

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Trabajo de Integración Curricular

Tema: Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el
Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)

AUTOR:

GUILLERMO DAVID LOYO POZO

QUITO DM, JULIO DE 2024

Tabla de Contenido

Tabla de Tablas.....	4
Tabla de Ilustraciones.....	5
1.Introducción.....	6
1.1.Justificación.....	6
1.2.Planteamiento del problema.....	6
1.3.Objetivos.....	9
1.3.1.Objetivo General.....	9
1.3.2.Objetivos Específicos.....	9
1.4.Alcance.....	9
2.Fundamentación Teórica.....	10
2.1.Marco Teórico.....	10
2.1.1.Definiciones.....	10
2.1.2.Características de los RCD.....	10
2.1.3.Importancia de la gestión adecuada de RCD.....	11
2.1.4.Economía circular.....	11
2.2.Marco legal y normativo.....	12
2.2.1.Legislación nacional sobre la gestión de RCD.....	12
2.2.2.Normativas locales relacionadas con la gestión de RCD en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).....	13
2.3.Marco histórico en el contexto internacional y nacional.....	14
2.4.Buenas Prácticas en la Gestión de RCD.....	16
2.4.1.Políticas Regulatorias.....	16
2.4.2.Separación en la fuente.....	17

2.4.3. Transporte.....	17
2.4.4. Reutilización.....	17
2.4.5. Reciclaje.....	18
2.4.6. Disposición final adecuada.....	18
3. Metodología.....	19
4. Discusión.....	21
4.1. Presentación de datos recolectados.....	21
4.1.1. Volumen de RCD dispuesto en escombreras septiembre 2019-junio 2024.....	21
4.1.2. Volumen por disponer escombreras.....	22
4.1.3. Volumen dispuesto mensual en el primer semestre 2024.....	24
4.1.4. Años de vida útil de las escombreras.....	24
4.2. Resultados: análisis de datos.....	25
4.2.1. Análisis del volumen de RCD dispuesto en escombreras septiembre 2019-junio 2024.....	25
4.2.2. Análisis de volumen por disponer escombreras.....	28
4.3. Análisis legislación vigente a nivel nacional y local.....	31
4.4. Evaluación del cumplimiento de la normativa.....	31
4.5. Desafíos y obstáculos enfrentados por el DMQ.....	32
4.6. Buenas prácticas en el DMQ comparadas con prácticas internacionales.....	32
5. Conclusiones y recomendaciones.....	34
5.1. Conclusiones.....	34
5.2. Recomendaciones.....	35
6. Bibliografía.....	36

Tabla de Tablas

Tabla 1: Revisión Literaria	19
Tabla 2: Volumen de RCD dispuesto en escombreras septiembre 2019-junio 2024.....	25
Tabla 3: Volumen por disponer escombreras.....	29
Tabla 4: Volumen dispuesto mensual en el primer semestre 2024.....	29
Tabla 5: Años de vida útil escombreras.....	30
Tabla 6: Buenas prácticas en el DMQ.....	33

Tabla de Ilustraciones

Figura 1. Ubicación Escombreras en el software Google Earth.....	8
Figura 2: Jerarquización de la gestión de residuos.	16
Figura 3: Metodología	20
Figura 4: Histórico de volumen dispuesto primer semestre (m ³).	21
Figura 5: Volumen por disponer escombrera el Troje IV.....	22
Figura 6: Volumen por disponer escombrera San Antonio.....	22
Figura 7: Volumen por disponer escombrera E35.	23
Figura 8: Volumen por disponer escombrera Oyacoto.	23
Figura 9: Volumen dispuesto mensual en el primer semestre 2024.....	24
Figura 10: Años de vida útil de las escombreras.	24
Figura 11: Ruta de navegación La Carolina-Escombrera San Antonio.....	26
Figura 12: Ruta de navegación La Carolina-Escombrera El Troje IV.....	27
Figura 13: Ruta de navegación La Carolina-Escombrera E35.	27
Figura 14: Ruta de navegación La Carolina-Escombrera Oyacoto	28

1. Introducción.

1.1. Justificación.

La industria de la construcción destaca como uno de los sectores con un gran impacto en temas económicos, ambientales y sociales “debido a la gran demanda de materias primas, al ser responsable de un importante gasto energético mundial, la generación de GEI (Gases de Efecto Invernadero) como el CO₂ (El dióxido de carbono) y el agotamiento de los materiales litosféricos” (Franco Reina et al., 2023), que en conjunto con el gran grado de urbanización que han alcanzado los países día a día, ha provocado una gran cantidad de residuos tanto de construcción como de demolición, los cuales se denominan RCD (Residuos de Construcción y Demolición). En el “proceso de urbanización, los RCD surgen de la construcción, reconstrucción, remodelación, ampliación, ejercicios de destrucción, obras viales, mantenimiento y demolición” (Shahzad Aslam et al., 2020).

Alrededor del mundo la gestión de RCD ha experimentado grandes avances donde “los RCD desde la reutilización, recuperación y reciclado en toda Europa por encima del 70%. [...]. En Taiwán, la tasa de reutilización de RCD se encuentra entre 64% -80% y en Corea del Sur y Japón alcanza el 97% ” (Suárez-Silgado et al., 2019), pero a la vez hay países que no destacan como China donde “el porcentaje de la tasa de tratamiento de los RCD está entre 3% y 10%.”(Suárez-Silgado et al., 2019). América Latina es una región la cual no posee adelantos significativos estimándose datos parecidos a los de China. Por lo tanto, considerando lo anterior, se evidencia la necesidad de realizar una investigación sobre la gestión de RCD en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

1.2.Planteamiento del problema.

El DMQ actualmente cuentan con 4 escombreras funcionales, estas son: la de San Antonio (Tanlahua), la del Troje IV, “en noviembre de 2023 se realizó la apertura de la nueva Escombrera E35 ubicada en el sector de San Juanito entre Pifo y Sangolquí” (EMGIRS EP, 2023), y en marzo de 2024 inicio a prestar servicios la escombrera de Oyacoto ubicada en el sector del peaje del mismo

nombre (EMGIRS EP, 2024). El volumen de generación de RCD dispuesto en las escombreras anteriormente mencionadas desde septiembre de 2019 a junio del 2024 ha sido de 3,203,658.31 m³ de acuerdo con la información recogida de los datos proporcionados por la “Empresa Pública de Gestión de Residuos (EMGIRS)” en sus informes mensuales de metas gerencia de cada mes que se encuentran en la página Web oficial de la empresa; cabe aclarar que el año 2022 contaba con datos hasta el mes de septiembre, sin embargo gracias a un informe de gestión donde se mostraba el volumen total de RCD del año 2022, además se usaron datos históricos presentes en el plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del distrito metropolitano de quito (2022-2032) del Municipio del DMQ. La problemática de la generación de RCD es que esta crece junto con el nivel de urbanización que presente la ciudad a lo largo de los años.

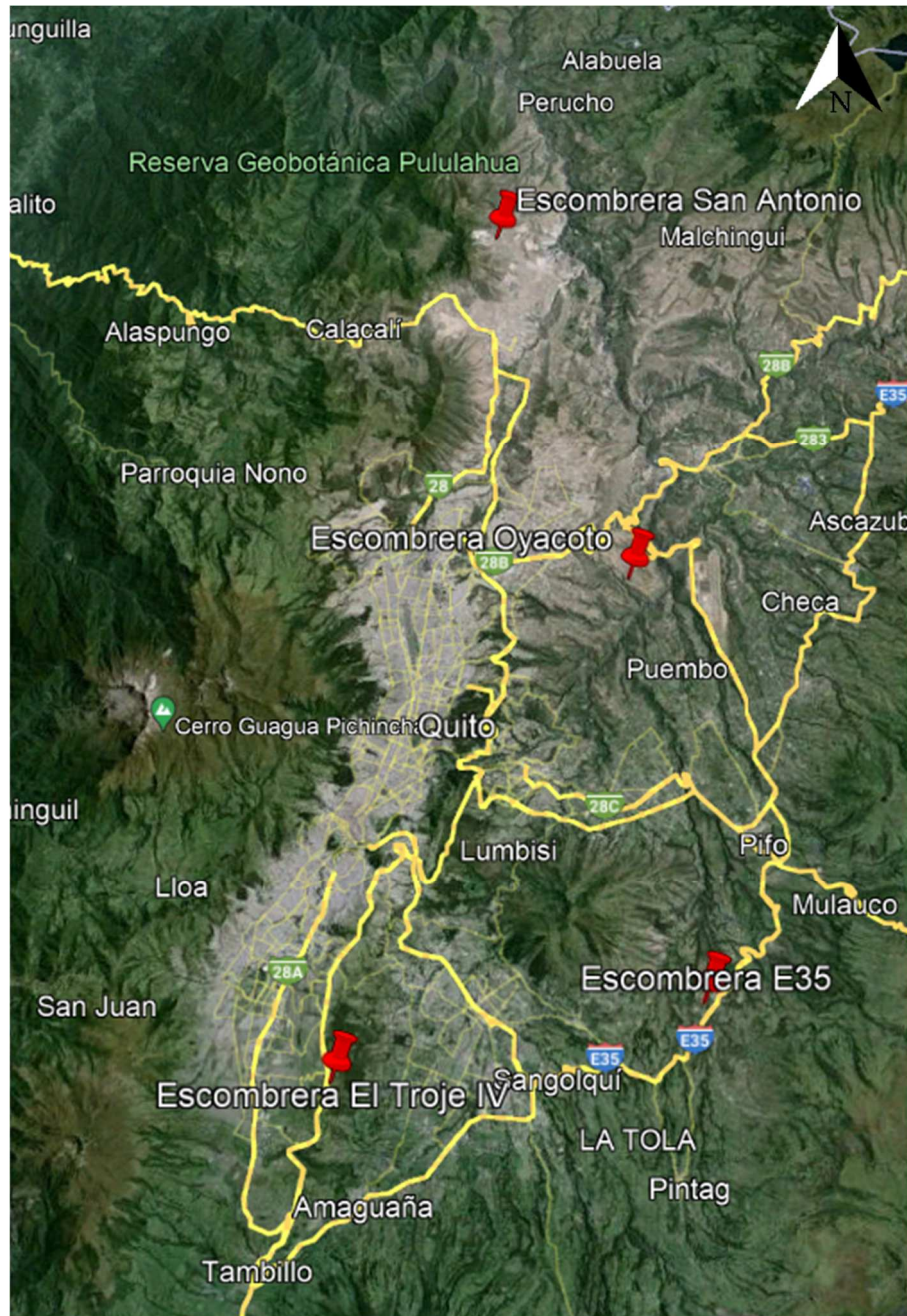


Figura 1. Ubicación Escombreras en el software Google Earth.

Fuente: Elaboración propia.

La principal problemática de la gestión de RCD se debe la unión de varios factores como la falta de planificación previa a la generación de RCD, la insuficiencia de datos y escasez de tratamiento de estos en el DMQ, y la falta de control por parte de las autoridades. Sumado a esto, la falta de conciencia

ciudadana en cuanto al manejo de RCD ha llevado a que estos residuos terminen en botaderos clandestinos, como quebradas, ríos o incluso en propiedades privadas sin cerramiento.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Generar un marco teórico y marco histórico contextual de la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), enfocándonos en el reutilización y reciclaje de estos materiales.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Investigar y analizar la legislación y normativa vigente relacionada con la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).
- Evaluar el cumplimiento y la aplicación efectiva de la legislación y normativa existente sobre la gestión de RCD en el DMQ.
- Determinar los desafíos y obstáculos enfrentados por el DMQ en la gestión de RCD, incluida la disponibilidad de infraestructura adecuada, recursos financieros y capacidad administrativa.
- Identificar buenas prácticas y experiencias exitosas de gestión de RCD a nivel local, nacional e internacional que puedan ser aplicables al contexto del DMQ.

1.4. Alcance.

El alcance de esta investigación se limita en analizar la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), abordando la problemática de la falta de infraestructura adecuada, la insuficiencia de datos públicos, la falta de interés por parte de autoridades y ciudadanía, y la necesidad de promover la reutilización y reciclaje de estos materiales. Se examinará la legislación vigente, se evaluará su aplicación efectiva, se identificarán los desafíos enfrentados por el DMQ y se buscarán

buenas prácticas para informar recomendaciones que mejoren la gestión de RCD en el DMQ.

2. Fundamentación Teórica.

2.1. Marco Teórico.

2.1.1. Definiciones.

- RCD: Todo tipo de residuo generado de la construcción, modificación o demolición de cualquier tipo de obra civil.
- Escombrera: Espacio físico que cumple con la función de ser el destino final de los RCD.
- COA: Código Orgánico del Ambiente
- DMQ: Distrito Metropolitano de Quito
- GADM: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal o Metropolitano
- EMGIRS: Empresa Pública de Gestión Integral de Residuos.
- ONU: Organización de las Naciones Unidas.
- AMC: Agencia Metropolitana de Control.
- RBU: Remuneración básica unificada.

2.1.2. Características de los RCD.

Los RCD “son voluminosos, pesados y en su mayoría inadecuados para su eliminación mediante incineración o compostaje. Esto plantea problemas de gestión” (Nitivattananon & Borongan, 2007). Estos residuos tiene una gran “variedad de materiales inertes/no inertes; por ejemplo, el hormigón, las rocas y el suelo se clasifican como materiales inertes, mientras que la madera, el vidrio y el plástico se clasifican como materiales no inertes” (Kabirifar et al., 2020), sin embargo, “la generación de residuos asimilables a escombros también puede ser provocado por desastres naturales” (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito et al., 2022) como los aluviones ocurridos en el

sector de la Gasca. Además, los RCD suelen estar mezclados con sustancias tóxicas como pueden ser combustibles, pinturas, entre otras, los cuales representan un riesgo de salud si se manipulan sin precaución.

2.1.3. Importancia de la gestión adecuada de RCD.

La gestión de los RCD “implica la puesta en marcha de sistemas y medidas para minimizar la generación de residuos, fomentar la reutilización y el reciclaje de materiales y disminuir el impacto de estos residuos en el medio ambiente” (Sánchez Molina et al., 2023). El campo de la construcción es “responsable de aproximadamente el 23% de los vertederos en Hong Kong, el 27% en Canadá, el 29% en Estados Unidos, el 40% en Brasil, 44% en Australia, 44% en el Reino Unido y un promedio de 35% a nivel mundial” (Kabirifar et al., 2020), al observar esos datos se ve la necesidad urgente de gestionar de una manera adecuada dichos residuos ya que dejar de lado la gestión de estos puede provocar circunstancias adversas como ha sucedido en la India donde “ciertos lugares [...] presentan escasez de arena” (Muñoz Pérez et al., 2021).

Para tener una adecuada gestión de RCD “es absolutamente necesaria una Ley de Gestión de Residuos y sus regulaciones asociadas para crear un sentido de responsabilidad en la gestión de residuos” (Ponnada & P, 2015). De ese modo “al adoptar medidas adecuadas en la gestión de los RCD, es posible reducir el consumo de recursos naturales y contribuir a la conservación del medio ambiente” (Sánchez Molina et al., 2023). En definitiva, la gestión apropiada de los RCD es un componente esencial para el logro de ciudades más resistentes, eficientes y ambientalmente responsables.

2.1.4. Economía circular.

La economía circular es el “principio de que todos los productos, componentes y materiales tienen un valor y deben ser utilizados de la manera más eficiente posible durante todo el ciclo de vida, desde la

extracción de materias primas hasta la eliminación final como residuos” (Sánchez Molina et al., 2023), oponiéndose por completo al modelo económico vigente hoy en día que es el de la economía lineal que “consiste en «tomar, hacer, tirar», que confía en la disposición de grandes cantidades baratas y fácilmente accesibles de materiales y energía, además de medios baratos para deshacerse de lo que ya no interesa. Tal modelo no es sostenible” (Cerdá & Khalilova, 2015). Algunas prácticas por mencionar de la economía circular son:

- La reutilización.
- El reciclaje.
- La reparación.
- La reducción.
- La recuperación.
- La economía colaborativa.
- La innovación de productos y procesos.

En definitiva, la economía circular maximiza el aprovechamiento de recursos al lograr convertir bienes que cumplieron con su vida útil en recursos para otros bienes por medio de las buenas prácticas de sostenibilidad, esto garantiza la seguridad de una línea de suministros en base a ese bien o bienes y al mismo tiempo que se logra minimizar el impacto ambiental. (Cerdá & Khalilova, 2015; Sánchez Molina et al., 2023)

2.2. Marco legal y normativo.

2.2.1. Legislación nacional sobre la gestión de RCD.

De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador del 2008 se establecen derechos fundamentales relacionados con el medio ambiente como:

- El artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador donde se establece el derecho que tiene la población a vivir en un ambiente sano garantice el buen vivir, Sumak Kawsay.
- El artículo 72 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que la naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas. (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador de 2007-2008, 2008)

Derechos como los mencionados anteriormente sirvieron para fundamentar la creación del Código Orgánico del Ambiente (COA), promulgado en el 2017, es la normativa más importante de la República del Ecuador en Materia Ambiental, contando con artículos como:

- El Art. 225, donde se establece políticas generales para la gestión integral de los residuos y desechos, en el cual se menciona que tanto instituciones como personas naturales o jurídicas tienen una obligatoriedad de manejo, responsabilidad de producción, minimización de riesgos sanitarios, fortalecimiento de educación con la ciudadanía, uso de mejores tecnologías, entre otras.
- El Art. 226, señala que la gestión de residuos y desechos debe cumplir con la jerarquización de prevención, minimización de la generación en la fuente, aprovechamiento o valoración, eliminación y termina en la disposición final.
- El Art. 227, menciona prohibiciones o limitaciones que tienen las personas o entidades que participan en la gestión de residuos y desechos.

2.2.2. Normativas locales relacionadas con la gestión de RCD en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) está regulada por el Código

Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito, cuenta con algunas regulaciones que afectan la gestión de RCD en el DMQ como:

- El Art. 3307, establece que la responsabilidad de recolección, transporte y disposición final corresponde a los productores de estos.
- El Art. 3308, menciona que los escombros que se encuentran en los sitios designados por parte de la autoridad ambiental no pueden ser mezclados con residuos de origen doméstico, industrial u hospitalario.
- El Art. 3309, señala que el productor como el constructor tienen la obligación de vigilar el manejo y disposición final de los escombros producidos.
- El Art. 3310, determina que es necesario la obtención de un permiso de movilización, el cual será expedido por el Municipio, el cual es el único documento habilitante que autoriza la movilización de estos residuos.
- El Art. 3330, indica que el Municipio es la entidad encargada de designar los sitios autorizados para recibir escombros y residuos. (El Concejo Metropolitano de Quito, 2024)

2.3.Marco histórico en el contexto nacional.

La problemática de los RCD empieza una vez terminada la segunda guerra mundial en 1945, debido a la gran cantidad de volumen originado tras los bombardeos (Sánchez Molina et al., 2023). Del 5 al 16 de junio de 1972 en Estocolmo, Suecia se celebró la Primera Cumbre para la Tierra donde se enunciaron principios de conservación y un plan de acción para las acciones medioambientales a nivel internacional (Bucio Toledo, 2023). En octubre de 1984 la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo se reunió para establecer un agenda global con la convicción de que es posible construir un futuro próspero, justo y seguro (Bucio Toledo, 2023). En 1992 “la comunidad internacional se reunió en Río de Janeiro, Brasil, para discutir los medios para

poner en práctica el desarrollo sostenible. Durante la denominada Cumbre de la Tierra de Río, los líderes mundiales adoptaron la Agenda 21” (Bucio Toledo, 2023), con una vista hacia un futuro con desarrollo sostenible. En diciembre de 1997 se adopta el Protocolo de Kioto en Japón, representando la acción más significativa hasta la fecha con respecto al cambio climático (Bucio Toledo, 2023). En la constitución de 1998 “el Ecuador introdujo la obligación estatal de proteger el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado” (Martínez Moscoso, 2019), un año después en 1999 se dictó la Ley de Gestión Ambiental por parte del Legislativo (Martínez Moscoso, 2019). En el año 2008 después de un proceso constituyente entra en vigor la nueva constitución de la República del Ecuador contando con un nuevo “modelo de desarrollo, denominado Sumak Kawsay o Buen Vivir, propio de la cosmovisión de los pueblos originarios, en la cual se reconoce a la Pacha Mama (Naturaleza o Madre Tierra), como el espacio donde se reproduce y realiza la vida” (Martínez Moscoso, 2019). En año 2015 se aprueba la Agenda 2030 por parte de la ONU con el objetivo de promover un desarrollo sostenible a nivel mundial y además se firmó el acuerdo de París por 196 partes (Bucio Toledo, 2023), en el 2016 entra en vigor el acuerdo de París además de que la Unión Europea constituye el Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE que tiene como objetivo conseguir “una gestión adecuada de los residuos de la construcción y demolición y de los materiales reciclados, que incluya una manipulación correcta de residuos peligrosos” (Comisión Europea, 2016). El 12 de abril de 2017 se publica en el registro oficial del país el código orgánico del ambiente (COA) con un tiempo de 12 meses para entrar en vigor, siendo este el documento más importante en materia ambiental del país (Presidencia de la República, 2017). En el 2019 por medio de decreto ejecutivo entra vigor el reglamento al código orgánico del ambiente (Moreno Garcés, 2019) y finalmente en 2023 se aprueba el plan de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios para el Distrito Metropolitano de Quito (2022-2032), siendo este el primer documento en materia ambiental del DMQ orientado hacia la visión de desarrollo sostenible y economía circular (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito et al., 2022).

2.4. Buenas Prácticas en la Gestión de RCD.

Una adecuada gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) “debe reflejar la jerarquía de gestión de residuos, siendo la prevención y minimización de residuos la primera prioridad, seguida por la reutilización y el reciclaje” (Ponnada & P, 2015).



Figura 2: Jerarquización de la gestión de residuos.

Fuente: Elaboración propia adaptada de (Franco Reina et al., 2023).

Esta jerarquización incluye el uso de buenas prácticas, sean internacionales como nacionales teniendo como objetivo de minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad. A continuación, se detallan estas prácticas:

2.4.1. Políticas Regulatorias

La implementación de políticas regulatorias orientadas hacia la gestión de RCD debe ser prioridad para los gobiernos y comunidades internacionales, de esa forma tenemos claros ejemplos de éxito respecto a la implementación de políticas regulatorias como fue el caso del Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE, en el 2016 y “en 1991, el gobierno japonés estableció la Ley de Reciclaje, que exigía a los ministerios pertinentes designar materiales

que debían controlar y fomentar la reutilización y el reciclaje”(Nitivattananon & Borongan, 2007).

2.4.2. Separación en la fuente.

Significa “separar diferentes materiales reciclables en el lugar de trabajo. Es decir, los trabajadores mantienen los metales separados de la madera y la madera separada del hormigón, etc., y colocan cada material en un recipiente diferente”(Ponnada & P, 2015). Este procedimiento depende de las políticas regulatorias de cada lugar, así tenemos ejemplos exitosos de separación en la fuente como Alemania, España y Bélgica destacan en este apartado, ya que cuentan con políticas de separación en la fuente, lo cual disminuye el material residual (Suárez-Silgado et al., 2019).

2.4.3. Transporte.

A nivel mundial, de acuerdo con la normativa vigente de cada lugar los RCD deben ser dispuestos en las escombreras o plantas de tratamiento más próximas a la fuente. Sin embargo, esto requerirá de una programación, es “importante programar la recolección de los RCD de manera regular y eficiente para evitar acumulaciones de residuos en la fuente de generación” (Sánchez Molina et al., 2023). Además, debe optimizarse el uso de las carreteras por medio de tecnología, como puede ser el uso de software de navegación (Comisión Europea, 2016).

2.4.4. Reutilización.

“Para que sea posible la reutilización, incluidas técnicas como el desmontado (previo a la demolición) y la recuperación (posterior a la demolición)” (Comisión Europea, 2016). El material generado de una construcción o demolición debe reutilizarse en el sitio o ser recuperado para posteriormente ser reutilizado, y a su vez un almacenamiento de este puede ayudar al público a conseguir materiales retirados de edificaciones desmanteladas (Ponnada & P, 2015) a un menor precio que el ofrecido por casas comerciales. Como se mencionó al inicio una de las técnicas

más comunes para un conseguir material de reutilización es la demolición selectiva que aunque es posible separar tipos de materiales en la fuente, no es una práctica preferida debido al escaso valor económico obtenido del desmantelamiento, y al tiempo y mano de obra invertidos, él cual es significativamente mayor que el de la demolición convencional (Gálvez-Martos et al., 2018). A pesar de esto se tiene modelos exitosos como el de Hong Kong donde las políticas de regulación permiten reutilizar un 25% de los residuos en edificios viejos y un 75% en edificios nuevos, por medio de la técnica de demolición selectiva (Nitivattananon & Borongan, 2007).

2.4.5. Reciclaje.

El proceso de reciclaje depende fundamentalmente del tipo de material del con el que se cuenta, de ese modo podemos decir que los residuos de madera pueden ser usados como encofrados o los de hormigón como material de relleno de carretera o como agregado para la fabricación de nuevo hormigón (Ponnada & P, 2015). Un claro ejemplo de esto es la India donde la escasez de arena ha llevado a que “la trituración de agregados gruesos reciclados para obtener la arena es completamente necesaria” (Muñoz Pérez et al., 2021), sin embargo si queremos mencionar modelos exitosos tenemos los de “Países Bajos, Irlanda y Hungría, notifican tasas de recuperación (debido al reciclaje de residuos de la construcción) de entre el 99 y el 100%” (Franco Reina et al., 2023).

2.4.6. Disposición final adecuada.

Este es el “último paso del ciclo de vida de estos residuos, que consiste en eliminar de manera controlada los RCD que no pueden ser reutilizados, reciclados o valorizados energéticamente” (Sánchez Molina et al., 2023), estos residuos serán dispuestos en los sitios autorizados que disponga la autoridad competente, que de acuerdo con políticas regulatorias a nivel mundial estos residuos no deben ser mezclados con

otro tipo de residuo sólido y debe separarse los residuos peligrosos provenientes de construcciones o demoliciones. Si bien esta es la práctica menos deseable cabe mencionar que “la gestión de RCD en países de Latinoamérica se centra en la disposición final” (Franco Reina et al., 2023).

3. Metodología.

Para el desarrollo de esta investigación, se llevó a cabo una revisión literaria para lograr fundamentar teóricamente la misma y poder proporcionar un contexto amplio y detallado sobre la temática abordada. Para ello se revisaron diversas fuentes de información, que incluye una variedad de documentos relevantes.

Tabla 1: Revisión Literaria

Referencias	
Constitución de la República	1
Código Orgánico	1
Reglamento del Código Orgánico	1
Código municipal	1
Plan de gestión de residuos	1
Tesis de maestría	1
Informe de gestión empresa	2
Artículos	10
Protocolo de gestión de residuos	1
Libro	1
Página Web Oficial	1
Entrevista televisiva	1
Total	22

Fuente: Elaboración propia

Además de la revisión literaria, se llevó a cabo una consulta directa con el área de coordinación de escombros de la EMGIRS, que proporciona la información estadística más reciente que dispone, cabe aclarar que bastantes de a las referencias bibliografías son de la página web oficial del EMGIRS, por lo que se le considero que están incluidas en ese apartado de la tabla 1.

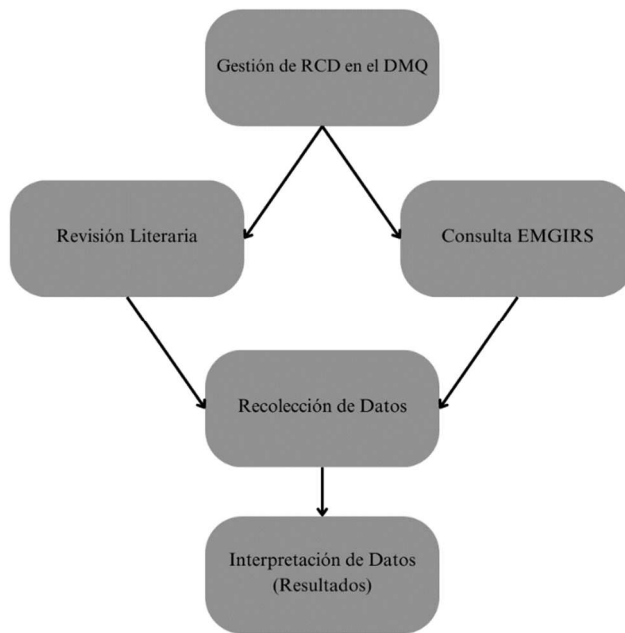


Figura 3: Metodología

Fuente: Elaboración propia

4. Discusión.

4.1. Presentación de datos recolectados.

4.1.1. Volumen de RCD dispuesto en escombreras septiembre 2019-junio 2024.

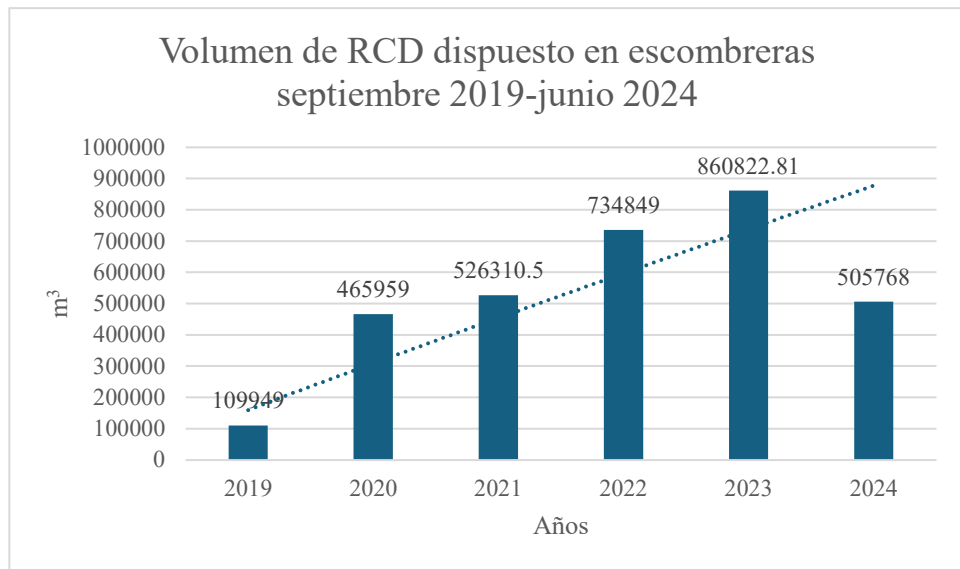


Figura 4: Histórico de volumen dispuesto primer semestre (m³).

Fuente: (EMGIRS EP, 2022, 2024a; Municipio del Distrito Metropolitano de Quito et al., 2022)

4.1.2. Volumen por disponer escombreras.

4.1.2.1. Volumen por disponer escombrera el Troje IV.

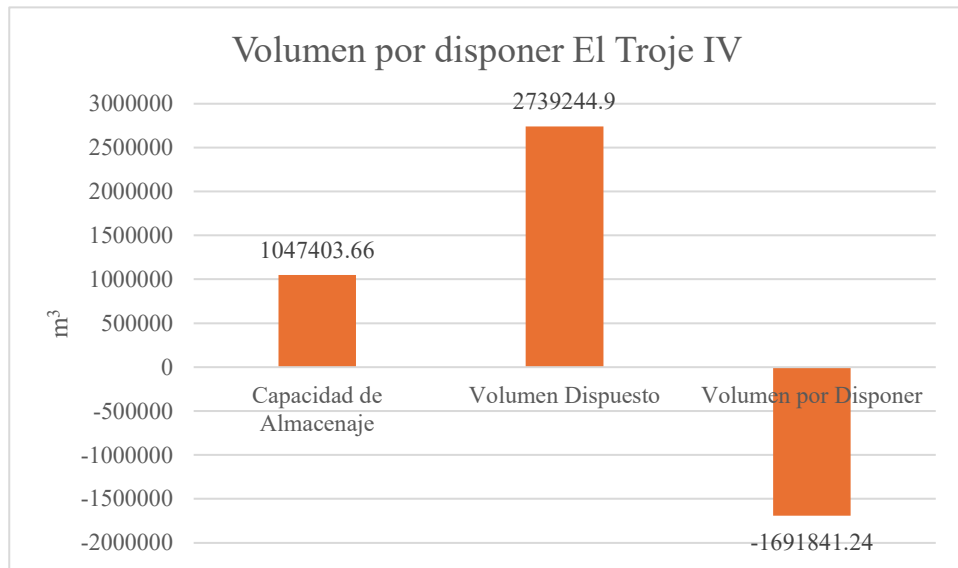


Figura 5: Volumen por disponer escombrera el Troje IV.

Fuente: (EMGIRS EP, 2019, 2022, 2024a; Municipio del Distrito Metropolitano de Quito et al., 2022).

4.1.2.2. Volumen por disponer escombrera San Antonio.

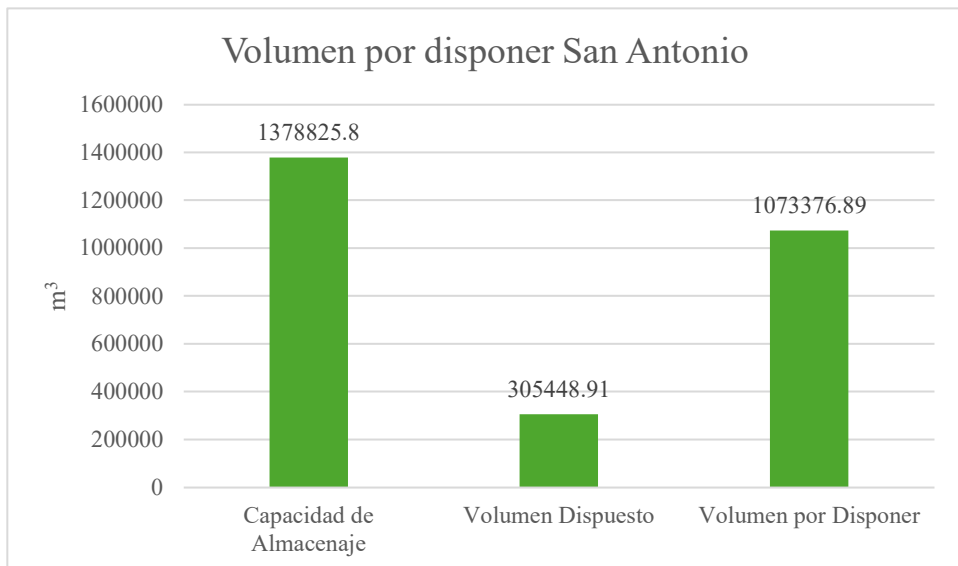


Figura 6: Volumen por disponer escombrera San Antonio.

Fuente:(EMGIRS EP, 2020, 2024a; Municipio del Distrito Metropolitano de Quito et al., 2022).

4.1.2.3.Volumen por disponer escombrera E35.

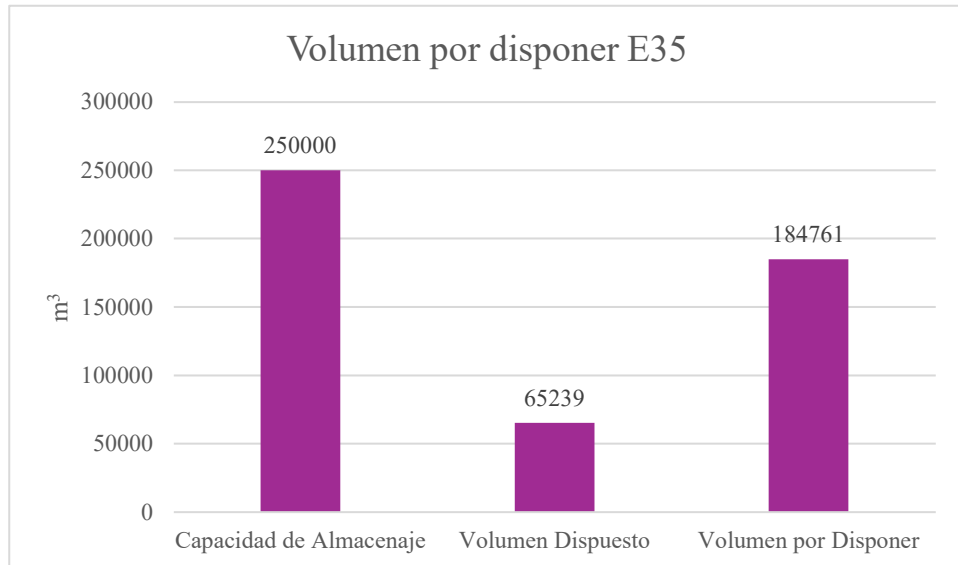


Figura 7: Volumen por disponer escombrera E35.

Fuente: (EMGIRS EP, 2023, 2024a).

4.1.2.4.Volumen por disponer escombrera Oyacoto.

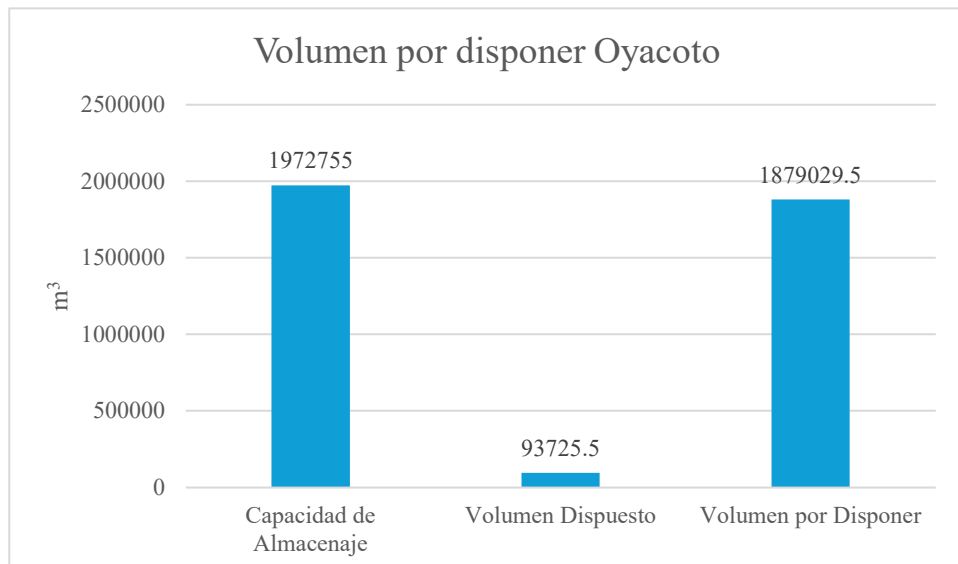


Figura 8: Volumen por disponer escombrera Oyacoto.

Fuente: (EMGIRS EP, 2024b, 2024a).

4.1.3. Volumen dispuesto mensual en el primer semestre 2024.

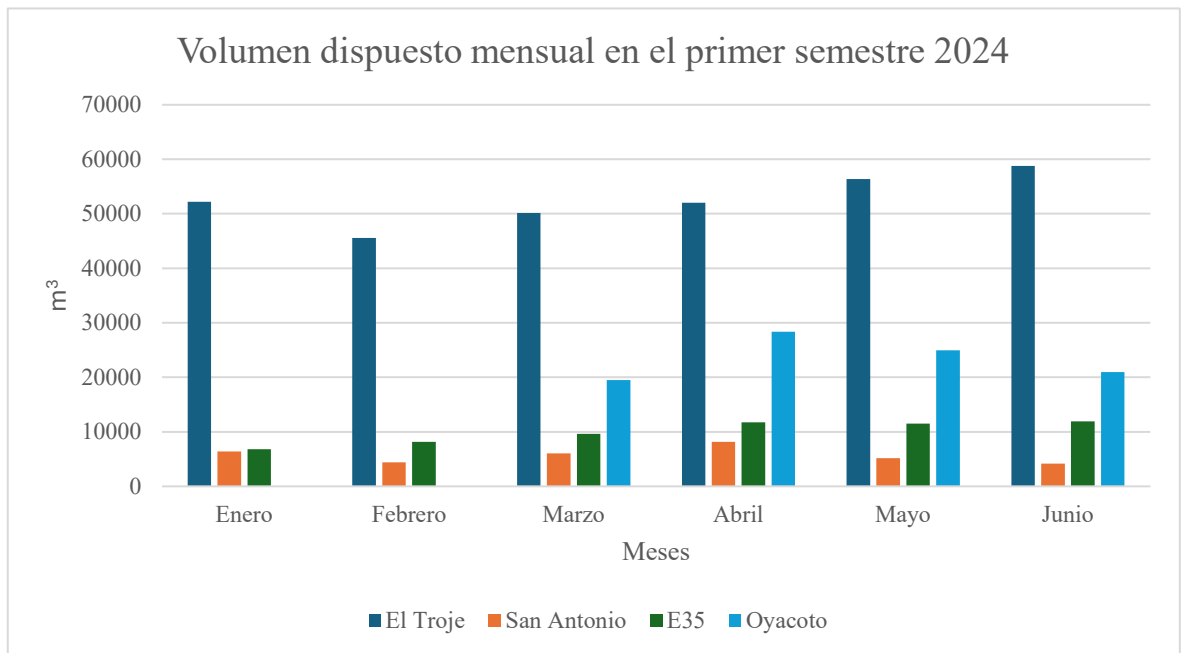


Figura 9: Volumen dispuesto mensual en el primer semestre 2024.

Fuente: (EMGIRS EP, 2024a).

4.1.4. Años de vida útil de las escombreras.

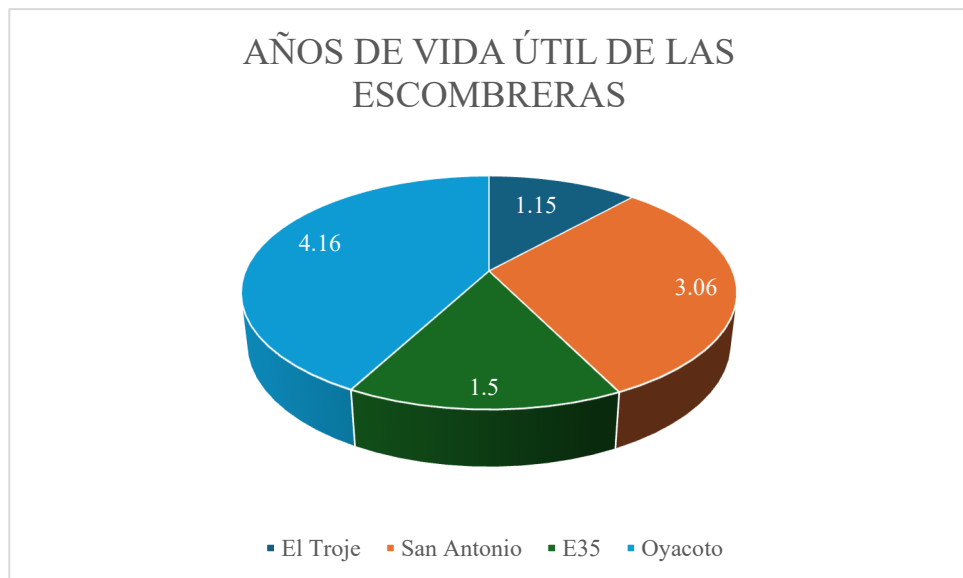


Figura 10: Años de vida útil de las escombreras.

Fuente:(EMGIRS EP, 2024a).

4.2.Resultados: análisis de datos.

4.2.1. Análisis del volumen de RCD dispuesto en escombreras septiembre 2019-junio 2024.

Para facilidad de comprensión los datos presentados en la figura 4 se encuentran en la tabla 2, además de añadir los datos correspondientes a cada escombrera.

Tabla 2: Volumen de RCD dispuesto en escombreras septiembre 2019-junio 2024.

Año	Troje IV	San Antonio	E35	Oyacoto	Total/año
2019	109949	0	0	0	109949
2020	464214	1745	0	0	465959
2021	480673	45637.5	0	0	526310.5
2022	451783	75701	0	0	734849
2023	736252	119082.31	5488.5	0	860822.81
2024	318040	34252	59750.5	93725.5	505768
Total/escom.	2560911	276417.81	65239	93725.5	3203658.31

Fuente: (EMGIRS EP, 2022, 2024a; Municipio del Distrito Metropolitano de Quito et al., 2022)

Podemos observar como a lo largo de los años la escombrera El Troje IV ha sido la escombrera más usada por la ciudadanía, dejando al resto subutilizadas. De los 3203658.31 m³ que se han dispuesto en las escombreras a lo largo de 5 años y 6 meses el 85.5% de estos corresponde únicamente a la escombrera El Troje IV. Esto puede deberse de cierto modo al artículo 225 del COA en el cual se especifica que los RCD deben ser trasladados desde el lugar de la fuente de origen hacia el sitio más cercano de disposición final, tomando como punto de referencia el sector de del parque La Carolina, el cual se ha destacado en los últimos años como uno de los lugares con más crecimiento en proyectos constructivos y mediante el uso de software de navegación tenemos la siguiente información.

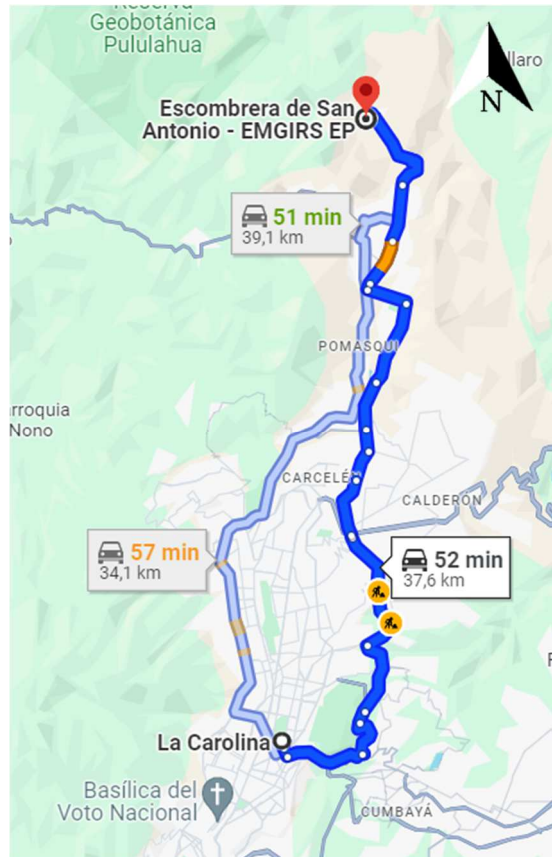


Figura 11: Ruta de navegación La Carolina-Escombrera San Antonio.

Fuente: Elaboración propia usando el software de navegación Google Maps.

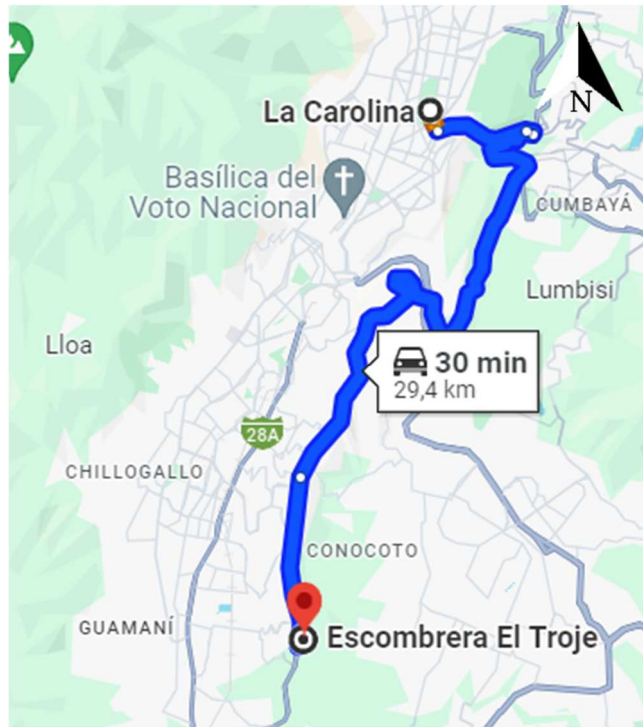


Figura 12: Ruta de navegación La Carolina-Escombrera El Troje IV.

Fuente: Elaboración propia usando el software de navegación Google Maps.

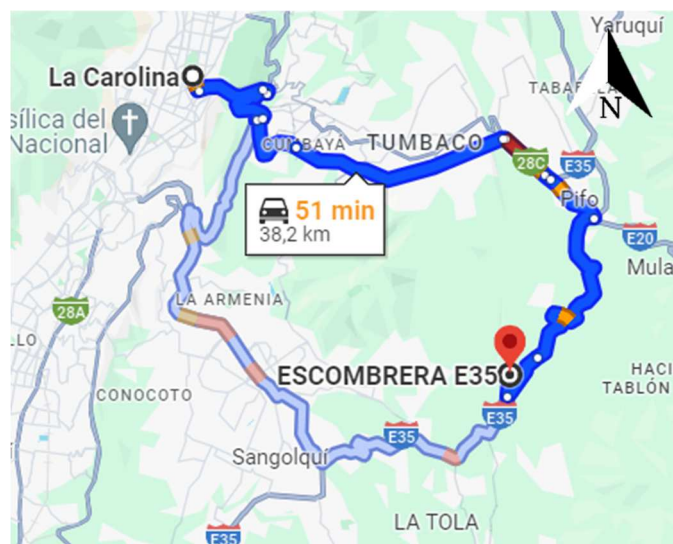


Figura 13: Ruta de navegación La Carolina-Escombrera E35.

Fuente: Elaboración propia usando el software de navegación Google Maps.

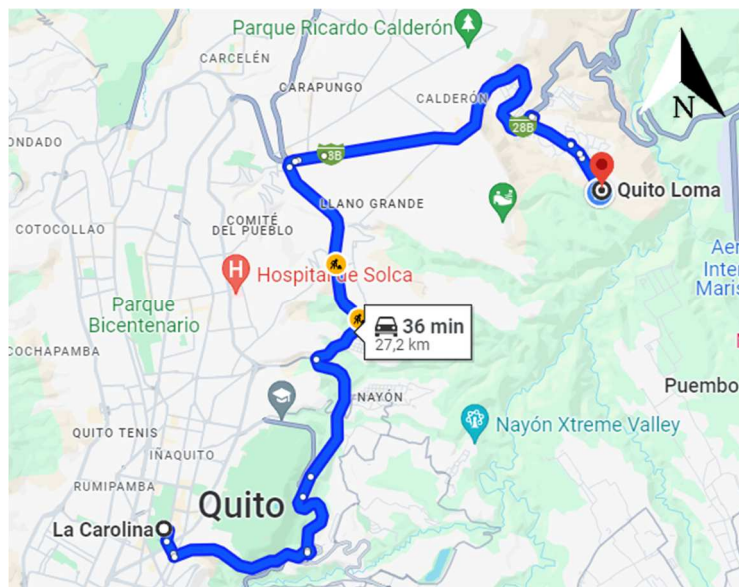


Figura 14: Ruta de navegación La Carolina-Escombrera Oyacoto

Fuente: Elaboración propia usando el software de navegación Google Maps.

Al observar los mapas proporcionadas resulta de manera evidente que el punto más conveniente de disposición final de acuerdo con la normativa vigente es la escombrera El Troje IV.

4.2.2. Análisis de volumen por disponer escombreras.

En los datos de la tabla 3 podemos observar los volúmenes por disponer en porcentajes de las escombreras funcionales, donde se observa de manera alarmante como la escombrera El Troje IV ha agotado su capacidad de almacenamiento además, de exceder este en un 62%, por lo que se deduce que esta es una de las consecuencias de que la escombrera se haya convertido en el punto de disposición final de prácticamente todos los sectores del DMQ abarcando desde el centro norte, al centro, sur y valle de los chillos.

Tabla 3: Volumen por disponer escombreras.

Escombrera	Capacidad de Almacenaje	Volumen Dispuesto	Volumen por Disponer	
			Metros Cúbicos (m3)	Porcentaje %
Troje IV	1047403.66	2739244.9	-1691841.24	-162%
San Antonio	1378825.8	305448.91	1073376.89	78%
E35	250000	65239	184761	74%
Oyacoto	1972755	93725.5	1879029.5	95%

Fuente:(EMGIRS EP, 2019, 2020, 2023, 2024b; Municipio del Distrito Metropolitano de Quito et al., 2022).

Esto también pudo deberse a temas de agenda política, donde las autoridades pertinentes, en este caso el GADM del DMQ, estaba dirigiendo sus recursos hacia otras áreas como pudo haber sido el metro de Quito en su momento. Sin embargo, en mayo del 2024 se autorizó que EL Troje IV empiece su cierre técnico.

4.2.3. Análisis del volumen dispuesto mensual en el primer semestre 2024.

Al observar la tabla 4 resulta evidente como a pesar de la apertura de una escombrera, la presión en las instalaciones del Troje IV no ha mermado, sin embargo, es interesante como la escombrera de Oyacoto a pesar de estar en funcionamiento solo 4 meses ha superado ya la cantidad de volumen que ha sido dispuesto en la E35 abierta en noviembre de 2023 y a la San Antonio la cual empezó funciones en 2020.

Tabla 4: Volumen dispuesto mensual en el primer semestre 2024.

Año 2024	Escombreras			
	El Troje IV	San Antonio	E35	Oyacoto
Enero	52209	6383	6825	0
Febrero	45549	4378	8143	0
Marzo	50122	6026	9635.5	19470.5
Abril	52047	8138	11743.5	28365
Mayo	56347	5142	11495.5	24941
Junio	58766	4185	11908	20949

Total	315040	34252	59750.5	93725.5
-------	--------	-------	---------	---------

Fuente:(EMGIRS EP, 2024a).

En conclusión, se puede intuir que los sectores próximos a la escombrera de San Antonio y a la E35, se encuentran desprovistos del desarrollo de proyectos de carácter constructivo por lo que estas instalaciones actualmente están subutilizadas, sin embargo, aún no se puede concluir nada hasta esperar el cierre definitivo del Troje IV y ver cómo evoluciona esta disposición de volumen en las escombreras restantes.

4.2.4. Análisis años de vida útil escombreras.

En la tabla 5 se muestra los posibles años de cierre de las escombreras, a pesar de que esta es la información más reciente, hay que tomar en cuenta que estos años no son definitivos ya que pueden suceder ejemplos como El Troje IV donde se estimaba su cierre en 2021 y a pesar de eso seguirá funcionando hasta 2025, esto nos demuestra lo ineficiente que es el modo de gestión actual el cual consiste en enviar los RCD a un punto de disposición final y si el DMQ quiere alejarse de este modelo, optimizando así el uso de las escombreras y avanzando hacia un desarrollo sostenible debe invertir en algún modelo ya existente y que ha tenido éxito para dar un pequeño paso hacia una economía circular.

Tabla 5: Años de vida útil escombreras.

Escombreras	Años de vida útil	Posible Cierre
El Troje	1.15	agosto-2025
San Antonio	3.06	julio-2027
E35	1.5	diciembre-2025
Oyacoto	4.16	agosto-2028

Fuente:(EMGIRS EP, 2024a).

4.3. Análisis legislación vigente a nivel nacional y local.

El COA no aborda exclusivamente la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD), sino que se aplica a la gestión de desechos y residuos sólidos en general. Al comparar la legislación nacional con respecto a la local, encontramos que en esta última ya se encuentran puntos focalizados únicamente hacia la gestión de RCD, sin embargo, hay que tener en cuenta que información proporcionada por entidades públicas tanto a nivel nacional como regional han identificado que el cumplimiento y aplicación efectiva de la legislación y normativa sobre la gestión de RCD, presenta desafíos significativos. Es obligatorio cumplir con estas disposiciones legales es crucial tanto para entidades públicas como privadas, ya que el incumplimiento puede acarrear sanciones.

4.4. Evaluación del cumplimiento de la normativa.

Como se explicó en el punto anterior tanto a nivel nacional como local se cuenta con una normativa vigente acerca de la gestión de residuos sólidos en la que se encuentran inmersos los RCD, a pesar de esto todavía existe una violación a las normas por parte de la ciudadanía por lo que el DMQ por medio de la AMC ha implementado un sistema de regulaciones sancionatorio por medio de la multa del 50% de una RBU la cual corresponde al valor de \$ 230 dólares de los Estados Unidos de América, de acuerdo con la directora de la AMC, Lira Villalba, actualmente se cuentan con 115 procesos legales en lo que corresponde al depósito de escombros en sitios no autorizados por el municipio del DMQ (FM Mundo Live, 2024), además comento que actualmente gracias al avance de la tecnología y globalización donde todo el mundo busca estar conectado por medio de un dispositivo electrónico, la ciudadanía ha empezado a formar parte de los puntos de control por medio de denuncias al servicio integrado de seguridad nacional (ECU 911) el cual trabaja de manera conjunta con el municipio del DMQ y por lo tanto con la AMC.

4.5.Desafíos y obstáculos enfrentados por el DMQ.

El DMQ cuenta con problemas y obstáculos evidentes en cuanto a la gestión de RCD como es la falta de levantamiento de datos de generación de estos en los sectores del DMQ, la falta de conocimiento tanto por parte de empresas como por parte de los profesionales o trabajadores que se dedican a la construcción, falta de inversión en la gestión de RCD, la falta de interés de las autoridades hacia los RCD que se acrecentó a lo largo de los años, sin importar que actualmente se está comenzando con un control más riguroso por parte de las autoridades y falta de estudios e investigaciones que permitan pasar del modelo de gestión actual que consiste en llevar los RCD a las escombreras a un modelo de desarrollo sostenible.

4.6.Buenas prácticas en el DMQ comparadas con prácticas internacionales.

Se puede realizar una comparativa de las buenas prácticas realizadas a nivel mundial lo que se hace en el DMQ, teniendo lo siguiente:

- La implementación de políticas regulatorias, normas, legislaciones entre otros documentos de carácter legal, tenemos ejemplos como las políticas implementadas por el Japón y el protocolo implementado por la UE, donde el DMQ si bien no cuenta con un documento que se enfoque solamente en los RCD si tiene documentos en materia ambiental con los que apoyarse.
- El DMQ no cuenta con conocimiento acerca de una separación en la fuente de RCD exhaustiva separando los diferentes residuos según su condición, composición, material, entre otras; si no que la separación en la fuente se limita únicamente a mencionar que los RCD no pueden mezclarse con otro tipo de residuo sólido a diferencias de lugares como la UE.
- En cuanto a transporte el DMQ cumple de manera satisfactoria con lo estipulado por normas internacionales donde se dice que los RCD deben ser depositados en los sitios de disposición final adecuado más cercano.

- En cuestión de reutilización no se tiene hábitos como el de la demolición selectiva, si no que aquí se procede a demoler y clasificar todo como RCD sin la necesidad de revalorizar y encontrar un uso para esos residuos.
- El reciclaje de RCD igual que la reutilización no tiene una cultura desarrollada en el DMQ, ya que todo sobrante de una construcción o demolición se convierte automáticamente en residuo ante los ojos de profesionales y trabajadores de la construcción, a menos de que este en buen estado prácticamente nuevo para reventa u otro uso.
- La disposición final es la practica más extendida en el DMQ basando su modelo de gestión en esta donde se especifica que todo RCD debe ser designado a los sitios de recolección autorizados como son las escombreras, sin embargo, esto es lo menos optimo ya que se necesita la construcción de las escombreras con el propósito de llenar y abandonar, lo cual es algo consumista alejándose por completo del modelo de economía circular.

Tabla 6: Buenas prácticas en el DMQ.

Buenas prácticas en el DMQ				
Buenas prácticas	Cumple de manera efectiva	Cumple parcialmente	Nivel mínimo de cumplimiento	No cumple
Políticas regulatorias		X		
Separación en la fuente			X	
Transporte	X			
Reutilización				X
Reciclaje				X
Disposición Final	X			

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones y recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

- 1) El excesivo uso de la escombrera el Troje IV ha permitido que esta exceda su capacidad límite y a su vez esto subutiliza el resto de las instalaciones, lo que podría llevar a una distribución de recursos para nada equitativa por parte de las autoridades lo que dificultaría el mantenimiento de las instalaciones menos usadas.
- 2) La escombrera Oyacoto como una posible sucesora de la escombrera el Troje IV sucesor ya que solo en 4 meses ha demostrado tener una alta tendencia de uso por parte de la ciudadanía, debido al acceso rápido y directo por medio de la Av. Simón Bolívar hasta la Panamericana Norte, sin embargo, habrá que ver como evolucionan sectores como el sur y el valle de los chillos con respecto al cierre del Troje IV.
- 3) La demostración de una posible pésima ubicación estratégica por parte de la escombrera San Antonio, ya que a pesar de ser la segunda escombrera más antigua en funcionamiento es la que menos RCD ha recibido en lo que va del 2024, entre algunas causas se pueden encontrar la apertura de las 2 últimas escombreras las cuales se encuentran más cerca de los puntos de origen de RCD en la fuente.
- 4) La falta de una alternativa al modelo de gestión de RCD de disposición final que consiste en esperar que una escombrera cumpla su tiempo de vida útil o su capacidad de almacenamiento para esperar a cerrar este y empezar la búsqueda de un nuevo espacio para el siguiente, lo que es drásticamente opuesto al modelo de desarrollo sostenible implementado en los ODS de la ONU.
- 5) La falta de datos en generación de RCD lo que impide generar tendencias de acuerdo con los sectores del DMQ, y de ese modo poder analizar cuáles son los sectores que más producen RCD y así poder proceder de manera adecuada en cuanto a políticas, estrategias, etc.
- 6) La necesidad de una legislación o normativa exclusivamente destinada a la gestión de RCD, ya que la actual al estar abarcando tanto residuos sólidos

domésticos como residuos sólidos peligrosos, se encuentra demasiado limitada en cuanto a los lineamientos que se deberían seguir.

- 7) Una deficiente formación en materia del cuidado ambiental por parte de la población, lo que dificulta de manera significativa los intentos de avance de las autoridades hacia un modelo de la no generación de RCD.
- 8) Prueba de que el modelo de gestión del DMQ es casi en su totalidad lineal y consumista, en el que se deja de lado la reutilización y reciclaje en pro de una acelerada urbanización.
- 9) Una clara falta de interés de entidades públicas, privadas, y académicas en cuanto a la investigación de los posibles modos de recuperación, reutilización y reciclaje de únicamente RCD.

5.2.Recomendaciones.

- 1) En caso de observar que solo una instalación esta siendo sobrecargada, hacer uso de cierres temporales, para garantizar la liberación de presión en la instalación y de ese modo garantizar el uso de las otras instalaciones.
- 2) Un seguimiento detenido a la escombrera Oyacoto para evitar un caso similar a la del Troje IV, para que la escombrera pueda cumplir con su objetivo sin hacer un uso excesivo de las instalaciones.
- 3) Mejorar en la disposición de futuras escombreras o infraestructura de procesamiento para evitar la subutilización de algunas instalaciones, además de desmotivar a que la ciudadanía se incline hacia el incumplimiento de las normas impuestas debido a molestos viajes largos.
- 4) Invertir de manera directa o mediante alianzas público-privadas en la construcción de infraestructura destinada a la reutilización y reciclaje de RC. Lo que a su vez conllevaría a un cambio de modelo de gestión acercándose cada vez más a hacia el modelo de economía circular.
- 5) Invertir en un levantamiento de datos en todo el DMQ identificando de ese modo los sitios que más RCD producen y las dificultades que estos experimentan o designan a otro sector, para de esa forma contar con una idea de a lo que se enfrenta el modelo de gestión vigente.

- 6) Implementar leyes o normativas enfocadas únicamente hacia los RCD basándose en experiencias o ejemplos extranjeros como lo ha sido en la UE y a su vez orientándolos hacia la realidad del DMQ.
- 7) A cercarse la población por medio de actividades barriales como festivales, charlas, casas abiertas donde la ciudadanía se interese en la adecuada gestión de RCD, además de funcionar como un observador permanente en cuanto al incumplimiento de las leyes, y adicionalmente un endurecimiento de estas con respecto al deposito de RCD en un sitio no autorizado.
- 8) Trabajar en propuestas de alternativas al sistema de gestión vigente, teniendo como objetivo un futuro de desarrollo sostenible en el DMQ, empezando la transición a ser una de las ciudades verdes más importantes del país y de la región.
- 9) Invertir o fomentar el interés de las entidades públicas, privadas y académicas a la necesidad de la realización de estudios e investigaciones acerca de los posibles usos de los RC y así poder reintegrarlos a línea de suministros comercial ofrecidas en el mercado.

6. Bibliografía.

- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador de 2007-2008. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. 1–219. <https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>
- Bucio Toledo, R. M. (2023). *Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición: Influencia de los agregados reciclados en la elaboración de adoquines para su uso en pavimentos* [Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000846625/3/0846625.pdf>
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2015). *Economía Circular, Estrategia Y Competitividad Empresarial Economía Circular*. <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERDÁ y KHALILOVA.pdf>
- Comisión Europea. (2016). Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE. *Comisión Europea*. <https://static.construible.es/media/2017/11/protocolo->

gestion-residuos-construccion-demolicion-ue.pdf

- El Concejo Metropolitano de Quito. (2024). *Código municipal para el Distrito Metropolitano de Quito*. 0, 1–845. <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/codigo-municipal-distrito-metropolitano-quito>
- EMGIRS EP. (2019). *Escombrera el TROJE IV*.
<https://emgirs.gob.ec/index.php/setup/setup-3/escombrera-el-troje-iv>
- EMGIRS EP. (2020). *Escombrera San Antonio*.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/setup/setup-3/escombrera-san-antonio>
- EMGIRS EP. (2022). *Informe de gestión 2022*.
<https://www.emgirs.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/160-rendicion-de-cuentas-2022?download=2743:informe-de-gestion-2022>
- EMGIRS EP. (2023). *Quito cuenta con el servicio de una nueva escombrera autorizada la escombrera E35*. <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/contact-us/45-travels-3/804-primera-visita-de-proponentes-interesados-en-el-proyecto-nuevo-complejo-ambiental-del-dmq-2>
- EMGIRS EP. (2024a). *Consulta personal EMGIRS EP*.
- EMGIRS EP. (2024b). *Nueva escombrera autorizada 'Oyacoto'*.
<https://emgirs.gob.ec/index.php/noticiasep/8-features/814-en-beneficio-del-ambiente-nueva-escombrera-autorizada-oyacoto>
- FM Mundo Live. (2024). *Control de quebradas en el DMQ*. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=7GXKFa6wfuE>
- Franco Reina, J. O., Cusme Vera, C. E., & Stay Coello, D. O. (2023). La gestión integral de residuos de construcción y demolición, un enfoque hacia la sostenibilidad de las ciudades. *South Florida Journal of Development*, 4(6), 2254–2277.
<https://doi.org/10.46932/sfjdv4n6-004>
- Gálvez-Martos, J. L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 136(May), 166–178.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>

- Kabirifar, K., Mojtahedi, M., Changxin Wang, C., & Vivian, W. Y. T. (2020). A conceptual foundation for effective construction and demolition waste management. *Cleaner Engineering and Technology*, 1(November), 100019. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2020.100019>
- Martínez Moscoso, A. (2019). El nuevo marco jurídico en materia ambiental en Ecuador. Estudio sobre el código orgánico del ambiente. *Actualidad Juridica Ambiental*, 2019(89), 14–46. https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2019/04/2019_04_08_Martinez_Nuevo-marco-juridico-ambiental-Ecuador.pdf
- Moreno Garcés, L. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. 1–192. <https://www.studocu.com/ec/document/escuela-superior-politecnica-del-litoral/introduccion-gestion-ambiental/reglamento-al-codigo-organico-del-ambiente/8697239>
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, EMGIRS EP, & EMASEO EP. (2022). *Plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito (2022-2032)*. <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools/zentools-slideshow>
- Muñoz Pérez, S. P., Bayona Reyes, M. J., & Yovera Santisteban, J. R. (2021). Gestión de residuos de construcción y demolición, para mitigar el impacto Ambiental y preservar nuestros recursos naturales: Una revisión de la literatura. *Ecuadorian Science Journal*, 5(2), 100–106. <https://doi.org/10.46480/esj.5.2.90>
- Nitivattananon, V., & Borongan, G. (2007). Construction and Demolition Waste Management : Current Practices in Asia. *International Conference on Sustainable Solid Waste Management, 5-7 September*, 97–104. https://www.researchgate.net/publication/268206184_Construction_and_Demolition_Waste_Management_Current_Practices_in_Asia
- Ponnada, M. R., & P, K. (2015). Construction and Demolition Waste Management – A Review. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 84, 19–46.

<https://doi.org/10.14257/ijast.2015.84.03>

Presidencia de la República. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. 1–92.

https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf%0Ahttps://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

Sánchez Molina, J., Sánchez Zuñiga, J. V., & Bautista Ruiz, J. H. (2023). *Economía Circular Un Aporte a Través Del Aprovechamiento De Los Residuos De Construcción Y Demolición (RCD)* (Primera Ed). Ecoe Ediciones S.A.S.
<https://libros.ufps.edu.co/index.php/editorial-ufps/catalog/book/50>

Shahzad Aslam, M., Huang, B., & Cui, L. (2020). Review of construction and demolition waste management in China and USA. *Journal of Environmental Management*, 264(February), 110445. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110445>

Suárez-Silgado, S. S., Betancourt Quiroga, C., Molina Benavides, J., & Mahecha Vanegas, L. (2019). La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión. *Entramado*, 15(1), 224–244.
<https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408>