



DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA Y HÁBITAT SOSTENIBLE

**ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
(RCD) EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES PARA UN HÁBITAT SOSTENIBLE DE LA
CIUDAD DE QUITO.**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magister enArquitectura
con mención en Hábitat Sostenible

Autor: Lenin Fernando Gómez Barroso

Tutor: Arq. M.Arch. Juan Daniel Cabrera Gómez

QUITO-ECUADOR

2026

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN POR PARTE DE LA AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN Yo, LENIN FERNANDO GÓMEZ BARROSO declaro ser autora del Trabajo de Investigación con el nombre “ **ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES PARA UN HÁBITAT SOSTENIBLE DE LA CIUDAD DE QUITO**”, como requisito para optar al grado de Magister en Arquitectura y hábitat Sostenible y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indo américa, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI). Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo. Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 15 días del mes de enero de 2026, firmo conforme.

Autor: Lenin Fernando Gómez Barroso

Firma:

Número de Cédula: 1717710758

Dirección: Pichincha, Quito, San Luis de Chillo Gallo

Correo Electrónico: gomezleninprofe@gmail.com

Teléfono:0995335051

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Titulación “ ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES PARA UN HÁBITAT SOSTENIBLE DE LA CIUDAD DE QUITO”
presentado por Lenin Fernando Gómez Barroso
para optar por el Título Magíster en Arquitectura y Hábitat Sostenible

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 15 de enero de 2026.

.....
Arq.M. Arch. Juan Daniel Cabrera Gómez MSc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magister en Arquitectura y Hábitat Sostenible, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del/a autor/a.
Quito, 15 de enero de 2026.

Lenin Fernando Gómez Barroso

1717710758

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: " ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES PARA UN HÁBITAT SOSTENIBLE DE LA CIUDAD DE QUITO" previo a la obtención del Título de Magister en Arquitectura y Hábitat Sostenible reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 15 de enero de 2026.

Arq.M.Arch. Luis Soria

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Arq.M.Arch. Elizabeth Miranda

EXAMINADOR

Arq.M.Arch. Juan Daniel Cabrera Gómez

DIRECTOR

DEDICATORIA

A la Coordinadora de Arquitectura, Arq. Sonia Cueva Phd, cuyo liderazgo, dedicación y compromiso han sido una guía invaluable durante este proceso. Su capacidad para escuchar y brindar orientación, junto con su disposición constante para ofrecer el consejo adecuado en momentos de incertidumbre, han sido esenciales en la concreción de este trabajo.

Su enfoque, tanto técnico como humano, ha sido una fuente continua de inspiración, evidenciando que el verdadero éxito no se mide solo por los logros académicos, sino también por el desarrollo personal y profesional que se alcanza mediante el esfuerzo y la perseverancia.

Expreso mi más sincero agradecimiento por su paciencia, sus enseñanzas y el tiempo que ha invertido en acompañarme en cada etapa de este camino. Esta tesis, más allá de ser un proyecto académico, es un reflejo de la confianza que depositó en mí, de los conocimientos que me transmitió y del compromiso mutuo hacia la excelencia.

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente inagotable de fortaleza y sabiduría, por haberme guiado y sostenido a lo largo de este camino. Agradezco profundamente la claridad mental, la perseverancia y la fe que me fueron concedidas para culminar este proyecto, así como por Su presencia constante en cada etapa de mi vida.

A mi hermano Benjamín, cuyo apoyo incondicional ha sido fundamental y quien siempre ha sido un modelo de esfuerzo, dedicación y constancia. Le agradezco por su confianza en mí, sus valiosos consejos y por estar presente en los momentos más difíciles, siempre dispuesto a ofrecer su ayuda.

A mi madre, cuyo amor, bondad y sacrificio han sido la base sobre la cual he podido construir mis sueños. Estoy profundamente agradecido por su comprensión y cariño inquebrantables, que me han inspirado a persistir y avanzar, incluso en los momentos más desafiantes.

Este trabajo es un reflejo del amor, la fe y el apoyo incondicional que he recibido de todos ustedes. Expreso mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN	II
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	IV
APROBACIÓN TRIBUNAL	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	4
ESCALA MACRO A NIVEL MUNDIAL	4
ESCALA MESO A NIVEL DE LATINOAMÉRICA	6
ESCALA MICRO A NIVEL NACIONAL	7
Pregunta de investigación:	9
JUSTIFICACIÓN.....	11
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	12
Objetivo General:	12
Objetivos Específicos:	12
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO	12
DEFINICIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD).....	12
TIPOS DE CLASIFICACIÓN DE LOS RCD	13
1. Clasificación según la fuente generadora (2025).....	13
2. Clasificación por Jerarquía Ambiental (del 2024).....	13
3. Clasificación de acuerdo a la naturaleza de los materiales (2024).....	13
4. Clasificación según su peligrosidad (2023).....	13
5. Clasificación según la posibilidad de aprovechamiento (2023).....	14
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)	15
LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y LOS RCD.....	16

Definición de vivienda	16
Vivienda unifamiliar	16
Tipos de Viviendas Unifamiliares	17
Estudio de la Generación de los RCD en Viviendas Unifamiliares en Quito-Ecuador	17
1. Contexto urbano de Quito (95 %)	18
2. Proporción muy elevada en el parque constructivo (90 %)	18
3. Predominio de la autoconstrucción (85%)	19
4.Falta de sistemas de gestión diferenciados (80 %).....	19
5. Oportunidad para la sostenibilidad barrial (75%).....	19
6. Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS (70%).....	19
VIVIENDAS UNIFAMILIARES COMO MODELO DE ESTUDIO PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	20
IMPACTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)	21
TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE LA CONTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	23
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RCD	24
Rellenos sanitarios	24
Vertederos a nivel municipal	25
NORMATIVA NACIONAL ENFOCADA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	26
NORMATIVA LOCAL REFERENTE A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RCD EN EL DMQ	27
Normativa Nacional y local relacionada con el cambio climático	29
Normativa Nacional y local sobre Construcción Sostenible	30
CAPÍTULO III.....	32
DISEÑO METODOLÓGICO.....	32
2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	33
ÁREA DE ESTUDIO Y LOCALIZACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO	33
ESTRUCTURA GEOGRÁFICA / CONTEXTO FÍSICO.....	33
LOCALIZACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO	33
A NIVEL DE PROVINCIAS/PROVINCIA DE PICHINCHA	35
A NIVEL DE CIUDAD / QUITO	36
A NIVEL DE CIUDAD / QUITO	36
AL NIVEL DE ADMINISTRACIÓN ZONAL / A. Z. EUGENIO ESPEJO.....	38
CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN	39
A NIVEL DE PARROQUIAS/ PARROQUIA CHILLOGALLO.....	39

LA PARROQUIA URBANA DE CHILLOGALLO	39
CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN	40
A NIVEL DE BARRIO / El Barrio San Luis de Chillogallo.....	40
Características del Barrio San Luis.....	40
Proceso Legislativo y Regularización	41
Efecto de la Planificación de la Ciudad	42
CASO DE ESTUDIO 2 / CONSTRUCCIÓN	42
A NIVEL PARROQUIAS/ PARROQUIA LA MENA	42
CASO DE ESTUDIO 2 / CONSTRUCCIÓN	43
A NIVEL DE BARRIOS / BARRIO EXCOMBATIENTES DEL 41	43
MATRIZ CAUSA EFECTO DE DEMOLICIÓN DE VU DE 2 PLANTAS	45
Análisis de la Matriz Causa Efecto de Demolición de VU de 2 plantas	45
CASO DE ESTUDIO 2 / CONSTRUCCIÓN	46
EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INEFICIENTE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA CIUDAD DE QUITO.....	46
MATRIZ CAUSA EFECTO DE CONSTRUCCIÓN DE VU DE 3 PLANTAS.....	46
Análisis de la Matriz Causa Efecto de Construcción de VU de 3 plantas.....	47
NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	48
TIPO DE INVESTIGACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN ...	48
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DEL RCD.....	49
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	49
Método Inductivo – deductive.....	49
POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
Revisión Bibliográfica.....	51
Fichas de observación técnica	51
Entrevistas.....	52
TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	52
PROCESO METODOLÓGICO.....	53
CAPÍTULO IV.....	55
ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	55
DESARROLLO DE OBJETIVOS	56
DESARROLLO DEL OBJETIVO 1	56

3. Cuantificar y cualificar los residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares para la adecuada gestión de los mismo en la ciudad de Quito.....	64
CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN	65
a) Planos de la vivienda Unifamiliar de 2 pisos demolida	65
FIGURA 24. CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN.....	67
.....	68
Análisis de la Matriz del estado deteriorado de la vivienda.....	69
1. Cimentaciones.	69
2. Estructura muros.	69
3. Forjados / losas.....	69
4. Cubiertas / techos.....	69
5. Electricidad y gas.....	69
6. Acabados interiores.	69
7. Riesgos especiales.	69
8. Entorno: Propiedades.	69
Demolición de la VU de 2 pisos	70
2. Descripción adecuada por fracción y masas/volúmenes estimados	72
3. Gestión sugerida de cada fracción	72
4. Inclusión de residuos peligrosos.....	72
5. Valores orientativos y adaptabilidad	72
CASO DE ESTUDIO 2 / CONSTRUCCIÓN	73
PRIMERA ETAPA CONSTRUCTIVA	74
1) Flujos dominantes y composición esperada	75
2) Impactos ambientales y operativos	75
3) Riesgos y problemas habituales	76
4) Oportunidades de valorización / reutilización	76
5) Acciones recomendadas en obra.....	76
FIGURA 28. ETAPA INTERMEDIA CONSTRUCTIVA	76
MATRIZ ETAPA INTERMEDIA CONSTRUCTIVA.....	77
Análisis de la Etapa 2 de la Etapa Intermedia/ estructural y obra gruesa	77
4) Oportunidades de valorización/reutilización.....	78
Síntesis de la Matriz de Diferencias de RCD de Construcción y Demolición, Estrategias y Normativas de RCD en VU	81
ESTRATEGIAS DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	88
CAPITULO V	90

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	97
1.Diagnosticar la situación actual de los residuos de construcción y demolición RCD de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.....	97
a) Instrumento para la recolección de información:	97
ENCUESTAS ESTRUCTURADAS DIRIGIDAS A PROFESIONALES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN, DEMOLICIÓN Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE	97
b). Guía de observación para evaluar los sitios de construcción y demolición que generan RCD....	98
GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EVALUAR LA GENERACIÓN Y MANEJO DE RCD EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN QUITO	99
c) Análisis documental de normativas y estadísticas de generación de RCD.	100
ANÁLISIS DOCUMENTAL DE NORMATIVAS Y ESTADÍSTICAS SOBRE RCD EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES – QUITO	100
2.Determinar el impacto ambiental de la ineficiente gestión de residuos de construcción y demolición de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.....	105
3.Cuantificar y cualificar los residuos de construcción y demolición de viviendas unifamiliares para la adecuada gestión de los mismo en la ciudad de Quito.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Escala Macro	5
FIGURA 2: Escala Meso	6
FIGURA 3: Escala Micro.....	7
FIGURA 4: Árbol de Problemas	10
FIGURA 5: Composición (RCD) Quito- Ecuador	15
FIGURA 6: Razones del estudio de la generación de los RCD.	17
FIGURA 7 : Los Limutes del Ecuador	33
FIGURA 8 : Ubicación de la República del Ecuador en el continente americano	34
FIGURA 9: Ubicación de la República del Ecuador en América del Sur.....	34
FIGURA 10 : Las 4 Regiones del Ecuador	34
FIGURA 11: Cantones de la Provincia de Pichincha.....	35
FIGURA 12: Administraciones zonales del DMQ.....	35
FIGURA 13: Parroquias Rurales del DMQ.....	36
FIGURA 14: Administraciones y parroquias de la ciudad de Quito	37

FIGURA 15: Administración Zonal Eugenio Espejo	38
FIGURA 16: Parroquia Mariscal Sucre	41
FIGURA 17: Lote 6 / Vivienda Unifamiliar / Barrio San Luis de Chillo Gallo	41
FIGURA 18 : Parroquia La Mena.....	43
FIGURA 19: Ubicación del Barrio Excombatientes.....	44
FIGURA 20: Croquis del Barrio Excombatientes del 41	41
FIGURA 21: Composición de RCD más reciclable en viviendas unifamiliares-Quito	41
FIGURA 22 : Primer piso/ Vivienda unifamiliar	65
FIGURA 23: Segundo piso/ Vivienda unifamiliar demolida	65
FIGURA 24: Techo.....	62
FIGURA 25: CASO DE ESTUDIO 1/DEMOLICIÓN	67
FIGURA 26: Demolición de la VU de 2 pisos.....	70
FIGURA 27: Segundo piso/ Vivienda unifamiliar	73
FIGURA 28: Tercer piso/ Vivienda unifamiliar construida.....	74
FIGURA 29: ETAPA INTERMEDIA CONSTRUCTIVA	76
FIGURA 30: ETAPA FINAL CONSTRUCTIVA	78
FIGURA 31: Análisis comparativo que muestra los porcentajes de recuperación posibles versus recuperación real	78
FIGURA 32: Recuperación del RCD por material.....	86
FIGURA 33: Comparación entre generación y recuperación del RCD	87
FIGURA 34 : Demolición en San Luis de Chillo Gallo	107

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Clasificación de los RCD de los RCD	14
TABLA 2: de los Tipos de Viviendas Unifamiliares.....	17
TABLA 3: Los límites del Ecuador	33
TABLA 4 : Las 4 Regiones Naturales del Ecuador	34
TABLA 5 : Barrios de la Parroquia de Chillo Gallo.....	39
TABLA 6: Aspectos Destacados de la vivienda 94	42
TABLA 7: Parroquia La Mena.....	43
TABLA 8 : Matriz Causa Efecto de Construcción de VU de 3 plantas	45
TABLA 9 : Matriz Causa Efecto de Demolición de VU de 2 plantas.....	47

TABLA 10 : Población y Muestra	50
TABLA 10 : Población y Muestra	50
TABLA 11 : Matriz de diseño Metodológico	55
TABLA 12: Revisión documental sobre los RCD de las VU de Quito	56
TABLA 13 : Entrevistas dirigidas a profesionales de la construcción.....	58
TABLA 14: Impacto ambiental de la gestión de RCD en viviendas unifamiliares – Quito.....	63
TABLA 15: Área de Construcción de la VU Demolida.....	66
TABLA 16 : Matriz del estado deteriorado de la vivienda	68
TABLA 17: Matriz de estimación de los Residuos de Demolición de la VU de 2 pisos.....	71
TABLA 18 : Primera Etapa Constructiva	75
Tabla 19 : Etapa Constructiva Intermedia	77
Tabla 20: Etapa Final Constructiva.....	79
TABLA 21: Matriz de Diferencias de RCD de Construcción y Demolición, Estrategias y Normativas de RCD en VU	80
TABLA 22: Matriz de Semejanzas, Estrategias y Normativa de RCD en Viviendas Unifamiliares.....	81
TABLA 23 : Comparación por cantidades de RCD : Construcción (3 pisos) vs. Demolición (2 pisos) con Estrategias.....	82
TABLA 24 : Síntesis normativa de la Matriz de Semejanzas, Estrategias y Normativa de RCD en VU	84
TABLA 25 : Estrategias de los Residuos de Construcción y Demolición	88
TABLA 26 : . Encuesta Estructurada.....	99
TABLA 27 : . Generación y clasificación de residuos	99
TABLA 28 : . Manejo y almacenamiento de RCD	99
TABLA 29 : . Comentarios generales y observaciones	92
TABLA 30 : . Normativas Vigentes sobre la Gestión de RCD en Quito.....	101
TABLA 31 : . Responsabilidades por Actor	102
TABLA 32 : . ESTADÍSTICAS DE GENERACIÓN DE RCD EN QUITO	103
TABLA 33 : INFRAESTRUCTURA DE GESTIÓN DE RCD EN QUITO.....	104
TABLA 34 : Matriz Leopold para evaluar los RCD en la construcción y demolición de Viviendas Unifamiliares.....	105
TABLA 35 : Matriz de Cualificación y Cuantificación Residuos Generados	106
TABLA 36 : Matriz de cualificación y cuantificación de residuos en la demolición de una vivienda unifamiliar.....	106

RESUMEN EJECUTIVO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA DIRECCIÓN DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA Y HÁBITAT SOSTENIBLE

TEMA: ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES PARA UN HÁBITAT SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE QUITO.

AUTOR: Lenin Fernando Gómez Barroso

TUTOR: Arq. Juan Daniel Cabrera Gómez MSc.

La urbanización acelerada de Quito ha conllevado a un crecimiento de los residuos de construcción y demolición (RCD), cuya mala gestión contamina el suelo y el agua que afecta el entorno urbano y la salud. La investigación aborda la problemática de la gestión de los RCD en viviendas unifamiliares y desarrolla propuestas sostenibles en base a la economía circular. Este estudio sostiene que la aplicación de estrategias de valorización, separación en la fuente y reutilización del material, reduce la afectación de los impactos ambientales y sociales, y mejora la eficiencia de los procesos constructivos. En cuanto a la metodología, la investigación se basa en una metodología mixta, y técnicas cualitativas y cuantitativas en cuanto a la revisión bibliográfica, fichas de observación técnica, entrevistas y visitas de campo que se han desarrollado en dos casos de estudio: una construcción y una demolición de una vivienda unifamiliar en el sur de Quito. Los resultados demuestran que la demolición produce seis veces más residuos que la construcción (295 t por 46,2 t) pero que hay sólo un 10 % de recuperación al 36 % que estaba previsto en el Plan DMQ 2025, así que queda claro que se necesita fortalecer las ordenanzas municipales 213 y 332, difundir la educación ambiental en el sector de la construcción y fomentar un sistema de gestión integral de RCD que convierta la basura en recurso, ayudando a alcanzar el cumplimiento de los ODS 11 y 12 y a un modelo de ciudad más resiliente y sostenible en Quito.

Palabras clave: Economía circular, gestión sostenible, residuos de construcción y demolición (RCD), viviendas unifamiliares.

ABSTRACT

INDOAMERICA TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

GRADUATE STUDIES OFFICE

MASTER'S DEGREE IN ARCHITECTURE AND SUSTAINABLE HABITAT

THEME: Management Strategies for Construction and Demolition Waste (CDW) in Single-Family Housing for a Sustainable Habitat in the City of Quito.

AUTHOR: Lenin Fernando Gómez Barroso

ADVISOR: Arq. Juan Daniel Cabrera Gómez, Mg.

MANAGEMENT STRATEGIES FOR CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (CDW) IN SINGLE-FAMILY HOUSING FOR A SUSTAINABLE HABITAT IN QUITO

The accelerated urbanization of Quito has led to a significant increase in construction and demolition waste (CDW), whose inadequate management contaminates soil and water, thereby affecting the urban environment and public health. This research addresses the issue of CDW management in single-family housing and develops sustainable proposals based on the principles of the circular economy. The study argues that implementing strategies such as waste valorization, on-site separation, and material reuse reduces environmental and social impacts while improving the efficiency of construction processes. Methodologically, the research employs a mixed approach, combining qualitative and quantitative techniques, including literature reviews, technical observation sheets, interviews, and field visits. These were applied in two case studies: the construction and demolition of a single-family house located in southern Quito. The results show that demolition generates six times more waste than construction (295 tons compared to 46.2 tons). Yet only 10% of the materials are recovered—well below the 36% recovery rate projected in the DMQ 2025 Plan. These findings underscore the urgent need for local authorities and stakeholders to immediately strengthen Municipal Ordinances 213 and 332, prioritize environmental education within the construction sector, and expedite the development of an integrated CDW management system that converts waste into resources. Prompt action on these fronts is crucial to achieving Sustainable Development Goals 11 and 12 and to building a more resilient and sustainable Quito.

KEYWORDS: circular economy, construction and demolition waste (CDW), single-family housing, sustainable management.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La rápida transformación de Quito, caracterizada por la expansión del área urbana y el aumento en la construcción de edificaciones y viviendas, ha dado lugar a un problema crónico: La mala gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD). Cualquier tipo de intervención produce cantidades de escombros que deberían distinguirse en la forma en que se manejan técnicamente y con una justa conciencia ambiental, pero la poca infraestructura que existe para su tratamiento y el ineficiente control que se aplica a las normativas existentes han fortalecido la inadecuada disposición de los residuos, trayendo como consecuencia la contaminación del suelo y agua, así como afectaciones a la calidad de vida en la ciudad. (Distrito Metropolitano de Quito. DMQ, 2025).

En la ciudad se generan diariamente unos 6.000 m³ de RCD, cantidad que evidencia el problema. Quito será la ciudad ecuatoriana pionera en contar con una planta de reciclaje y recuperación de RCD que podrá procesar hasta 90.000 m³ al año y convertirlos en insumos reutilizables para la industria de la construcción (DMQ, 2025). Se trata del modo de avance de un modelo lineal hacia uno circular, donde los residuos se convierten en recursos valorizables.

En Ecuador, varios estudios recientes han puesto de manifiesto el potencial de aprovechamiento de los RCD. En una investigación de campo realizada en la urbanización Balcashi, Parroquia Pifo, se dio cuenta de la capacidad de reutilización de los residuos que se generan en la fase estructural de la vivienda, se asegura la posibilidad de incluir prácticas sostenibles en su obra local (Universidad Central del Ecuador, 2025).

En Quito se han realizado también estudios recientes donde se han estimado la generación de RCD en edificaciones del Distrito Metropolitano y su relación con el cambio climático, es de tal forma que se precisa la urgencia de incluir la gestión de residuos en la mitigación de sus emisiones de CO₂ (FLACSO Andes, 2024). Y es que también a nivel nacional se subraya que todavía hay limitaciones en la implementación de planes integrales, el monitoreo de sus normativas y la promoción de la economía circular en el sector de la construcción.

La ineficaz gestión de los RCD, o residuos de construcción y demolición, representa no solo un reto ambiental sino también un reto urbano, sanitario y económico.

En primer lugar, el inadecuado manejo de los RCD conlleva a la contaminación y el deterioro paisajístico correspondiente. En segundo lugar, el inadecuado manejo implica desaprovechar materiales que podrían reducir el uso de recursos naturales y de esa manera bajar los costos de producción. El inadecuado manejo de los residuos de construcción y demolición representan un riesgo para la salud pública debido a que propician la aparición de campos de insalubridad y la exposición a materiales peligrosos.

La justificación de este estudio se fundamenta factores críticos:

Impacto Ambiental: La disposición inapropiada de los RCD afectan el suelo, el agua, etc.

Sostenibilidad Urbana: Permite un reciclaje responsable y evita extraer nuevos recursos naturales.

Salud Pública: La gestión inadecuada de los RCD puede crear ambientes insalubres, provocando la difusión de vectores de enfermedades y generando riesgos para la salud de la población.

Cumplimiento Normativo y Gobernanza: Permite realizar prácticas correctas de gestión de residuos y fomentar la responsabilidad ambiental entre los actores del sector de la construcción.

Este estudio resulta muy pertinente dado que trata un problema urgente y relevante en Quito; la ineficiencia en la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD), además es viable por cuanto posee recursos y la capacidad para colaborar con autoridades, empresas y la comunidad en la implementación de soluciones ante esta problemática.

El presente estudio pretende analizar las falencias actuales de la gestión de RCD en Quito y proponer los ejes estratégicos que permitan: Contar con marcos normativos más efectivos, fomentar la valorización de los residuos y la promoción de una cultura ciudadana orientada hacia la sostenibilidad. La inauguración de la primera planta de reciclaje de escombros del país del 10 de julio de 2025, representa un hito más de esta transición, aunque falta un modelo de gestión que articule el compromiso institucional con la innovación técnica y la participación social, impulsará una verdadera economía circular que reducirá los impactos ambientales y fortalecerá la sostenibilidad urbana de Quito y de todo el Ecuador (Quito Informa, 2025c).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Quito experimenta una rápida transformación urbana que supone el crecimiento del centro histórico, y con ello el incremento de viviendas unifamiliares. Este desarrollo ha acarreado una grave problemática ambiental asociada con los residuos de construcción y demolición (RCD) que llegan a los 6.000 m³ diarios, y pese a las normativas aplicables existentes, la insuficiente infraestructura establecida y la escasa fiscalización han multiplicado este escenario. Dicha disposición irregular de los residuos en quebradas y áreas periurbanas, genera la contaminación del suelo y el agua, lo que lleva a un deterioro del paisaje urbano y una disminución de la calidad de vida.

La situación se ve perjudicada por la carencia de un modelo de gestión integral que pueda relacionar y articular los componentes normativos, técnicos, institucionales y sociales para la gestión del aprovechamiento de los residuos. Aunque en Quito empieza a contarse con la primera de las plantas, de reciclaje y recuperación de RCD de Ecuador, con una capacidad de procesamiento de 90.000 m³/año (DMQ, 2025), de todos modos, el impacto de esta planta será limitado si no está acompañada de estrategias para la separación en origen, la valorización de materiales, la economía circular y la corresponsabilidad de la ciudadanía. A nivel nacional, algunas investigaciones (FLACSO Andes, 2024; Universidad Central del Ecuador, 2025) muestran que la gestión de los RCD continúa fragmentada y con poca planificación y débil aplicación de políticas sostenibles que permitan su aprovechamiento del potencial de reducción del uso de recursos naturales, disminución de emisiones asociadas al cambio climático y nuevas encadenaciones económicas.

Las viviendas unifamiliares en Quito demuestran un manejo ineficaz de los residuos de construcción y demolición (RCD), con escasas prácticas sostenibles para proceder con los mismos. La mala práctica provoca importantes impactos ambientales, urbano-sociales, de salud e incluso económicos. El incremento de la cantidad de escombros y la contaminación de los cuerpos de agua trae problemas para la salud urbana y el alza de los costos de producción. Todo esto permite evidenciar la necesidad de replantear las estrategias locales, incorporando principios de sostenibilidad y economía circular. Es pertinente fortalecer la normativa, la infraestructura y la

educación ambiental para establecer un modelo de gestión sostenible para la ciudad de Quito y el Ecuador.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA ESCALA MACRO A NIVEL MUNDIAL PAÍSES QUE GENERAN MÁS RCD AL AÑO (2025)

China genera alrededor de 2200 millones de toneladas anuales de residuos de construcción y demolición (RCD). China es con gran diferencia el mayor generador mundial de RCD, con cifras recurrentes que sitúan su producción en el orden de mil millones de tn/año, explicándose de forma clara por la gran actividad constructora, de rehabilitación y de demolición.

Global Alliance for Buildings and Construction (GABC), 2025; (Petrović, 2024) & (UNEP, 2024).

Estados Unidos genera actualmente alrededor de 525 millones de toneladas anuales de residuos de construcción y demolición (RCD), según estimaciones actualizadas al año 2024 por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y aunque las cifras han mostrado una ligera disminución en años recientes, los volúmenes siguen siendo significativamente altos.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 2024).

India genera alrededor de 340 millones de toneladas anuales, prácticamente una cifra muy elevada, según la Junta Central de Control de la Contaminación (CPCB) y el Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático (MoEFCC) 2024, que son las entidades encargadas de formular políticas, supervisar su aplicación y promover prácticas sostenibles en la gestión de residuos. Junta Central de Control de la Contaminación (CPCB), Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático (MoEFCC), 2024.

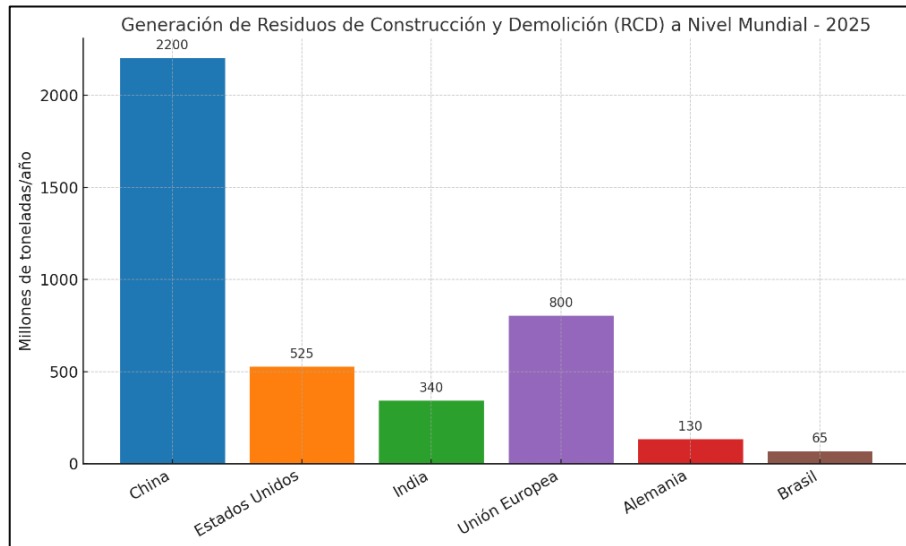
La Unión Europea genera como bloque decenas de cientos de millones de toneladas al año, incluso hay informes comunitarios de la literatura que cifran en decenas, si no centenares de millones de toneladas anuales dicha magnitud. Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España figuran como los mayores productores dentro de la Unión Europea (EUROSTAT), 2024; (GlobalABC), 2025.

Alemania produce desde 60-200 millones de toneladas anuales dependiendo del alcance (algunas notas aportan cifras 60 Mt CDW en 2020 y otras cifras más altas si se abordan los residuos minerales asociados). (EUROSTAT, 2024; Papamichael, 2023.) Brasil produce entre 48-82

millones de toneladas anuales (estimaciones nacionales y análisis de panoramas de residuos apuntan por decenas de millones de toneladas anuales; por ejemplo, 48 Mt en 2021 según reportes nacionales/sectoriales). (ABRECON, 2023; Petrović, 2024).

ESCALA MACRO DE PAÍSES QUE GENERAN RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) 2025

Figura 1 Escala Macro



La Unión Europea. Los Estados miembros de la Unión Europea ocupa la segunda posición, con unos 800 millones de toneladas/año, haciendo la suma de la total de sus Estados miembros. Tanto dentro de la Unión se sumarían los Estados miembros del bloque que derivaría a Estados como Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España

(Eurostat, 2024); Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2023).

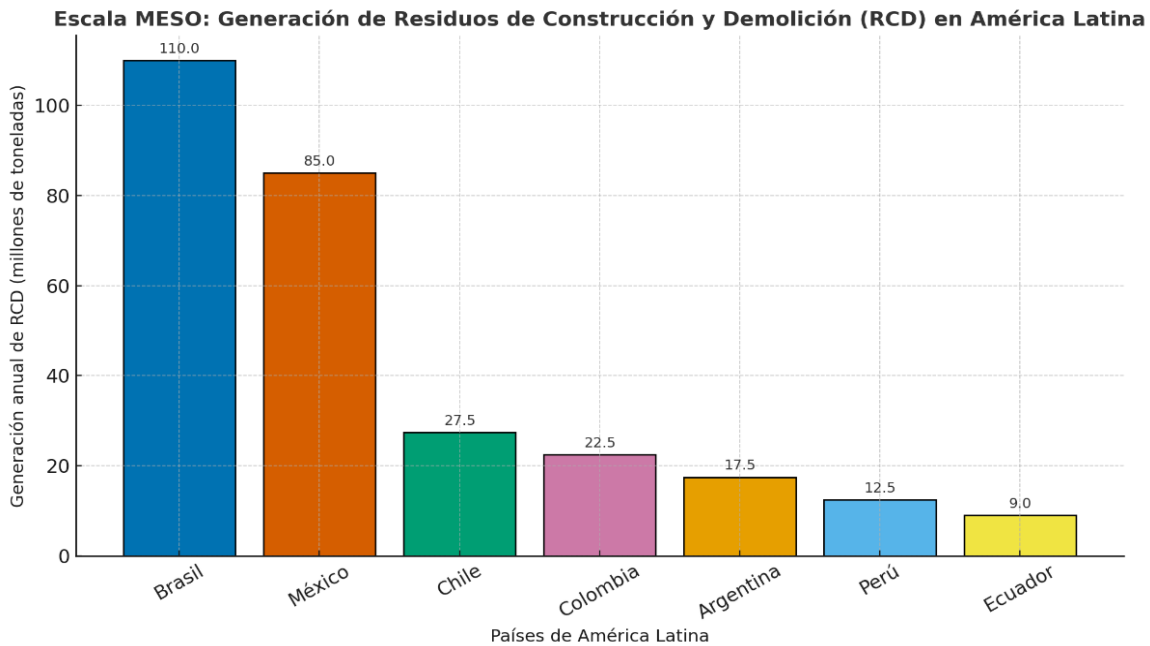
Estados Unidos se encuentra en tercer lugar, siendo Generador de 525 millones de toneladas anuales, cifra que cuenta con el respaldo de la EPA (Environmental Protection Agency, 2024) y de estudios recientes que reflejan la gran magnitud de sus residuos de tipo construcción y demolición. (Townsend (2023) Recursos, Conservación y Reciclaje, 2024 (Resources, Conservation & Recycling))

India produce una media de 340 millones de toneladas al año, aunque con alta considerable variabilidad de las estimaciones debido a la falta de registros homogéneos a escala nacional (Central Pollution Control Board (CPCB, 2023) Singh et al (2022) Waste Management & Research, 2023).

ESCALA MESO A NIVEL DE LATINOAMÉRICA

PAÍSES QUE GENERAN RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (2025)

Figura 2 Escala Meso



Fuente: BID (2023), ONU-Hábitat (2022), CEPAL (2024)

BID (2023), ONU-Hábitat (2022), CEPAL (2024)

Explicación del gráfico

El gráfico muestra la generación anual estimada de RCD (en millones de toneladas) en los principales países de América Latina. Se observa que la producción de estos residuos está directamente relacionada con el nivel de desarrollo urbano, la expansión de la construcción y la eficiencia de las políticas de gestión ambiental en cada nación.

Brasil es el mayor generador de RCD en la región, con alrededor de 110 millones de toneladas

anuales, debido a su vasta industria de la construcción y el tamaño de su mercado urbano.

México ocupa el segundo lugar, con aproximadamente 85 millones de toneladas por año, impulsado por el crecimiento de sus principales ciudades y la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de residuos.

Chile y Colombia generan entre 20 y 30 millones de toneladas, siendo países con marcos normativos más recientes que comienzan a promover la valorización y el reciclaje de materiales.

Argentina, Perú y Ecuador muestran volúmenes menores, entre 8 y 20 millones de toneladas anuales, aunque en ascenso debido al incremento de la construcción residencial y la informalidad en los procesos de edificación.

El gráfico evidencia una brecha considerable entre las economías más grandes (Brasil y México) y las de menor escala, lo que refleja diferencias estructurales en el desarrollo urbano y la gestión ambiental.

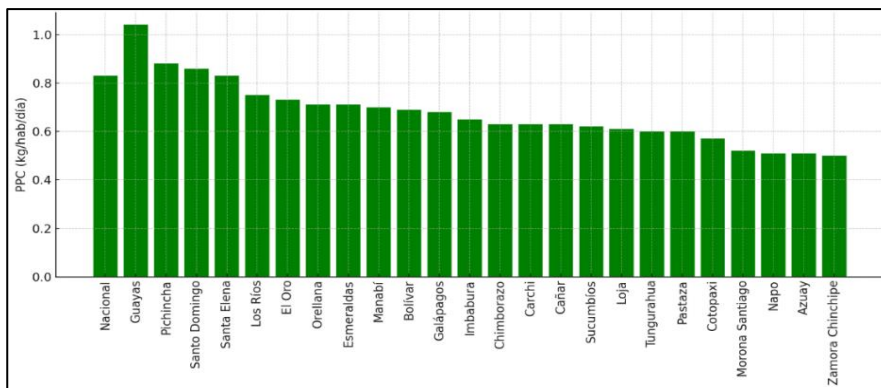
Asimismo, la recuperación de materiales en la región sigue siendo baja, en la mayoría de los casos inferior al 10% del total de residuos generados, lo que plantea la necesidad de fortalecer políticas públicas y fomentar la economía circular en la construcción.

ESCALA MICRO A NIVEL NACIONAL

ECUADOR-PROVINCIAS

Registro de Gestión de Residuos Sólidos, 2020- Provincias del Ecuador

Figurs 3 Escala Micro



G

Interpretación

El gráfico representa el Registro de Gestión de Residuos Sólidos por provincias en Ecuador (año 2020). En este caso, el indicador que se ha tomado para hacer la comparación es el PPC (Producción Per Cápita de residuos) que se ha expresado en kilos por personas y de forma diaria, el Promedio nacional es de 0,83 kg/hab/día.

Los valores más altos son: Guayas (1,04), Pichincha (0,88) y Santo Domingo (0,86), de las cuales uno podría pensar que en estas provincias hay una mayor urbanización y un mayor número de habitantes. Los valores más bajos: Zamora Chinchipe (0,50), Azuay (0,51) y Napo (0,51) de donde hay una menor producción de residuos sólidos dados probablemente asociables a otras formas de vida más rurales y tradicionales.

El gráfico pone de manifiesto que la producción de residuos sólidos varía entre las provincias, y está muy asociada al grado de urbanización, a la disminución de la densidad de la población y a la estructura de la actividad económica.

La gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la ciudad de Quito, capital de Ecuador, se ha constituido en un problema muy importante para su sostenibilidad urbana. Esto está relacionado con el fenómeno de la expansión metropolitana y el crecimiento poblacional que ha originado un volumen de RCD de unas 6.000 m³ a diario, lo cual es un factor que permite dimensionar el problema al que nos estamos refiriendo (Quito Informa, 2025a).

Sin embargo, las infraestructuras necesarias para su tratamiento son limitadas y el control sobre las normas de disposición sigue siendo muy escaso, lo que ha hecho que las prácticas de manejo y de disposición inadecuadas se hayan enraizado, tales como el vertido en quebradas o en espacios no autorizados, lo cual genera una lateralización de los recursos, contaminación del suelo y agua, columna de problemas ambientales, y la calidad de vida urbana.

Sin embargo, la ciudad de Quito empieza a avanzar hacia una economía circular, impulsada por la construcción de la primera planta de reciclaje y obtención de residuos de construcción y demolición que existe en el país, que tiene la capacidad de procesar hasta 90 000 m³ al año.

Esta infraestructura será capaz de convertir residuos en insumos reutilizables en el sector de la

construcción, generando una disminución de la presión sobre los recursos naturales y favoreciendo el uso de prácticas sostenibles (Quito Informa, 2025b).

Las investigaciones que se han realizado en unos contextos locales, en el caso presente la urbanización Balcashi de la parroquia Pifo corroboran el entendimiento técnico y ambiental que tiene la reutilización de residuos generados a partir de la fase estructural de la construcción de edificaciones y viviendas unifamiliares, pueden aportar y reivindicar las estrategias para incorporar prácticas sostenibles de manera más certera en proyectos de vivienda (Universidad Central del Ecuador, 2025).

También diversas investigaciones de actualidad se han ocupado y han revelado la confluencia entre la RCD que se produce y el cambio climático por medio de la gestión de su incorporación política (políticas de control de emisiones) en la política pública (FLACSO Andes, 2024).

En términos generales, la gestión de los RCD en Quito es ineficaz, por lo que hablamos de un problema no solo medioambiental, sino también urbano, sanitario y económico. Su gestión inadecuada es la responsable del deterioro del paisaje y de la pérdida de materiales que potencialmente pueden ser reutilizables. Asimismo, representa un incremento de los costes de la construcción, genera condiciones de insalubridad y expone a la ciudadanía a materiales perjudiciales para la salud de la población. Por todo ello la necesidad de fortalecer las políticas municipales, incentivar la educación ambiental en el sector de la construcción y consolidar un sistema de gestión integral de RCD que conviertan en recursos los desechos, para contribuir a un hábitat urbano sostenible.

Pregunta de investigación:

¿Cómo se pueden implementar estrategias de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Quito que contribuyan a un hábitat urbano sostenible y mitiguen los impactos ambientales y sociales de una gestión ineficiente?

ÁRBOL DE PROBLEMAS

Figura 4
Árbol de Problemas

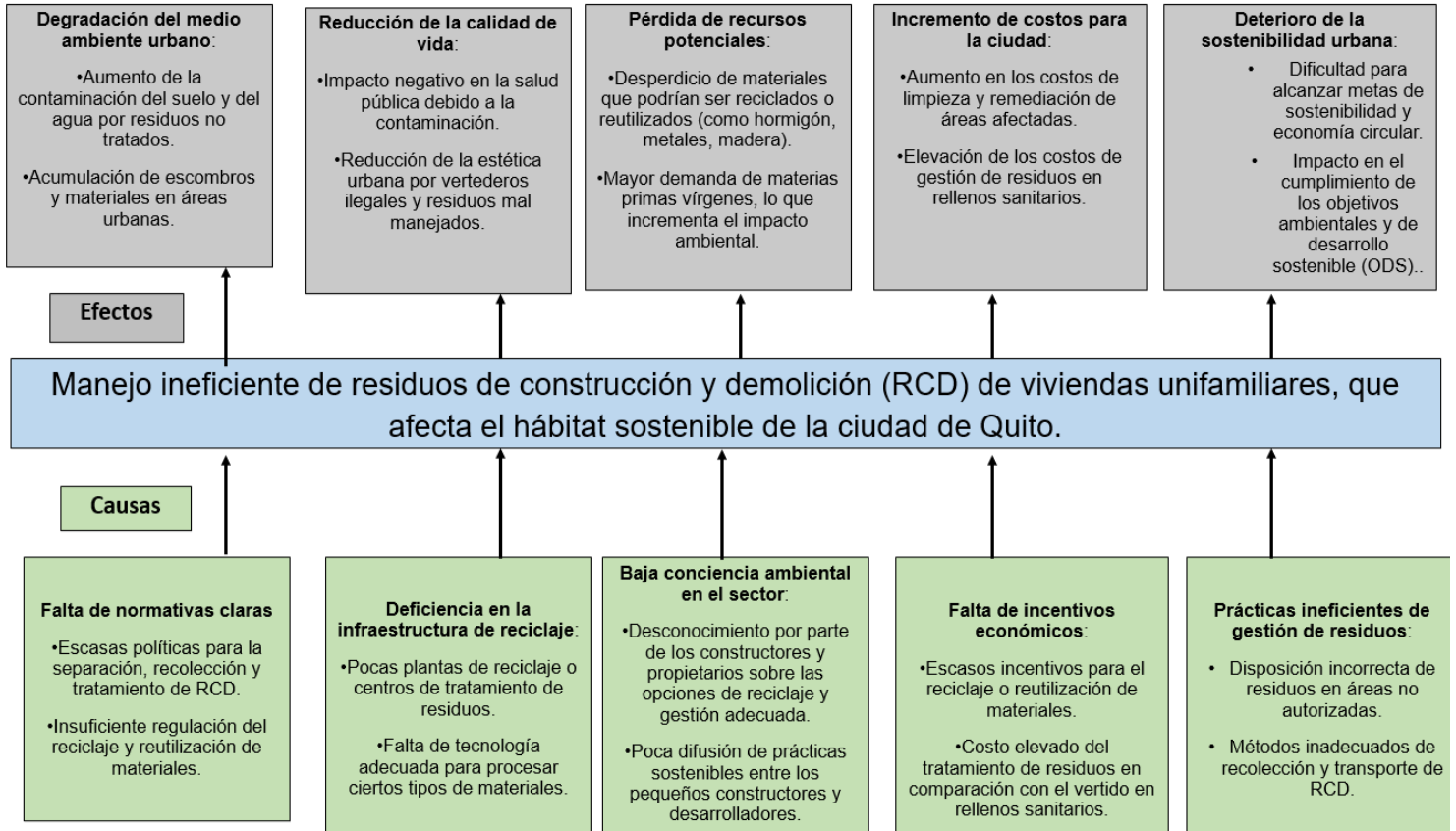


Figura1
Árbol de Problemas
Elaboración Propia

JUSTIFICACIÓN

La rápida expansión que está teniendo la ciudad de Quito, el aumento de las viviendas unifamiliares y la autoconstrucción de viviendas han dado lugar a la generación de grandes toneladas de residuos de construcción y demolición (RCD).

La infraestructura es muy limitada, la regulación es escasa y gracias a ello la disposición de RCD ha sido inadecuada, lo que termina perjudicando no sólo el suelo, el agua, la biodiversidad y la salud pública, sino también la calidad de vida urbana (DMQ, 2025). Al día de hoy, se generan aproximadamente 6.000 m³ diarios de este tipo de residuos y ello hace evidente la urgencia que tenemos por instrumentar estrategias de manejo sostenible de RCD. En este sentido, la planta de reciclaje y recuperación de RCD de la ciudad de Quito, cuya capacidad es de 90.000 m³ al año, supone la posibilidad de transformar los RCD en insumos reutilizables, lo que va a reducir la presión sobre los rellenos sanitarios y va a potenciar la economía circular (DMQ, 2025; López, 2020, p.27).

La investigación va a contribuir a la creación de estrategias de gestión de la RCD para la realidad local, ajustándolas a los condicionantes de la economía circular y a los marcos normativos ambientales, así como al conocimiento de los modelos de gestión de la RCD a ser aplicados en la vivienda unifamiliar, por medio de la educación ambiental de la recolección selectiva y promoción de reutilización de los materiales (Alzate Rodríguez, 2022, p.45). El estudio se articula en torno a cuatro aspectos: impacto ambiental, sostenibilidad urbana, salud pública y eficiencia económica con alcance normativo.

La correcta gestión del RCD permitirá alcanzar una reducción de la contaminación, el fomento de la reutilización de materiales, la protección de la salud y la optimización de los recursos, de tal forma que propiciará el cumplimiento de los ODS 11 y 12 y la disminución de la problemática urbana, todo ello con vistas a cambiar los RCD en recursos valorizables y, además, mejorar la sostenibilidad ambiental y urbana y la eficiencia del sector de la construcción en la ciudad de Quito.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General:

Proponer estrategias para la adecuada gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares para un hábitat urbano sostenible en la ciudad de Quito.

Objetivos Específicos:

- a. Diagnosticar la situación actual de los residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.
- b. Determinar el impacto ambiental de la ineficiente gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.
- c. Cuantificar y cualificar los residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares para la adecuada gestión de los mismo en la ciudad de Quito.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son aquellos materiales generados durante la construcción, rehabilitación, remodelación, mantenimiento, demolición o desmantelamiento de edificaciones, obras civiles y estructuras en general, estos residuos pueden estar compuestos por materiales inertes o peligrosos, dependiendo de su origen y tratamiento, y representan una fracción significativa del total de residuos sólidos urbanos en muchas ciudades. Desde una perspectiva de gestión ambiental y economía circular, los RCD son considerados tanto un desafío como una oportunidad, ya que muchos de sus componentes pueden ser reutilizados.

TIPOS DE CLASIFICACIÓN DE LOS RCD

A continuación se da a conocer 5 tipos de clasificaciones:

1. Clasificación según la fuente generadora (2025)

Los residuos de la construcción y la demolición (RCD) se pueden clasificar en función de su fuente generadora en tres clases principales: los residuos de construcción, generados por las obras nuevas, el de demolición residuos generados por los derribos totales o parciales de edificios y aquellos obtenidos por la reparación y el mantenimiento de construcciones reforma, ampliación de acuerdo con (Cárdenas & Álvarez, 2025).

2. Clasificación por Jerarquía Ambiental (del 2024)

Basada en la sostenibilidad, se centra en la reducción, la reutilización, el reciclaje, la reprogramación y la refabricación y la revalorización de los residuos, en favor de la economía circular y de la minimización del impacto ambiental.

La gestión de los residuos de la construcción y de la demolición puede clasificarse de acuerdo a la jerarquía ambiental con base en el principio 3R+2, donde se reduce la generación de residuos, se reutilizan componentes sin modificación, se reciclan materiales, se reprograman o refabrican y se revalorizan para valorizar calor o recuperar valor residual (World Economic Forum, 2024).

3. Clasificación de acuerdo a la naturaleza de los materiales (2024)

Clasificación de acuerdo a la naturaleza de los materiales: Hace la separación de residuos pétreos (roca, hormigón, ladrillos, cerámicas, asfalto) de los residuos no pétreos (madera, metales, plásticos, vidrios y cartón) de manera que se puedan determinar la forma de separación, la forma de almacenamiento y la forma de reciclaje más adecuada para optimizar la recuperación de los materiales.

Los residuos de construcción y demolición pueden ser clasificados de acuerdo a la naturaleza de sus materiales en RCD pétreos u hormigón, ladrillos, cerámicas y asfalto, y RCD no pétreos madera, metales, plásticos, vidrios y cartón (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. (2024).

4. Clasificación según su peligrosidad (2023)

Clasificación según riesgos: Permite distinguir residuos peligrosos, no peligrosos y especiales, lo

cual facilita el establecimiento de medidas que van a conseguir proteger la salud de las personas y el medio ambiente para su manipulación y su disposición.

La clasificación de los residuos de construcción y demolición (RCD) según la peligrosidad realiza la diferencia entre residuos no peligrosos como escombros limpios, hormigón o madera sin ningún tratamiento, peligrosos, que son las pinturas con plomo, solventes, aceites, asbesto o baterías, y especiales, por lo general, de gran tamaño o de composición concreta, como los lodos bituminosos o los residuos de poda. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2023).

5. Clasificación según la posibilidad de aprovechamiento (2023)

Los residuos de la construcción y la demolición se pueden clasificar en reutilizables, que se pueden utilizar sin transformación; reciclables, que requieren tratamiento; y no valorizables, con ausencia de posibilidades de aprovechamiento (Franco Reina, García-Cely, & Carvajal, 2023)

Tabla 1 Tipos de Clasificación de los RCD

TIPO DE CLASIFICACIÓN	CATEGORÍAS / DESCRIPCIÓN	FUENTE
1. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FUENTE GENERADORA (2025)	<ul style="list-style-type: none"> a) RCD de construcción: residuos originados en obras nuevas. b) RCD de demolición: generados por derribos o demoliciones totales o parciales. c) RCD de reparación o mantenimiento: productos de reformas, ampliaciones o rehabilitaciones. 	Cárdenas, L., & Álvarez, J. (2025). Estrategias de gestión de residuos de construcción y demolición para viviendas unifamiliares en Quito. <i>Revista Dominio de las Ciencias</i> , 11(1), 122–142. Disponible en: https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/articulo/view/4092
2. CLASIFICACIÓN POR JERARQUÍA AMBIENTAL (2024)	Basada en el principio 3R+2: <ul style="list-style-type: none"> 1. Reducir: minimizar la generación de RCD desde el diseño. 2. Reutilizar: volver a usar componentes sin modificar. 3. Reciclar: procesar los residuos para obtener nuevos materiales. 4. Reprogramar / Refabricar: adaptar materiales para nuevos usos. 5. Revalorizar: obtener energía o valor residual. 	World Economic Forum. (2024). <i>Circular Construction: Building a Sustainable Future through Material Recovery and Digital Traceability</i> . Ginebra. Disponible en: https://www.weforum.org/reports/circular-construction-2024
3. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA NATURALEZA DE LOS MATERIALES (2024)	<ul style="list-style-type: none"> a) RCD pétreos (minerales): hormigón, ladrillos, bloques, cerámicas, piedras, asfalto. b) RCD no pétreos (no minerales): madera, metales, plásticos, vidrios, cartón, entre otros. 	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. (2024). <i>Instructivo para la Fase de Separación en la Fuente de Residuos Sólidos</i> . Quito, Ecuador.
4. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA PELIGROSIDAD (2023)	<ul style="list-style-type: none"> a) Residuos no peligrosos: escombros limpios, hormigón, cerámica, madera sin tratamiento. b) Residuos peligrosos: pinturas con plomo, solventes, aceites, asbesto, baterías. c) Residuos especiales: residuos de gran tamaño o con características singulares (poda, lodos bituminosos, etc.). 	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023). <i>Reglamento de Gestión Ambiental para Residuos de Construcción y Demolición (RCD)</i> . Quito, Ecuador. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec
5. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA POSIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO (2023)	<ul style="list-style-type: none"> a) Reutilizables: elementos que pueden usarse sin transformación (puertas, vigas, marcos). b) Reciclables: materiales que requieren tratamiento (hormigón triturado, áridos reciclados, metales). c) No valorizables: residuos sin potencial de recuperación (mezclas bituminosas contaminadas, pinturas). 	Franco Reina, M., García-Cely, D., & Carvajal, M. (2023). La gestión integral de residuos de construcción y demolición: un enfoque hacia la sostenibilidad de las ciudades. <i>Revista Hábitat Sustentable</i> , 13(2), 45–58. DOI: 10.22320/07190700.2023.13.02.05

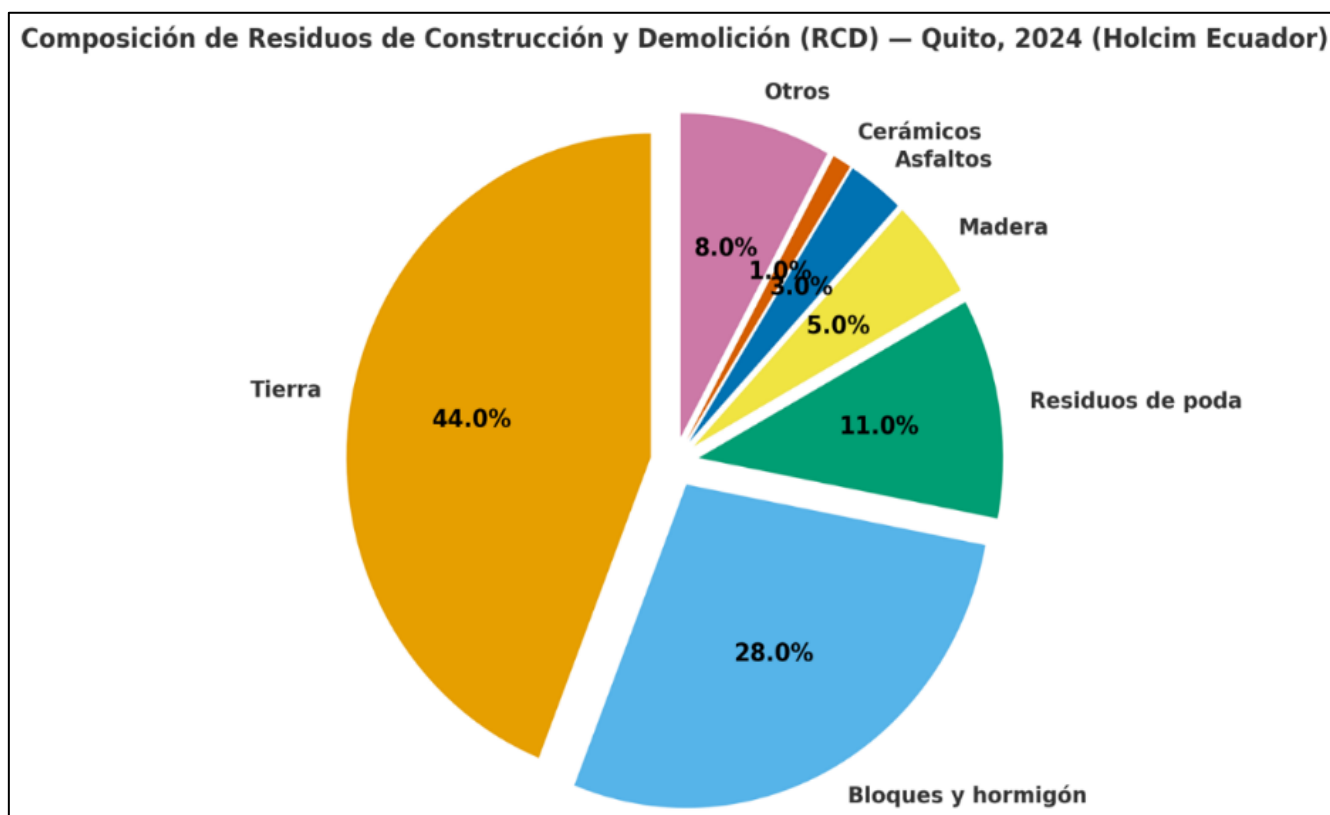
Fuente: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023).

COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

Los residuos de construcción y demolición de Quito están claramente caracterizados por la importante cantidad de residuos de tierra con un 44 % del total, seguido por un 28 % en bloques y hormigón. Otros componentes de mayor relevancia en los residuos de construcción y demolición son: residuos de poda (11 %), madera (5 %), cerámicos (3 %), asfalto (1 %) y por último los residuos de la categoría denominada "otros" (8 %) (Holcim Ecuador, 2024).

La Composición de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) a continuación se ilustra en el siguiente gráfico:

Figura 5 Composición (RCD) Quito- Ecuador



Tabla

Tipos de Clasificación de los RCD

Fuente: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. (2024).

LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y LOS RCD

Definición de vivienda

De acuerdo con la Real Academia Española, la vivienda está definida como "Parte de un edificio destinado a la residencia y habitación que cumple con las mínimas exigencias legales de habitabilidad, pudiendo tener acceso a espacios y servicios comunes del edificio en el que se encuentra" (RAE, Diccionario panhispánico del español jurídico, 2023).

En el Artículo 30, en la Sección sexta del Hábitat y vivienda de la Constitución de la Republica del Ecuador (2008) dice: "las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica". (Constitución de la Republica del Ecuador [CRE], 2008, Art.30)

Vivienda unifamiliar

La vivienda unifamiliar es una construcción destinada a acoger una familia o unidad doméstica. Tiene un carácter independiente, tanto estructuralmente como funcionalmente, pues cuenta con espacios de uso exclusivo por las personas que lo habitan, como son la sala de estar, la cocina, los dormitorios, el baño y en muchas ocasiones también espacios exteriores, como por ejemplo el patio o el jardín.

Clasificación de Viviendas Unifamiliares y su Relación con la Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

Las viviendas unifamiliares son predominantes en la ciudad de Quito, constituyen una tipología de viviendas en las que se puede distinguir una muy amplia gama de ella dependiendo de los materiales y de la forma de construir e incluso de las facilidades que ofrecen en la gestión de residuos. De esta forma se puede hablar de viviendas unifamiliares aisladas, adosadas, tradicionales, prefabricadas y mixtas.

Tipos de Viviendas Unifamiliares

Tabla 2 de los Tipos de Viviendas Unifamiliares

<i>Tipo de Vivienda Unifamiliar</i>	<i>Descripción</i>	<i>Características Principales</i>	<i>Impacto en RCD</i>
<i>Aislada</i>	Vivienda independiente, rodeada de terreno propio.	Mayor privacidad, jardín o patio, generalmente en zonas suburbanas.	Genera residuos dispersos, pero más fácil de gestionar por volumen concentrado.
<i>Adosada</i>	Comparte muros laterales con viviendas vecinas.	Optimiza espacio urbano, reduce exposición lateral.	Menor volumen de residuos por vivienda, pero concentración en hileras requiere planificación de recolección.
<i>Tradicional</i>	Construida con ladrillo, bloque, adobe u otros materiales sólidos.	Mayor durabilidad, tiempo de construcción largo.	Genera residuos sólidos pesados (escombros, ladrillos, cemento).
<i>Mixta</i>	Combina materiales tradicionales y prefabricados.	Adaptable en costo y tiempo de construcción.	Volumen intermedio de RCD, requiere clasificación por tipo de material.
<i>Unifamiliar simple</i>	Ocupada por una sola familia nuclear.	Funciones básicas: cocina, sala, dormitorios, baños.	Genera RCD estándar por remodelaciones o ampliaciones menores.
<i>Unifamiliar ampliable</i>	Diseñada para crecimiento futuro.	Posibilidad de añadir habitaciones o niveles.	Genera RCD de manera progresiva durante ampliaciones.
<i>Vivienda con local</i>	Espacio residencial y comercial combinado.	Combinación de vivienda y negocio.	Genera RCD mixto: construcción residencial y adaptación de locales.
<i>De un solo piso</i>	Todas las habitaciones en un mismo nivel.	Accesible, sencilla de mantener.	RCD concentrado en un solo nivel, más fácil de gestionar.
<i>De dos o más pisos</i>	Construcción en vertical con escaleras.	Aprovecha mejor el terreno, mayor infraestructura.	RCD distribuido por niveles, puede generar más escombros por construcción vertical.
<i>Autoconstruida</i>	Construida por los propios habitantes.	Flexible, progresiva, sin planificación formal.	Alta generación de RCD por falta de control y manejo técnico.

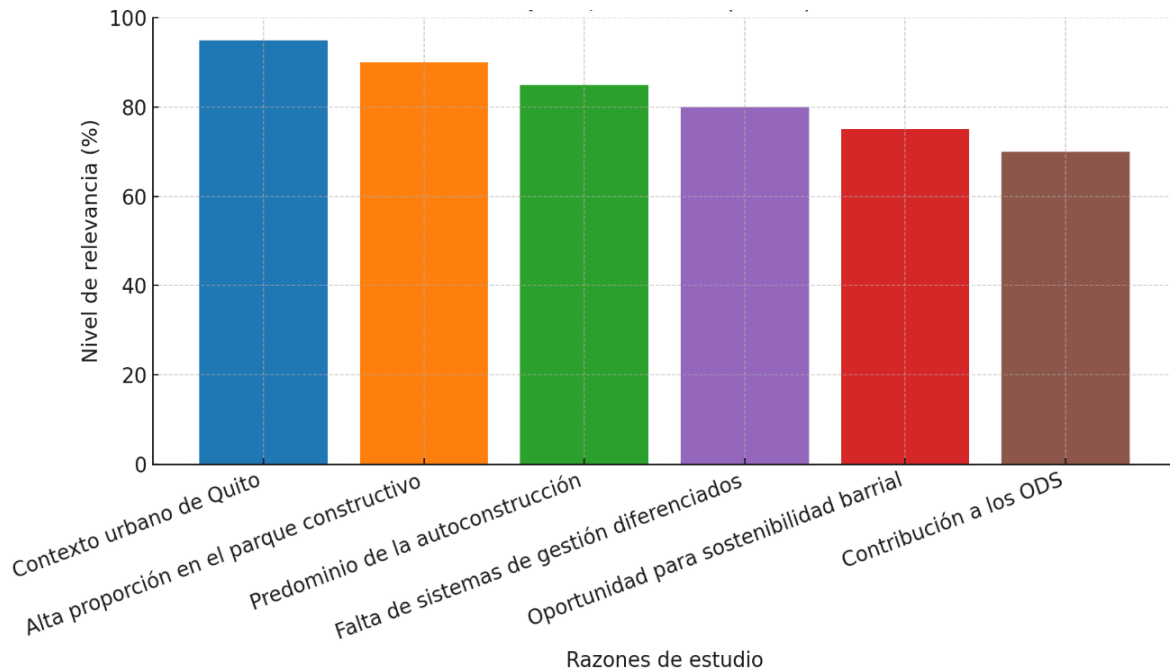
Fuente: D.M.Q,2025

Estudio de la Generación de los RCD en Viviendas Unifamiliares en Quito-Ecuador

Figura 6: Razones del estudio de la generación de los RCD en Viviendas Unifamiliares en Quito

Análisis del Gráfico

1. Contexto urbano de Quito (95 %)



Fuente: EMGIRS EP (2025), DMQ, 2025, GAD Quito, 2025

Esta es la razón más importante. El crecimiento urbano difuso en la ciudad de Quito y la extensión hacia la periferia hacen que haya un nivel muy alto de producción de residuos de obras menores y autoconstrucción. La escasa efectividad del control de la disposición final de los mismos, y la presión sobre los ecosistemas urbanos dan cuenta de la necesidad de investigar el fenómeno de la Generación de RCD en Virgilio desde esta escala.

2. Proporción muy elevada en el parque constructivo (90 %)

Las viviendas unifamiliares son, por extensión, la categoría que cuenta con una mayor proporción en el parque de viviendas de Quito, particularmente en sectores medios y populares.

Dado su grado de frecuencia y su acumulación de residuos, la vivienda unifamiliar se convierte en un caso prioritario de intervención para desarrollar estrategias de naturaleza sostenible.

3. Predominio de la autoconstrucción (85%)

Predominancia de la autoconstrucción (85 %) La autoconstrucción es muy extendida en los barrios más marginados se realiza frecuentemente sin planificación técnica, ni regulación ni gestión de las diferentes fracciones de residuos, de forma que por regla general se puede hablar de vertidos incontrolados, de vertidos establecidos de escombros y ruinas, etc. Y en este sentido, realmente puede justificarse la existencia de estrategias de educación y gestión ambiental orientadas a esta tipología de proyectos de tipo doméstico. 4. Falta de sistemas de gestión diferenciados (80%)

4. Falta de sistemas de gestión diferenciados (80 %)

Las políticas municipales van dedicadas a proyectos grandes y extensos, lo que crea vacíos normativos y operativos en edificaciones de menor importancia. La investigación de las viviendas unifamiliares ha permitido la identificación de mecanismos bien adaptados a pequeña escala (recogidas diferenciadas, puntos de recogida comunitarios).

5. Oportunidad para la sostenibilidad barrial (75%)

Las viviendas unifamiliares pueden ser el punto de partida para el reciclaje local (prácticas de separación en origen, reutilización de materiales, agregados reciclados, etc.).

Esto permitirá aplicar una cultura ambiental de barrio y una cultura ambiental comunitaria.

6. Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS (70%)

A pesar de que su efecto no se pueda notar tan fácilmente a corto plazo en relación con el ODS (11 y 12), la correcta gestión de RCD en viviendas unifamiliares contribuye a esos ODS, en el sentido de que refuerza las ciudades sostenibles y el consumo responsable desde el ámbito doméstico.

La gráfica sirve para poner de relieve que el componente viviendas unifamiliares es una de las partes más importantes de la RCD emanada y gestionadas en la ciudad de Quito, así como también para cerrar la brecha en decisiones de ordenación de la urbe, en el desarrollo de la economía circular y en la presión ambiental en entornos de cierto crecimiento desordenado.

VIVIENDAS UNIFAMILIARES COMO MODELO DE ESTUDIO PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) son todos aquellos materiales generados en obras de construcción, rehabilitación, remodelación y demolición de edificaciones. Estos incluyen hormigón, ladrillos, maderas, metales, yesos, plásticos, materiales aislantes, entre otros. Su gestión adecuada es clave para mitigar el impacto ambiental del sector de la construcción.

El estudio de los RCD es fundamental porque representan un porcentaje significativo de los residuos sólidos urbanos en muchos países. Mal gestionados, estos residuos pueden provocar la contaminación del suelo y cuerpos de agua, una cupación innecesaria de vertederos, una pérdida de recursos aprovechables (como materiales reciclables), la emisión de gases contaminantes por transporte y disposición final.

Además, los marcos normativos actuales como la economía circular y la sostenibilidad ambiental impulsan el reciclaje y la reutilización de materiales, haciendo imprescindible conocer y controlar la generación de RCD.

Las viviendas unifamiliares se seleccionan para el estudio de los RCD por varias razones:

1. **Tipología común y representativa:** Las viviendas unifamiliares son una tipología habitual en zonas suburbanas y rurales. Representan un volumen importante dentro del parque inmobiliario, lo cual hace que su análisis sea extrapolable a otros proyectos similares.
2. **Escala manejable:** A diferencia de grandes obras civiles o edificaciones multifamiliares, las viviendas unifamiliares permiten un estudio más controlado y detallado de la generación de RCD, facilitando la recopilación y clasificación de datos.
3. **Diversidad de materiales:** Aunque son de menor escala, estas viviendas involucran una amplia gama de materiales (hormigón, madera, cerámica, plásticos, metales), lo que permite analizar distintas fracciones de residuos y sus posibilidades de reciclaje.
4. **Fases constructivas claras:** Al ser edificaciones más simples, es más fácil identificar y separar las etapas de construcción (cimentación, estructura, cerramientos, acabados, etc.) para asociar cada una con los residuos generados.

5. Aplicabilidad práctica: Muchas de las estrategias de minimización y gestión de RCD que se desarrollan a partir del estudio de viviendas unifamiliares pueden adaptarse fácilmente a otros proyectos residenciales de pequeña y mediana escala.

6. El análisis de los RCD en viviendas unifamiliares no solo permite entender los impactos ambientales de este tipo de construcciones, sino también desarrollar estrategias sostenibles que pueden ser aplicadas de forma masiva. Por ello, se escoge este tipo de vivienda como modelo para el estudio, sirviendo como base para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos del sector de la construcción en general.

IMPACTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) siguen siendo una de las esenciales fuentes de desechos sólidos urbanos a nivel global, impulsados por el crecimiento acelerado de las ciudades y la expansión de la obras civiles urbanas. Según la ONU, en el año 2018 el 81% de la población de América Latina residía en zonas urbanas, y se prevé que esta cifra aumente al 89% para el año 2050, aumentando significativamente la generación de RCD en la región.

Rodríguez (2024) “En el ámbito mundial, el mercado de residuos de construcción y demolición se estimó en 139.08 mil millones de dólares en 2024 y se planea que alcance los 169.45 mil millones de dólares para 2032, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 2.50% durante el período de 2025 a 2032.” (p.41)

Gómez (2013) “El sector de la construcción es responsable del uso considerable de recursos naturales y energía, se considera que este sector consume alrededor del 40% de la energía total y es responsable del 30% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial.” (p.34)

Jiménez (2023) “Los RCD están compuestos principalmente por materiales como ladrillos, tejas, cerámicas, artículos sanitarios, mezclas de hormigón y restos de yeso, cuya disposición inadecuada puede contaminar el agua, el suelo y el aire, afectando negativamente al ecosistema y a la salud humana” (p.87)

Rodríguez (2024) “Países como Alemania, España y Bélgica han aplicado políticas avanzadas para el tratamiento y aprovechamiento de los RCD, incluyendo la separación en la fuente en diferentes áreas de construcción, lo que ha contribuido a reducir el porcentaje de materiales residuales, estas

iniciativas se enfocan en estrategias de economía circular, promoviendo la reutilización y reciclaje de materiales para minimizar el impacto ambiental de la construcción” (p.122).

En Ecuador, la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) presenta desafíos significativos. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) de 2019, se generaron aproximadamente 21,5 millones de toneladas de residuos no peligrosos, de los cuales el 3,26% correspondió a escombros de la construcción, es decir, alrededor de 702.000 toneladas. Sin embargo, la tasa de reciclaje y reutilización de estos residuos es baja. En 2017, Ecuador recicló únicamente entre el 15% y 25% del total de un millón de toneladas de residuos sólidos que podrían haberse recuperado. Además, se estima que solo el 3,7% de los residuos sólidos totales son aprovechados mediante reciclaje y compostaje, mientras que el 96,3% restante es enterrado o enviado a plantas de depósito (Ortíz, 2021, p.43).

Estas cifras evidencian la necesidad de mejorar las prácticas de reciclaje y reutilización en el sector de la construcción en Ecuador. Aunque Ecuador enfrenta retos en la gestión sostenible de los RCD, la adopción de políticas y prácticas enfocadas en la economía circular y el reciclaje puede contribuir significativamente a reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción en el país (Ramesh, 2016, p123).

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) siguen representando una proporción significativa de los desechos sólidos urbanos a nivel mundial. Según datos recientes, se estima que los RCD constituyen aproximadamente el 35% de los residuos sólidos totales, proyectándose que para 2025 alcancen los 7,4 millones de toneladas anuales, suficientes para llenar más de 15 veces el Estadio Nacional (Mejía, 2017).

La gestión sostenible de los RCD es esencial para mitigar los impactos ambientales asociados a la industria de la construcción. La adopción de prácticas de economía circular y el uso de tecnologías avanzadas en el procesamiento de residuos son fundamentales para transformar estos desechos en nuevos recursos, reduciendo así la extracción de materiales vírgenes y la huella de carbono del sector. La creciente urbanización y expansión de las ciudades continúan aumentando la generación de RCD. Sin embargo, la adopción de prácticas sostenibles y tecnologías innovadoras en la gestión de estos residuos ofrece oportunidades significativas para mitigar su impacto ambiental y promover una industria de la construcción más responsable.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE LA CONTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En cuanto al tratamiento de los RCD, se abordará algunos aspectos tales como la reutilización, la recuperación y el reciclaje.

Reutilización: El método de reutilización sigue siendo el más generalizado en la gestión de residuos: con él, no tienen por qué producirse nuevos deshechos y puede incorporarse a nuevas estructuras uno de los viejos productos. La reutilización es en la actualidad la realidad tanto de localización como en otras obras, y destaca por cumplir procesos estrictos de selección y lavado para garantizar su calidad y seguridad.

(European Commission [UNEP], 2023, p.42)

Su principal beneficio radica en la reducción de la huella ambiental y la preservación de elementos originales, como madera y acero, que son especialmente valiosos en mercados secundarios. Sin embargo, enfrenta desafíos asociados a los costos de transporte y la aceptación en dichos mercados, aunque las innovaciones tecnológicas están ayudando a mejorar estos procesos.

(Agencia Europea de Medio Ambiente[EEA], 2022)

Recuperación: La recuperación de materiales utiliza propiedades estructurales de los mismos para transformarlos en nuevos productos útiles en la construcción. Por ejemplo, la madera recuperada de demoliciones puede ser reprocesada para fabricar vigas, estacas o paneles.

La recuperación se ha expandido gracias a tecnologías avanzadas de clasificación y a un enfoque en la economía circular, promovido por normativas internacionales y programas de sostenibilidad, esto permite dar una segunda vida a materiales que de otro modo serían desechados. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA],2023)

Reciclaje: Este proceso implica transformar los materiales originales para obtener productos con nuevas propiedades y formas. Actualmente, los avances tecnológicos han optimizado las etapas de recolección, clasificación y procesamiento, favoreciendo el reciclaje de materiales como concreto, metales y plásticos, que representan los índices más altos de reciclabilidad en la construcción. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL],2023)

Además, se fomenta la reincorporación de estos materiales en nuevos ciclos productivos, reduciendo significativamente la necesidad de materias primas vírgenes y contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible. Se puede manifestar que, en conjunto, estos tratamientos fortalecen un modelo de construcción sostenible, alineado con la economía circular y con normativas internacionales que buscan minimizar el impacto ambiental de los RCD.

El tratamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) mediante reutilización, recuperación y reciclaje impulsa una gestión sostenible de recursos. La reutilización preserva materiales, la recuperación prolonga su vida útil y el reciclaje reintegra residuos a nuevos procesos. Aunque la tecnología y las normativas han mejorado su implementación, persisten desafíos logísticos y de aceptación. Es necesario fortalecer incentivos económicos y políticas públicas, el compromiso entre gobiernos, sector privado y ciudadanía es clave para lograr una construcción más sostenible, aunque el reciclaje demanda más energía, su rol es clave para cerrar los ciclos productivos en construcción.

DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RCD

El manejo de los residuos que genera la construcción y demolición de obras busca reducir al máximo la cantidad de desechos y aprovechar todo lo que sea posible a través del reciclaje y la reutilización. Sin embargo, cuando ya no es posible recuperar esos materiales, la opción que queda es llevarlos a rellenos sanitarios o vertederos.

Aunque esta práctica todavía es bastante común, la forma en que se realiza varía mucho dependiendo del nivel de desarrollo de cada región.

Rellenos sanitarios

Los rellenos sanitarios son espacios creados de forma específica para preservar el entorno natural. Mediante la utilización de tecnologías de vanguardia, impiden la llegada de líquidos contaminantes también llamados lixiviados a las aguas subterráneas, y también retienen gases como el metano para evitar su liberación a la atmosférica. En áreas como la Unión Europea, estos lugares funcionan bajo regulaciones extremadamente rigurosas, como la Directiva de Residuos. En naciones asiáticas como Japón y Corea del Sur, incluso han avanzado: además de salvaguardar el medio ambiente,

emplean desechos que no pueden reciclarse para producir energía (Agencia Europea del Medio Ambiente [UNEP], 2023).

Vertederos a nivel municipal

Los lugares de depósito final de los RCD, en países latinoamericanos no cuentan con una buena regularización y control, en lugares como América Latina y África se observa gran cantidad de vertederos ilegales, pero si se observa ciertos proyectos de transformación en Brasil y Sudáfrica debido a la implementación de sistemas de sistemas de vigilancia ambiental y estrategias para su clausura gradual (World Bank, 2023).

En todas partes del mundo se está trabajando en post de la reducción de los vertederos y los rellenos sanitarios a fin de aplicar la economía circular, por lo tanto se debe separar los residuos en el instante en que se producen, así también se puede emplear tecnologías actuales para realizar el reciclaje y se pueda volver a usar los materiales recuperados, esto ayudará con la disminución del impacto ambiental e impulsará una construcción mucho más sostenible y responsable (UNEP, 2023).

Se puede ver que, este avance fulgura un compromiso universal con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en cuanto a la gestión sostenible de residuos de construcción y demolición (RCD).

En Ecuador, la forma en que se manejan los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) pone énfasis en evitar al máximo la generación de desechos y en darle una segunda vida a los materiales, apostando por el reciclaje y la reutilización. Esta manera de actuar va de la mano con la Ley Orgánica de Economía Circular, que entró en vigor en 2023 y busca promover prácticas más responsables y sostenibles en el país.

No obstante, cuando no queda otra alternativa y los residuos ya no pueden ser aprovechados, se recurre a su disposición final en rellenos sanitarios o vertederos controlados, bajo la supervisión del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

(Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2023)

Un ejemplo de ello es el relleno sanitario de El Inga, en Quito, donde se aplican métodos de ingeniería pensados para cuidar el entorno: el terreno se impermeabiliza para evitar filtraciones, se controlan los líquidos que desprenden los residuos (conocidos como lixiviados) y se capturan los gases que estos emiten.

NORMATIVA NACIONAL ENFOCADA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Las normas ecuatorianas han propiciado un ambiente donde la gestión de residuos sólidos es considerada.

La Constitución del Ecuador de 2008 reconoce el "derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, garantizando la sostenibilidad y el buen vivir" (Constitución del Ecuador, 2008, p. 14), además el artículo 264 otorga a los gobiernos municipales la competencia exclusiva para la gestión de los desechos sólidos.

El artículo 415 establece que "el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano; (...); desarrollarán planes de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de residuos sólidos (...)" (Constitución del Ecuador, 2008, p. 182).

El Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) es la entidad que definirá las políticas nacionales de gestión de residuos sólidos no peligrosos a cualquier nivel (establecido en el Código Orgánico del Ambiente, conocido como COAM emitido el 12 de abril de 2017 en el Registro Oficial Suplemento 983 y su respectivo Reglamento).

En el Título V de La Gestión Integral de Residuos Aprobada por la COAM (Capítulo 6: Principios de la gestión de los residuos, artículo 226: el principio de jerarquización de residuos) se señala de forma textual que: La disposición de los residuos, el artículo 226 restrictivamente para los residuos que no puedan ser reutilizados, tratados, recuperados o eliminados de modo responsable con el medio ambiente y viable tecnológicamente.

La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados, ya sean de carácter municipal o metropolitano, tienen el deber de promover y propiciar entre la ciudadanía,

en el ámbito de sus competencias, la clasificación, el reciclaje o, en términos generales, la gestión de los residuos y desechos, de conformidad a este principio (COAM, 2017, p. 61).

El Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) es la entidad responsable de la definición de la política nacional en materia de gestión de residuos sólidos no peligrosos de todos los niveles de actividad nacional, ejerciendo dicha función el Código Orgánico del Ambiente (COAM), publicado en el Registro Oficial Suplemento 983 a 12 de abril de 2017 y su respectivo reglamento, de modo que dicho ámbito normativo, el del Título V del COAM, imaginado para la gestión integral de residuos y desechos, contenga en el artículo 226, el principio de la jerarquización de los residuos, de la que se dice: "La disposición final estará restringida exclusivamente a los residuos que no puedan ser reutilizados, reciclados, tratados, valorizados o eliminados en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente viables".

Asimismo, se dispone que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos (GADM) son responsables de proporcionar la infraestructura técnica necesaria y de gestionar de manera integral los residuos sólidos generados en su jurisdicción.

Esto debe realizarse conforme a la implementación de modelos de gestión integral para residuos sólidos no peligrosos, promoviendo alternativas de gestión entre los generadores, alineadas con el principio de jerarquización.

NORMATIVA LOCAL REFERENTE A LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y RCD EN EL DMQ

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) la gestión de los residuos sólidos está regulada por el Código Municipal, en su Libro IV.3 Del Ambiente, el cual se encuentra en el Título I, Prevención y Control del Medio Ambiente, en su Capítulo I, el Sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos. El propósito principal de esta normativa es regular el funcionamiento del sistema de gestión integral de residuos sólidos en el DMQ, entendido como el conjunto de derechos, deberes y responsabilidades que son necesarias para una gestión adecuada de estos residuos.

El artículo 2944 del Código Municipal, da cuenta acerca de los principios que formarán parte del sistema de manejo integral de residuos sólidos. En el numeral 1, se refiere a la jerarquización

prevención, precaución y control de los residuos sólidos en cuanto a las siguientes acciones e intervenciones: (a) reducir en la fuente, evitando generar residuos desde la fuente; (b) favorecer el aprovechamiento en cualquiera de las etapas de la cadena de producción o consumo de un bien, disminuyendo los residuos que deben ser recolectados, transportados y dispuestos en un relleno sanitario; (c) mejorar la separación en la fuente, para poder garantizar una recolección eficiente y adecuada hacia los puntos de acopio.

Podemos clasificar los residuos sólidos en dos tipos: los que son orgánicos o compostables y en residuos inorgánicos reciclables y no reciclables" (Código Municipal 2021: 1186). También, el artículo 2952 generales los residuos según su origen de la manera siguiente: Escombros y materiales diversos: corresponden a los residuos que dan lugar las actividades de construcciones, demoliciones y obras civiles; incluyen la tierra de excavación, arenas, madera, materiales de hierro, vidrio, residuos metálicos diferentes de los productivos, llantas de automóviles, cenizas que son el resultado de erupciones volcánicas y los materiales derivadas de deslaves o fenómenos naturales (Código Municipal 2021: 1188).

El artículo 2979, de la recolección de escombros, declara que la obligación de la recolección, el transporte y la disposición de los escombros en las escombreras autorizadas corresponde al productor o generador y que debe hacerse por separado de los restantes residuos.

También, el párrafo IV al que hace referencia a la disposición final de residuos sólidos, escombros y otros; señala que los sitios autorizados para recibir RCD son los sitios que han sido autorizados por el Municipio, que los generadores deben presentar el volumen que estiman de RCD antes de emitir la licencia de construcción y definido la escombrera como:

El Artículo 3005, a propósito de los vertederos, considera como vertederos de tierras y escombros aquellas porciones de terreno que, por sus características de topografía y localización, son aptas para recibir materiales provenientes de derribos, vaciados y construcciones. Tales materiales deben ser tenidos en este concepto como inertes, desde el punto de vista medioambiental (Código Municipal 2021, 1201).

Asimismo, el presente artículo en cuestión señala directrices para la reducción, aprovechamiento, reciclaje, reutilización y tratamiento de residuos sólidos y sus características; es decir, clasificaciones con base en el tipo de residuos, como por ejemplo el aluminio, la madera, el vidrio,

el papel, el cartón y los plásticos, aunque esta no es una lista exhaustiva, sino solamente un listado de ejemplos. También remite que la Secretaría de Ambiente dentro del DMQ será la administración pública que deberá determinar el tratamiento especial para cada uno de los tipos de materiales reutilizables.

En lo que se refiere a la operación y la disposición final de escombros dentro del DMQ, la responsabilidad es del Municipio, o de terceros autorizados.

En cuanto a los RCD, la operación y la disposición final es responsabilidad de la EMGIRS EP, que dentro de su misión incluye exhortar a la prevención y la reducción de residuos sólidos de forma tal que se facilite su reutilización y reciclaje (Código

Municipal 2021, 134), así como la implementación del plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito.

Sin embargo, la normativa del DMQ parte de la separación y clasificación de residuos, que incluye escombros, pero que orienta sobre todo la clasificación de residuos domiciliarios e industriales, es decir, no existe aun una subclasificación y una definición que identifique los residuos potenciales de construcciones, demoliciones y edificaciones que podrían recuperarse y valorizarse.

Normativa Nacional y local relacionada con el cambio climático

En 2019, se aprobó, mediante Decreto Ejecutivo N°840, la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), que se convirtió en política de Estado, obligando a los entes competentes y a los ámbitos implicados a cumplir con la responsabilidad establecida en el Acuerdo de París.

El decreto tiene como contenido la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional y su correspondiente Plan de Implementación que sigue los años 2020-2025 y en el que Ecuador se compromete a reducir en un 9% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los sectores que se hallan en la agricultura, la industria, la energía, los procesos y los residuos. Este proceso es llevado a cabo por el MAATE.

Según información proporcionada por el MAATE, se dice que anualmente, de forma promedio: “Ecuador emite 1.9 toneladas métricas de CO2 per cápita, lo que representa un 0.1% de las emisiones globales” (MAATE 2023, 1). En la Tercera Comunicación Nacional del Ecuador, el

inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) del 2012 indicaba unas emisiones totales de 80.627,16 Gg de CO₂eq. De éstas, un 46.63% proviene del sector energía y un 4.19% del sector residuos (fundamentalmente de rellenos sanitarios y vertederos).

En el ámbito del sector energético, las emisiones por la combustión de combustibles que se genera en las industrias de manufactura y de la construcción alcanzaron 12.023,44 Gg de CO₂eq a nivel nacional; es decir, el sector de la construcción participa de las emisiones de GEI de forma importante, más aun si se incorporan los residuos de construcción y demolición (RCD) que se generan por el proceso de la construcción.

En el caso del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), el Código Municipal, en el Libro III, Título I, del cual hace referencia a la responsabilidad social hacia un DMQ sostenible y responsable, establece en su artículo 1077 los principios que busca lograr un distrito sostenible. Así, para demostrar la responsabilidad social y participativa se busca garantizar la calidad de vida de los ciudadanos, minimizando los impactos que se pueden generar en la naturaleza y preservando los recursos ambientales y físicos para las generaciones futuras. La dimensión ambiental pone de manifiesto la gestión integrada por un desarrollo territorial sostenible, la forma de la mitigación y adaptación frente al cambio climático como la reducción y compensación de las huellas ambientales (Código Municipal 2022, 413).

Por su parte, el Plan de Acción de Cambio Climático de Quito 2020 señala que, según los datos disponibles del año base 2015, el inventario de GEI reporta un total de 7.611.216 TM de CO₂eq (Secretaría de Ambiente 2020, XV). Este plan establece como objetivo que para el año 2050, Quito alcance la neutralidad en emisiones de GEI.

Normativa Nacional y local sobre Construcción Sostenible

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) es la entidad pública nacional encargada de formular y emitir políticas públicas para promover ciudades inclusivas, equitativas, diversas, innovadoras y sostenibles.

En 2015, mediante el Registro Oficial 413, Primer Suplemento, se publicó la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), que establece los requisitos mínimos de calidad y seguridad para las construcciones.

Esta norma es de estricta aplicación para todos los agentes que se vean involucrados en el proceso constructivo. Esta norma se estructura en 5 capítulos: 1) Seguridad estructural de las edificaciones, 2) Guías prácticas de diseño conforme a la NEC 15, 3) Habitabilidad y salud, 4) Servicios básicos y 5) Documentos reconocidos. Se incluye el capítulo 3, en el contexto del cual se incluye la norma NEC-HS-EE: Eficiencia Energética, la cual aboga por el uso racional y sostenible de la energía.

El COOTAD, en su Art. 297, establece como objetivo del ordenamiento territorial complementar la planificación económica, social y ambiental con una dimensión territorial que oriente el desarrollo y aprovechamiento sostenible del territorio (COOTAD 2010, 128).

En el mismo año, el MAATE expidió el marco institucional de incentivos ambientales "Punto Verde", mediante el Acuerdo Ministerial 140. Este busca otorgar incentivos honoríficos y económicos a proyectos que promuevan patrones sostenibles de producción y consumo.

En su Art. 4, define las construcciones sostenibles como aquellas que aplican mejores prácticas ambientales a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), reduciendo el impacto en el cambio climático, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad (MAATE 2015, 81).

El acuerdo también incentiva al sector de la construcción a implementar estrategias de eficiencia en el consumo de recursos, buenas prácticas ambientales y producción más limpia.

El Título III establece las directrices para la certificación ecuatoriana ambiental de construcciones sostenibles, aplicables a proyectos que demuestren una adecuada gestión ambiental en el uso de recursos y manejo de residuos en todas las etapas del proceso constructivo: 1) Estudio y diseño, 2) Construcción, y 3) Operación.

La etapa 2 está compuesta por, tal como decía el autoridad responsable, el adecuado manejo de recursos y de disposición de residuos (MAATE 2015, 91).

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), la Ordenanza Metropolitana N°0041-2015 aprobó el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PMDOT) -2015-2025- que

establece estrategias de desarrollo sostenible mediante aspectos sociales, económicos, ambientales y territoriales. Este Plan fue objeto de una actualización con la aprobación de la Ordenanza Metropolitana N°001-2021, que actualiza el Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) para el periodo 2021-2033.

La Ordenanza Metropolitana 2019-003 establece la recuperación del incremento de pisos en proyectos ecoeficientes de los cuales se ubiquen en áreas de influencia del Sistema Metropolitano de Transporte y en zonas urbanísticas de asignación especial (ZUAE). Ésta, en su Art. IV.1.401, definirá como ecoeficiencia al conjunto de estrategias con las que se colabora a fomentar el desarrollo urbano sostenible, mediante edificaciones que disminuyen el consumo de agua potable, tratan y reutilizan aguas residuales, aprovechan el agua lluvia, gestionan la escorrentía urbana, optimizan el consumo energético, disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y gestionan de forma adecuada los residuos sólidos (DMQ-OM-003 2019, 9).

La clasificación y gestión de residuos sólidos se considera un parámetro opcional que incrementa la sostenibilidad ambiental de las edificaciones. Su implementación debe seguir lo establecido en la Resolución STHV-019-2020, reformada por la Resolución STHV-034-2020, que detalla los parámetros técnicos, métodos de calificación e instrucciones para incrementar la edificabilidad conforme a la Ordenanza 2019-003.

El numeral 3.2 del anexo 2 de esta resolución especifica, en el subparámetro 3.2.1, que los planes de manejo deben incluir la diferenciación de residuos sólidos en reciclables y no reciclables, así como su entrega a gestores ambientales autorizados mediante convenios para la recolección. Además, la disposición final de los RCD debe realizarse mediante un contrato con la EMGIRS.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

Esta investigación se desarrolla dentro de la línea de investigación del Centro de Investigación para el Territorio y Hábitat Sostenible (CITEHS) de la Universidad Indoamérica, en el marco del "Plan Estratégico de Desarrollo 2021-2026", partiendo de proponer estrategias de gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en viviendas unifamiliares en Quito, para así

contribuir a la mejora del hábitat sostenible y a la reducción de los impactos ambientales negativos derivados de un empleo inadecuado.

2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es un enfoque mixto, es decir, abarca técnicas cualitativas y cuantitativas. Utilizando métodos cuantitativos como la estimación para la cantidad de RCD mediante el cálculo teórico de viviendas construidas en el periodo 2023-2025. Los métodos cualitativos permiten abordar la percepción de los diferentes actores que gestionan dichos residuos.

Una vez definido el enfoque metodológico y los instrumentos de análisis, se procede a delimitar el área de estudio y a describir el contexto territorial donde se desarrolla la investigación, con el fin de justificar la selección de los casos de estudio y su pertinencia frente a la problemática de la gestión de residuos de construcción y demolición en viviendas unifamiliares.

ÁREA DE ESTUDIO Y LOCALIZACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

ESTRUCTURA GEOGRÁFICA / CONTEXTO FÍSICO

LOCALIZACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Ecuador está situado en la costa noroeste de América del Sur, dentro del área tropical del continente. La línea del ecuador cruza a 22 km al norte de Quito, su capital. Geográficamente está situado entre los paralelos 1° 30' de latitud N y 3° 23.5' de latitud S; y entre los meridianos 75° 12' y 81° de longitud W; además, tiene 1.200 km de costa sólo si no se considera el Archipiélago de Galápagos.

A NIVEL DE AMÉRICA DEL SUR / ECUADOR

Tabla 3

Los límites del Ecuador

<p>Los límites del Ecuador son:</p> <ul style="list-style-type: none">• NORTE: Colombia• SUR: Perú• ESTE: Perú• OESTE: El Océano Pacífico

Figura 7

Los límites del Ecuador



Figura 8
Ubicación de la República del Ecuador en el continente americano.



La imagen representa la ubicación de la República del Ecuador
Fuente:<http://ecuadoramalavida.blogspot.com/p/sitios-turisticos.html>

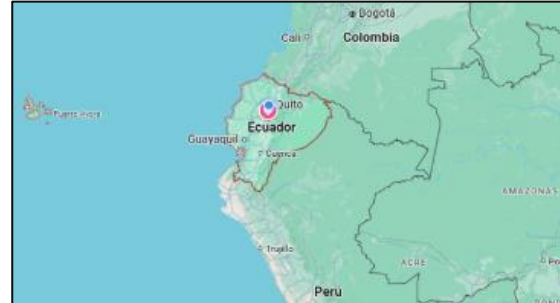
Tabla 4
Las 4 Regiones Naturales del Ecuador

El Ecuador es atravesado de Norte a Sur por la “Cordillera de Los Andes” dividiendo al territorio continental en tres regiones naturales y una insular que son:

- Costa o Región Litoral
- Sierra o Región Interandina
- Amazonía o Región Oriental
- Región Insular o Archipiélago de Galápagos.

Nota: Elaboración propia

Figura 9
Ubicación de la República del Ecuador en América del Sur



Ubicación de la República del Ecuador
Fuente:<https://www.google.com/maps/place/Ecuador/@9.3264043>

Figura 10
Las 4 Regiones Naturales del Ecuador



Las 4 Regiones Naturales del Ecuador
Fuente: https://www.ivoox.com/regiones-naturales-del-ecuador-audios-mp3_rf_112060319_1.html

A NIVEL DE PROVINCIAS/PROVINCIA DE PICHINCHA

La provincia de Pichincha se encuentra en la parte norte del país, en la Sierra. La capital de la provincia es la ciudad de Quito, que cuenta con 2.388.817 habitantes.

Sus límites son:

Norte: Provincias de Imbabura y Esmeraldas

Sur: Provincia de Cotopaxi

Este: Provincias de Sucumbíos y Napo

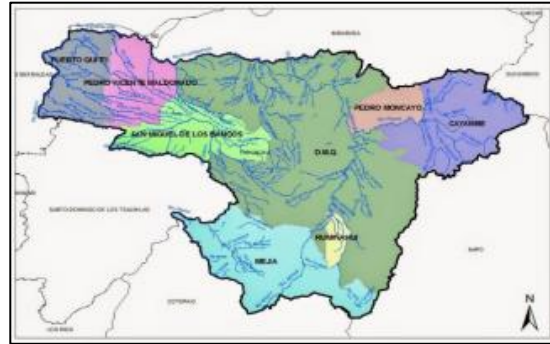
Oeste: Provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Esmeraldas.

Comprende los Cantones:

- Distrito Metropolitano de Quito
- Cayambe
- Mejía
- Pedro Moncayo
- Rumiñahui
- San Miguel de Los Bancos
- Puerto Quito
- Pedro Vicente Maldonado

Figura 11

Cantones de la Provincia de Pichincha



Cantones de la Provincia de Pichincha

Fuente: <https://www.colibriplus.net/provincia-de->

NIVEL DISTRITAL / DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Figura 12

Administraciones zonales del DMO



Administraciones zonales del DMO

Tabla 8

Parroquias Urbanas del DMQ

Administración Zonal	Parroquias Urbanas
Calderón	Calderón, Llano Chico
Eloy Alfaro	Chilibulo, La Ecuatoriana, Guamaní, Quitumbe
Eugenio Espejo	Belisario Quevedo, Iñaquito, Kennedy, Ilumipamba
La Delicia	Carcelén, Cotacollo, El Condado, Ponceano
La Mariscal	La Mariscal, San Juan
Los Chillos	Conocoto, Guangopolo, Alangasí, La Merced
Manuela Sáenz	Centro Histórico, San Blas, La Libertad
Quitumbe	Turubamba, Quitumbe, Solanda
Tumbaco	Cumbayá, Tumbaco

Parroquias Urbanas del DMQ

Fuente: <http://sthv.quito.gob.ec>

Administraciones zonales del DMO

(Distrito Metropolitano de Quito) tiene una extensión de 423.055,42 hectáreas, que equivale a 4.230,6 km². El INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) estableció que la población de 2022, según proyecciones poblacionales, llegaría a 2.872.351 habitantes, es decir, un crecimiento del 1,6% respecto al 2021. Con relación a su división administrativa, el DMQ está dividido en diez administraciones zonales: La Delicia, Calderón, Eugenio Espejo, Manuela Sáenz, Eloy Alfaro, Tumbaco, Quitumbe, La Mariscal, Los Chillos y Chocó Andino.

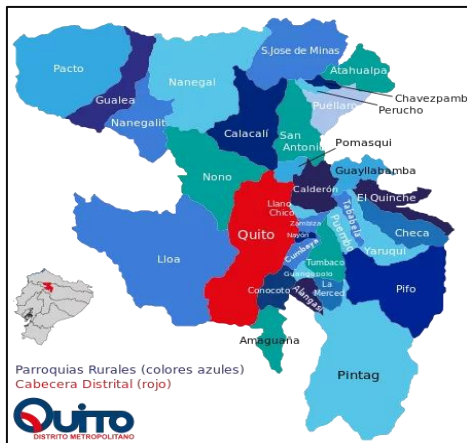
A NIVEL DE CIUDAD / QUITO

La Ciudad de Quito es la capital de la República del Ecuador, se encuentra en la provincia de Pichincha, es la segunda ciudad más grande y poblada del Ecuador. Además de ser cabecera cantonal del distrital del DMQ.

Según datos del censo del 2010 en Quito viven alrededor de 1'600.000 habitantes en el área urbana y, además, alrededor de 600.000 habitantes en las zonas suburbanas, lo que da un total de 2'239.191 habitantes en el Distrito.

A NIVEL DE CIUDAD / QUITO

Figura 13
Parroquias Rurales del DMQ



Parroquias Rurales del DMQ
Fuente: <http://sthv.quito.gob.ec>

De acuerdo con el censo de población y vivienda de 2022 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el Distrito Metropolitano de Quito cuenta con 2 679 722 habitantes de los cuales 1 763 275 residen en el área urbana, consolidándose como la segunda ciudad más poblada del país después de Guayaquil; la composición demográfica refleja la siguiente distribución: 51,8 % de mujeres y 48,2 % de hombres; la población mestiza es la que prevalece (88,5 %), seguida de indígenas (4,7 %); blancos (3,1 %); afroecuatorianos (2,9 %) y montubios (0,7 %); así mismo, se registran aproximadamente 810 562 hogares, de los cuales la mayor parte de jefaturas son masculinas (62,2 %); la tendencia social indica que el 44,2 % de los quiteños son solteros, en comparación con el 35,5 % de casados y el 13,8 % de concubinatos; en cuanto a los servicios básicos.

Quito muestra una cobertura casi total con un 98,9 % de acceso al agua potable, 99,7 % a la electricidad, 95 % a la alcantarillado y un 98,5 % a la recolección de residuos, denotando así un desarrollo urbano consolidado, el crecimiento poblacional que mantiene a la capital como el principal centro político, administrativo, cultural y económico del Ecuador (INEC, 2023).

Figura 14
Administraciones y parroquias de la ciudad de Quito



Administraciones y parroquias de la ciudad de Quito.
Fuente: <http://www.epmmop.gob.ec>

AL NIVEL DE ADMINISTRACIÓN ZONAL / A. Z. EUGENIO ESPEJO

Dentro de la Administración Zonal Eugenio Espejo contamos con las siguientes parroquias:

La parroquia Mariscal Sucre, es una de las 32 parroquias urbanas de la ciudad de Quito, Ecuador; lo que significa que se encuentra en el centro-norte de la ciudad ecuatoriana que está, como el resto de parroquias de la ciudad, delimitada por los siguientes límites:

NORTE: Parroquia Iñaquito

SUR: Parroquia Itchimbía

ESTE: Parroquia Itchimbía

OESTE: Parroquia Belisario Quevedo

y Parroquia San Juan.

Administración Zonal
Eugenio Espejo

- 1) Belisario Quevedo
- 2) Mariscal Sucre
- 3) Iñaquito
- 4) Rumipamba
- 5) Jipijapa
- 6) Cochapamba
- 7) Concepción
- 8) Kennedy
- 9) San isidro del Inca

Figura 15

Administración Zonal Eugenio Espejo



Administración Zonal Eugenio Espejo

Fuente: <http://www.emmon.gob.ec>

CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN

A NIVEL DE PARROQUIAS/ PARROQUIA CHILLOGALLO

LA PARROQUIA URBANA DE CHILLOGALLO

La parroquia urbana de Chillogallo está situada al sur de Quito, en las laderas del Pichincha y es la parroquia más amplia y poblada del sur de Quito. Pertenecida al área de la Administración zonal Quitumbe, Limita con las parroquias de La Mena, Solanda, Quitumbe, La Ecuatoriana, la rural de Lloa. La parroquia urbana de Chillogallo está localizada en la zona sur de Quito, tiene un origen prehispánico y el nombre es producto de varias interpretaciones de la lengua quichua: Chalagalli "lugar para rebuscar los frutos que se olvidaron después de la cosecha". Chillojalli "cielo que enchufa". • Chilloguayllu "hondonada fría". Dichas interpretaciones representan las características geográficas y culturales de su entorno.

El 22 de mayo de 1822, en plena campaña por la independencia de Ecuador, el general Antonio José de Sucre y sus hombres pernoctaron en la hacienda de Chillogallo antes de la Batalla de Pichincha; dicha hacienda, construida en 1765, alberga en la actualidad el Centro Cívico Cultural, Museo y Biblioteca Mariscal Sucre.

Barrios de la Parroquia de Chillogallo

Tabla 5

Barrios de la Parroquia de Chillogallo

<ul style="list-style-type: none">• Chillogallo• Central• Santa Marta• Santa Rosa• <u>San Luis</u>• Quito Occidental• El Tránsito• 23 de mayo	<ul style="list-style-type: none">• La Libertad• Buenaventura• Los Andes• San Gregorio• La Estancia• Las Cuadras• Santa Rita• El Girón
---	---

Nota: Elaboración Propia

CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN

A NIVEL DE BARRIO / El Barrio San Luis de Chillogallo

El barrio San Luis, en la parroquia urbana de Chillogallo al sudoeste de Quito en Ecuador, representa un claro modelo de la transformación urbana que se plantea. Desarrollo histórico de Chillogallo y del barrio San Luis En un principio, Chillogallo era un sector agrícola conocido como el "granero de Quito" por la gran cantidad de haciendas que existían y que alimentaban a la ciudad. Hasta la mitad del siglo XX el carácter agrícola todavía era el predominante. Desde la década de 1970, el sector sufrió una rápida urbanización y comenzó a constituirse como una parroquia urbana con una población de alrededor de 50,000 también.

Características del Barrio San Luis

El barrio San Luis es un barrio de tipo urbano, el número de habitantes asciende a aproximadamente 2000 habitantes.

La infraestructura comunitaria está compuesta por la edificación de una iglesia, un centro de salud, una unidad educativa fiscal mixta que lleva por nombre Luis Felipe Borja, paradas de buses de la línea San Cristóbal del barrio que se conectan con el sector de La Marín, tres cooperativas de taxis, un parque lineal, un mirador ubicado en la parte alta (detrás de la unidad educativa) y una cancha grande, que tiene como equipamiento el uso de reflectores para la práctica de campeonatos de fútbol y actividades culturales.

Límites Geográficos: El barrio San Luis limita: **Norte:** Barrio San Rafael. **Sur:** Barrio Santa Rosa. **Este:** Barrio Las Orquídeas. **Oeste:** Barrio Vista Hermosa.

Esta evolución y desarrollo corresponden a la transformación de Chillogallo desde una zona de carácter predominantemente agrícola a otro tipo de comunidad con infraestructura y servicios adecuados a las personas que residen en ella.

Figura 16
Parroquia Mariscal Sucre

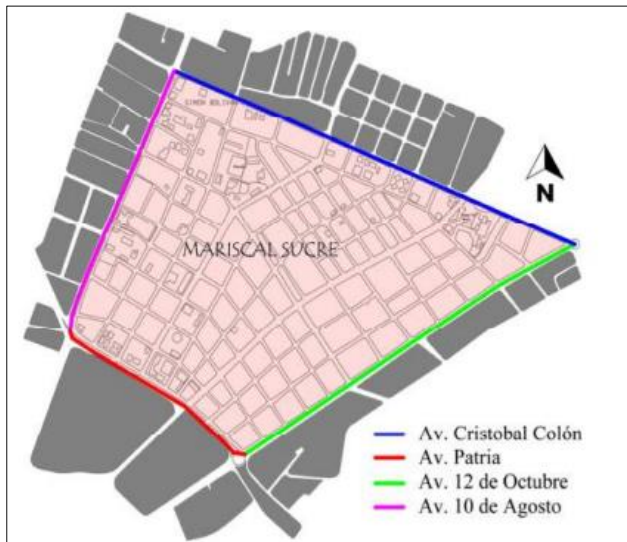


Figura 17
Lote 6 / Vivienda Unifamiliar / Barrio San Luis de Chillogallo



Fuente: <http://www.epmmop.gob.ec>

Antecedentes de la Vivienda

Vivienda 94 de San Luis de Chillogallo (Sur de Quito):

Esta vivienda fue edificada hace unos 60 años por los padres del propietario que ejerce la actual propiedad de David Abraham Arcos Miranda.

La edificación ponía en evidencias fallas estructurales significativas ya que el fondo era inestable y existía falta de mantenimiento.

Certificaciones técnicas de la Administración Zonal Eugenio Espejo advirtieron del riesgo inminente de colapso, habiendo tomado el propietario la decisión voluntaria de demoler.

Proceso Legislativo y Regularización

Una vez que el propietario recibió los informes técnicos que determinaban el riesgo estructural, optó por demoler la vivienda para garantizar la seguridad de su familia y de los vecinos.

La demolición se desarrolló con la colaboración del Municipio de Quito, sin necesidad de acudir a la vía judicial. Se presentó un plan de regeneración del predio, en el que se preveía la edificación de una nueva vivienda con materiales adecuados y que soportara distintas intensidades sísmicas.

Aspectos Destacados de la Vivienda 94

Tabla 6

Aspectos Destacados de la vivienda 94

<i>Ubicación</i>	<i>Vivienda 94 –Barrio San Luis de Chillogallo</i>
<i>Tipo de construcción</i>	Legal, Antigua
<i>Motivo de demolición</i>	Riesgo estructural
<i>Proceso legal</i>	Voluntario, sin intervención judicial
<i>Intervención municipal</i>	Coordinación para regeneración
<i>Impacto urbano</i>	Mejora del entorno y seguridad.

Nota: Elaboración propia.

Efecto de la Planificación de la Ciudad

La suposición voluntaria de demolición ilustra una consciencia ciudadana en torno a lo que representa la seguridad estructural y el respeto normal de la ciudadanía. El plan de regeneración del solar favorece la mejora de la urbanidad y de la calidad de la vida de los ciudadanos.

CASO DE ESTUDIO 2 / CONSTRUCCIÓN

A NIVEL PARROQUIAS/ PARROQUIA LA MENA

La parroquia urbana La Mena, ubicada en la zona Eloy Alfaro, tuvo su origen en una hacienda agropecuaria con un grupo de huasipungueros que se organizaron en comunidad obrera.

Para el 2023 cuenta con el Parque Lineal Recreativo de 84.629 m², que beneficia a más de 10.000 habitantes de los aproximadamente 49.000 que tiene esta parroquia. La comunidad de La Mena 2 se caracteriza principalmente por la pertenencia y por los niveles de participación de los vecinos y las vecinas. Como contrapartida, existen problemas de inseguridad relacionados con los robos y las extorsiones a los comerciantes. El sector cuenta con el Corredor Sur Occidental, que moviliza más de 2.000 pasajeros diarios, además de la Parroquia Nuestra Señora de la Anunciación que recibe a los usuarios con un conjunto de actividades de reflexión pastoral y de participación comunitaria.

La Mena 2 está constituida por los siguientes barrios: Combatientes del 41, Cristo Rey, Eugenio Espejo, La Biloxi, La Raya, Mariscal de Ayacucho, Reino de Quito-La Mena, Santa Bárbara (Alta y Baja), Santa Bárbara de Chillogallo, Santa Inés, **Tarqui**, Vencedores del Pichincha.

Figura 18
Parroquia La Mena

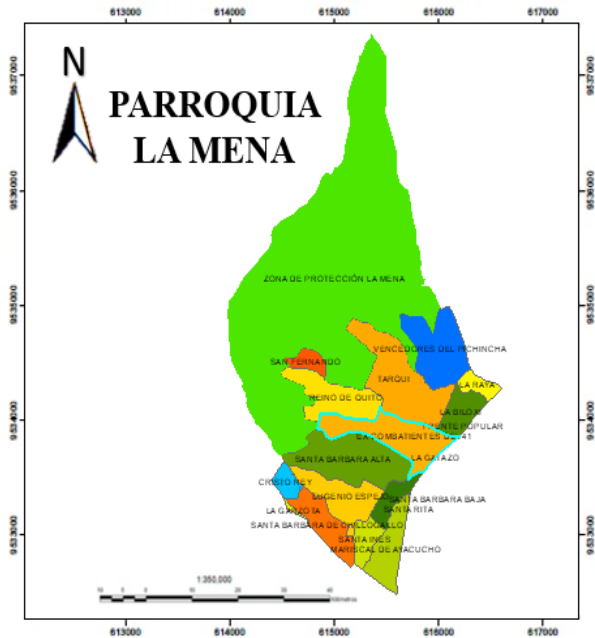








Tabla 7
Parroquia La Mena

Barrios de la Mena	
	Santa Bárbara de Chillogallo
	La Garzota
	Tarqui
	San Francisco
	Buenaventura
	Nueva Esperanza del Sur

Nota: Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

CASO DE ESTUDIO 2 / CONSTRUCCIÓN

A NIVEL DE BARRIOS / BARRIO EXCOMBATIENTES DEL 41

El barrio Excombatientes del 41 es un asentamiento que se encuentra en la parroquia de La Mena, al suroccidente de la ciudad de Quito, sitio de la República del Ecuador.

Corresponde a la Administración Zonal Eloy Alfaro y se ubica en un sector de la ciudad donde vive mucha gente, barriales tales como La Biloxi, Tarqui y Vencedores del Pichincha.

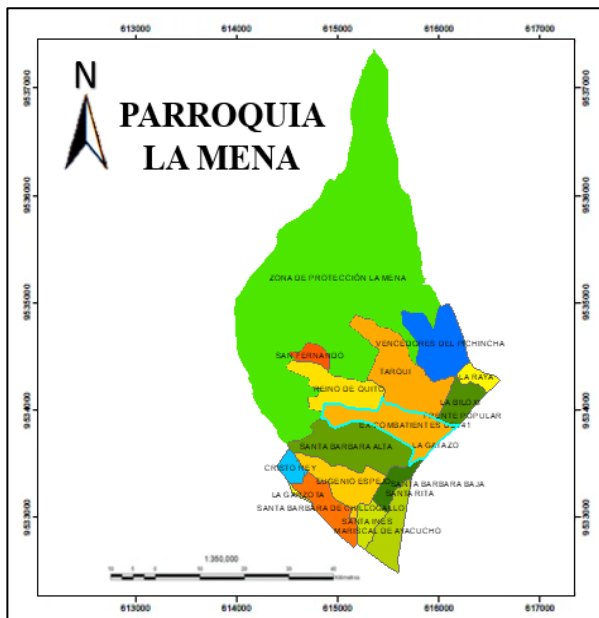
Su nombre de barrio "Excombatientes del 41" hace referencia a los veteranos de guerra de la guerra de Ecuador y Perú de 1941, es probable que se haya pueblo con soldados de los excombatientes o de sus familias.

Uno de los puntos neurálgicos del sector es el Parque Remodelado Excombatientes del 41, un lugar con una extensión aproximada de 1.4 acres que incorpora elementos deportivos como una cancha de vóley y áreas verdes para el disfrute de sus habitantes.

El parque ha sido remodelado por parte del Municipio de Quito para mejorar la infraestructura y la atención que se brinda a la comunidad. También se cuenta con una Liga Deportiva Barrial activa que organiza periódicamente eventos y actividades para acentuar los acontecimientos de integración y el bienestar de sus vecinos.

La comunidad del Barrio Excombatientes del 41 es muy participativa y activa. Se celebran eventos como el "Cuarentayunazo", celebrado en las Fiestas de Quito, o ferias de salud gratuitas conjuntamente con organizaciones del barrio. Para estar al tanto de las actividades y las noticias del barrio Excombatientes del 41, puedes seguir la página de Facebook "Ex combatientes del 41".

Figura 19
Ubicación del Barrio Excombatientes



Nota: *Elaboración propia*

Figura 20
Croquis del Barrio Excombatientes del 41



Nota: *Elaboración propia*

CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN

TABLA 8 MATRIZ CAUSA EFECTO DE DEMOLICIÓN DE VU DE 2 PLANTAS

Vivienda unifamiliar de 2 plantas (246,40 m² de construcción) – Barrio San Luis de Chillogallo

Escala de valoración: 0 = Sin impacto, 1 = Bajo, 2 = Medio, 3 = Alto

Causa / Actividad	Efecto en Aire / Atmósfera	Valor (0-3)	Efecto en Suelo	Valor (0-3)	Efecto en Agua	Valor (0-3)	Efecto en Salud / Ruidos	Valor (0-3)	Total
Demolición mecánica (martillos, maquinaria)	Polvo intenso de concreto, yeso, contaminantes	3	Compactación del terreno; mezcla con escombros	2	Lixiviados con sedimentos y contaminantes del cemento, pintura	2	Polvo respirable, vibraciones, ruidos fuertes para vecinos y operarios	3	10
Transporte de escombros	Polvo residual y emisiones de vehículos	2	Posible contaminación por caída de partículas	1	Derrames accidentales o lavado por lluvia	1	Ruido y vibraciones del transporte, tráfico adicional	2	6
Clasificación y acopio de RCD en obra	Polvo adicional al manipular materiales	2	Contaminación local si no se separa bien	2	Lixiviados de residuos inorgánicos y madera mal almacenada	1	Riesgo de cortes, pinchazos al manipular materiales	2	7
Disposición inadecuada de RCD (quema/vertido)	Emisión de humos tóxicos, partículas	3	Contaminación del suelo con cenizas o residuos químicos	3	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas	3	Riesgo de inhalación tóxica, incendios, salud muy afectada	3	12
Limpieza final y retiro de residuos	Polvo residual moderado	1	Restos menores de escombros en terreno	1	Arrastre a drenajes con lluvias				

Nota: Elaboración propia

Análisis de la Matriz Causa Efecto de Demolición de VU de 2 plantas

1. Destrucción mecánica

Genera un polvillo intenso, compacta el suelo, mete el lixiviado y genera efectos para la salud mediante polvillo respirando, ruido y vibraciones.

Impacto: Alto – total = 10.

Se entiende así: Es la etapa más ruidosa y en la que el polvillo es evidente, al aire afecta a la salud y provoca un daño físico fuerte en el terreno) pero de alto impacto.

2. Transporte de restos

Genera un polvillo residual y exhalaciones, con posible contaminación por caída de partículas, desbordamientos por agua de lluvia, y molestias por ruido/vibraciones.

Impacto: Medio – total = 6.

Se entiende así: El transporte de restos tiene tal actividad continua que produce contaminación (aunque baja), pero continuo ruidos y tráfico.

3. Clasificación y acopio en obra

El movimiento de los escombros genera nuevo polvo, riesgos de contaminación local si no está bien esclarecido el acopio, lixiviados y peligros físicos en la manipulación.

Impacto: Medio – alto – total = 7

Entendible así: Si no se tratan adecuadamente las escombreras se hace más presente la contaminación local y el riesgo de los operarios.

4. Disposición inapropiada (quema o vertido)

Si se quema o se tiran los residuos, se generan humos tóxicos, contaminantes del suelo y agua, y riesgo de salud por el fuego o por la inhalación

Impacto: Muy alto – total = 12

Entendible así: Es la peor de las prácticas: quemar o tirar los residuos sin control es nocivo para todo – para el aire, para el suelo, para el agua y para la salud

5. Limpieza final y retirada de residuos

Solamente polvo residual, pero pocos restos en el terreno, sólo ligeros arrastres por lluvias.

Impacto: Bajo – Impacto estimado 3 – 4

Entendible así: Es la fase menos problemática: si bien hay polvo y algunos restos, pero es algo que se puede controlar.

CASO DE ESTUDIO 2 / CONSTRUCCIÓN

EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INEFICIENTE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA CIUDAD DE QUITO

MATRIZ CAUSA EFECTO DE CONSTRUCCIÓN DE VU DE 3 PLANTAS

Vivienda unifamiliar de 3 plantas (308 m² de construcción) – Barrio Excombatientes del 41, Quito

Escala de valoración: 0 = Sin impacto, 1 = Bajo, 2 = Medio, 3 = Alto

Tabla 9 : Matriz Causa Efecto de Construcción de VU de 3 plantas

<i>Actividad (Causa)</i>	<i>Efecto en Aire/Atmósfera</i>	<i>Valor (0-3)</i>	<i>Efecto en Suelo</i>	<i>Valor (0-3)</i>	<i>Efecto en Agua</i>	<i>Valor (0-3)</i>	<i>Efecto en Salud</i>	<i>Valor (0-3)</i>	<i>Total</i>
<i>Excavación y movimiento de tierra</i>	Generación de polvo y partículas	3	Alteración de capa fértil	3	Arrastre de sedimentos	2	Problemas respiratorios en vecinos	2	10
<i>Uso de maquinaria pesada</i>	Emisión de gases y ruido	2	Compactación y vibración de suelo	2	Posible derrame de aceites	1	Estrés y riesgos laborales	2	7
<i>Transporte de materiales</i>	Aumento de GEI y polvo	2	Desgaste de vías y suelos urbanos	2	Posibles derrames de líquidos	1	Accidentes por tráfico pesado	2	7
<i>Mampostería y cortes</i>	Polvo por cortes y mezclas	2	Residuos sólidos de mortero y bloques	2	Arrastre de material al drenaje	1	Riesgo de cortes/lesiones a obreros	2	7
<i>Acabados (pinturas, barnices, adhesivos)</i>	Emisión de COVs y olores	3	Restos de envases y químicos	1	Posible vertido de diluyentes	1	Irritación ocular/respiratoria	2	7
<i>Disposición inadecuada de RCD</i>	Generación de polvo	2	Acumulación de escombros en terreno	3	Contaminación por lixiviados	2	Proliferación de vectores	2	9
<i>Limpieza final y retiro de obra</i>	Polvillo remanente	1	Vertidos menores en áreas verdes	1	Arrastre de residuos a drenaje	1	Riesgo de cortes/lesiones	1	4
<i>Operación y uso de la vivienda</i>	Consumo energético y emisiones indirectas	1	Generación de residuos domésticos	1	Vertidos de aguas residuales	2	Impacto por ruido, salud urban		

Nota: Elaboración propia

Análisis de la Matriz Causa Efecto de Construcción de VU de 3 plantas

1. Excavación de un terreno y movimiento de tierras

Efectos: Mucho polvo/res sectores del suelo fértil, arrastra sedimentos al agua. Impacto en salud: Problemas respiratorios.

Total impacto: Alto (10/12).

2. Uso de maquinaria pesada

Efectos: Emisiones de gases, ruido, compacta (y vibre) el suelo, posibles derrames aceitosos.

Impacto en salud: Estrés y riesgos laborales.

Total impacto: Medio (7/12).

3. Transporte de materiales

Efectos: Emisiones de gases de efecto invernadero y polvo, desgaste de vías, posibles derrames.

Impacto en salud: Riesgo de accidentes por tráfico pesado.

Total impacto: Medio (7/12).

4. Mampostería y cortes de bloques

Efectos. Polvo en el ambiente por cortes, restos de mortero y bloques, arrastre al drenaje.

Impacto en salud. Cortes, lesiones a los obreros.

Total impacto: Medio (7/12).

5. Acabados (pinturas, barnices, adhesivos)

Efectos. Emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs), restos de productos químicos y fugas; Impacto en salud. Irritación ocular y respiratoria.

Total impacto: Medio (7/12).

6. Inadecuada disposición de los RCD

Efectos. Polvo, acumulación de escombros, contaminación de agua por lixiviados; Impacto en salud. Proliferación de vectores (insectos, roedores).

NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo. El propósito de la investigación descriptiva consiste en describir algunas características y propiedades de la población que estamos estudiando o del fenómeno que hemos analizado. Se emplea de tal la manera que va a permitir identificar y analizar las necesidades y problemáticas que rodean la cuestión de averiguar el depósito de residuos de la construcción de tal forma que nos permita obtener una interpretación, cercana a la realidad, de aquello que se puede observar o comprobar” (Guevara, Verdesoto y Castro, 2020 , pp.67).

TIPO DE INVESTIGACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

La investigación de campo consiste en la obtención de datos en el medio natural donde los fenómenos que son objeto de interés se están produciendo, es decir, el campo como medio del investigador. El investigador puede observar y registrar hechos tal y como tienen lugar, lo que hace posible una comprensión más profunda y más precisa del objeto de estudio. (Hernández-Sampieri y Mendoza ,2018, pp.98).

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DEL RCD

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Método Inductivo – deductive

Según Rivas (2017), “el método inductivo-deductivo permite la descripción del fenómeno objeto de estudio a partir de sus particularidades, analizando las prácticas, las situaciones y las costumbres para llegar a la formulación de conclusiones y a una propuesta concreta que permita la solución del problema” (p.70).

El Método Inductivo deductivo con un enfoque mixto hace posible la obtención de datos tanto cuantitativos como cualitativos, permite el análisis de la complejidad que presentan los RCD, con la finalidad de desarrollar estrategias efectivas en este contexto. Este modelo mixto deja entrever, por una parte, los volúmenes generados y la composición de los RCD y, en tal caso, por el otro, es apropiado dar sentido a sus percepciones y las prácticas observadas de las personas que gestionan y tratan los RCD para la elaboración de estrategias eficaces.

(Oviedo-Cogollo y Vega-Suarez, 2022, p. 85).

El análisis de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) se desarrolla a partir de una metodología mixta, que permite obtener resultados aproximados sobre la generación clasificada de los residuos. Esto es especialmente importante, dado que en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) no existe un diagnóstico y caracterización sobre los RCD.

En el Plan de Gestión Integral Municipal de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos y Desechos Sanitarios del DMQ (2022-2032), en los proyectos priorizados y estrategias para la gestión integral de escombros se encuentra el proyecto de un "estudio de diagnóstico situacional sobre la generación de residuos de construcción y demolición, que permita definir políticas para un manejo sostenido de este tipo de residuos" (DMQ, 2022, p. 181).

El planteamiento del método inductivo-deductivo de forma mixta, en el estudio de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Quito, presenta un buen enfoque que responde claramente a la complejidad del mismo. Y es que los hechos más importantes, aquellos que el método nos propone analizar, se encuentran ya sea en datos cuantificables (es decir, volúmenes,

características y tipos de residuos), como también en aquellas prácticas, en esa forma de leer, en esos modos de estar y ser social con los que se enfrentan en la misma gestión de los RCD.

La unión de la investigación inductiva y deductiva permite obtener interpretaciones de los fenómenos a partir de la formulación de observaciones y el desarrollo de propuestas fundamentadas. En relación a la gestión de residuos del Distrito Metropolitano de Quito, la metodología evidencia la carencia de diagnósticos municipales aplicables para el Plan de gestión 2022-2032. A pesar de lo anterior, esta metodología permite elaborar de manera más adecuada propuestas sostenibles para la gestión de residuos de la construcción y de la demolición (RCD).

POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio está compuesta por los diferentes actores que intervienen en los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito. Dado el enfoque de la investigación, se aplicará un muestreo no probabilístico, seleccionando a los participantes en función de su disponibilidad, experiencia relevante y aporte potencial a la investigación. La muestra esta compuesta por:

- **1 propietario** de viviendas unifamiliares, seleccionados de 2 distintos sectores del sur de la ciudad de Quito, con diversidad socioeconómica y tipos de intervención constructiva.
- **1 profesional** del área técnica (ingenieros civil), con experiencia comprobada en obras residenciales unifamiliares.
- **2 arquitectos** con experiencia comprobada en obras residenciales unifamiliares.
- **1 técnico municipal o de empresas públicas** que gestionan el tratamiento, recolección o normativa de RCD.

Tabla 10 . Población y muestra

<i>Población</i>	<i>Cantidad</i>
<i>Propietarios</i>	1
<i>Ingenieros Civiles</i>	1
<i>Arquitectos</i>	2
<i>Técnicos Municipales</i>	1
<i>Total</i>	5

Al ser una población finita, pequeña inferior a 100 a personas se trabajará con la totalidad de la población. Se escogió a la ciudad de Quito, porque es la capital del Ecuador, se ha analizado un proyecto de construcción al sur de Quito en el Sector de la Mena 2, y un proyecto de Demolición al Sur de Quito en el Barrio San Luis de Chillogallo, en Quito se ha observado un crecimiento poblacional considerable, lo que ha conllevado al incremento de proyectos de construcción y demolición de viviendas unifamiliares, esto ha influenciado de manera significativa en la estructura urbana de la ciudad, pero sobre todo, en la generación de RCD (Residuos de Construcción y Demolición), lo que afecta a la contaminación del sector por la falta de estrategias adecuadas que cumplan con las condiciones necesarias para mitigar toda esta problemática.

TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En el presente trabajo se empleó un enfoque mixto, que integró técnicas cualitativas y cuantitativas, de manera que se pueda abarcar de forma más global el manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD) que se presentan en las viviendas unifamiliares en el contexto urbano de la ciudad de Quito. La elección de estas técnicas se debe a la necesidad de obtener información directa, contextual y normativa que permitiera la formulación de propuestas factibles para un hábitat sostenible. Las técnicas empleadas son las siguientes:

Revisión Bibliográfica

Esta técnica facilitó la recopilación de material bibliográfico como normativas locales, de ordenanzas municipales, de planes de gestión ambiental y de políticas públicas sobre los Residuos de Construcción y Demolición, para la construcción del sustento teórico – conceptual de esta investigación, además, se validó el marco normativo, se contrastó con la práctica observada y desarrolló nuevas estrategias a partir del soporte técnico normativo, para esto se apoyó en fuentes primarias y secundarias debidamente validadas.

Fichas de observación técnica

Se emplearon durante las visitas de campo a la obra de construcción y demolición de las viviendas unifamiliares, situadas en diferentes sectores de la ciudad de Quito. Las fichas permitieron recopilar información sobre los aspectos más importantes de los proyectos tales como el tipo y volumen de residuos generados, método de separación en origen, almacenamiento temporal,

transporte o la disposición final, así como alguna acción orientada a la reutilización o reciclado de los materiales de los RCD.

Entrevistas

Se realizaron entrevistas, orientadas a los profesionales del ámbito de la construcción de edificios y viviendas unifamiliares tales como los arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros de construcción, maquinistas de obra, funcionarios municipales relacionados con la gestión ambiental y el manejo de RCD.

Con dichas entrevistas se identificaron las prácticas actuales, los problemas frecuentes en el manejo de RCD y las estrategias que se han seguido de manera formal o bien con prácticas de carácter informal en proyectos de construcción y demolición tanto de edificios como viviendas unifamiliares.

TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La investigación, que tiene como objetivo general proponer estrategias para la gestión adecuada de residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares para un hábitat urbano sostenible en la ciudad de Quito, requiere de técnicas rigurosas para realizar el procesamiento de la información recogida, pudiendo los datos obtenidos transformarse en información apta y aplicable para el diseño de estrategias en función de los resultados.

El procesamiento de información se realizó en correspondencia con las técnicas de recolección de datos utilizada: La información bibliográfica recopilada se procesará a través de fichas técnicas y el proceso de revisión sistemática.

La información de las fichas de observación serán analizadas de manera descriptiva en función de las condiciones normativas y arquitectónicas que deben cumplir las viviendas unifamiliares, a fin de determinar la cantidad de RCD que se produce al construir o demoler una vivienda unifamiliar. Con la información diagnóstica obtenida se aplicará los análisis correspondientes.

La información de las entrevistas se aplicará el análisis descriptivo, el mismo en el que permitirá identificar las particularidades del criterio de los especialistas, para en función de esto, estipular

ideas generales y establecer estrategias para controlar los RCD tanto en construcciones como en demoliciones de viviendas unifamiliares.

PROCESO METODOLÓGICO

1. Diagnosticar la situación actual de los residuos de construcción y demolición RCD de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.

- a) Realizar Instrumentos para la recolección de la información sobre los RCD.
- b) Realizar una revisión documental de los estudios previos realizados sobre la gestión actual de los residuos de construcción y demolición (RCD) de las viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.
- c) Revisar el marco legal relacionado con la gestión de RCD en Quito y evaluar la efectividad de las ordenanzas municipales y su aplicación en proyectos de viviendas unifamiliares.

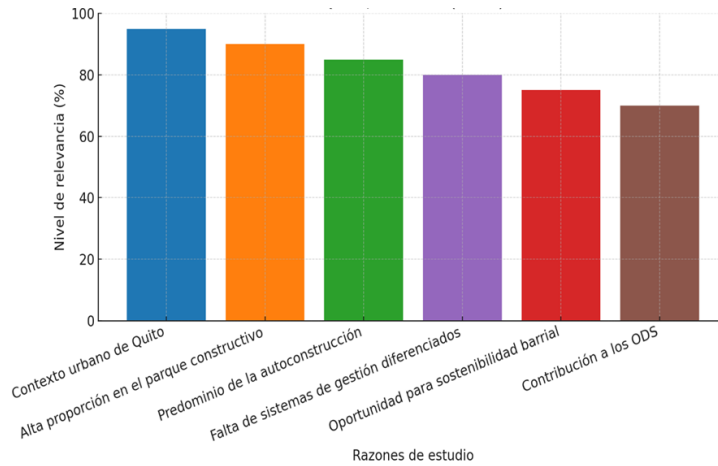
2. Determinar el impacto ambiental de la ineficiente gestión de residuos de construcción y demolición de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito

- a) Matriz Leopold para evaluar la magnitud e importancia del impacto ambiental producido por los residuos de construcción y demolición de las viviendas unifamiliares.

3. Cuantificar y cualificar los residuos de construcción y demolición de viviendas unifamiliares para la adecuada gestión de los mismo en la ciudad de Quito.

- a) Matriz de Cualificación y Cuantificación Residuos Generados en la Construcción de Vivienda unifamiliar de tres plantas construida del barrio Excombatientes del 41
- b) Matriz de cualificación y cuantificación de residuos en la demolición de una vivienda unifamiliar de 2 plantas del Barrio San Luis de Chillogallo.

Figura 6. Razones del estudio de la generación de los RCD en Viviendas Unifamiliares en Quito-Ecuador



Fuente: EMGIRS EP (2025), DMQ, 2025, GAD Quito, 2025.

El análisis muestra que en Quito la autoconstrucción y las viviendas unifamiliares concentran gran parte de los residuos de construcción y demolición (RCD) debido al crecimiento urbano desordenado y la falta de sistemas de gestión adecuados. Este contexto representa una oportunidad para aplicar estrategias sostenibles barriales que fortalezcan la economía circular y contribuyan a los ODS 11 y 12.

TABLA 11 . MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO

Enfoque, Nivel, Tipo y Técnica

Objetivo General	Objetivos específicos	Enfoque	Nivel de profundidad	Actividades	Tipo	Técnicas de recolección de datos	Instrumento	Técnica de procesamiento de datos	Resultados esperados
Proponer estrategias para la adecuada gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares para un hábitat urbano sostenible en la ciudad de Quito.	Diagnosticar la situación actual de los residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.	Mixto	Descriptivo	Revisión normativa, visitas a obras, encuestas y observación directa	Documental y de campo	Revisión bibliográfica, observación, encuestas	Fichas bibliográficas, guía de observación, cuestionario	Análisis descriptivo y comparativo	Diagnóstico del estado actual de la gestión de RCD
Proponer estrategias para la adecuada gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares para un hábitat urbano sostenible en la ciudad de Quito.	Determinar el impacto ambiental de la ineficiente gestión de residuos de construcción y demolición (RCD).	Mixto	Analítico	Identificación de impactos, evaluación ambiental, matrices causa-efecto	De campo y documental	Observación técnica, análisis documental	Matriz causa-efecto, fichas técnicas	Análisis de impacto ambiental	Identificación de impactos ambientales significativos
Proponer estrategias para la adecuada gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares para un hábitat urbano sostenible en la ciudad de Quito.	Cuantificar y cualificar los residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares .	Mixto	Explicativo	Medición de volúmenes, clasificación y análisis de residuos	De campo	Medición directa, observación técnica	Matriz de cuantificación y cualificación de RCD	Tabulación y análisis estadístico	Determinación de cantidades y tipos de RCD

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en viviendas unifamiliares de la ciudad de Quito. Se detallan los principales hallazgos derivados de la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos, incluyendo el diagnóstico situacional, la evaluación del impacto ambiental y social, y la formulación de estrategias de gestión sostenible.

Para diagnosticar la situación actual de los residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito se realizó mediante fichas de observación, visitas de campo y entrevistas. Lugares de estudio: Construcción: Una obra ubicada al sur de Quito, en el barrio Excombatientes de la Mena 2, sector 41.

Demolición: Una vivienda unifamiliar de dos pisos también al sur de Quito, en el barrio San Luis de Chillogallo, predio 94, propiedad del Sr. David Abraham Arcos Miranda. Se elaboraron y aplicaron entrevistas, cuestionarios, fichas de observación, estos instrumentos se utilizaron en ambos sitios identificados (la construcción y la demolición), con los datos recopilados mediante entrevistas, cuestionarios y fichas de observación, se elaboraron matrices para organizar y analizar los resultados obtenidos.

DESARROLLO DE OBJETIVOS

DESARROLLO DEL OBJETIVO 1

1. Diagnosticar la situación actual de los residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.

a) Revisión documental de los estudios previos realizados sobre la gestión actual de los residuos de construcción y demolición (RCD) de las viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.

Revisión documental sobre los RCD de las VU de Quito

Tabla 12 : Revisión documental sobre los RCD de las VU de Quito

Periodo	Plan / Norma	Enfoque en RCD	Acciones Clave	Observaciones
2012	Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos (PMGIR) con apoyo de GIZ	Diagnóstico inicial	- Identificación de actores clave. - Evaluación de la situación actual de los residuos en Quito.	- Enfoque general sin estrategias específicas para RCD. - Carecía de directrices operativas detalladas.
2016–2025	Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos (PMGIR) con apoyo de CAF	Gestión integral bajo el concepto "Cero Basura"	- Establecimiento de metas claras y programas específicos para la gestión de residuos. - Inclusión de objetivos, metas e indicadores para la generación, recolección, aprovechamiento y disposición final de residuos.	- Introducción de un enfoque más estructurado y metas claras. - No se evidencian estrategias específicas para la gestión de RCD.
2022–2032	Plan Integral Municipal de Gestión de Residuos Sólidos No Peligrosos y Desechos Sanitarios	Transformación hacia economía circular y corresponsabilidad ciudadana	- Promoción de la prevención, reducción y reciclaje de residuos. - Inclusión de principios de sostenibilidad y participación ciudadana.	- Cambio de paradigma hacia una gestión más sostenible. - Aún sin mandatos formales para la inclusión de planes de gestión de RCD en licencias de obra.
2025	Implementación de modelo de economía circular para RCD	Reciclaje de RCD	- Transformación anual de 90,000 m ³ de RCD en nuevos insumos para la industria de la construcción.	- Quito se convierte en la primera ciudad del país en implementar este modelo. - Avance significativo en la gestión sostenible de RCD.

Fuente: Distrito Metropolitano de Quito, 2022

Normativa y documentos oficiales de los RCD

La gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) está regulada a partir de las normativas municipales y nacionales que la rigen. En el ámbito municipal la EMGIRS EP es quien da la operación de las escombreras autorizadas (recepción y gestión técnica de escombros) de acuerdo con el Código Metropolitano y la normativa vigente. En el ámbito del DMQ el Plan de Gestión Municipal Integral de Residuos y Desechos Sólidos no Peligrosos y Desechos Sanitarios para el DMQ (2022-2032) promueve la economía circular y regula toda la cadena de gestión de residuos (generación, transferencia, tratamiento, recuperación y, disposición final), y en el ámbito nacional el MAATE emite instructivos y planes normativos de economía circular que establecen las pautas de la separación en la fuente y los registros obligatorios de gestión de RCD.

Estadísticas e informes municipales y académicos recientes

La EMGIRS produce información a través de informes institucionales y del Informe técnico de caracterización de escombros (EMGIRS, 2025), en el que se muestran:

Tierra/excavación: 43,7 %. Bloques y hormigón: 23 % y Otros: residuos verdes, madera, plásticos, cartón y vidrio.

El Informe de Rendición Cuentas 2023 (EMGIRS EP, 2023) presenta actividades del POA, mejoras en escombreras y estudios técnicos.

La necesidad de fortalecer registros operativos para tener cifras completas de las toneladas RCD anuales es identificada.

Marco regulador de los RCD

La EMGIRS EP es la entidad encargada de la gestión técnica y administrativa de los escombros en el DMQ (EMGIRS EP, 2023).

El Plan DMQ 2022–2032 prioriza la reducción de residuos, su aprovechamiento y la economía circular.

El MAATE refuerza la separación en la fuente y planes de normación con bases en economía circular.

Comparación con experiencias internacionales y lecciones pertinentes

La Comisión Europea y protocolos técnicos en Europa han logrado tasas de valorización de RCD por encima del 80 %.

Lecciones importantes para Quito:

1. Obligatoriedad de planes de gestión de RCD para obtener permisos de obra.
2. Separación en origen.
3. Edificación de infraestructura de tratamiento de inertes.
4. Promoción de mercados locales de áridos reciclados.

b) Instrumento para la recolección de información:

Tabla 13 Entrevistas dirigidas a profesionales de la construcción

<i>Nº</i>	<i>Pregunta</i>	<i>Ing. Carlos Hernández (Escombrera de Pifo)</i>	<i>Arq. Joseph Toscano (Constructor Viviendas Unifamiliares)</i>	<i>Arq. Juan Pérez (Experto en Demoliciones)</i>
1	¿Cuál es el volumen estimado de RCD generado por viviendas unifamiliares en Quito, y cómo se compara con los datos generales de la ciudad?	Se estima que del total de 6 000 m ³ /día son generados en Quito y unas pequeñas fracciones corresponden a viviendas familiares.	Las viviendas unifamiliares aportan menos del 5 %, dado que proyectos grandes generan más escombros.	La demolición en viviendas suele ser parcial: estimamos unos 200 m ³ /día por intervenciones de viviendas unifamiliares.
2	¿Qué impacto ha tenido el Centro Piloto de Aprovechamiento de Escombros en Pifo sobre la gestión de RCD unifamiliares?	Ha sido clave; se procesa hasta 90 000 m ³ /año de RCD, lo que alivia considerablemente los botaderos informales.	Ahora podemos entregar escombros separados en sitio al centro; eso incentiva prácticas más limpias.”	Gracias a este centro, el material de demolición parcial ahora se enfoca en el reciclaje, no en vertederos.
3	¿Qué tipos de residuos presentan mayor potencial de reciclaje en viviendas unifamiliares?	Los principales: tierra (44 %), bloques y hormigón (28 %), poda (11 %), madera (5 %), asfalto (3 %), cerámicos (1 %), otros (7 %).	Interesante: foco en tierra y hormigón — en mis obras separo escombros para remoción progresiva.	En demoliciones frecuentes, aprovechar bloques y hormigón es esencial; madera y poda pueden reutilizarse localmente.
4	¿Cómo se realiza la separación en la fuente y qué desafíos hay en viviendas unifamiliares?	Depende del constructor; algunos separan, otros no. Falta formación y normatividad clara.	Implementos contenedores diferenciados, pero el personal no siempre cumple el protocolo.	En demoliciones técnicas, separamos con precisión. El problema es que faltan contenedores adecuados.

5	¿Qué rol tienen alianzas público-privadas como con Holcim en el reciclaje de RCD?	Holcim aporta tecnología para procesar concreto reciclado; reduce un 10 % de extracción de materiales vírgenes.	“Gracias a Holcim, podemos entregarle concreto separado para su revalorización — un incentivo económico importante.”	Estos convenios hacen viable que materiales de demolición sean reintroducidos como recurso.
6	¿Qué avances regulatorios hay para institucionalizar el uso de materiales reciclados en viviendas unifamiliares?	Se están desarrollando normativas orientadas a exigir porcentajes mínimos de materiales reciclados, inspirado en modelos como Bogotá.	“Estoy esperando la formalización: actualmente solo se promueve, pero no es obligatorio.”	“La regulación todavía es incipiente; falta integrarla en reglamentos municipales.”
7	Describe el proceso desde generación del residuo hasta su aprovechamiento.	El flujo: recogida en obra → transporte al centro en Pifo → clasificación → procesamiento para su re uso.	Nosotros separamos escombros, los entregamos al centro, que los convierte en agregados reciclados.	Con ese ciclo cerrado, los residuos no son problema, sino recurso.
8	¿Cuáles son los beneficios ambientales y económicos del uso de RCD reciclado?	Menor extracción de cantera, reducción de emisiones de CO ₂ , aumento de vida de escombreras.	Ahorro de costos en materiales; obra más sostenible y vende mejor entre clientes conscientes.	Menos residuos vertidos en quebradas, menos impacto ambiental.
9	¿Qué ejemplos internacionales se consideran para replicar en Quito?	Se inspira en modelos de construcción circular de Barcelona y Bogotá.	Modelos de CDMX y Buenos Aires son útiles en diseño residencial circular.	Referentes globales demuestran que la reutilización obliga al diseño desde la etapa inicial.
10	¿Qué mejoras, innovaciones o incentivos se necesitan para eficientizar estas estrategias en viviendas unifamiliares?	Necesitamos campañas, incentivos fiscales, puntos de acopio, capacitación continua.”	Incentivos tributarios a constructores que gestionen adecuadamente RCD serían un gran paso.	Debe haber contenedores adecuados en barrio y obligaciones claras en permisos de obra.

Análisis de la Entrevista a profesionales

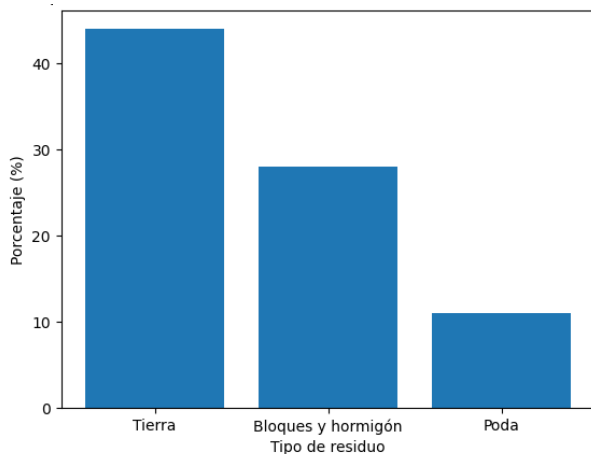
La entrevista realizada a los profesionales pone en evidencia que las viviendas unifamiliares en Quito son responsables de menos del 5% de los aproximadamente 6 000 metros cúbicos diarios de residuos de la construcción y de la demolición (RCD). A pesar de que el volumen se considere escaso, tiene sentido poner de manifiesto la necesidad de implementar la separación en origen y fomentar el reciclaje como prácticas necesarias.

Desde su apertura en julio de 2025, el Centro Piloto de Aprovechamiento de Escombros en Pifo ha alcanzado más de 7 000 metros cúbicos de RCD procesados, lo que ha favorecido la reducción en un 10% de la extracción de materiales vírgenes, favoreciendo de esta manera la economía circular en el sector de la construcción. Si se toman en cuenta los productos residuales más reciclables que provienen de las viviendas unifamiliares, nos encontramos con restos de tierra (44 %), bloques y hormigón (28 %) y poda (11 %).

Es importante resaltar que estos productos pueden ser utilizados directamente en obra o ser procesados para su comercialización en nuevos proyectos residenciales. No obstante, existen dificultades relacionadas con la separación en la fuente: escasa formación, escasa implementación de las normativas, y escasos contenedores. En el caso de la norma INEN 2841, aunque pueda regular parte del reciclaje, su aplicación en el caso de las viviendas unifamiliares es todavía muy débil.

También se resalta el papel que juegan las alianzas público- privadas (APP) como las que se han establecido con Holcim Ecuador que permiten procesar el hormigón reciclado y reducir la extracción de recursos vírgenes. Así, se sugiere desarrollar el modelo de Bogotá en el que queda explícita la obligación de separar y reciclar RCD en las obras de construcción a partir del Decreto 586 de 2015, que se basa en guías técnicas y ambientales sólidas.

Figura 21. Composición de RCD más reciclable en viviendas unifamiliares-Quito



Nota: *Elaboración propia*

La Figura 7 muestra la composición porcentual de los residuos de construcción y demolición (RCD) con mayor potencial de reciclaje generados por viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito. Se observa que la fracción predominante corresponde a restos de tierra (44 %), seguida por bloques y hormigón (28 %) y residuos de poda (11 %), lo cual evidencia la viabilidad técnica de implementar estrategias de separación en origen y valorización de materiales, en concordancia con los principios de economía circular.

DESARROLLO DEL OBJETIVO 2

2. Determinar el impacto ambiental de la ineficiente gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.

El presente objetivo se centra en la cuantificación y cualificación de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en viviendas unifamiliares de la ciudad de Quito, como un insumo técnico fundamental para mejorar su gestión. A partir del análisis de casos reales de demolición y construcción, se busca identificar no solo la cantidad de residuos producidos, sino también su composición y características, permitiendo comprender su comportamiento dentro del ciclo constructivo y su potencial de aprovechamiento o disposición adecuada.

1. Análisis del impacto ambiental de la ineficiente gestión de RCD en viviendas unifamiliares

La ineficiente gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) en viviendas unifamiliares de la ciudad de Quito genera impactos ambientales significativos que se manifiestan principalmente en el deterioro del suelo, la contaminación de cuerpos de agua, el incremento de emisiones asociadas al transporte y disposición final, y la presión sobre la infraestructura urbana existente. Aunque este tipo de vivienda representa menos del 5 % del volumen total de RCD generados diariamente en la ciudad, su impacto ambiental no es proporcionalmente menor, debido a la dispersión territorial, la informalidad constructiva y la ausencia de prácticas de separación en origen.

Desde el análisis de las matrices causa–efecto aplicadas a los casos de estudio de demolición y construcción, se evidencia que la gestión inadecuada caracterizada por la mezcla de residuos, la falta de clasificación y el transporte indiscriminado a botaderos o rellenos intensifica los impactos negativos sobre el medio ambiente urbano, especialmente en zonas residenciales consolidadas como Chillogallo y La Mena.

Impacto sobre el suelo y el entorno urbano

Los resultados muestran que la disposición inadecuada de RCD, especialmente aquellos provenientes de procesos de demolición, provoca una alteración física y química del suelo, debido

a la acumulación de materiales inertes como hormigón, ladrillo y mortero, así como residuos peligrosos asociados a instalaciones antiguas (cables, pinturas, metales). Esta práctica genera pérdida de permeabilidad, degradación del paisaje urbano y ocupación indebida de espacios públicos o naturales.

En el contexto de Quito, ciudad caracterizada por una topografía compleja y la presencia de quebradas, la mala gestión de RCD incrementa el riesgo de obstrucción de drenajes naturales, procesos de erosión y deslizamientos, lo que amplifica el impacto ambiental más allá del sitio de obra. Por tanto, la ineficiente gestión de RCD en viviendas unifamiliares contribuye de forma indirecta a la vulnerabilidad ambiental urbana.

Impacto sobre los recursos naturales y la sostenibilidad

El análisis comparativo entre la demolición (295 t) y la construcción (46,2 t) evidencia que la demolición genera aproximadamente seis veces más residuos, de los cuales solo un porcentaje mínimo es recuperado. La ausencia de separación en origen y de estrategias de valorización implica que materiales potencialmente reutilizables como áridos, bloques y madera sean descartados, promoviendo un modelo lineal de “extraer–usar–desechar”.

Esta práctica incrementa la extracción de recursos naturales vírgenes, intensificando los impactos ambientales aguas arriba del proceso constructivo, como el consumo de energía, las emisiones de CO₂ y la alteración de ecosistemas. En consecuencia, la gestión ineficiente de RCD contradice los principios de la economía circular y limita la contribución del sector vivienda al cumplimiento de los ODS 11 y 12, aspecto clave para la sostenibilidad urbana de Quito.

4. Impacto asociado al transporte y la disposición final

La investigación revela que la falta de planificación en la gestión de RCD genera mayores distancias de transporte, incrementando el consumo de combustibles fósiles y las emisiones contaminantes. Este impacto se agrava cuando los residuos son trasladados a sitios no autorizados, lo que refleja una debilidad en el control institucional y en la corresponsabilidad de los actores del sector de la construcción.

Además, la saturación de los rellenos y botaderos existentes demuestra que la ineficiente gestión de RCD provenientes de viviendas unifamiliares contribuye a la sobreexplotación de la

infraestructura urbana, generando costos ambientales y económicos que recaen sobre la administración municipal y la sociedad en general.

Tabla 14. Impacto ambiental de la gestión de RCD en viviendas unifamiliares – Quito

<i>Criterio de análisis</i>	<i>Gestión ineficiente de RCD (situación actual)</i>	<i>Gestión eficiente de RCD (escenario sostenible)</i>	<i>Interpretación analítica vinculada al objetivo</i>
Separación en origen	No existe separación; los residuos se mezclan en obra.	Clasificación por fracciones (pétreos, no pétreos, peligrosos).	La ausencia de separación incrementa el impacto ambiental al impedir la valorización de materiales y aumentar los volúmenes destinados a disposición final.
Impacto sobre el suelo	Depósitos informales y acumulación de escombros en terrenos y quebradas.	Reducción de vertidos y control del almacenamiento temporal.	La gestión ineficiente genera degradación del suelo urbano y periurbano, afectando la estabilidad ambiental de Quito.
Impacto sobre cuerpos de agua	Arrastre de partículas finas y contaminantes hacia drenajes naturales.	Minimización de residuos expuestos y control de escorrentías.	La mala gestión amplifica riesgos de contaminación hídrica, especialmente en zonas con topografía compleja.
Volumen de residuos enviados a disposición final	Alto volumen de RCD sin aprovechamiento (~90 %).	Reducción significativa mediante reutilización y reciclaje.	Se evidencia que el impacto ambiental está más relacionado con la gestión que con la cantidad generada.
Aprovechamiento de materiales	Pérdida de áridos, bloques y madera reutilizable.	Valorización de materiales y reincorporación al ciclo constructivo.	La ineficiencia promueve un modelo lineal que incrementa la presión sobre recursos naturales.
Emisiones asociadas al transporte	Mayor número de viajes y largas distancias a botaderos.	Optimización logística y reducción de transporte innecesario.	La mala gestión incrementa emisiones de CO ₂ , reforzando el impacto ambiental indirecto.
Cumplimiento normativo	Bajo cumplimiento de ordenanzas municipales (213 y 332).	Articulación entre normativa, control y prácticas en obra.	El impacto ambiental se agrava por la debilidad institucional y la informalidad constructiva.
Impacto paisajístico y urbano	Deterioro visual, ocupación del espacio público.	Integración de la obra al entorno urbano.	La gestión ineficiente afecta directamente la calidad del hábitat urbano.
Relación con los ODS (11 y 12)	Contribución limitada o negativa.	Aporte directo a ciudades sostenibles y consumo responsable.	La gestión de RCD en viviendas unifamiliares es clave para la sostenibilidad urbana de Quito.
Impacto ambiental global	Impacto ambiental acumulativo y persistente.	Impacto reducido y controlado.	Se confirma que la gestión ineficiente de RCD en VU genera impactos ambientales significativos, cumpliendo el objetivo específico 2.

A partir del análisis realizado, se determina que la ineficiente gestión de los residuos de construcción y demolición en viviendas unifamiliares de Quito produce impactos ambientales negativos acumulativos, que afectan el suelo, el agua, el paisaje urbano y la sostenibilidad del sistema constructivo. Estos impactos no se explican únicamente por la cantidad de residuos generados, sino por la ausencia de separación en origen, la baja tasa de valorización y la débil articulación entre normativa, infraestructura y prácticas constructivas.

Objetivo 3

3. Cuantificar y cualificar los residuos de construcción y demolición (RCD) de viviendas unifamiliares para la adecuada gestión de los mismo en la ciudad de Quito.

El presente objetivo se centra en la cuantificación y cualificación de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en viviendas unifamiliares de la ciudad de Quito, como un insumo técnico fundamental para mejorar su gestión. A partir del análisis de casos reales de demolición y construcción, se busca identificar no solo la cantidad de residuos producidos, sino también su composición y características, permitiendo comprender su comportamiento dentro del ciclo constructivo y su potencial de aprovechamiento o disposición adecuada.

Cuantificación y cualificación de los residuos de demolición (RCD) de viviendas unifamiliares

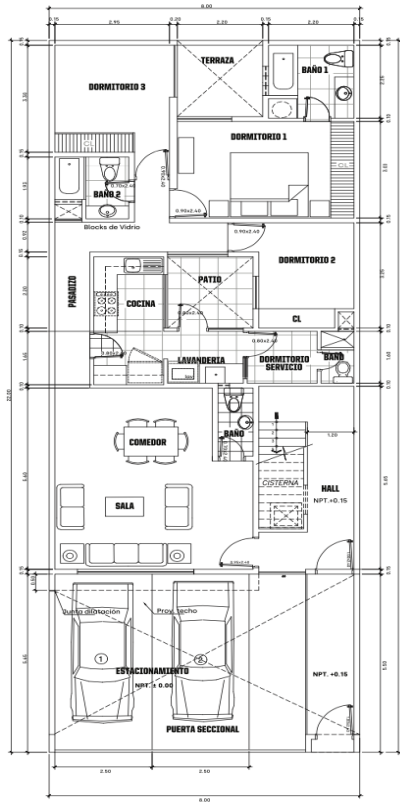
La cuantificación de los residuos de demolición se realizó a partir del levantamiento de información técnica de la vivienda unifamiliar de dos plantas seleccionada como caso de estudio, considerando su superficie, estado estructural y antigüedad. Este análisis permitió estimar los volúmenes y masas de los residuos generados, diferenciando las fracciones predominantes y estableciendo una base objetiva para evaluar su impacto en la gestión de RCD a escala urbana.

CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN

a) Planos de la vivienda Unifamiliar de 2 pisos demolida

Figura 22

Primer piso/ Vivienda unifamiliar



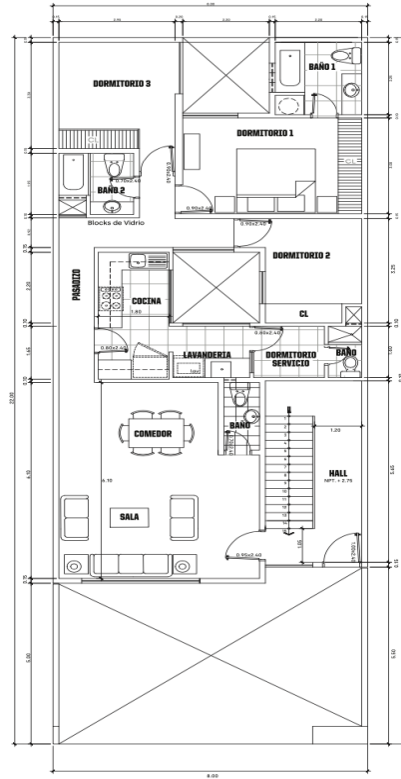
PRIMER PISO
ESCALA 1/50

Nota: Elaboración propia

Fuente: Constructora Seven

Figura 23

Segundo piso/ Vivienda unifamiliar demolida



SEGUNDO PISO
ESCALA 1/50

Fuente: Constructora Seven

Figura 24
Techo

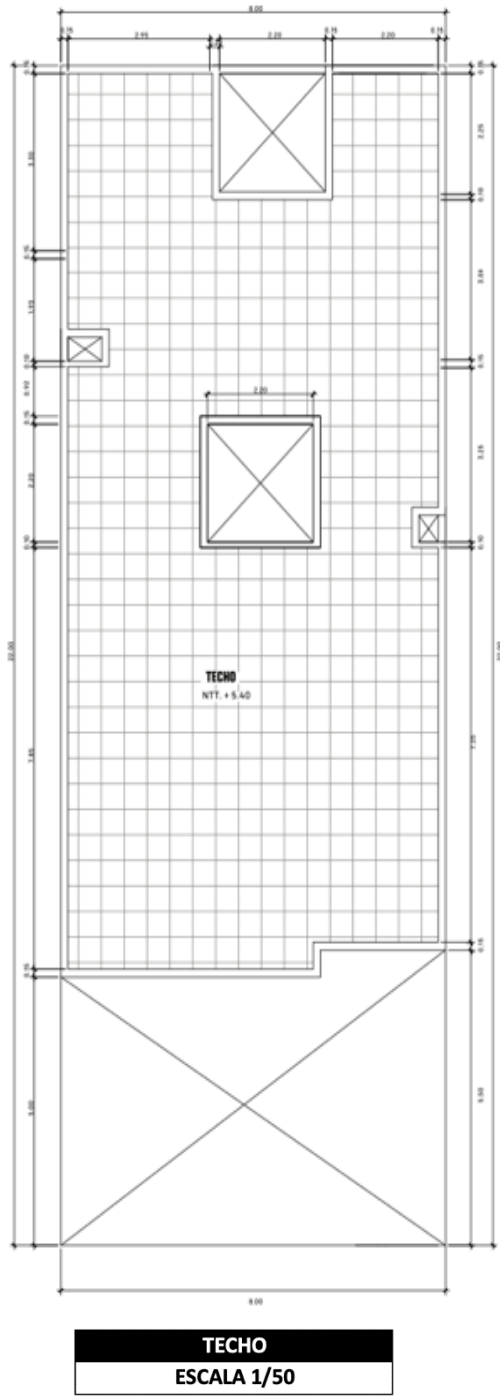


Tabla 15: Área de Construcción de la VU Demolida

PISOS	ÁREA PARCIAL	USO: VIVIENDA
PRIMER PISO	123.20	Lote de 8x22 Barrio San Luis de Chillogallo
SEGUNDO PISO	123.20	
TECHO	----	
TOTAL ÁREA CONSTRUIDA	246.40	
ÁREA DEL TERRENO	176.00	
ÁREA LIBRE (30%)	52.80	

Fuente: Constructora Seven

Fuente: Constructora Seven

**b) Matriz de Cálculo de Residuos de Demolición de una Vivienda Unifamiliar de 2 plantas
Estado deteriorado de la vivienda debido a los 80 años de su edificación**

FIGURA 25. CASO DE ESTUDIO 1 / DEMOLICIÓN



Tabla 16: Matriz del estado deteriorado de la vivienda debido a los 80 años de su edificación, es necesario demolerla por seguridad de los habitantes.

<i>Elemento / Inspección</i>	<i>Observaciones (80 años desde construcción)</i>	<i>Condición (Buena/Regular/Mala)</i>	<i>Puntaje (0-5)</i>	<i>Riesgo para habitantes</i>	<i>Urgencia</i>	<i>Acción recomendada</i>
<i>Cimentación</i>	Asentamientos diferenciales, grietas longitudinales en zanja antigua; indicios de humedad capilar y pérdida de capacidad de soporte tras 80 años.	Mala	5	Alto: riesgo de hundimiento parcial o pérdida de estabilidad.	Inmediata	Inspección geotécnica urgente; restringir uso hasta informe; plan de demolición controlada si falla la reparación.
<i>Estructura de muros (mampostería / albañilería)</i>	Fragmentación de cadenas, fisuras en muros portantes, desprendimiento de elementos y pérdida de anclaje entre muros y forjados.	Mala	5	Alto: colapso local / progresivo.	Inmediata	Evaluación estructural; demoler sectores inseguros; retirar escombros de forma controlada.
<i>Forjados y losas</i>	Corrosión en armaduras (si existen), agrietamiento y eficiencia estructural reducida por fatiga y falta de mantenimiento.	Mala	4	Alto: riesgo de desprendimiento de losas.	Alta	Prohibir carga sobre forjados; demolición programada con izado y protección.
<i>Cubierta / techos</i>	Materiales deteriorados; riesgo de filtraciones y caída de elementos (tejas, vigas).	Regular/Mala	3	Medio-Alto	Alta	Retiro de cobertura antes de demolición general; control de caída de materiales.
<i>Instalaciones eléctricas y gas</i>	Sistemas anticuados, instalación no cumple normativas actuales, riesgo de cortocircuito o fuga de gas.	Mala	4	Alto (incendio/explosión)	Inmediata	Corte y aseguramiento de suministros antes de cualquier intervención.
<i>Acabados interiores (yesos, carpintería, pisos)</i>	Desprendimientos, humedad, degradación de yesos y revestimientos.	Mala	3	Medio	Media	Retiro selectivo de materiales reutilizables; segregación en obra.
<i>Riesgos específicos (amianto / pinturas antiguas)</i>	Posible presencia de materiales con amianto o pinturas con plomo (por antigüedad).	Desconocido/Posible	4 (si presente)	Alto (si hay material peligroso)	Inmediata (si confirmado)	Muestreo y análisis; manejo especializado si se confirma presencia de amianto/plomo.
<i>Entorno (viviendas colindantes / vías)</i>	Edificaciones próximas y accesos angostos; riesgo de afectación por vibraciones y caída de material.	Vulnerable	4	Alto	Alta	Plan de protección de colindantes, vallar sector, señalización, plan de tráfico.

Nota. Elaboración propia

Análisis de la Matriz del estado deteriorado de la vivienda

- 1. Cimentaciones.** Estado: Mal, con aparición de grietas y humedad. Valoración: Valor de 5, riesgo alto, urgencia inmediata. Observaciones: Urgente la realización de la inspección geotécnica y prohibir el uso en caso de no reparable, si requiere ir a demolición controladas.
- 2. Estructura muros.** Estado: Mal, con aparición de fisuras, anclajes de sujeción débiles o insuficientes. Valoración: Valor de 5, riesgo alto, urgencia inmediata. Observaciones: Riesgo grave de colapso, inspección en la estructura y demolición sectorizada muy recomendados.
- 3. Forjados / losas.** Estado: Mal, con aparición de grietas y posible corrosión. Valoración: Valor de 4, riesgo alto, urgencia alta. Observaciones: Prohibición de carga y “demolición” controladas seguras, riesgo inevitable de colapso.
- 4. Cubiertas / techos.** Estado: Regular/mal, con aparición de fisuras y filtraciones. Valoración: Valor de 3, riesgo medio-alto, urgencia alta. Observaciones: Retirar cubierta antes de demoler.
- 5. Electricidad y gas.** Propiedades: Muy malo, incendio o falta inminente. Evaluación: Evaluación 4 (alto riesgo, urgentísimo); comentario: La desconexión y la seguridad de la instalación es necesario hacerla.
- 6. Acabados interiores.** Propiedades: Muy malo, humedad, desprendimiento. Evaluación: Evaluación 3 (riesgo medio, urgencia media); comentario: Retiro selectivo e segregación.
- 7. Riesgos especiales.** Propiedades: Desconocido/posible; evaluación: Evaluación 4 (alto riesgo de confirmarse); comentario: Necesita muestreo y gestión.
- 8. Entorno: Propiedades.** Vulnerable, paso diminuto; evaluación: Evaluación 4 (alto riesgo); comentario: Usar barreras y señales es necesario para disminuir impactos.

Los elementos fundamentales presentan defectos severos, con riesgo inminente. La matriz organiza actividades, urgencias y acciones concretas sirviendo de buen elemento base para un plan de demolición normalizada y segura.

Matriz de estimación de los Residuos de Demolición de la VU de 2 pisos

Figura 26 Demolición de la VU de 2 pisos



Tabla 17: Matriz de estimación de los Residuos de Demolición de la VU de 2 pisos

<i>Material / Fracción</i>	<i>% estimado sobre total (peso)</i>	<i>Masa estimada (kg)</i>	<i>Volumen estimado (m³)</i>	<i>Tipo de residuo</i>	<i>Gestión y acopio recomendado</i>	<i>Observaciones / fundamento</i>
<i>Tierra / Capa de relleno y suelos</i>	30 %	0,30 × 278.185,6 = 83.455,7 kg	83.455,7 ÷ 1.600 = 52,16 m³	Inerte / no peligroso	Acopio separado; reutilización en rellenos si cumple controles	Quito caracterización muestra alta fracción de tierra (44%) en flujo urbano; para una vivienda residencial se asume 30% (menos suelo urbano).
<i>Hormigón / Bloques / Ladrillo / Cerámicos</i>	40 %	111.274,2 kg	111.274,2 ÷ 1.600 = 69,55 m³	Inerte / valorizable	Segregar por fracción pétreo; trituración y uso como árido reciclado	EMGIRS: fracción pétreo importante; para vivienda se espera mayor proporción de muros y losas.
<i>Madera (carpintería, estructuras)</i>	6 %	16.691,1 kg	(densidad maderas varía; volumen aprox. 16.691,1 ÷ 600 ≈ 27,82 m³) *	No peligroso (si no tratada)	Acopio separado; posible reutilización o valorización energética/reciclaje	Para cálculo de volumen maderas se usó densidad orientativa 600 kg/m³.
<i>Yeso / Placas de yeso (tabiques / revoques)</i>	5 %	13.909,3 kg	13.909,3 ÷ 1.600 = 8,69 m³	No peligroso / potencialmente contaminado	Acopio separado; evitar mezcla con inertes; valoración específica	Yeso puede contaminar reciclado de áridos.
<i>Metales (estructurales, tuberías, carpintería metálica)</i>	3 %	8.345,6 kg	8.345,6 ÷ 7.800 ≈ 1,07 m³ (densidad acero ~7.8 t/m³)	Recuperable / valorizable	Retiro y acopio para reciclaje; asegurar separación ferrosos/no ferrosos	Metales tienen alto valor de reciclaje; separar en obra.
<i>Vidrio</i>	1 %	2.781,9 kg	2.781,9 ÷ 2.500 ≈ 1,11 m³	Recuperable / valorizable	Separar ventanas y vidrios; entrega a gestor especializado	Vidrios y carpintería vidriada deben separarse.
<i>Asfalto / Plásticos / Otros (incluye tuberías PVC, pavimento)</i>	2 %	5.563,7 kg	aprox. 5.563,7 ÷ 1.600 = 3,48 m³	No peligroso / reciclable según fracción	Segregar por tipo; entrega a gestores autorizados	Pequeña fracción esperable en vivienda (baldosas asfálticas o restos).
<i>Residuos peligrosos (si hay: amianto, pinturas con plomo, aceites)</i>	0-2 % (variable)	0-5.563,7 kg	Depende de densidad	Peligroso (si confirmado)	Muestreo previo; manejo especializado y disposición en gestor autorizado	Se recomienda muestreo; si presente, tratar por separado.
<i>Otros (sanitarios, azulejos, muebles fijos, escombros mixtos)</i>	11 %	30.600,4 kg	30.600,4 ÷ 1.600 = 19,13 m³	Mixto	Clasificar en obra; separar lo valorizable (cerámica, sanitarios)	Reserva para fracciones diversas no clasificadas arriba.

Nota. Elaboración propia

Análisis de la Matriz de estimación de los Residuos de Demolición de la VU de 2 pisos

1. Caracterización de los RCD

Se consideraron porcentajes que dan lugar (tierra 30 %, hormigón/cerámica 40 %, madera 6 %, etc) bien adaptados al contexto de viviendas residenciales. A pesar de ser diferentes a la caracterización municipal de Quito de 2024 (que da los porcentajes de 44 % tierra, 28 % hormigón y bloques, 5 % madera, etc), la variación en este caso es comprensible, ya que las viviendas generan más artículos estructurales y menos residuos orgánicos urbanos.

2. Descripción adecuada por fracción y masas/volúmenes estimados

La matriz tiene cálculos claros de masas por tipo de residuo, de volúmenes, que aplican densidades estándar (por ejemplo 1 600 kg/m³ para pétreos y 600 kg/m³ para madera y 7 800 kg/m³ para metales), lo que permite estimaciones operativas realistas.

3. Gestión sugerida de cada fracción

La clasificación en inertes (pétreos, tierra), valorizables (hormigón triturado, metales, vidrio), y potencialmente contaminantes (yeso, peligrosos) es adecuada y sigue las mejores prácticas técnicas. La recomendación de segregación en origen, reutilización y entrega a gestores especializados está en línea con regulaciones internacionales y locales como el Real Decreto 105/2008 en España, que exige separación en obra cuando se superan ciertos umbrales.

4. Inclusión de residuos peligrosos

Asignar un rango flexible del 0–2 % para residuos peligrosos como amianto o plomo demuestra prudencia. La recomendación de muestreo previo y tratamiento especializado es correcta y necesaria para conformidad ambiental.

5. Valores orientativos y adaptabilidad

Los volúmenes de densidad están diseñados en base al Plan de Manejo de RCD (Residuos de Construcción y Demolición).

Complementariamente al análisis de demolición, se evaluó la generación de residuos durante el proceso constructivo de una vivienda unifamiliar de tres plantas, considerando las distintas etapas de obra. Este enfoque permite comparar los tipos y cantidades de RCD generados en ambas fases del ciclo de vida de la vivienda, aportando una visión integral sobre la dinámica de generación de residuos en el contexto de viviendas unifamiliares en Quito.

CASO DE ESTUDIO 2 / CONSTRUCCIÓN

Cuantificación y cualificación de los residuos de Construcción (RCD) de viviendas unifamiliares.

a) Plano de vivienda unifamiliar de 3 pisos en proceso de construcción

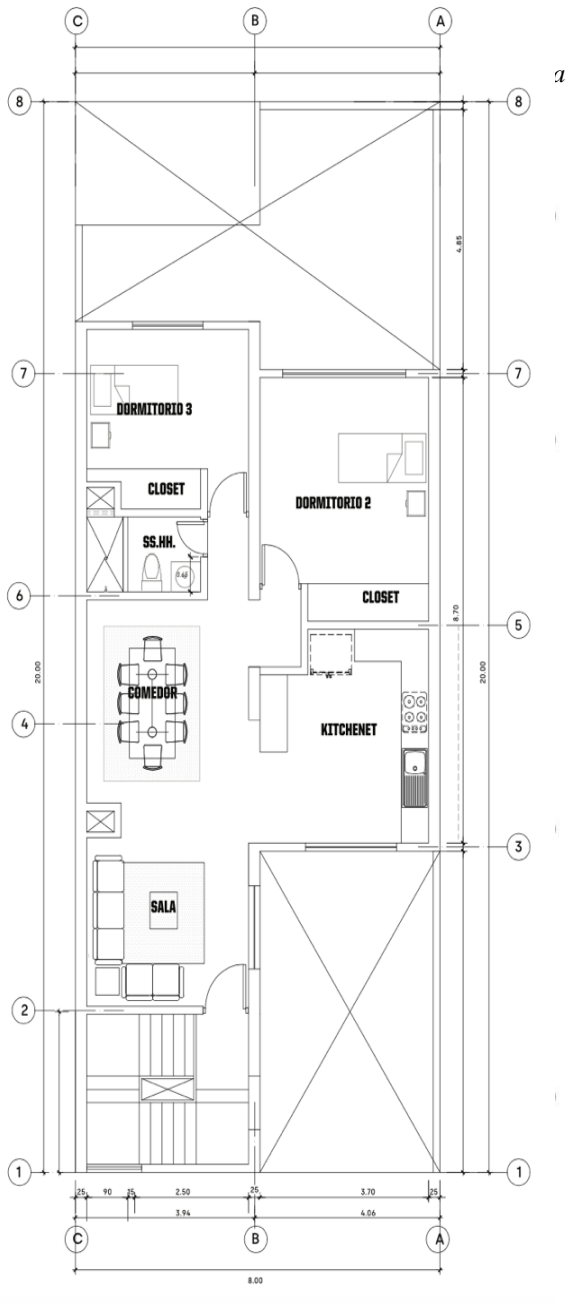
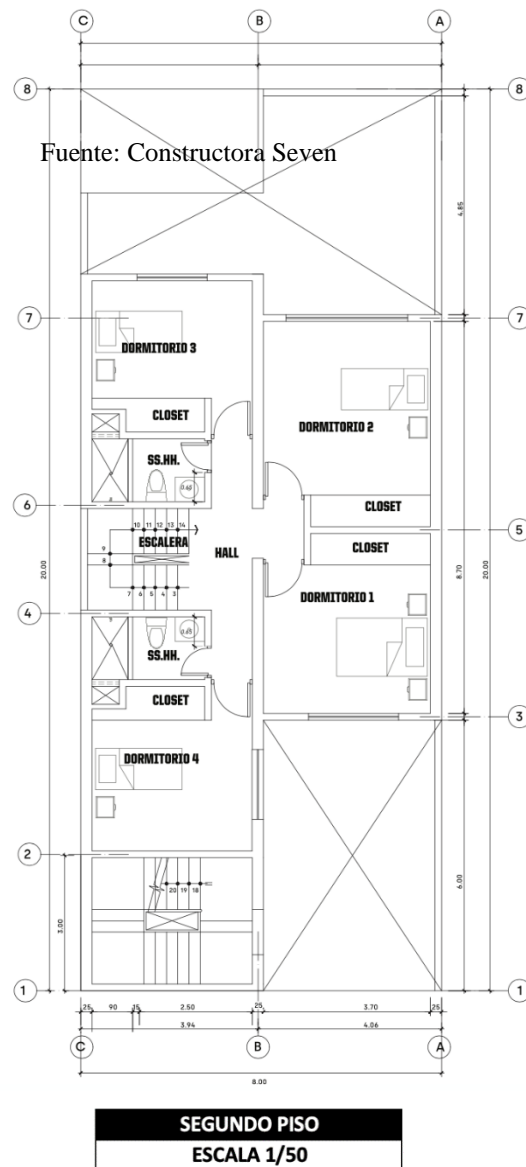


Figura 27
Segundo piso/ Vivienda unifamiliar



PRIMERA ETAPA CONSTRUCTIVA



Figura 28
Tercer piso/ Vivienda unifamiliar construida

CUADRO DE ÁREAS (m ²)		
PISOS	ÁREA PARCIAL	USO: VIVIENDA
PRIMER PISO	108.80	Lote de 8x20 Barrio Excombatientes del 41
SEGUNDO PISO	99.60	
TERCER PISO	99.60	
TOTAL ÁREA CONSTRUIDA	308.00	
ÁREA DEL TERRENO	160.00	
ÁREA LIBRE (32%)	51.00	

Nota: Elaboración propia

MATRIZ PRIMERA ETAPA CONSTRUCTIVA

Vivienda unifamiliar 3 plantas – Barrio Excombatientes del 41 – Quito
Superficie total: 308 m² (1^a planta: 108,80 m² / 2^a: 99,60 m² / 3^a: 99,60 m²)

Tabla 18: Primera Etapa Constructiva

<i>Material / Fracción</i>	<i>% sobre total (fase)</i>	<i>Masa estimada (kg)</i>	<i>Volumen estimado (m³) (densidad sup.)</i>	<i>Observaciones / Gestión</i>
<i>Tierra / Excavación</i>	60.0%	24.948 kg	15,59 m³ ($\rho=1.600$ kg/m³)	Gran parte puede reutilizarse como relleno o ser destino aprovechamiento; separación en origen.
<i>Bloques / Hormigón</i>	25.0%	10.395 kg	4,33 m³ ($\rho=2.400$ kg/m³)	Voluminoso y apto para trituración y árido reciclado.
<i>Madera (pequeña)</i>	3.0%	1.247 kg	2,08 m³ ($\rho\approx 600$)	Palets, encofrado; posible reutilización/reciclaje.
<i>Vegetación / Podas</i>	8.0%	3.326 kg	6,65 m³ ($\rho\approx 500$)	Llevar a compostaje/gestión verde o biogestión.
<i>Asfalto (pocas piezas)</i>	1.0%	416 kg	0,18 m³	Si existe, separar para reciclaje de mezcla bituminosa.
<i>Cerámicos / pequeños</i>	1.0%	416 kg	0,23 m³	Restos de albañado previo o derribo puntual.
<i>Otros (envases, residuos no homog.)</i>	2.0%	832 kg	0,83 m³	Residuos peligrosos mínimos: verificar envases con restos.

Total etapa inicial = 41.580 kg (**41,6 t**).

Análisis de la Etapa 1 del Estado del lugar / limpieza y excavación (Etapa inicial)

Total estimado (fase): 41.580 kg (41,6 t).

1) Flujos dominantes y composición esperada

La boca / excavación predominan en el flujo de material y también los materiales pétreos (arena, grava o restos de rellenos). En Quito, el resultado de la caracterización 2024, estimaba que la fracción de “tierra” puede llegar al 44% del flujo de RCD.

Por otro lado, también tenemos que aparecerán bloques/hormigón de demoliciones parciales, restos de vegetal o cierta madera de limpieza.

2) Impactos ambientales y operativos

Erosión y sedimentación de escorrentías si los materiales quedan a la intemperie y no se manejan.

Contaminación de quebradas y suelos por erosionar finos o por la presencia accidental de residuos peligrosos (por ejemplo, envases con restos).

Mayor volumen y peso en el flujo por la tierra → altos costos de acarreo si no se reutiliza en el sitio. (Criterio conductor importante en la dimensionar el transporte).

3) Riesgos y problemas habituales

Mezcla de materiales que dificulta la valorización (por ejemplo, tierra con restos de asfalto o residuos heterogéneos).

Presencia fortuita de residuos peligrosos no identificados (aceites, pinturas) en los rellenos antiguos.

4) Oportunidades de valorización / reutilización

Reutilización in situ: en la mejora del uso y separación del material, la mayor parte de la tierra y arenas recuperadas para rellenos y nivelaciones siempre que se cumplan los parámetros geotécnicos.

Valorización: fracciones pétreas y hormigón son aptas para triturado y producción de áridos reciclados (aprovechamiento local Pifo).

5) Acciones recomendadas en obra

Prácticas concretas

FIGURA 29 ETAPA INTERMEDIA CONSTRUCTIVA



MATRIZ ETAPA INTERMEDIA CONSTRUCTIVA

Vivienda unifamiliar 3 plantas – Barrio Excombatientes del 41 – Quito

Superficie total: 308 m² (1^a planta: 108,80 m² / 2^a: 99,60 m² / 3^a: 99,60 m²)

Tabla 19: Etapa Constructiva Intermedia

<i>Material / Fracción</i>	<i>% sobre total (fase)</i>	<i>Masa estimada (kg)</i>	<i>Volumen estimado (m³)</i>	<i>Observaciones / Gestión</i>
<i>Tierra / Terraplenes / Rellenos</i>	44.0%	16.262 kg	10,16 m ³	Nivelación, zanjas; alto potencial de reutilización en rellenos/terraplenes.
<i>Bloques / Hormigón</i>	28.0%	10.349 kg	4,31 m ³	Restos de corte, sobrantes — apto para trituración y áridos reciclados.
<i>Madera (encofrados, restos)</i>	5.0%	1.848 kg	3,08 m ³	Encofrado y madera de obra; separar y reusar cuando sea viable.
<i>Vegetación</i>	11.0%	4.066 kg	8,13 m ³	Poda/limpieza de parcelas; manejo orgánico separado.
<i>Asfalto / restos pavimento</i>	3.0%	1.109 kg	0,48 m ³	Separar y gestionar como material reciclable.
<i>Cerámicos (roturas)</i>	1.0%	370 kg	0,21 m ³	Cortes, roturas; posible reciclaje o valorización.
<i>Otros (envases, embalaje, residuos varios)</i>	8.0%	2.957 kg	2,96 m ³	Plásticos, cartón, resto de embalajes — importante contención selectiva.

Total etapa intermedia = 36.960 kg (**37,0 t**).

Análisis de la Etapa 2 de la Etapa Intermedia/ estructural y obra gruesa

Total estimado (fase): 36,960 kg (37,0 t).

1) Flujos predominantes y composición esperada

Gran proporción de bloques y hormigón, restos de mezcla, un poco de madera de encofrado y embalajes, además de fracción de landfillable por zanjas. En Quito, la proporción de bloques/hormigón suele ser relevante (28% en caracterización).

2) Impactos ambientales y operativos

Generación de escombros que requieren trituración o transporte a plantas autorizadas.

Riesgo de generación de partículas y polvo (salud y calidad del aire), mayor en demoliciones o cortes de elementos

3) Riesgos y problemas frecuentes

Mezcla de hormigón con madera, plásticos y otros encareciendo el tratamiento

Cortes de concretos/cerámicos sin agua/ sin medidas de control → mayor generación de polvo y riesgo de sanciones ambientales en áreas urbanas.

4) Oportunidades de valorización/reutilización

Trituración de inertes para aprovechar como sub-base o como árido reciclado en rellenos y mezclas no estructurales.

Reutilización de la madera de encofrado si está en condiciones; separando clavos y herrajes.

En Quito, el nuevo centro de Pifo admite y compra estas fracciones.

5) Acciones recomendadas en obra (prácticas concretas)

Desarrollar puntos de segregación en obra para hormigón/bloques, madera, embalajes y residuos peligrosos.

Apliques de control de polvo.

La cuantificación de los residuos generados durante la construcción muestra que las primeras etapas concentran los mayores volúmenes de RCD, principalmente asociados a movimientos de tierra, excavaciones y adecuación del terreno. Este comportamiento refuerza la importancia de planificar la gestión de residuos desde el inicio de la obra, ya que una adecuada separación y reutilización en estas fases puede reducir significativamente los costos de transporte y disposición final.

FIGURA 30 : ETAPA FINAL CONSTRUCTIVA



MATRIZ ETAPA FINAL CONSTRUCTIVA

Vivienda unifamiliar 3 plantas – Barrio Excombatientes del 41 – Quito

Superficie total: 308 m² (1ª planta: 108,80 m² / 2ª: 99,60 m² / 3ª: 99,60 m²)

Tabla 20 : Etapa Final Constructiva

<i>Material / Fracción</i>	<i>% sobre total (fase)</i>	<i>Masa estimada (kg)</i>	<i>Volumen estimado (m³)</i>	<i>Observaciones / Gestión</i>
<i>Cerámica / Baldosas / Revestimientos</i>	20.0%	2.156 kg	1,20 m ³	Cortes y roturas; posible reutilización parcial o valorización como árido.
<i>Madera (carpintería, recortes)</i>	15.0%	1.617 kg	2,70 m ³	Restos de carpintería; separar para reutilización o energía (si procede).
<i>Plásticos / Envases / Embalajes</i>	15.0%	1.617 kg	1,70 m ³	Embalajes (PVC, polietileno) — alto potencial de reciclaje si se separa.
<i>Bloques / Hormigón (sobrantes)</i>	20.0%	2.156 kg	0,90 m ³	Sobrantes de albañilería fina, morteros — triturable.
<i>Metales (herrajes, perfiles)</i>	10.0%	1.078 kg	0,14 m ³	Valorable como chatarra; separar por tipo (ferroso/no ferroso).
<i>Tierra / Pequeños residuos</i>	5.0%	539 kg	0,34 m ³	Restos menores, limpieza final.
<i>Otros (residuos mixtos, sanitarios, luminarias)</i>	15.0%	1.617 kg	1,62 m ³	Sanitarios / grifería: evaluar si reusar o reciclar componentes.

Etapa final de Construcción de la VU Construida

Total estimado (fase): 10.780 kg

Total etapa final (acabados) = 10.780 kg (10,8 t). (10,8 t).

1) Flujos dominantes y composición esperada

Cerámicas/baldosas/recortes, madera de carpintería, envases y embalajes plásticos/Cartón, metales (herrajes/perfiles) y sanitarios/porcelana

Fracciones con mayor potencial de mercado para reciclado o reutilización (metales, embalajes, algunos sanitarios).

2) Impactos ambientales y operativos

Menor volumen que las fases resultados previas pero con alta heterogeneidad; gestión inadecuada puede llevar a una contaminación de fracciones reciclables.

Riesgos de mezclas, (ej. cerámica mezclada junto a otros inertes) que significaría disminución del valor del reciclado.

3) Riesgos y problemas habituales

En embalajes falta separación (plástico y cartón mojado) que provoca la disminución de recuperabilidad.

Sanitarios/adhesivos con restos (morteros, siliconas, etc.) que dificultan reutilización directa.

4) Oportunidades de valorización/reutilización

Metales y embalajes: alto valor comercial si se separan correctamente.

Cerámicos rotos: triturados para áridos de baja especificación o rellenos paisajísticos.

Muebles o carpintería en estado correcto: posible donación, venta de segunda mano.

El centro de procesamiento de Pifo puede recibir gran parte de estas fracciones o desviar a recicladores.

5) Acciones recomendadas in situ (prácticas concretas)

“Zona limpia” donde se acopian embalajes (cartón/PE/film) y palets; compactar cartón y empaquetar plásticos.

Contenedores específicos para metales, y punto de sanitarios (potencialmente valorables)

Tabla 21: Matriz de Diferencias de RCD de Construcción y Demolición, Estrategias y Normativas de RCD en VU

<i>Fase</i>	<i>Material</i>	<i>Diferencias principales en RCD</i>	<i>Estrategia de gestión</i>	<i>Normativa aplicable</i>
<i>Antes (Preparación del sitio)</i>	Tierra y escombros	Construcción: más tierra por excavación. Demolición: menor, salvo retiro de cimentaciones	Reutilizar tierra para relleno o nivelación; disponer excedentes en escombreras autorizadas.	OM 332, Art. 5 (gestión de RCD en sitio autorizado).
	Instalaciones previas	Construcción: residuos mínimos. Demolición: alto volumen por desmontaje de redes.	Segregar materiales aprovechables (metales, madera, tuberías) y gestionar residuos peligrosos (aceites, cables).	OM 213 y OM 332 (plan de manejo RCD en obra).
<i>Durante (Proceso principal)</i>	Concreto	Construcción: pequeños sobrantes de mezcla. Demolición: escombros masivos estructurales.	En construcción: optimizar mezclas. En demolición: triturar para áridos reciclados o relleno.	INEN 2440 (áridos reciclados); OM 332 (valorización obligatoria).
	Ladrillo/bloque	Construcción: fragmentos pequeños. Demolición → paredes enteras colapsadas.	Segregar escombros limpios para reciclaje; usar triturado en subbases viales.	OM 332, Art. 12 (valorización de materiales).
	Madera	Construcción: encofrados temporales. Demolición: carpinterías y techos completos.	Reutilizar encofrados; recuperar madera; coprocesamiento energético.	LOA (jerarquía de manejo); OM 332 (aprovechamiento de materiales).
	Metal (acero, hierro)	Construcción → retazos de varillas. Demolición → grandes cantidades de chatarra.	Separar y vender como chatarra; implementar acopio diferenciado.	OM 332 (reciclaje de materiales aprovechables).
	Plásticos	Construcción → embalajes y tuberías sobrantes. Demolición → tuberías completas y accesorios.	Implementar reciclaje de plásticos (PVC, PEAD); segregación en obra.	Acuerdo MAE 061 (residuos no peligrosos aprovechables).
	Vidrio	Construcción → cortes mínimos. Demolición → ventanas y mamparas enteras.	Reutilizar piezas enteras; reciclar vidrio roto en plantas especializadas.	OM 332 (clasificación en origen).
<i>Después (Cierre/post-obra)</i>	Yeso y acabados	Construcción → restos menores de enlucido. Demolición → retiro total de cielos rasos y divisiones.	Separar yeso limpio para reciclaje; disponer residuos contaminados en celdas de seguridad.	OM 332; normativa MAATE (residuos especiales).
	Residuos peligrosos	Construcción → muy bajos. Demolición → altos (asbesto, plomo).	Identificar previamente; aplicar protocolos de manejo seguro y disposición en gestores autorizados.	LOA; Acuerdo MAE 061 (manejo de residuos peligrosos).
	Residuos de empaque	Construcción → embalajes de materiales nuevos. Demolición → mezcla heterogénea con cascajo.	Implementar separación en origen: cartón y plásticos a reciclaje, escombros a plantas de valorización.	OM 332 (separación en origen y valorización).
	Residuos inertes finales	Construcción → bajo volumen, fáciles de separar. Demolición → gran volumen mezclado, difícil de gestionar.	Implementar plantas de clasificación; priorizar valorización antes de disposición final.	OM 332; INEN 2440 (uso de áridos reciclados).

Síntesis de la Matriz de Diferencias de RCD de Construcción y Demolición, Estrategias y Normativas de RCD en VU

Construcción: Residuos de menor volumen, más controlables → normativa exige plan de gestión en obra (OM 213 y 332), además del Instructivo MAATE-2025-002-B (Registro Oficial No. 10 del 1 abril 2025), que obliga a separar en la fuente, trazar y valorizar los residuos, usar sitios autorizados y registrar la gestión conforme a economía circular.

Demolición: Residuos masivos y heterogéneos → normativa exige demoliciones selectivas y disposición solo en centros autorizados, reafirmado por el instructivo RCD 2025, que prohíbe incinerar, mezclar o disponer residuos en sitios no autorizados.

Nacional: La Ley Orgánica de Ambiente (2021) y acuerdos MAE/MAATE regulan peligrosos y jerarquía de manejo se mantienen vigentes; ahora complementados con este nuevo instructivo RCD que refuerza aplicabilidad del principio de quien contamina paga, trazabilidad, valorización y economía circular.

Tabla 22: Matriz de Semejanzas, Estrategias y Normativa de RCD en Viviendas

Unifamiliares

<i>Fase</i>	<i>Tipo de RCD</i>	<i>Identificación</i>	<i>Estrategia de gestión</i>	<i>Normativa aplicable</i>
<i>Antes</i>	Tierra y escombros	Movimientos de tierra por excavación o retiro de cimentaciones.	Reutilizar en rellenos y nivelación; disponer excedentes en escombreras autorizadas.	Ordenanza Metropolitana 332, Art. 5.
	Instalaciones previas	Residuos de redes de agua, luz, gas, carpintería.	Desmontaje planificado; segregar materiales recuperables; gestión diferenciada.	OM 332; OM 213 (Plan de Manejo de RCD en obra).
<i>Durante</i>	Concreto	Principal residuo estructural en construcción y demolición.	Segregar en obra; triturar para áridos reciclados o subbases viales.	INEN 2440 (áridos reciclados); OM 332.
	Ladrillo/bloque	Restos de mampostería (cortes o derribos).	Triturado para rellenos o subbases; valorización previa a disposición.	OM 332, Art. 12.
	Madera	Encofrados, puertas, ventanas, techos.	Reutilización en obra; recuperación de madera estructural; coprocesamiento energético.	LOA (jerarquía de manejo); OM 332.
	Metal (acero, hierro)	Retazos de varillas, mallas, chatarra estructural.	Separar y comercializar como chatarra; acopio diferenciado.	OM 332 (reciclaje obligatorio de materiales aprovechables).
	Plásticos	Embalajes, tuberías, accesorios.	Segregación en obra; reciclaje de PVC, PEAD, PET.	Acuerdo MAE 061 (residuos no peligrosos aprovechables).
	Vidrio	Cortes de obra o ventanas y mamparas demolidas.	Reutilización si está íntegro; reciclaje especializado.	OM 332 (clasificación en origen).
	Yeso y acabados	Enlucidos, cielos rasos, placas.	Separación de yeso limpio; disposición controlada de contaminados.	OM 332; normativa MAATE sobre residuos especiales.
<i>Después</i>	Residuos peligrosos	Pinturas, solventes, fibrocemento, asbestos.	Identificación previa; manejo seguro; entrega a gestores autorizados.	LOA; Acuerdo MAE 061 (residuos peligrosos).
	Residuos de empaque y limpieza	Cartón, plásticos, madera, escombros mezclados.	Separación en origen; reciclaje de materiales; disposición de mezcla en planta de clasificación.	OM 332 (valorización obligatoria).
	Residuos inertes finales	Escombros y cascajo.	Aprovechamiento como árido reciclado o disposición en escombreras autorizadas.	OM 332; INEN 2440.

Nota: Elaboración propia

La cualificación de los residuos permite identificar fracciones con alto potencial de valorización, como materiales pétreos, hormigón y metales, así como residuos que requieren un manejo diferenciado por sus riesgos ambientales. Esta caracterización técnica constituye un insumo esencial para definir estrategias de gestión más eficientes, orientadas a la separación en origen, reutilización en obra y entrega a gestores autorizados, especialmente en el contexto de viviendas unifamiliares donde predomina la autoconstrucción.

Tabla 23: Comparación por cantidades de RCD : Construcción (3 pisos) vs. Demolición (2 pisos) con Estrategias

<i>Fase</i>	<i>Material</i>	<i>Construcción (RCD generados)</i>	<i>Demolición (RCD generados)</i>	<i>Comparación</i>	<i>Normativas aplicables</i>
<i>Antes (Preparación del sitio)</i>	Tierra y escombros de excavación	Moderado: excavación, nivelación del terreno.	Bajo: limpieza y retiro de cimentaciones si aplica.	Construcción más tierra; Demolición menos, salvo retiro de bases.	OM 332 (manejo en sitios autorizados), LOA (jerarquía de residuos).
	Restos de instalaciones previas	Mínimos: retiro de basura o estructuras menores.	Medios/altos: retiro de redes de agua, luz, gas, carpintería.	En demolición se generan más residuos por desmontaje de instalaciones.	OM 213 (plan de manejo en obra), OM 332 (segregación obligatoria).
<i>Durante (Proceso principal)</i>	Concreto	Restos pequeños de mezcla, cortes, probetas.	Muy alto: estructuras completas colapsadas.	Construcciones sobrantes; Demolición masivo y en bloques.	INEN 2440 (uso de áridos reciclados), OM 332 (clasificación en origen).
	Ladrillo/bloque	Fragmentos de cortes y piezas quebradas.	Alto: paredes enteras y cascajo.	Demolición multiplica el volumen.	OM 332 , Art. 12 (valorización obligatoria).
	Madera	Sobras de encofrados, tablonés.	Puertas, ventanas, techos completos.	Construcción madera temporal; Demolición madera estructural y de acabados.	OM 332 (aprovechamiento de materiales), LOA (reutilización prioritaria).
	Metal (acero, hierro)	Retazos de varillas y mallas.	Grandes cantidades de varillas y estructuras.	En demolición hay más volumen, pero es más recuperable (chatarrización).	OM 332 (reciclaje de materiales metálicos).
	Plásticos	Fundas de cemento, tuberías sobrantes, embalajes.	Tuberías y accesorios completos, cables.	Construcción residuos ligeros; Demolición más pesados y voluminosos.	Acuerdo MAE 061 (residuos no peligrosos aprovechables).
	Vidrio	Cortes mínimos de ventanas.	Alto: ventanas, puertas, mamparas.	En demolición predomina el vidrio entero roto.	OM 332 (clasificación en origen).
	Yeso y acabados	Restos de placas, enlucidos.	Medio-alto: cielos rasos, divisiones, revestimientos.	Construcción cortes; Demolición retiro masivo.	OM 332 (separación obligatoria), MAATE (manejo especial).
Residuos peligrosos	Muy bajos: envases de pintura, solventes.	Mayores: pinturas con plomo, fibrocemento, asbestos.	En demolición se concentran los riesgos ambientales.	LOA , Acuerdo MAE 061 (manejo de residuos peligrosos).	
<i>Después (Cierre/post-obra)</i>	Residuos de empaque y acabados	Embalajes, plásticos, cartones.	Mezcla heterogénea de polvo, mortero, cascajo.	Construcción residuos limpios y separados; Demolición mezcla sucia y masiva.	OM 332 (segregación en origen y valorización).
	Residuos inertes finales	Bajo volumen, fácil de gestionar.	Altísimo volumen de escombros mezclados.	Demolición genera más dificultad y costo en gestión.	OM 332 , INEN 2440 (uso de agregados reciclados).

Análisis: La edificación produce residuos menores y limpios (mineralizados), que son de fácil segregación, favorecidos por la 332 que propicia su gestión y valorización. La demolición presenta mayores retos: volúmenes elevados; residuos mezclados y peligrosos; mayor coste y riesgo de gestión de residuos. Los residuos peligrosos requieren un manejo especializado basado en la LOA, el Acuerdo 061, las normas INEN y los reglamentos municipales; la valorización y la economía circular hacia los residuos están fundamentados por la 332 y la INEN 2440.

Tabla 24 Síntesis normativa de la Matriz de Semejanzas, Estrategias y Normativa de RCD en VU

Municipal (Quito): OM 332 (Gestión integral de RCD). OM 213 (Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos).

Nacional: LOA (2021): Jerarquía de Manejo (reducir, reutilizar, reciclar, disponer).

Acuerdo Ministerial MAE 061: Clasificación y Gestión de Residuos Peligrosos y no peligrosos.

Técnico: INEN 2440: uso de áridos reciclados en construcción.

Análisis

- Tanto en construcción como en demolición los materiales son similares, pero cambian los volúmenes y la forma de presentación.
- Las estrategias deben centrarse en la separación en origen, valorización y gestión diferenciada de residuos peligrosos.
- El cumplimiento normativo asegura que los RCD se conviertan en insumos útiles y se evite el impacto ambiental por disposición inadecuada.

<i>Fase</i>	<i>Construcción 3 pisos (308 m²)</i>	<i>Demolición 2 pisos (246 m²)</i>	<i>Normativas aplicables en Quito/Ecuador</i>	<i>Estrategias de gestión sostenible</i>
Inicial	- Tierra y excavación 44% - Bloques/hormigón 10% - Madera/vegetales 3% - Total 41,6 t	- Tierra 30% - Hormigón y cerámica 40% - Madera 6% - Otros (vidrio, yeso, plásticos) 2% - Volumen alto: 0,5–1,2 t/m²	- COA 2018 (Código Orgánico del Ambiente). - Ordenanzas DMQ 213 y 332 . - Instructivo MAATE 2025 : separación en la fuente.	- Clasificación temprana de tierra y escombros. - Reutilización de tierra para relleno. - Establecer puntos limpios de acopio temporal. - En demolición, aplicar demolición selectiva desde el inicio.
Intermedia	- Hormigón y bloques 28% - Restos de mezcla 8% - Madera de encofrado 4% - Embalajes 2% - Total 37 t	- Hormigón y cerámica predominan (40–45%) - Metales 3% - Madera 6% - Tierra residual 20%	- Plan de Gestión RCD DMQ 2022–2032 . - Reglamento de Escombros 2022 (uso exclusivo de escombreras autorizadas).	- Reutilizar encofrados de madera y aceros. - Implementar trituración de hormigón para áridos reciclados. - Recuperar metales y madera para reincorporarlos a obra. - Promover convenios con recicladores de base.
Final	- Cerámicos 15% - Madera de carpintería 10% - Plásticos/cartón 6% - Metales 3% - Sanitarios/porcelana 2% - Total 10,8 t	- Acabados y sanitarios mezclados 10–15% - Fracciones heterogéneas (cerámicos, madera, vidrio, metales)	- Ley Orgánica de Economía Circular 2023 . - Instructivo RCD 2025 : valorización, trazabilidad y sanciones.	- Separación en la fuente de plásticos, cartones y cerámicos. - Reutilización de sanitarios y carpinterías en proyectos sociales. - Compactación y reciclaje de cerámicos y porcelanas. - Incentivar el mercado de materiales de segunda vida .

Nota: Elaboración propia

Análisis de la Matriz de Comparación RCD: Construcción (3 pisos) vs. Demolición (2 pisos) con Estrategias

Construcción (3 plantas, 308 m²)

Generación de residuos de la construcción y demolición (RCD):, bajo-medio o 0.1-0.3 t/m²

Fase inicial: predominancia de tierra y excavación (44%).

Fase intermedia: hormigón y bloques (28%), restos de madera de encofrado y mezcla.

Fase final: acabados (cerámicos 15%, madera 10%, embalajes 6%).

Argumento estratégico: control de residuos en la fuente, reutilización de tierra y hormigón, reciclado de embalajes y de madera.

Demolición (2 plantas, 246 m²)

Generación del RCD: muy alto, 0,5-1,2 t/m².

Fase inicial y fase intermedia: predominan los inertes pesados (hormigón y cerámica, 40-45%) y tierra (30%).

Fase final: mezcla heterogénea de restos de sanitarios, vidrio, madera y metales.

Argumento estratégico: demolición selectiva, trituración y reutilización de hormigón, recuperación de metales, reutilización de sanitarios y carpinterías.

Análisis comparativo

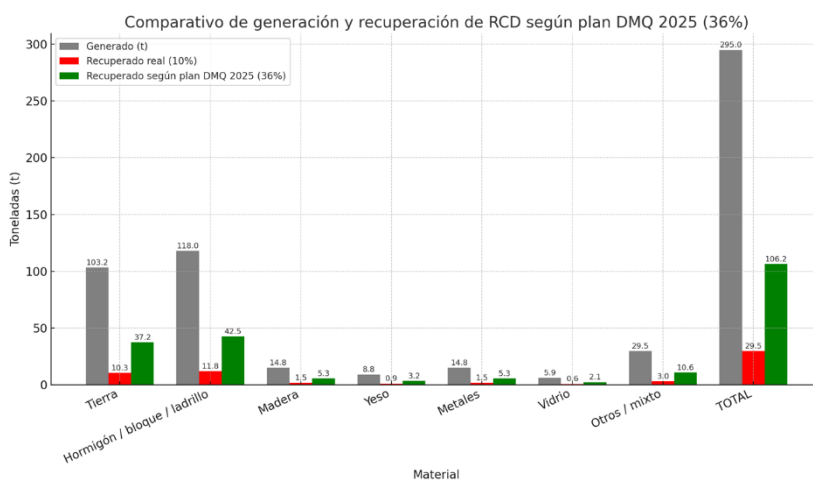
Construcción de nueva planta: genera residuos más previsibles y controlables.

Demolición: genera volúmenes de residuos mucho más altos y difíciles de separar.

Normativas: ambas reguladas por el COA, por las ordenanzas DMQ, y por el intractivo RCD 2025, la demolición requiere un cumplimiento más estricto (demolición selectiva, trazabilidad y sanciones).

Argumentos estratégicos: separación de residuos en la fuente, valorización de inertes, economía circular y potenciación de los recicladores de base.

Figura 31. Análisis comparativo que muestra los porcentajes de recuperación posibles versus recuperación real



Interpretación

RCD generado (gris),

Recuperación real (10 %, rojo), y

Recuperación según el plan DMQ 2025 (36 %, verde).

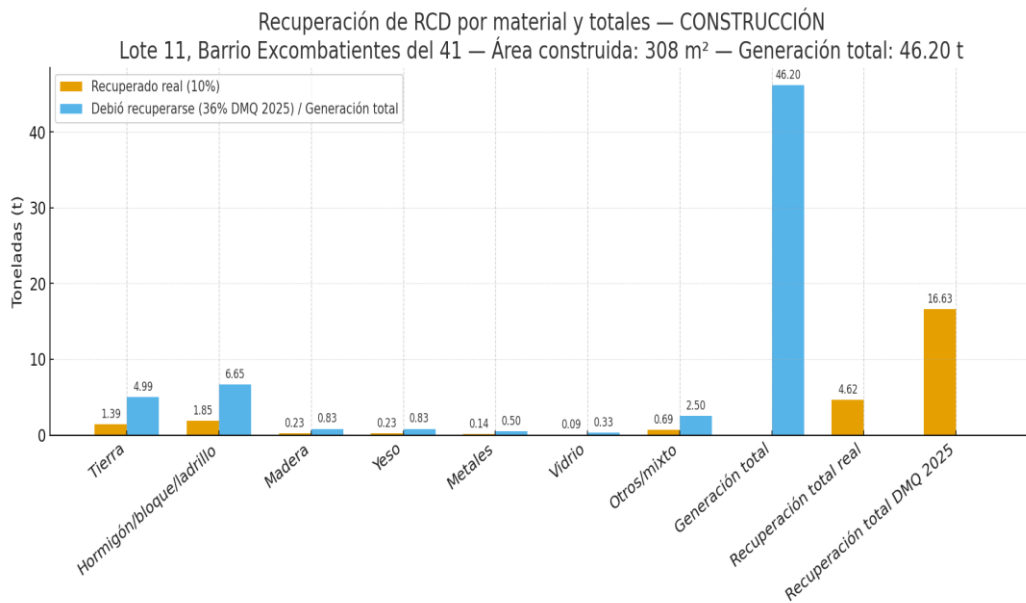
Este gráfico retrata de manera realista el porcentaje oficial de recuperación del Plan de

Recuperación de RCD del DMQ 2025.

Recuperación real (10 %) y recuperación según el Plan DMQ 2025 (36 %), considerando

un total generado de 295 toneladas de RCD en la demolición de la vivienda.

Figura 32 Recuperación del RCD por material



Interpretación

Resultados en toneladas (t):

Generación total RCD: 46.20 t

Recuperación real (10 %): 4.62 t

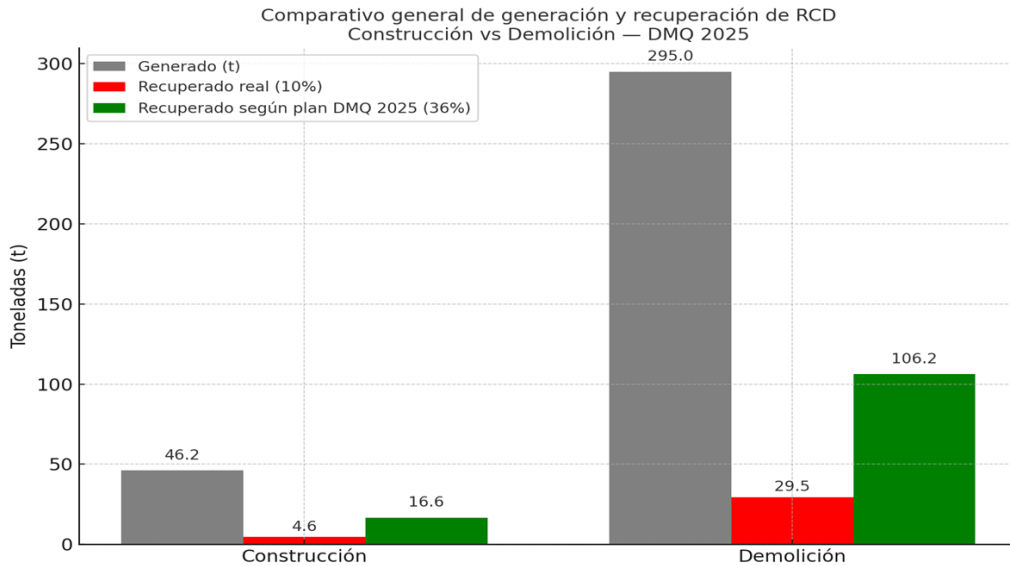
Recuperación según Plan DMQ 2025 (36 %): 16.63 t

El gráfico muestra:

Las barras de cada material comparando la recuperación real (10 %) y la recuperación esperada según el Plan DMQ 2025 (36 %),

Y al final, las tres barras totales: generación total, recuperación real y recuperación planificada.

Figura 33 Comparación entre generación y recuperación del RCD



Interpretación del gráfico:

En este sentido, la cantidad de residuos generados durante la demolición supera seis veces a los generados en la construcción (295 t frente a 46,2 t).

En cualquier caso, tanto en la construcción como en la demolición, la recuperación real se mantiene en el 10%, aunque la demolición recupera más toneladas dado el volumen que se maneja.

Según el Plan DMQ 2025, donde se espera alcanzar un 36% en procesos de recuperación, en ambos casos, tanto en la demolición como en la construcción se alcanzará un aumento en la recuperación hasta un máximo de 106,2 t en demolición y 16,6 t en construcción.

ESTRATEGIAS DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Tabla 25: Estrategias de los Residuos de Construcción y Demolición

<i>Objetivo</i>	<i>Estrategias en Construcción</i>	<i>Estrategias en Demolición</i>
<i>Objetivo General: Proponer estrategias para la adecuada gestión de RCD de viviendas unifamiliares para un hábitat urbano sostenible en Quito.</i>	<p>Antes: Plan de Gestión de RCD obligatorio, diseño para minimizar residuos, logística y destino de RCD, metas cuantitativas.</p> <p>Durante: Separación en fuente y puntos de acopio, valorización in situ, reutilización de materiales.</p> <p>Después: Inventario final, incentivos de reutilización, restauración de obra, difusión de resultados.</p>	<p>Antes: Plan de Gestión de RCD obligatorio, diseño para minimizar residuos, logística y destino de RCD, metas cuantitativas.</p> <p>Durante: Separación en fuente y puntos de acopio, valorización in situ, registro y trazabilidad diaria, formación y supervisión de obreros.</p> <p>Después: Inventario final y memoria técnica, incentivos de reutilización, restauración de áreas afectadas, difusión y replicabilidad.</p>
<i>Objetivo Específico 1: Diagnosticar la situación actual de los RCD de viviendas unifamiliares en Quito.</i>	<p>Antes: Diseño de encuesta y protocolo de muestreo, selección de muestra representativa, definición de variables a medir.</p> <p>Durante: Registro en obra (bitácora diaria/semanal), análisis de trazabilidad.</p> <p>Después: Informe diagnóstico con mapas, tablas y gráficos, recomendaciones normativas y operativas, base de datos abierta.</p>	<p>Antes: Diseño de encuesta y protocolo de muestreo, selección de muestra representativa, definición de variables a medir.</p> <p>Durante: Registro en obra (bitácora diaria/semanal), análisis de trazabilidad.</p> <p>Después: Informe diagnóstico con mapas, tablas y gráficos, recomendaciones normativas y operativas, base de datos abierta.</p>
<i>Objetivo Específico 2: Determinar el impacto ambiental de la ineficiente gestión de RCD.</i>	<p>Antes: Identificación de receptores sensibles (quebradas, suelos, agua, áreas protegidas), línea base de parámetros clave.</p> <p>Durante: Monitoreo en zonas con vertidos detectados, comparación de escenarios disposición legal vs informal.</p> <p>Después: Cuantificación de reducción de impactos, informe ambiental, campañas de sensibilización.</p>	<p>Antes: Identificación de receptores sensibles, línea base de parámetros clave.</p> <p>Durante: Monitoreo en zonas con vertidos detectados, comparación de escenarios disposición legal vs informal.</p> <p>Después: Cuantificación de reducción de impactos, informe ambiental, campañas de sensibilización.</p>
<i>Objetivo Específico 3: Cuantificar y cualificar los RCD para su adecuada gestión.</i>	<p>Antes: Metodología híbrida de cuantificación, estandarización de clasificación de residuos.</p> <p>Durante: Pesaje y estimación volumétrica, muestreo representativo, integración con PGRCD.</p> <p>Después: Base estadística municipal, modelos predictivos, incentivos basados en métricas.</p>	<p>Antes: Metodología híbrida de cuantificación, estandarización de clasificación de residuos.</p> <p>Durante: Pesaje y estimación volumétrica, muestreo representativo, integración con PGRCD.</p> <p>Después: Base estadística municipal, modelos predictivos, incentivos basados en métricas.</p>

Nota: Elaboración propia

La tabla pone de manifiesto la forma en que las estrategias de gestión de los RCD se corresponden con los objetivos que guiaron la investigación relativa a las viviendas unifamiliares de Quito, adoptando un enfoque global que contempla las fases antes, durante y después de la obra. En la fase de planificación se hace hincapié en el PGRCD obligatorio, en el diseño que minimice residuos, en la logística y en el destino final de los residuos, así como en las metas de valorización. En la fase de obra se prioriza la separación en origen, la valorización y la reutilización de los materiales. Al final de la obra se realizan inventarios finales, restauración de las áreas afectadas, difusión de buenas prácticas y promoción de la replicabilidad y la sostenibilidad urbana.

En cuanto al primer objetivo específico, el de diagnosticar la situación de los RCD, las estrategias incluyeron encuestas, protocolos de muestreo y la selección de muestras representativas. Durante la obra se registraron los residuos y su trazabilidad, asegurando así la información precisa. Al final de la obra se elaboran informes con mapas, gráficos y recomendaciones normativas, así como bases de datos abiertas para futuras gestiones municipales y académicas.

El segundo de los objetivos, el cual se centra en averiguar cuál es el impacto ambiental de la gestión ineficaz de los residuos de la construcción y la demolición, organiza y pone en funcionamiento un enfoque de prevención y de seguimiento. En un momento anterior a la ejecución de la obra, el trabajo de campo incluye la identificación de receptores sensibles y la elaboración de una línea base ambiental; durante la ejecución, se ponen en marcha los seguimientos y se comparan escenarios de una disposición legal y de una disposición informal; a la salida de la obra, se procede a la cuantificación de la reducción de impactos, se elaboran informes ambientales y se desarrollan programas de sensibilización para propietarios y contratistas.

Finalmente, el tercer objetivo, el de la cuantificación y cualificación de los residuos de la construcción y la demolición, plantea la necesidad de aplicar metodologías híbridas y de estandarizar los residuos. En la obra se aplican pesajes, se estiman volúmenes y se realizan muestreos representativos, integrando así los datos al PGRCD. Al final de la obra, se confeccionan bases estadísticas y se elaboran modelos predictivos, poniendo así el acento en las finalidades de valorización. La tabla pone de manifiesto una orientación estructurada, la que asegura con claridad y sosteniblemente “una forma de identificar” en el caso de estudio de Quito.

En síntesis, la cuantificación y cualificación de los residuos de construcción y demolición desarrollada en este objetivo permite disponer de información técnica confiable sobre la magnitud y composición de los RCD generados en viviendas unifamiliares de la ciudad de Quito. Estos resultados constituyen una base fundamental para la formulación de estrategias de gestión sostenible, orientadas a minimizar impactos ambientales, optimizar el aprovechamiento de materiales y fortalecer la planificación urbana a nivel barrial.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La investigación permitió demostrar que es viable proponer estrategias de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en viviendas unifamiliares de la ciudad de Quito, orientadas a la sostenibilidad del hábitat urbano. A partir del análisis normativo, técnico y de los casos de estudio, se evidenció que la aplicación de principios de economía circular como la separación en origen, la reutilización y la valorización de materiales puede reducir significativamente los impactos ambientales, optimizar el uso de recursos y contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente los ODS 11 y 12.
- La investigación evidencia que, aunque el Distrito Metropolitano de Quito cuenta con un marco normativo orientado a la gestión de residuos de construcción y demolición, su aplicación en el ámbito de las viviendas unifamiliares es limitada. La falta de mecanismos específicos de control, seguimiento y sanción para obras de pequeña escala reduce la efectividad de las ordenanzas vigentes, lo que pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la gobernanza ambiental y adaptar los instrumentos normativos a la realidad operativa de este tipo de edificaciones.
- El diagnóstico realizado evidencia que la gestión actual de los residuos de construcción y demolición en viviendas unifamiliares de Quito es deficiente y fragmentada. Predominan prácticas inadecuadas como la falta de separación en obra, el acopio improvisado y la disposición final en sitios no autorizados. Estas falencias se ven agravadas por la limitada fiscalización municipal, la escasa infraestructura especializada y el desconocimiento técnico de los actores involucrados, lo que confirma la necesidad de fortalecer los sistemas de gestión diferenciada de RCD en el ámbito residencial.

- Se concluye que la inadecuada gestión de los RCD en viviendas unifamiliares no responde únicamente a factores técnicos, sino también a una débil cultura ambiental en el sector de la construcción residencial. La alta incidencia de la autoconstrucción y el limitado acceso a capacitación técnica influyen directamente en prácticas informales de manejo de residuos, por lo que resulta indispensable integrar procesos de formación y sensibilización como parte estructural de cualquier estrategia de gestión sostenible de RCD en la ciudad de Quito.
- Se determinó que la ineficiente gestión de los RCD generados por viviendas unifamiliares provoca impactos ambientales significativos en el entorno urbano de Quito, afectando principalmente al suelo, al agua y al paisaje. Los resultados de las matrices causan–efecto demuestran que las etapas de demolición y construcción generan impactos negativos de carácter acumulativo, especialmente cuando no existen prácticas de control, clasificación y reutilización de los residuos. Estos impactos no solo comprometen la calidad ambiental, sino que también inciden en la salud pública y en la sostenibilidad urbana de la ciudad.
- La cuantificación y cualificación de los residuos permitió identificar que la demolición de viviendas unifamiliares genera volúmenes de RCD considerablemente superiores a los producidos durante la construcción, llegando a ser hasta seis veces mayores. Asimismo, se comprobó que una alta proporción de estos residuos corresponde a materiales potencialmente reutilizables o reciclables, como hormigón, mampostería y áridos. No obstante, el bajo porcentaje de recuperación observado evidencia una brecha entre lo establecido en la normativa local y la práctica real, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias técnicas que faciliten su aprovechamiento efectivo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar sistemas de registro y control específicos para obras de pequeña escala, como las viviendas unifamiliares, que permitan monitorear la generación, manejo y disposición final de los RCD. Asimismo, es necesario fortalecer los procesos de fiscalización municipal y actualizar los instrumentos de control técnico, de modo que se reduzca la informalidad, se eviten vertidos ilegales y se promueva el cumplimiento efectivo de las ordenanzas municipales vigentes.
- Se recomienda incorporar de manera obligatoria evaluaciones simplificadas de impacto ambiental en los permisos de construcción y demolición de viviendas unifamiliares, priorizando la identificación de impactos sobre suelo, agua y entorno urbano. Además, se sugiere promover la aplicación de matrices ambientales como herramienta de planificación preventiva, permitiendo reducir los impactos negativos desde las etapas iniciales de la obra y mejorar la toma de decisiones en campo.
- Se recomienda estandarizar formatos técnicos de cuantificación y clasificación de RCD para viviendas unifamiliares, que faciliten la separación en origen y el aprovechamiento de materiales reciclables. Estos instrumentos deben ser incorporados como requisito técnico en los proyectos constructivos, permitiendo optimizar la logística de recolección, mejorar los índices de recuperación y fortalecer la trazabilidad de los residuos generados.
- Se recomienda fortalecer los programas de educación y capacitación ambiental dirigidos a maestros de obra, autoconstructores y propietarios de viviendas, con énfasis en la gestión adecuada de RCD, separación en origen y reutilización de materiales. Asimismo, se sugiere fomentar iniciativas barriales de gestión comunitaria de residuos, que integren puntos de acopio temporales y promuevan una cultura ambiental participativa, contribuyendo a la sostenibilidad urbana desde el ámbito local.

BIBLIOGRAFÍA

- Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos — EMGIRS EP. (2025). *Informe técnico: Caracterización de escombros en escombreras autorizadas del DMQ (Informe EMGIRS-EP-GOP-2025-002)*. Quito: EMGIRS.
- Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS EP). (2024, marzo). Informe de rendición de cuentas 2023 (Informe GPGE-009-2024). Quito: EMGIRS EP.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2024, mayo). Instructivo para implementar la fase de separación en la fuente [PDF]. Quito: MAATE. ambiente.gob.ec+1
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2023, marzo). Plan de Gestión Integral Municipal de Residuos y Desechos Sólidos no Peligrosos y Desechos Sanitarios del DMQ 2022–2032. Quito: Gobierno del DMQ.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2022). Plan de Gestión Integral Municipal de Residuos y Desechos Sólidos no Peligrosos y Desechos Sanitarios del DMQ 2022–2032. Quito: Gobierno del DMQ.
- Acevedo-Agudelo, M., & Figueroa-Álvarez, C. (2023). La gestión de residuos en la industria de la construcción: Un enfoque circular. Bogotá: Editorial Ambiental.
- Cabrera, M., & Velasco, J. (2022). Producción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en Ecuador: Perspectivas futuras. *Revista de Gestión Ambiental*, 12(4), 312-320.
- Vidal Terceros, J., & Frolik, J. (2020). Impacto ambiental de la construcción: Estrategias para un desarrollo sostenible. La Paz: Fundación para el Desarrollo Urbano.
- Comisión Europea. (2018–2022). Residuos de construcción y demolición — política y orientación técnica. Bruselas: Comisión Europea.
- CONAMA. (2018). Directrices para la gestión de residuos de construcción y demolición en Brasil. Brasilia: Ministerio del Medio Ambiente.
- Di Maria, F. (2018). Urbanización y residuos sólidos: Impactos sociales y ambientales. Milán: EcoEditorial.

- Pogotech. (2018). Informe anual sobre la gestión mundial de residuos de construcción y demolición. Bruselas: Agencia Internacional para la Gestión de Residuos.
- Asamblea Nacional. (2019). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Quito: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Suárez, M. (2019). La sostenibilidad en la industria de la construcción: Un análisis de consumo de energía y recursos. Madrid: Editorial Universitaria.
- Ruiz, M. (2017). Impacto ambiental de los residuos de construcción y demolición en Ecuador. *Revista de Estudios Ambientales*, 6(3), 25-30.
- Cantor, L., & Mateus, C. (2017). Gestión de residuos en la construcción: Casos de éxito en Latinoamérica. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Jofra, D. (2016). Residuos de construcción en América Latina: Desafíos y oportunidades. Santiago: Observatorio de la Construcción.
- Leandro Hernández, R. (2007). La urbanización y sus residuos: Perspectivas en la gestión de desechos sólidos urbanos. Quito: Universidad Central.
- Ministerio del Ambiente. (2023). *Glosario ambiental especializado*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2023). *Términos técnicos en construcción y sostenibilidad*. Quito, Ecuador.
- Alcaldía de Quito. (2022). *Glosario ambiental y urbano*. Quito, Ecuador.
- Municipio de Quito. (2022). *Guía técnica para el manejo de residuos sólidos urbanos y de construcción*. Quito, Ecuador.
- Arboleda, J., & Correa, A. (2012). Urbanismo social y capital social en la transformación urbana de Medellín. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 21(2), 51-62.
- Borja, J. (2003). La ciudad conquistada. Alianza Editorial.
- Borja, J., & Castells, M. (1997). Local y global: La gestión de las ciudades en la era de la información. Taurus.
- Castells, M. (1973). La cuestión urbana. Siglo XXI Editores.

Fernández Wagner, R. (2011). Políticas de suelo y derecho a la ciudad: experiencias en América Latina. UNGS Ediciones.

Montoya Juárez, R. (2013). El derecho a la vivienda y la ciudad sostenible. Editorial Jurídica.

ONU-Hábitat. (2020). Informe Mundial de Ciudades: El valor de las ciudades sostenibles. Naciones Unidas.

OCDE. (2021). Perspectivas Urbanas 2021: Desarrollo y Desigualdad. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

UN-Habitat. (2016). Nueva Agenda Urbana. Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III).

Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas.

Gómez, J., Martínez, P., & Torres, L. (2022). *Impacto ambiental de la construcción y estrategias de mitigación*. Revista de Ciencias Ambientales, 45(3), 215-230.

Jiménez, C., López, D., & Vargas, M. (2023). *Residuos sólidos en la construcción: Diagnóstico y alternativas de aprovechamiento*. Universidad Técnica de Construcción.

Mejía, F. (2017). Efectos de los RCD en el ambiente: Propuestas para su mitigación. Revista de Impacto Ambiental, 12(4), 89-102.

Ortiz, A., Ramírez, S., & Hidalgo, R. (2021). *Gestión de residuos de construcción y demolición: Hacia una economía circular en el sector*. Ediciones Sostenibilidad.

Ramesh, S., Tiwari, P., y Gupta, R. (2016). Gestión de residuos de construcción y demolición. Una guía para prácticas sostenibles.

Rodríguez, E., Sánchez, P., & Morales, V. (2024). *Economía circular aplicada a la industria de la construcción*. Editorial Innovación Verde.

UNE-EN 14899:2006 — "Caracterización de residuos"

Ley 7/2022 (España) sobre residuos y suelos contaminados para una economía circular

Guías técnicas del Ministerio de Medio Ambiente.

Comisión Europea. "Construction and Demolition Waste (CDW)". [EU Environment Portal]

Plan Arquitecto. (2018, octubre 29). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.

Obtenido de <https://www.planarquitecto.com/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Apive. (2016, junio 22). *MIDUVI: Norma Ecuatoriana de la Construcción*.

Obtenido de <https://apive.org/download/miduvi-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/Apive+2Apive+2Apive+2>.

Intedya. (2016, julio 19). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) en materia de seguridad y calidad*.

Obtenido de <https://www.intedya.com/internacional/1106/noticia-norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec-en-materia-de-seguridad-y-calidad.htmlintedya.com+2intedya.com+2intedya.com+2>

Ingenieriyamas. (2016, abril 30). *NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*. Obtenido de https://ingenieriyamas.com/2016/05/blog-post_45.htmlIngenieriyamas.

Padua Materiales. (2007, diciembre 28). *Norma ecuatoriana de la construcción (NEC)*.

Obtenido de <https://paduamateriales.com/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/paduamateriales.com>.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (s.f.). *Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*.

Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Cconstruccion.net. (s.f.). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.

Obtenido de: <https://www.cconstruccion.net/normas.htmlcconstruccion.net+1cconstruccion.net+1>

Studocu. (s.f.). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC*.

Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-central-del-ecuador/ingenieria-civil/norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec/27116138> Studocu+3 Studocu+3 Studocu+3

Studocu. (s.f.). *NEC SE Vivienda parte 1 - VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS*

Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-central-del-ecuador/ingenieria-civil/nec-se-vivienda-parte-1-viviendas-de-hasta-2-pisos-con/27116138>.

Studocu. (s.f.). *Normas técnicas - NEC- NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCION.*

Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-central-del-ecuador/ingenieria-civil/normas-tecnicas-nec-norma-ecuatoriana-de-construccion/27116138>.

ANEXOS

1. Diagnosticar la situación actual de los residuos de construcción y demolición RCD de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.

a) Instrumento para la recolección de información:

ENCUESTAS ESTRUCTURADAS DIRIGIDAS A PROFESIONALES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN, DEMOLICIÓN Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

Objetivo: Diagnosticar la situación actual de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Quito.

Tabla 26: Encuesta Estructurada

<i>N.º</i>	<i>Pregunta</i>	<i>Ing. Carlos Hernández (Escombrera de Pifo)</i>	<i>Arq. Joseph Toscano (Constructor Viviendas Unifamiliares)</i>	<i>Arq. Juan Pérez (Experto en Demoliciones)</i>	<i>Ing. Freddy Arcos (Ingeniero Ambiental)</i>
1	¿Cuál es el volumen estimado de residuos de construcción y demolición (RCD) generado en viviendas unifamiliares en Quito, y cómo se compara con los datos generales de la ciudad?				
2	¿Qué impacto ha tenido la puesta en funcionamiento del Centro Piloto de Aprovechamiento de Escombros en Pifo (inaugurado en julio de 2025) sobre la gestión de residuos provenientes de obras unifamiliares?				
3	Según las caracterizaciones en Quito, ¿qué tipos de residuos (como tierra, hormigón, madera) presentan mayor potencial de reciclaje en viviendas unifamiliares?				
4	¿Cómo se realiza la separación en la fuente de los residuos en viviendas unifamiliares y qué desafíos técnicos o logísticos se identifican?				
5	¿Qué rol desempeñan alianzas público-privadas (por ejemplo, con Holcim Ecuador o Sustainabuild) en el reciclaje de RCD en viviendas unifamiliares?				
6	Desde el punto de vista regulatorio, ¿qué avances existen para institucionalizar el uso obligatorio de materiales reciclados en construcciones residenciales unifamiliares?				
7	¿Podría describir el proceso completo que atraviesa un residuo generado en una vivienda unifamiliar hasta su reaprovechamiento como material útil?				
8	¿Cuáles son los principales beneficios ambientales y económicos de emplear RCD reciclado en nuevas construcciones o remodelaciones de viviendas unifamiliares?				
9	¿Qué ejemplos o lecciones de ciudades (por ejemplo, Ciudad de México, ¿Buenos Aires, Bogotá, Barcelona) se están considerando para aplicar en el contexto de vivienda unifamiliar en Quito?				
10	¿Qué mejoras, innovaciones o incentivos considera necesarios para que las estrategias de gestión de RCD sean más efectivas en el ámbito de viviendas unifamiliares en Quito?				

b). Guía de observación para evaluar los sitios de construcción y demolición que generan RCD.

GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EVALUAR LA GENERACIÓN Y MANEJO DE RCD EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN QUITO

I. Datos Generales del sitio (Tabla 26)

Criterio	Observación
Fecha de la observación	_____
Ubicación del sitio	_____
Tipo de obra	<input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Demolición <input type="checkbox"/> Remodelación <input type="checkbox"/> Otro: _____
Estado de la obra	<input type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> En proceso <input type="checkbox"/> Finalización
Responsable de la obra	_____

II. Generación y clasificación de residuos (Tabla 27)

Criterio	Sí	No	Observaciones
¿Se identifican residuos generados en el sitio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Se realiza separación de residuos por tipo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tipos de residuos observados	<input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Metales <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Vidrio <input type="checkbox"/> Tierra y escombros <input type="checkbox"/> Otros: _____		

III. Manejo y almacenamiento de RCD (Tabla 28)

Criterio	Sí	No	Observaciones
¿Existe un área específica para almacenamiento de RCD?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Los residuos están almacenados de manera organizada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Se observan residuos mezclados sin clasificación previa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Se cuenta con señalización o contenedores específicos para RCD?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

IV. Transporte y disposición final de RCD (Tabla 28)

Criterio	Sí	No	Observaciones
¿Se observan camiones o volquetas transportando RCD?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Se dispone de un plan de gestión para el traslado de residuos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Se evidencia disposición inadecuada (vertidos ilegales, escombros en vía pública, etc.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

V. Cumplimiento normativo y sostenibilidad (Tabla 29)

Criterio	Sí	No	Observaciones
¿Se evidencia conocimiento o aplicación de normativas sobre gestión de RCD?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Se reutilizan materiales en la obra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Existen estrategias de reciclaje en el sitio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Se observa contaminación del suelo o cuerpos de agua cercana por disposición de RCD?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

VI. Comentarios generales y observaciones (Tabla 29)

c) Análisis documental de normativas y estadísticas de generación de RCD.

ANÁLISIS DOCUMENTAL DE NORMATIVAS Y ESTADÍSTICAS SOBRE RCD EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES – QUITO

Normativas Vigentes sobre la Gestión de RCD en Quito

Tabla 30: Normativas Vigentes sobre la Gestión de RCD en Quito

Mediante el Registro Oficial No. 10 de fecha 1 de abril de 2025, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica expidió el Instructivo para la Aplicación de la Economía Circular Inclusiva en la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

Esta normativa constituye una mejora progresiva alineada con la gestión responsable del medio ambiente en el sector de la construcción, la que está en consonancia con los principios de la economía circular.

El mencionado instructivo determina requisitos y pautas ambientales de carácter vinculante para la gestión de residuos de obras nuevas, rehabilitaciones y reparaciones, excavaciones y demoliciones.

Se aplica a toda persona forma jurídica o natural, pública o privada, nacional o extranjera que lleve a cabo este tipo de actividades dentro del territorio del Ecuador.

Principios Rectores

La normativa se fundamenta en los principios rectores:

- El que contamina paga
- Jerarquía para la gestión de residuos
- Economía circular inclusiva
- Precautorio y preventivo
- Participación y transparencia
- Valorización y trazabilidad
- Ecodiseño y producción limpia

Tabla 31: Responsabilidades por Actor

II. Normativa Local en Quito

A nivel del Distrito Metropolitano de Quito, la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS-EP) es responsable de la recolección, disposición y gestión de los RCD. Las principales regulaciones incluyen:

- **Ordenanza Metropolitana No. 213 (2019):**
 - Regula la disposición y gestión de residuos sólidos en Quito.
 - Prohíbe el vertido de RCD en espacios públicos o sitios no autorizados.
 - Establece sanciones para el manejo inadecuado de escombros.

- **Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (2021):**
 - Propone estrategias para la reducción, reciclaje y valorización de RCD en la ciudad.
 - Identifica deficiencias en la infraestructura de disposición y reciclaje de residuos.

- **Reglamento de Gestión de Escombros del DMQ (2022):**
 - Obliga a constructores y transportistas a registrar los volúmenes de RCD generados y trasladados.
 - Define las escombreras autorizadas y los requisitos para su uso.

Tabla 32: ESTADÍSTICAS DE GENERACIÓN DE RCD EN QUITO

Producción Global de RCD en Quito

Según el **Plan de Gestión de RCD del Municipio de Quito (2021)**, la ciudad generó **771.454,73 toneladas de residuos sólidos en un año**, de los cuales un **alto porcentaje corresponde a RCD**.

- La **industria de la construcción genera aproximadamente entre el 35% y el 40% de los desechos sólidos totales en Quito**.
- Solo un **15% de los RCD son reciclados o reutilizados**, mientras que el resto se deposita en escombreras o se desecha de manera informal.

Generación de RCD en Viviendas Unifamiliares en Quito

Las viviendas unifamiliares contribuyen significativamente a la producción de RCD, especialmente en proyectos de remodelación y demolición.

- Se estima que **cada vivienda unifamiliar en construcción genera entre 0.1 a 0.3 toneladas de RCD por metro cuadrado** de obra.
- En procesos de demolición, el volumen de residuos generados puede alcanzar **de 0.5 a 1.2 toneladas por metro cuadrado** en demolición.
- En Quito, la mayoría de estos residuos incluyen **concreto, madera, metales, cerámicos y plásticos**, muchos de los cuales pueden ser reutilizados o reciclados.

El Distrito Metropolitano de Quito cuenta con escombreras autorizadas, pero su capacidad es limitada

- Entre 2015 y 2022, las escombreras han fluctuado en su capacidad de recepción debido a la demanda de proyectos de gran escala, como el Metro de Quito.
- Algunas escombreras como Gatazo, Oyacoto y Santa Ana han alcanzado su capacidad máxima, lo que genera una tendencia al vertido ilegal de RCD en quebradas y espacios públicos.
- Actualmente, las escombreras activas San Antonio (Tanlahua) y Troje IV continúan operando, pero enfrentan desafíos por el crecimiento acelerado de la construcción en la ciudad.

I. Normativa Nacional

La gestión de los RCD en Ecuador está regulada por diversas leyes y políticas ambientales. Entre las principales normativas aplicables se encuentran:

- **Constitución del Ecuador (2008):**
 - Artículo 14: Derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
 - Artículo 264: Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tienen competencia exclusiva sobre la gestión de residuos.
 - Artículo 415: Promoción del uso racional del agua y el reciclaje de desechos sólidos.
- **Código Orgánico del Ambiente (2018):**
 - Establece principios para la gestión de residuos de construcción bajo los lineamientos de desarrollo sostenible.
- **Ley Orgánica de Economía Circular (2023):**
 - Fomenta la reutilización y reciclaje de RCD dentro del sector de la construcción.

Tabla 33: INFRAESTRUCTURA DE GESTIÓN DE RCD EN QUITO

PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN LA GESTIÓN DE RCD EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES

PROBLEMA IDENTIFICADO	IMPACTO
FALTA DE SEPARACIÓN EN ORIGEN	Dificulta el reciclaje y reutilización de materiales.
INSUFICIENTE INFRAESTRUCTURA DE RECICLAJE	Solo el 15% de los RCD se recicla.
VERTIDO ILEGAL EN QUEBRADAS Y ESPACIOS PÚBLICOS	Contaminación ambiental y problemas de salud pública.
FALTA DE INCENTIVOS PARA LA REUTILIZACIÓN DE MATERIALES	Desperdicio de recursos aprovechables.
DÉBIL APLICACIÓN DE NORMATIVAS	Pocas sanciones efectivas para el manejo inadecuado de RCD.

2.Determinar el impacto ambiental de la ineficiente gestión de residuos de construcción y demolición de viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito

a) Tabla 36: Matriz Leopold para evaluar la magnitud e importancia del impacto ambiental producido por los residuos de construcción y demolición de las viviendas unifamiliares

Tabla 34: Matriz Leopold para evaluar los RCD en la construcción y demolición de Viviendas Unifamiliares

FACTORES / ACTIVIDADES	GENERACIÓN EXCESIVA DE RCD	DISPOSICIÓN EN SITIOS INADECUADOS	FALTA DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN	CONTAMINACIÓN POR TRANSPORTE DE RESIDUOS
SUELO (CONTAMINACIÓN/EROSIÓN)				
AGUA (CUERPOS HÍDRICOS/QUEBRADAS)				
AIRE (POLVO/EMISIONES)				
BIODIVERSIDAD URBANA				
PAISAJE URBANO (IMPACTO VISUAL)				
SALUD PÚBLICA (RIESGOS SANITARIOS)				
ECONOMÍA (COSTOS/INEFICIENCIAS)				
SOCIAL (CONFLICTOS/CONVIVENCIA)				

3.Cuantificar y cualificar los residuos de construcción y demolición de viviendas unifamiliares para la adecuada gestión de los mismo en la ciudad de Quito

Tabla 35: Matriz de Cualificación y Cuantificación Residuos Generados en la Construcción de vivienda unifamiliar de tres plantas construida del barrio Excombatientes del 41

Primera planta: 61,62 m² /Segunda planta: 60,39 m²/Tercera planta: 60,39 m²

MATRIZ DE LEOPOLD

La **Matriz de Leopold** permite evaluar los impactos ambientales y sociales de una actividad. En este caso, se analizan los efectos de la gestión inadecuada de residuos de construcción y demolición (RCD) en Quito.

Criterios de Evaluación:

- **Magnitud del impacto** (escala de -5 a +5): Evalúa la intensidad del impacto.
- **Importancia del impacto** (escala de 1 a 5): Considera la relevancia del efecto en el ambiente y la sociedad.

Interpretación:

- **Impactos negativos altos (-4 y -5):** Afectación de suelo, agua, biodiversidad y salud pública.
- **Impactos moderados (-3):** En contaminación del aire, paisaje y economía.
- **Impactos positivos (+4):** La implementación de reciclaje mejoraría la economía circular.

En total: **182,40 m²**.

Tabla 36: Matriz de cualificación y cuantificación de residuos en la demolición de una vivienda unifamiliar de 2 plantas del Barrio San Luis de Chillogallo

Referencias normativas y técnicas

Superficie demolida: 120 m² (dos plantas DE 60 m² cada una)

CATEGORÍA / MATERIAL	KG/M ²	SUPERFICIE (M ²)	GENERADOS (KG)	TONELADAS
A) INERTES				
HORMIGÓN (CIMENTOS, LOSAS)				
LADRILLOS / BLOQUES				
CERÁMICOS				
TEJAS / CERÁMICA				
VIDRIO				
B) NO PELIGROSOS				
MADERA				
PLÁSTICOS				
YESO / CARTÓN-YESO				
C) METALES				
HIERRO / ACERO				
ALUMINIO				
COBRE				
TOTALES				

CATEGORÍA / MATERIAL	ÁREA DEMOLIDA (M²)	GENERADOS (KG)	GENERADOS (T)
EXCAVACIÓN / TIERRAS			
HORMIGÓN (CIMENTOS, LOSAS)			
LADRILLOS / BLOQUES CERÁMICOS			
TEJAS / CERÁMICA			
VIDRIO			
MADERA			
PLÁSTICOS			
YESO / CARTÓN-YESO			
AISLAMIENTOS NO PELIGROSOS			
HIERRO / ACERO			
ALUMINIO			
COBRE			
AMIANTO			
TOTAL ESTIMADO			

FIGURA 34: Demolición en San Luis de Chillogallo



