57. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala : Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo.
- López de Munain, Daniela, Brian Castelo, y Carlos Alberto Ruggerio. 2021. “Social Metabolism and Material Flow Analysis Applied to Waste Management: A Study Case of Autonomous City of Buenos Aires, Argentina”. *Waste Management* 126 (mayo): 843–52. doi:10.1016/j.wasman.2021.04.014.
- Lucertini, Giulia, y Francesco Musco. 2020. “Circular Urban Metabolism Framework”. *One Earth* 2 (2): 138–42. doi:10.1016/j.oneear.2020.02.004.
- MAATE. 2021. “Prestadores de servicio, gestores para el manejo de materiales peligrosos, sustancias químicas peligrosas y/o desechos peligrosos”. http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/servicios/gestores_residuos/Base-Datos-Gestores_Ministerio_de_Ambiente.pdf.
- Martínez Alier, Joan. 2009. “Conflictos ecológicos por extracción de recursos y por producción de residuos”. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, abril. doi:10.17141/letrasverdes.3.2009.824.
- Martínez Alier, Joan, y Jordi Roca Jusmet. 2015. *Economía ecológica y política ambiental*. <http://site.ebrary.com/id/11295530>.

- Novum Consultoría y Asesoría Socioambiental. 2015. “Plan de intervención ambiental integral en las quebradas de Quito”. Novum Consultoría y Asesoría Socioambiental.
http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/patrimonio_natural/quebradas/plan_de%20intervencion.pdf.
- OECD. 2008a. “Measuring material flows and resource productivity, Volume I: The OECD Guide”. OECD Publishing.
- . 2008b. “Measuring material flows and resource productivity, Volume II: The accounting framework”. OECD Publishing.
- ONU Medio Ambiente. 2018. *Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe*. Ciudad de Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe.
- Parrado, Cristhian, Andrea Cevallos, y Leonardo Arias. 2018. “Metabolismo urbano en la ciudad de Baeza, Ecuador. Análisis de sus flujos del agua”. *Bitácora Urbano Territorial* 28 (3): 131–41. doi:10.15446/bitacora.v28n3.72183.
- PNUMA. 2021. *El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe: requerimientos futuros de recursos y potenciales rutas de actuación*. Ciudad de Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe.
- PNUMA, y Flacso Ecuador, eds. 2011. *Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano: ECCO, Distrito Metropolitano de Quito*. 1. ed. Quito: PNUMA : Flacso Ecuador.
- Robano, Mariano, y María González. 2021. “De residuos a recursos: articulando lo ambiental, lo social y lo económico”. 2021^a ed. Banco interamericano de Desarrollo. doi:10.18235/0003641.
- Rodríguez, Silvia. 2010. “Ciudadanos indígenas, racismo y luchas políticas en una comunidad de la periferia de Quito”. *e-cadernos CES*, n° 07 (marzo). Centro de Estudios Sociais: 94–122. doi:10.4000/eces.404.
- Rollot, Mathias, y Chris Younès. 2017. “An Introduction toward Ecosophical Metabolism Studies”. *Global Environment* 10 (2): 297–314. doi:10.3197/ge.2017.100202.
- Rondón, Estefani, Marcel Szantó, Juan Pacheco, Eduardo Contreras, y Alejandro Gálvez. 2016. “Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios”. *Manuales de la CEPAL* 2.

- Sacher, William. 2019. "Naturalismo moderno y corrientes del ecologismo". *Ecología Política* 58: 10–18.
- Sarmento dos Muchangos, Leticia Sarmento, Akihiro Tokai, y Atsuko Hanashima. 2017. "Application of Material Flow Analysis to Municipal Solid Waste in Maputo City, Mozambique". *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy* 35 (3): 253–66. doi:10.1177/0734242X16678067.
- Solíz, María. 2016. *Salud colectiva y ecología política: la basura en Ecuador*. Primera edición. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar Ecuador.
- . 2017. "¿Por qué un Ecologismo Popular de la basura?" En *Ecología política de la basura: Pensando los residuos desde el Sur*, 19–50. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Solíz, María, Juan Durango, José Solano, y Milena Yépez. 2020. *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador 2020*. Quito, Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador : INEC : VLIR-UOS : GAIA : Alianza Basura Cero Ecuador : AcciónEcológica.
- Solórzano, Gustavo. 2003. "Aportación de gases de efecto invernadero por el manejo de residuos sólidos urbanos: el caso del metano". *Gaceta Ecológica*, nº 66: 7–15.
- Subirats, Joan, Peter Knoepfel, Corinne Larrue, y Frederic Varonne. 2008. *Análisis y gestión de políticas públicas*. Barcelona: Ariel S. A.
- Telesphore, Kabera, y Honorine Nishimwe. 2019. "Systems analysis of municipal solid waste management and recycling system in east Africa: benchmarking performance in Kigali city, Rwanda". *E3S Web of Conferences* 80 (enero): 03004. doi:10.1051/e3sconf/20198003004.
- Toledo, Víctor M. 2013. "El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica". *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad* 34 (136): 41–71. doi:10.24901/rehs.v34i136.163.
- Veraza, Jorge. 2008. "La basura al final del día: Síntesis del modo de producción capitalista". https://www.accionecologica.org/wp-content/uploads/basura_al_final_del_dia.pdf.
- Villalba, Luciano. 2020. "Material Flow Analysis (MFA) and Waste Characterizations for Formal and Informal Performance Indicators in Tandil, Argentina: Decision-Making Implications". *Journal of Environmental Management* 264 (junio): 110453. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110453.

Wolman, Abel. 1965. "The Metabolism of Cities". *Scientific American* 213 (3): 178–90. doi:10.1038/scientificamerican0965-178.

Zevallos, Othón. 1996. "Ocupación de laderas: incremento del riesgo por degradación ambiental urbana en Quito, Ecuador". En *Ciudades en riesgo: Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres en América Latina*, 165–77. Lima: La Red. <https://www.fundacionhenrydunant.org/images/stories/biblioteca/ddhh-desastres-naturales-gestion-riesgo/Ciudades%20en%20Riesgo%20-%20Red%20de%20Estudios%20Sociales%20en%20Prevencion%20de%20Desastres%20en%20America%20Latina.pdf>.

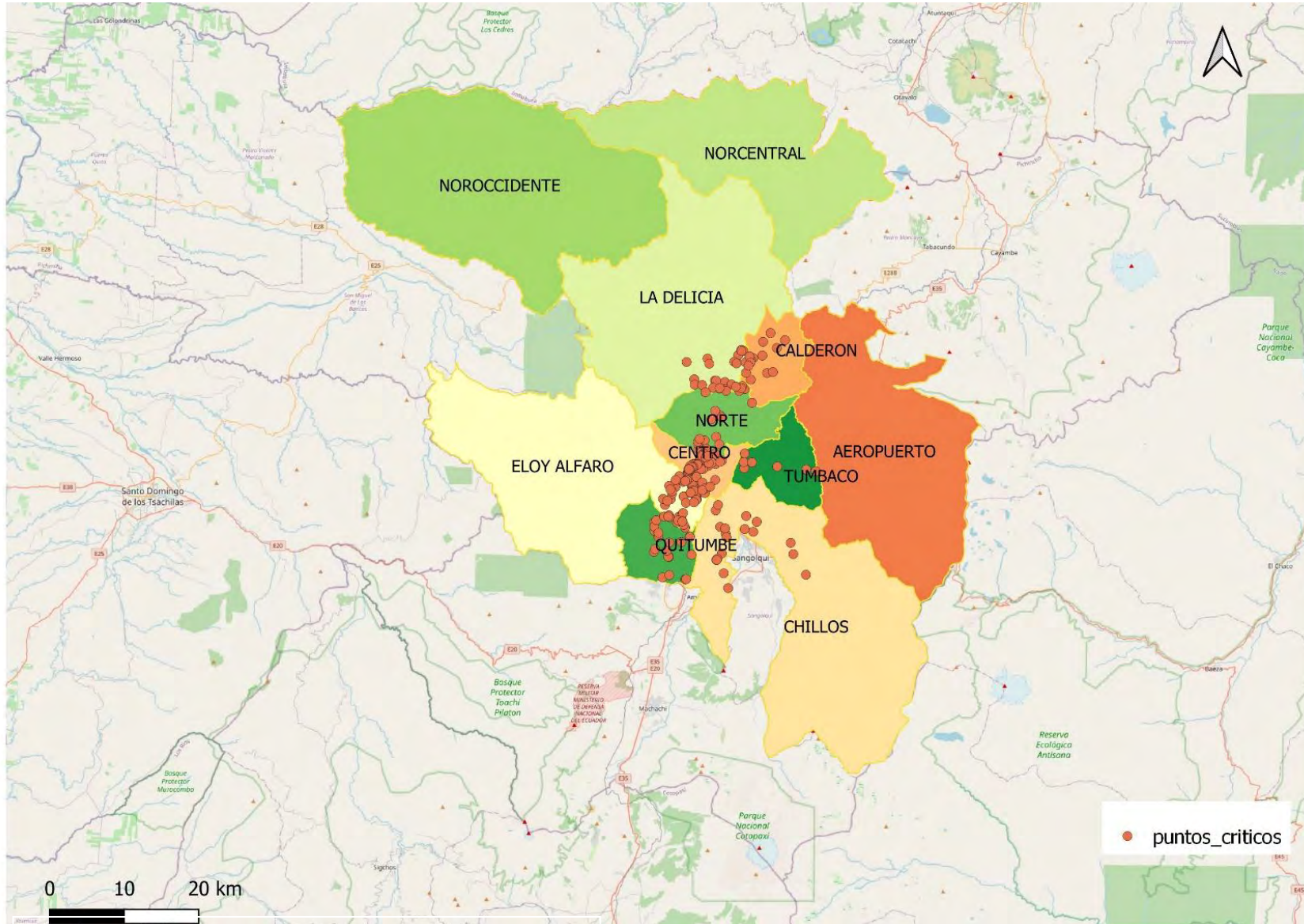
Anexos

Anexo 1: Mapa de ubicación de los Cegam



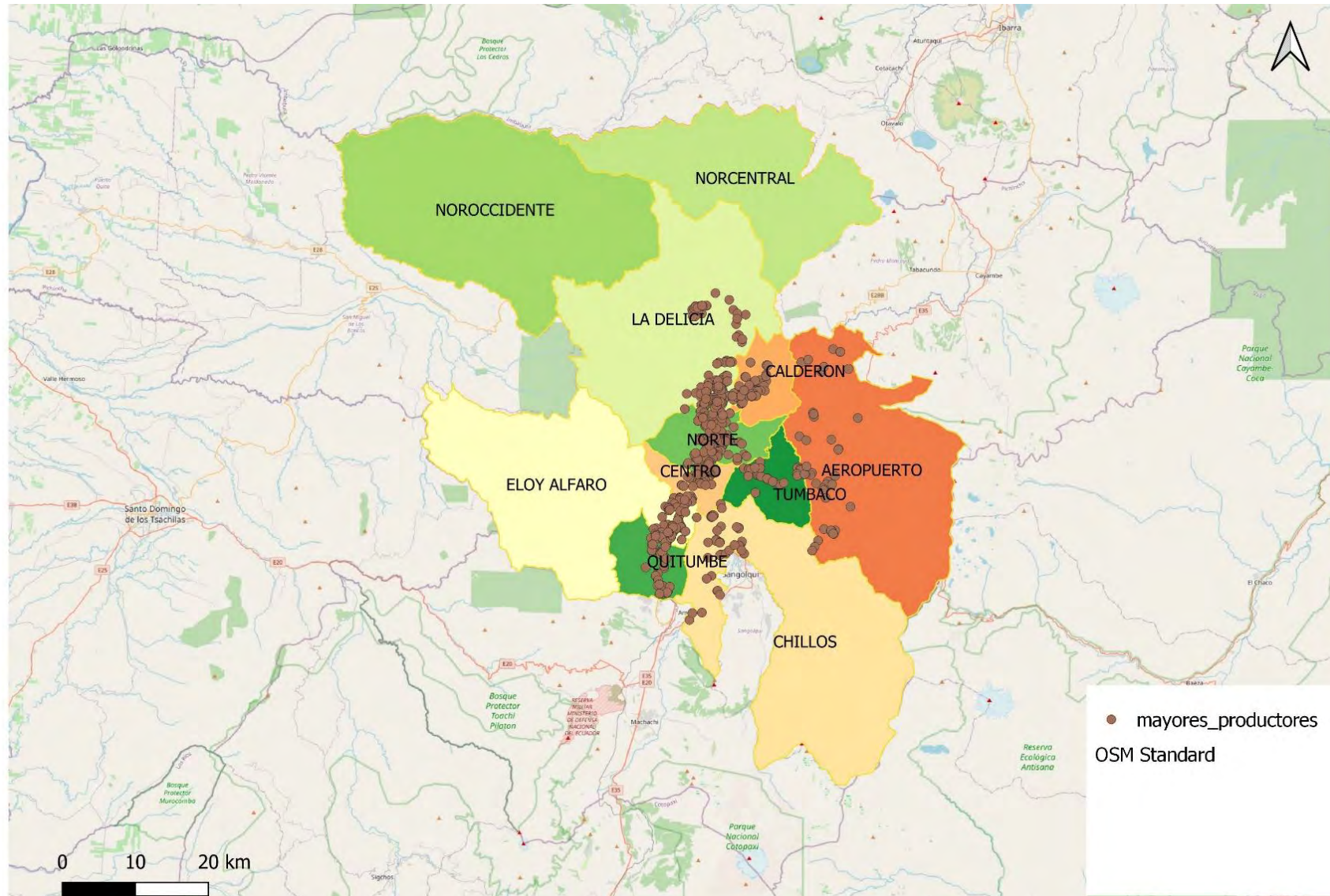
Fuente: Google Earth
Elaboración: Propia

Anexo 2: Mapa de localización de puntos críticos atendidos por Emaseo EP



Fuente: (EC MDMQ 2022).
 Elaboración: Propia

Anexo 3: Mayores productores de residuos que reciben recolección de Emaseo EP



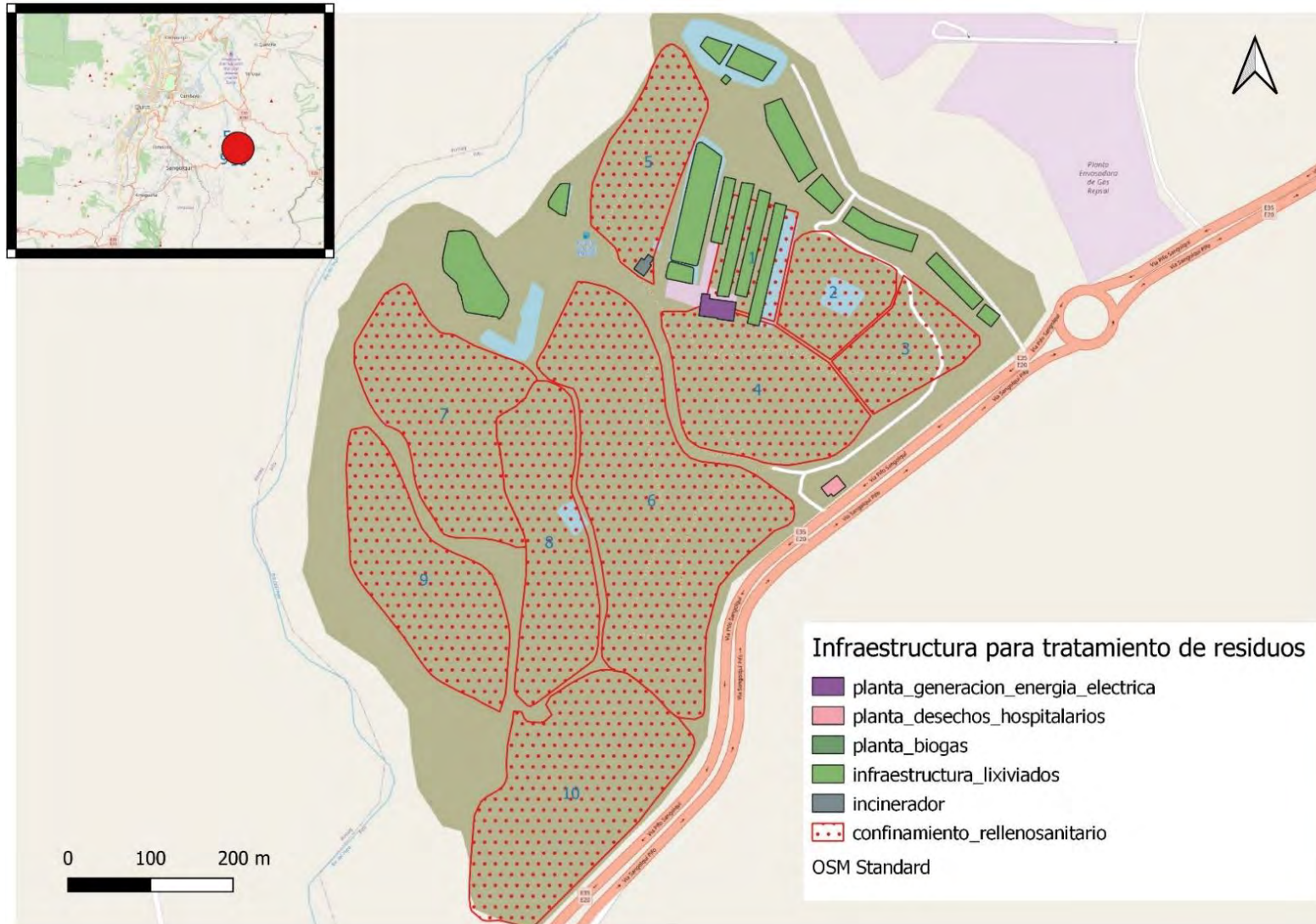
Fuente: (EC MDMQ 2022).
Elaboración: Propia

Anexo 4: Mapa de ubicación de las estaciones de transferencia Norte y Sur



Fuente: Google Earth
Elaboración: Propia

Anexo 5: Infraestructura municipal para el tratamiento de residuos



Fuente: (EC MDMQ 2022).
Elaboración: Propia

Anexo 6: Ubicación de escombreras y relleno sanitario del DMQ



Fuente: Google Earth
Elaboración: Propia

Anexo 7: Vista superior del relleno sanitario y escombreras del DMQ

Relleno sanitario El Inga



Fuente: Google Earth
Elaboración: Propia

Escombreras operativas

Escombrera El Troje IV



Escombrera San Antonio



Fuente: Google Earth
Elaboración: Propia

Escombreras cerradas

Escombrera
Luis Tamayo – Santa Ana



Escombrera Oyacoto



Escombrera El Semillero



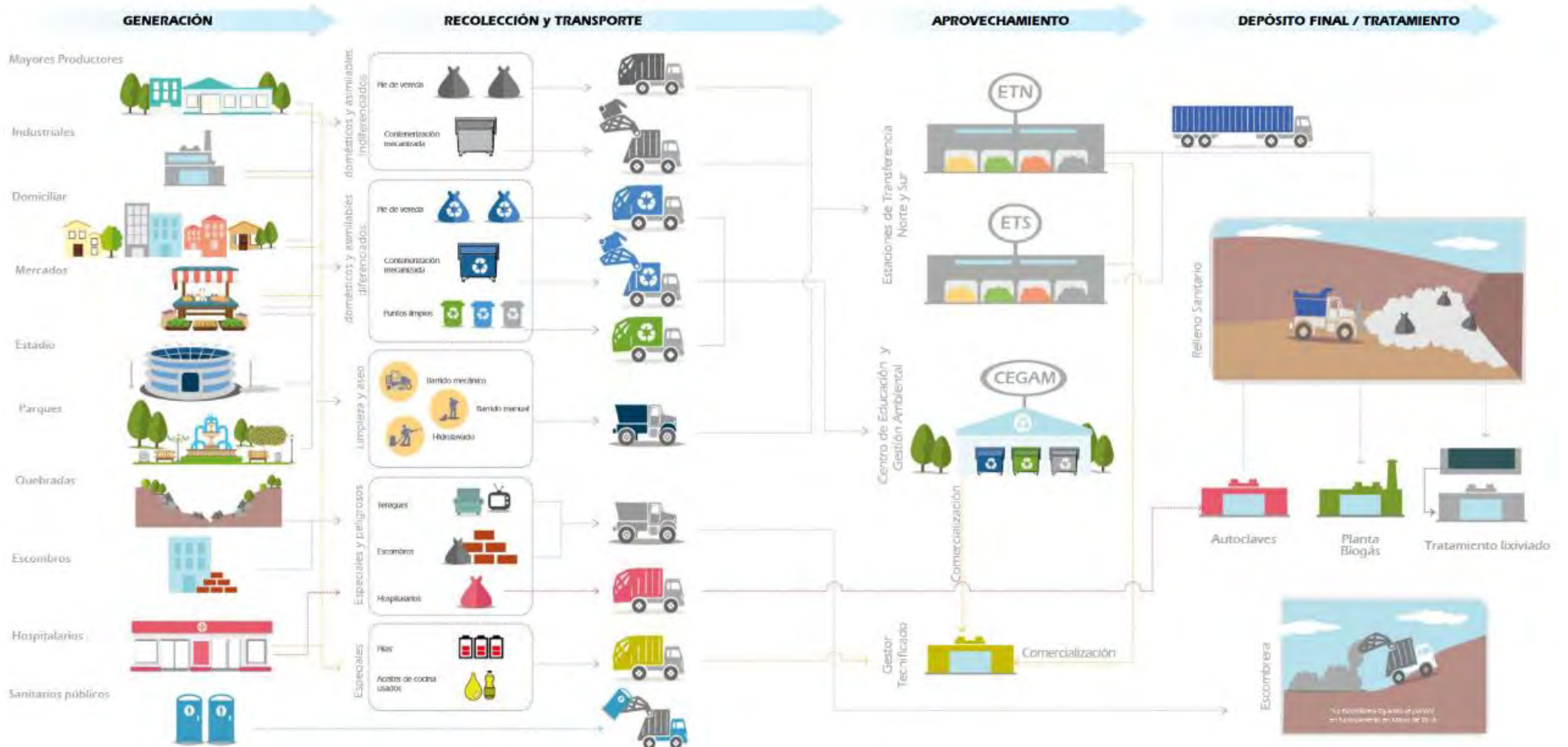
Anexo 8: Características de las escombreras habilitadas en el DMQ desde 2015 hasta 2021

Escombrera	Capacidad total, m3	Vida útil, años	Inicio de operaciones	Fin de operación	Ubicación
El Troje 4	3,030,000	3 años	05/01/2015	en funcionamiento	Av. Simón Bolívar, frente a la planta de tratamiento de agua El Troje
Pedras Negras	675,457.79	2 años	11/05/2015	30/06/2017	A 7Km del redondel de la vía Pifo-Papallacta, Sector La Virginia
Oyacoto	1,972,775.00	1 año	2017	jun-18	Panamericana Norte, antes del peaje de Oyacoto vía a Guayllabamba, Comuna de San Francisco de Oyacoto
El Semillero	1,540,236.66	3 años	2017	jun-20	Quebrada Gualapata, Comuna San José de Cocotog, por el redondel de Gualo en la Av. Simón Bolívar
Luis Tamayo - Santa Ana	60,000	8 meses	oct-18	may-19	Calle L y A, Barrio Santa Ana, Parroquia La Merced, 2,67 Km al sur del relleno sanitario
Río Grande	267,000	11 meses	oct-18	ago-19	Quebrada Grande del Parque Lineal, Solanda
San Antonio	1,378,825.80	6 años y 10 meses	21/12/2020	en funcionamiento	Vía Reino de Quito (conocida también como vía a culebrillas), en sentido a la cantera Tanlahua, sector Tanlahua, Parroquia de San Antonio de Pichincha.

Fuente: (EMGIRS EP 2019, 27–32), (EC MDMQ et al. 2022, 151).

Elaboración: Propia.

Anexo 9: Cadena de valor actual para la gestión de residuos en el DMQ



Fuente y elaboración: EC Secretaría de Ambiente MDMQ 2016, 101.

Anexo 10: Gestores para el manejo de residuos peligrosos que cuentan con licencia ambiental emitida por el MAATE que tienen jurisdicción en el DMQ, 2021

Proponente / empresa	Nombre del proyecto / actividad	Fases de gestión	Materiales peligrosos o desechos especiales	Jurisdicción
HAZWAT CIA. LTDA.	Operación del Centro de Remediación Ambiental HAZWAT CÍA LTDA.	Tratamiento (Gasificación Térmica, Biorremediación) y Disposición Final (Celdas de seguridad)	Productos farmacéuticos caducados, suelos contaminados con hidrocarburos, desechos aceitosos	Cayambe – Pichincha
INCINEROX CÍA. LTDA.	Prestación de servicios de incineración de desechos peligrosos en la planta Incinerox	Tratamiento (Incineración)	Desechos Peligrosos	Quito – Pichincha
ACERIA DEL ECUADOR C. A. ADELCA	Ampliación del Área de fundición de la Planta Industrial Aloag	Reciclaje (fundición)	Chatarra metálica libre de material peligroso	Mejía - Pichincha
TEVCO S.A. TRANSPORTADORA ECUATORIANA DE VALORES	Transporte de agroquímicos y residuos peligrosos (fármacos caducados, residuos de agroquímicos, envases vacíos de agroquímicos) de la Cia. Transportadora Ecuatoriana de Valores TEVCO S.A.	Transporte	Agroquímicos, Fármacos caducados, residuos de agroquímicos, envases vacíos de agroquímicos	Nacional
FUNDIRECICLAR	Fundición y reciclaje de metales ferrosos y no ferrosos	Reciclaje (fundición)	Chatarra ferrosa y no ferrosa	Quito – Pichincha
RIMESA COMPAÑÍA RECICLADORA INTERNACIONAL DE METALES S.A.	Recolección, transporte y almacenamiento temporal de desechos peligrosos como baterías de plomo ácidos en desuso, transformadores eléctricos con PCB's, materiales metálicos y no metálicos contaminados con residuos peligrosos	Recolección, Transporte y Almacenamiento temporal.	baterías de plomo, ácidos en desuso, transformadores eléctricos con PCB's, materiales metálicos y no metálicos contaminados con residuos peligrosos	Nacional
CORPORACIÓN LATINOAMERICANA SIDEREX CIA. LTDA.	Planta de reciclaje Siderexp	Almacenamiento temporal	Desperdicios y desechos de fundición, hierro, acero, lingotes.	Mejía – Pichincha
RECICLAMETAL S. A.	Recepción, clasificación, reciclaje, compactación, almacenamiento y transporte de materiales reciclados ferrosos y no ferrosos.	Almacenamiento temporal, Transporte.	Chatarra ferrosa y no ferrosa	Quito – Pichincha

Proponente / empresa	Nombre del proyecto / actividad	Fases de gestión	Materiales peligrosos o desechos especiales	Jurisdicción
RECYNTER S.A.	Recepción, clasificación, almacenamiento de materiales ferrosos y no ferrosos, y transporte de materiales y desechos peligrosos y no peligrosos a nivel nacional	Almacenamiento temporal de Materiales Ferrosos Transporte de desechos peligrosos y no peligrosos	Materiales ferrosos y No ferrosos	Nacional
ACERIA DEL ECUADOR C. A. ADELCA	Centro de acopio de chatarra San Alfonso	Almacenamiento temporal	Chatarra ferrosa	Mejía - Pichincha
GYPAM S. A.	Transporte de desechos peligrosos	Transporte	Materiales absorbentes, filtración, limpieza y otras ropas protectoras contaminados con sustancias peligrosas; desechos de aceites y combustibles líquidos; envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas; desechos químicos que consisten o contienen sustancias peligrosas; lodos contaminados con sustancias peligrosas; tubos fluorescentes y otros desechos que contienen mercurio; desechos de amianto o asbesto o cualquier otro material que los contenga o haya tenido contacto; lotes de productos fuera de especificación y productos no utilizados que contengan sustancias peligrosas; pilas y acumuladores, residuos de revestimiento de hornos y refractarios; residuos de fabricación, formulación, distribución y utilización de pinturas, barnices y esmaltes vítreos, adhesivos; sellantes y tintas de impresión.	Nacional
CONCRETOS Y PREFABRICADOS CÍA. LTDA. (*)	Transporte de desechos contaminados (aguas oleosas, aceites usados y sentinas)	Transporte	Aguas oleosas, aceites usados y sentinas	Nacional
ARCOIL CIA. LTDA. (*)	Operación de la Empresa Prestadora de Servicios para el manejo de desechos sólidos Arcoil Cía. Ltda.	Tratamiento in-situ (biorremediación)	Suelos contaminados con hidrocarburos	Nacional (Sucumbíos – Central del campamento)
AV CORP	Transporte de Productos/Residuos Especiales y/o Peligrosos a nivel nacional	Transporte	Sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos	Nacional

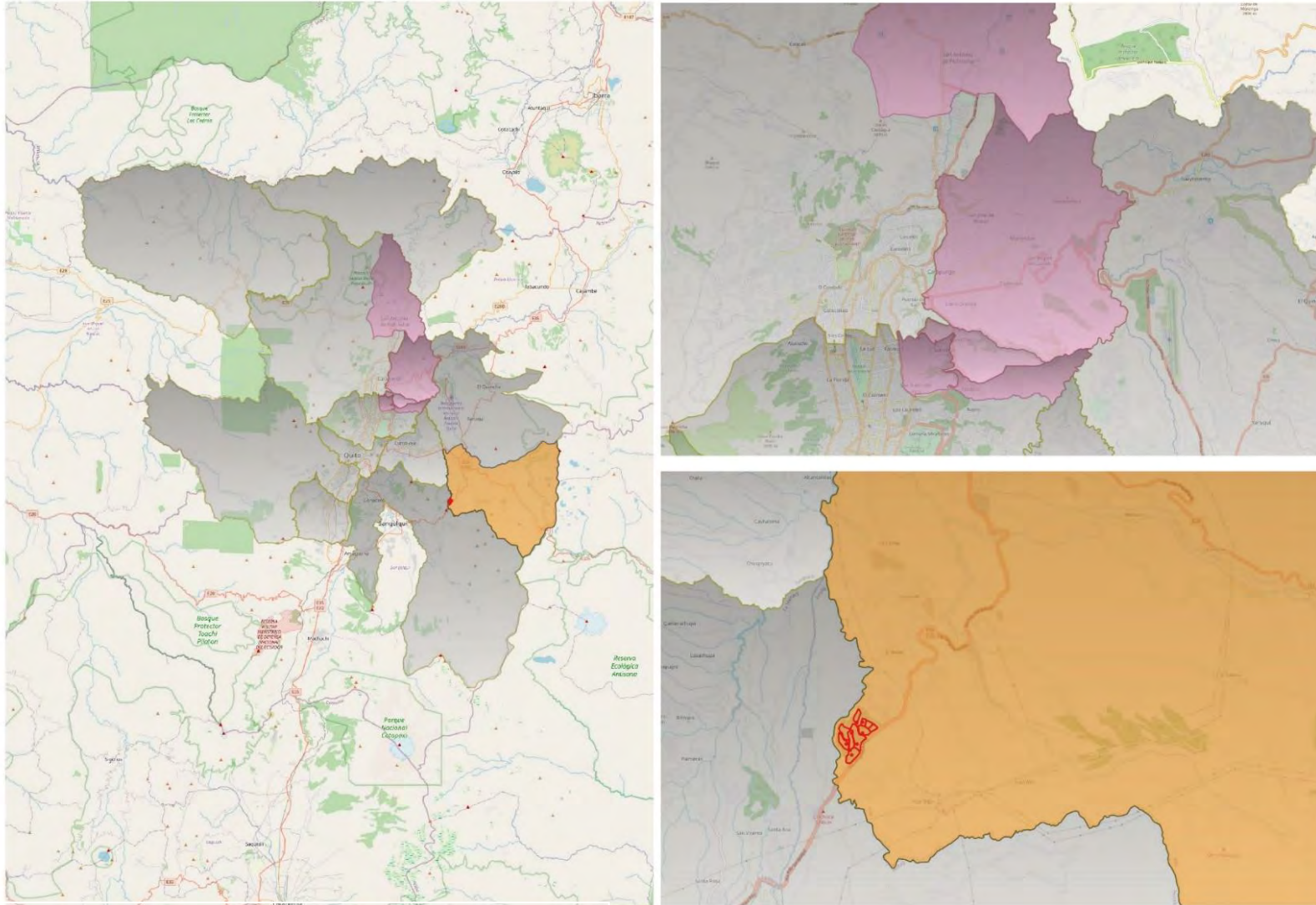
Proponente / empresa	Nombre del proyecto / actividad	Fases de gestión	Materiales peligrosos o desechos especiales	Jurisdicción
ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP	Transporte de materiales peligrosos a nivel nacional	Transporte	Ripios y lodos de perforación con base aceite, lodos de perforación con materiales peligrosos, tierra con hidrocarburos, cortes de vegetación contaminados con petróleo, petróleos, emulsiones agua-aceite, lodos de tanques (fondos) de almacenamiento de hidrocarburos, material misceláneo, absorbentes, filtros de aceite, waipes, material de mantenimiento y limpieza contaminado con hidrocarburos, grasas, paños textiles con sustancias peligrosas, filtros de aceite, residuos de pinturas resinas con residuos peligrosos, fluidos hidráulicos, empaques o envases de materiales peligrosos (tambores de lubricantes, químicos, combustibles), cenizas de incineradores de desechos peligrosos, baterías de plomo y pilas	Nacional
FINOCHI S. A.	Recolección y transporte de residuos hidrocarburíferos a nivel nacional	Transporte	Aceites lubricantes usados, aguas de sentina y lodos aceitosos	Nacional
ENVIRONMENTAL SOLUTIONS ECUADOR	Presentación de Servicios In Situ como Gestor para el Manejo de Desechos Peligrosos y Desechos Especiales.	Tratamiento previo a disposición final.	Tetraetilo de plomo, lixiviados, lodos de tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas, suelos contaminados con sustancias peligrosas, escombros contaminados con sustancias peligrosas, materiales de filtros usados con contenido nocivo, lodos minerales con desechos peligrosos, lodos de zinc, plomo y estaño, residuos de ácidos inorgánicos y mezclas, residuos de lejías álcalis y mezclas, combustibles sucios, lodos con combustible, lodos de tratamiento de efluentes industriales no especificados anteriormente, residuos de la limpieza de cisternas que contengan hidrocarburos o productos químicos peligrosos, residuos que contienen plomo, chatarra contaminada con sustancias peligrosas.	Nacional (Centro de operación: Esmeraldas)
CROPLIFE	Centro de Acopio Campo Limpio Croplife Ecuador	Almacenamiento temporal	Envases de plaguicidas triplemente lavados	Pedro Moncayo – Pichincha

Proponente / empresa	Nombre del proyecto / actividad	Fases de gestión	Materiales peligrosos o desechos especiales	Jurisdicción
COMEXPORT	Transporte a Nivel Nacional y Almacenamiento Temporal de Desechos Peligrosos (Electrónicos)	Transporte y Almacenamiento Temporal	Desechos Peligrosos (Electrónicos)	Nacional
HEWLETT PACKARD	Planet Partners para tóners en desuso marca Hp	Recolección, transporte y almacenamiento temporal de tóner Hp en desuso	Tóners de impresoras Hp en desuso	Nacional
GPOWER	Transporte de Productos Desechos o Material Peligrosos a Nivel Nacional "GPOWERGROUP S.A."	Transporte	Transporte de productos químicos, desechos especiales y/o peligrosos	Nacional
ARCOIL CIA. LTDA.	ARCOIL Sistema de Soluciones para un Entorno Limpio SSEL	Gestión Integral de Desechos Peligrosos		Nacional
INCINEROX	Transporte de Materiales Peligrosos	Transporte	Transporte de productos, desechos o materiales peligrosos de INCINEROX	Nacional
SISTEMLOG CIA. LTDA.	Transporte de Productos Químicos Peligrosos a nivel Nacional	Transporte	Emulsotron X-8124 Cortron Rn-451 Giptron T-427 Hipoclorito de sodio 10% Surfatron Dn-151 Bactron L-121	Nacional
LUIS EMILIO SÁNCHEZ GARCÍA	Transporte de Plástico de Invernadero en la ruta Ibarra – Quito, Quito – Latacunga Vehículo PBM-5951	Transporte	Plástico de Invernadero	Imbabura, Pichincha, Cotopaxi
TALLERES PMIASA	Recolección Transporte y Almacenamiento de Aceites Usados Generado Durante las Actividades de Mantenimiento en Maquinarias de Clientes dentro del Territorio Nacional	Almacenamiento y Transporte	Aceites lubricantes usados	Nacional
CONSORCIO ARMAS & CABRERA CIA. LTDA.	Servicio a Nivel Nacional de Recolección, Transporte Fluvial y Terrestre de Desechos Derivados de Hidrocarburos (Aguas de sentinas y aceites usados) y elementos contaminados con derivados de hidrocarburos y otros, almacenamiento, calificación y disposición final del Consorcio Armas & Cabrera Cia. Ltda.	Transporte Tratamiento (Disposición Final)	Aguas de sentinas Aceites usados Elementos contaminados con derivados de hidrocarburos Otros	Nacional (Transporte)

Proponente / empresa	Nombre del proyecto / actividad	Fases de gestión	Materiales peligrosos o desechos especiales	Jurisdicción
VERTMONDE	Centro de Procesamiento y Gestión Integral de residuos eléctricos y electrónicos	Almacenamiento y desensamblaje de equipos eléctricos y electrónicos	Residuos eléctricos y electrónicos (equipos de networking, impresoras, laptops, equipos de radiocomunicación, monitores/televisores, PC, periféricos, reguladores de voltaje, reproductor de audio y video, teléfonos celulares, maquinas calculadoras, baterías recargables, consolas de video juego, captadores de video, eléctricos, refrigeración, electrodomésticos, cables, partes y componentes)	Quito – Pichincha
VERTMONDE	Transporte a Nivel Nacional de Residuos Eléctricos y Electrónicos	Transporte	Residuos eléctricos y electrónicos (sin desensamblaje)	Nacional
INTEGRATED LOGISTICS SERVICES SERVILOGISTICS S.A	Integrated Logistics Services Servilogistics S.A LLS/ Servicios de Logística	Transporte		Pichincha
FABRICA DE BATERIAS FABRIBAT CIA. LTDA	Fabribat Cía. Ltda. - Baterías Ecuador			Pichincha
LETERAGO DEL ECUADOR S.A	Empresa Leterago Del Ecuador S.A.			Quito – Pichincha
GALVAGESTOR CIA LTDA	Galvagestor Cia. Ltda.			Quito – Pichincha
TANQUEPLAS LASCANO CIA. LTDA.	Tanqueplast-gestor ambiental			Quito – Pichincha
CADEPRODUC S.A.	Recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento de lámparas de radiación ultravioleta, focos ahorradores y de alumbrado publico	Transporte, Almacenamiento, Tratamiento	Lámparas de radiación ultravioleta, focos ahorradores y de alumbrado publico	Quito – Pichincha
INCINERACIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS PELIGROSOS INCINEROX CÍA. LTDA.	Centro de almacenamiento temporal, incineración y disposición final de desechos industriales	Incineración, Disposición Final	Desechos Industriales	Quito – Pichincha

Fuente: MAATE 2021.

Elaboración: propia.

Anexo 11: Territorios en conflicto por sitios de disposición final de residuos y poblaciones históricamente vinculadas a la gestión de residuos

Fuente: (EC MDMQ 2022).
Elaboración: Propia

Anexo 12: Fotografías de personas a cargo de los servicios de aseo y de minadores en antiguos botaderos de la ciudad

Capariches



Fotografías de Carlos S. Ribadeneira, en Recordando a Quito:
<https://www.facebook.com/RecordandoaQuito/posts/2723811074586072/>

Protestas de pobladores de Zámbriza



Fotografías tomadas de <https://www.facebook.com/VenimosdelAgua/photos/603498907678878>

Recicladores de la Asociación Vida Nueva, recuperando materiales reciclables en la Estación de Transferencia Norte



Fotografías de Xavier Gómez Muñoz en el blog La paradoja, publicadas el 25 de diciembre de 2020 en <https://xaviergomezmunoz.wordpress.com/2020/12/25/quito-ensucia-mucho-y-recicla-poco/>

Botadero de basura de La Marín y su relleno, sobre lo que hoy es la estación de la Ecovía del Playón de La Marín



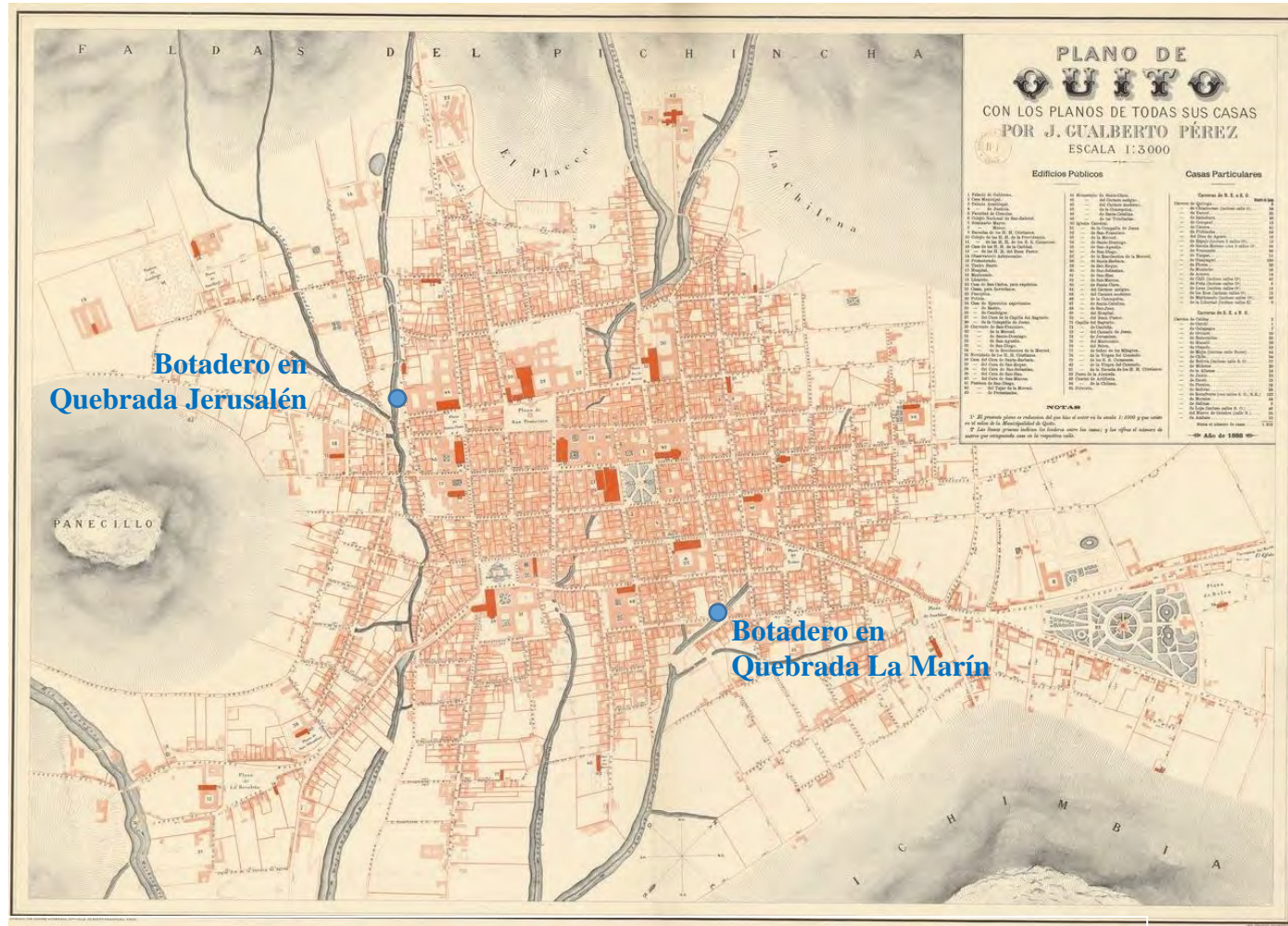
La fotografía de la izquierda fue tomada el 2 de febrero de 1865 (<https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-del-sistema-vial-de-quito>) y la de la derecha data del año 1979. (<https://www.facebook.com/RecordandoaQuito/photos/pb.100067223754596.-2207520000./1847874018846453/?type=3>).

Botadero de basura sobre la Quebrada Jerusalén, actualmente la Avenida 24 de Mayo



La fotografía de la izquierda muestra la antigua quebrada de Ullaguangayacu (de los Gallinazos), también conocida como Quebrada de Jerusalén. Este sitio fue utilizado como botadero de basura hasta 1899, año que se dispuso su relleno para la construcción de la Avenida 24 de Mayo que fue inaugurada en 1922 (Fuente: <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-del-sistema-vial-de-quito>, <https://elcofresito.blogspot.com/2017/09/historia-de-la-avenida-24-de-mayo-quito.html>)

Anexo 13: Plano de Quito elaborado por Gualberto Pérez en el que se señala las quebradas que fueron utilizadas como botaderos de basura



Fuente: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b530251824/f1.item.zoom>

Elaboración: Propia

Anexo 14: Imagen del Centro Histórico del DMQ con localización aproximada de sitios que fueron botaderos de basura

Fuente: Google Earth
Elaboración: Propia