



**PROPUESTA METODOLÓGICA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS
OBRAS INTERNAS DE LA EAAB-ESP**

Sofía Del Pilar Díaz Rodríguez

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C., Colombia

29/09/2025

**PROPUESTA METODOLÓGICA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS
OBRAS INTERNAS DE LA EAAB-ESP**

Sofía Del Pilar Díaz Rodríguez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Gerencia de Proyectos

Director:

Nelson Antonio Moreno Monsalve

Modalidad:

Trabajo Dirigido

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C., Colombia

29/09/2025

PROPUESTA METODOLÓGICA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS OBRAS INTERNAS DE LA EAAB-ESP

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, D.C. - 04/09/2025

“Somos el canal de una inteligencia mayor; al recordar que *somos uno* con esa energía creadora, cada proyecto que emprendemos se convierte también en un acto de amor”

Madre, Padre y Hermano, los amo.

Agradecimientos

A Dios por la manifestación del amor en todas sus formas.

Al docente Nelson Antonio Moreno Monsalve de la Universidad EAN, por su invaluable paciencia, colaboración, dirección y aportes oportunos, que fueron fundamentales para la realización de este trabajo de grado.

Al Ingeniero Octavio Reyes, de la Gerencia Corporativa Ambiental de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – E.S.P., por brindarme el acceso a la información necesaria y, sobre todo, por depositar su confianza en mí para desarrollar un proyecto con aplicación real, que aporta a la estrategia de circularidad de la entidad.

A la Universidad EAN, por ofrecerme las condiciones necesarias para adelantar mis estudios de maestría, y ser un espacio de formación que promueve la sostenibilidad, el pensamiento crítico y la transformación profesional.

A mi amada Madre, María Aurora Rodríguez, por su amor infinito, por ser refugio, guía y fuerza. Gracias por iluminar mi camino con tu ternura, confianza y por nunca dudar.

Finalmente, a mis compañeros de en este proceso Wilson e Irma, por su esfuerzo, disciplina y su constante motivación. Compartir este camino académico con ustedes ha sido una experiencia enriquecedora y profundamente significativa.

Resumen

La implementación de la hoja de ruta de economía circular en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – E.S.P., plantea importantes desafíos en la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD, especialmente los generados en las obras internas ejecutadas en la Empresa. A partir de este contexto, se propone un Modelo de Gestión que permite optimizar el aprovechamiento de estos residuos promoviendo su recuperación, separación en la fuente y tratamiento adecuado y, de esta manera, disminuir la demanda de materiales vírgenes en las obras de la Empresa y la ciudad.

El documento presenta una propuesta metodológica de gestión de proyectos para el aprovechamiento de los RCD generados en las obras internas de la Empresa, alineado con la normatividad vigente de la ciudad y el Plan de Gestión Estratégico 2024-2025. Este modelo establece lineamientos que priorizan actividades de prevención y reducción de la generación de estos residuos, fomentan su reutilización o reciclaje y consideran la disposición final como última alternativa para las fracciones no aprovechables. Lo anterior busca mitigar los impactos ambientales derivados de una gestión inadecuada e impulsar un enfoque sostenible en la ejecución de las obras de la empresa, minimizando la cantidad de residuos enviados a disposición final.

Palabras clave: Modelo, Gestión, Proyectos, Aprovechamiento, RCD.

Abstract

Implementation of the circular economy roadmap in the Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB – E.S.P.) presents significant challenges in the management of Construction and Demolition Waste, particularly those generated in the company's internal works. To address this issue, a Management Model is proposed to optimize the recovery of this waste by promoting its recovery, source separation, and proper treatment. This, in turn, reduces the demand for virgin materials in the company's and the city's construction projects.

This document proposes a project management methodological proposal for improving Construction and Demolition Waste recovery within EAAB's internal operations, promoting sustainable practices in accordance with Bogotá's regulatory framework. This model establishes guidelines that prioritize waste prevention and reduction activities, promote its reuse and recycling, and consider final disposal as a last resort for non-recoverable fractions. This approach seeks to mitigate the environmental impacts of inadequate waste management and promote a sustainable approach in the execution of the company's projects, minimizing the amount of waste sent to final disposal.

Keywords: Model, Management, Project, Recovery, C&DW.

Contenido

	Pág.
1. Introducción	12
1.1. Antecedentes del problema	12
1.2. Descripción del Problema	15
1.3. Pregunta de investigación.....	16
2. Objetivos.....	17
2.1. Objetivo general.....	17
2.2. Objetivos específicos	17
3. Justificación	18
4. Marco Institucional.....	21
4.1. Presentación de la Empresa y servicios ofertados.....	21
4.2. Referentes estratégicos	23
4.3. Análisis del Sector	26
5. Marco de Referencia	29
5.1. Metodologías para la gestión de proyectos.....	29
5.2. Estándares complementarios en la gerencia de proyectos	33
5.3. Gestión de proyectos sostenibles	36
5.4. Metodologías de gestión de proyectos enfocadas en sostenibilidad	38
5.5. Desafíos y oportunidades	40
5.6. Residuos de Construcción y Demolición - RCD	42
5.7. Procesos de aprovechamiento de los RCD.....	45
5.8. Modelo de Gestión de RCD en Bogotá, D.C.	47
6. Diseño metodológico.....	55

PROPUESTA METODOLÓGICA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS OBRAS INTERNAS DE LA EAAB-ESP	9
6.1. Tipo de investigación	55
6.2. Análisis externo	56
6.3. Análisis interno	57
6.4. Población, muestra y ficha técnica.....	58
6.5. Identificación de las variables	59
6.6. Instrumento de Análisis.....	62
6.7. Validación del instrumento de medición.....	62
7. Diagnóstico organizacional.....	63
7.1. Análisis externo	63
7.2. Análisis interno	64
7.2.1. Manual de Contratación.....	64
7.2.2. Procedimientos precontractuales y contractuales	67
7.2.3. Aplicación del instrumento.....	72
7.3. Análisis de resultados	75
8. Plan de Intervención	86
8.1. Propuesta metodológica	86
8.2. Plan para la implementación.....	93
8.2.1. Fases de implementación	95
8.2.2. Análisis de riesgos de implementación	100
8.2.3. Indicadores de seguimiento en la implementación de la propuesta	101
8.3. Plan de Comunicaciones, cronograma y gestión del cambio	104
8.3.1. Plan de Comunicación	104
8.3.2. Cronograma.....	105
8.3.3. Plan de Gestión del Cambio	106
8.4. Análisis financiero y opciones de financiación	107
8.5. Socialización de la propuesta metodológica y el plan de implementación....	109
9. Conclusiones y Recomendaciones.....	111
10. Referencias.....	113

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Árbol de problema</i>	15
Figura 2 <i>Matriz DOFA</i>	23
Figura 3 <i>Misión, Visión y Valores de la EAAB – E.S.P.</i>	24
Figura 4 <i>Identificación de Grupos de Interés de la EAAB - E.S.P.</i>	25
Figura 5 <i>Objetivos estratégicos de la EAAB - E.S.P.</i>	26
Figura 6 <i>Clasificación de las metodologías comunes</i>	29
Figura 7 <i>Los 12 Principios Manifiesto Agile</i>	31
Figura 8 <i>Componentes de un Modelo de gestión de proyectos sostenibles</i>	37
Figura 9 <i>Contexto estratégico de la sostenibilidad de los proyectos</i>	41
Figura 10 <i>Procesos de aprovechamiento de los RCD</i>	46
Figura 11 <i>Modelo de Gestión de RCD en Bogotá, D.C.</i>	49
Figura 12 <i>Tipo de investigación</i>	55
Figura 13 <i>Análisis externo – Diagnóstico organizacional</i>	63
Figura 14 <i>Procedimiento precontractual</i>	68
Figura 15 <i>Procedimiento contractual</i>	68
Figura 16 <i>Resultados Variable 1</i>	71
Figura 17 <i>Resultados Variable 2</i>	72
Figura 18 <i>Resultados Variable 3</i>	73
Figura 19 <i>Resultados Variable 4</i>	73
Figura 20 <i>Resultados Variable 5</i>	74

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Referencias tarifarias</i>	20
Tabla 2 <i>Aspectos relevantes de las metodologías</i>	32
Tabla 3 <i>Estándares complementarios en la gerencia de proyectos</i>	34
Tabla 4 <i>Generación de RCD por tipología de residuo</i>	42
Tabla 5 <i>Modelo de Gestión de RCD en Bogotá D.C.</i>	50
Tabla 6 <i>Identificación de variables de estudio</i>	59
Tabla 7 <i>Ficha técnica de la investigación</i>	60
Tabla 8 <i>Procedimientos precontractuales en la EAAB – E.S.P.</i>	76
Tabla 9 <i>Procedimientos contractuales en la EAAB – E.S.P.</i>	77
Tabla 10 <i>Matriz de análisis de riesgos de contratación</i>	78
Tabla 11 <i>Resultados encuesta – Variable 1</i>	79
Tabla 12 <i>Resultados encuesta – Variable 2</i>	80
Tabla 13 <i>Resultados encuesta – Variable 3</i>	83
Tabla 14 <i>Resultados encuesta – Variable 4</i>	90
Tabla 15 <i>Resultados encuesta – Variable 5</i>	94
Tabla 16 <i>Propuesta metodológica</i>	98
Tabla 17 <i>Plan de implementación – Fases y actividades</i>	100
Tabla 18 <i>Análisis de riesgos de implementación</i>	102
Tabla 19 <i>Indicadores de seguimiento de la propuesta</i>	104
Tabla 20 <i>Cronograma</i>	105
Tabla 21 <i>Plan de comunicación</i>	106
Tabla 22 <i>Plan de gestión del cambio</i>	108

1. Introducción

El documento se encuentra organizado en nueve secciones. En la primera, se presentan los antecedentes, la descripción del problema y la pregunta de investigación. La segunda parte expone los objetivos generales y específicos, seguida de la justificación que sustenta la pertinencia del estudio. En el cuarto apartado se desarrolla el marco institucional, donde se describe la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB-E.S.P., sus servicios, referentes estratégicos y el contexto sectorial. Posteriormente, en el quinto capítulo se presenta el marco de referencia, que incluye metodologías y estándares de gestión de proyectos, enfoques sostenibles y la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD en Bogotá. El sexto capítulo aborda el diseño metodológico, detallando el tipo de investigación, la muestra, las variables y los instrumentos de análisis. En el séptimo se desarrolla el diagnóstico organizacional, a partir del análisis externo e interno y de los resultados obtenidos. El octavo capítulo contiene el plan de intervención, que comprende la propuesta metodológica, las fases de implementación, los costos, el análisis de riesgos y los indicadores de seguimiento. Finalmente, el trabajo concluye con el noveno capítulo de conclusiones y recomendaciones, seguido de la lista de referencias y los anexos.

La introducción ha sido estructurada en tres secciones: antecedentes, que contextualizan el tema; descripción del problema, que expone los desafíos a resolver; y la pregunta de investigación que guía el estudio.

1.1. Antecedentes del problema

La creciente preocupación global por los impactos ambientales generados por el sector de la construcción ha impulsado la necesidad de analizar cómo Colombia gestiona, trata y dispone los Residuos de Construcción y Demolición – RCD, a nivel nacional, el sistema de gestión presenta deficiencias significativas que afectan negativamente tanto a los componentes bióticos como abióticos del entorno. Se estima que el sector de la construcción en Colombia genera el 40% de los residuos sólidos, y que el 60% de los materiales utilizados provienen de la extracción de recursos naturales (Ministerio de Ambiente, 2017). Ante este panorama, se hace imprescindible asumir una responsabilidad ambiental y desarrollar soluciones innovadoras que promuevan prácticas sostenibles, como el aprovechamiento de los RCD al finalizar los proyectos constructivos.

A nivel internacional, países como Alemania, Japón y Países Bajos han logrado reducir en más del 70% la disposición final de RCD mediante esquemas de economía circular, mostrando que una gestión eficiente es posible y rentable (European Comisión, 2020). En Bogotá, D.C. el distrito tiene como meta controlar 32 millones de toneladas de RCD Como estrategia para minimizar los impactos derivados, y de esta manera proteger la Estructura Ecológica Principal, y prevenir la contaminación de los recursos naturales (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). Así mismo, con la normatividad vigente se busca promueve la adopción de una gestión integral de los RCD, basada en la reducción de su generación, la maximización de su reincorporación al ciclo productivo y la disminución de su disposición final de residuos (Decreto 507 de 2023).

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – E.S.P. – EAAB – E.S.P., en su compromiso con la sostenibilidad y la economía circular, enfrenta varios desafíos en sus proyectos, tanto en la gestión de recursos como en el manejo de residuos. Según la Hoja de Ruta denominada *Hacia un modelo circular en la prestación de los servicios públicos de agua y saneamiento de la EAAB ESP, frente a los desafíos del cambio climático*, actualmente el índice de circularidad de materiales de la EAAB – E.S.P. es inferior al 2% lo cual evidencia una alta dependencia de insumos vírgenes y una baja reincorporación de materiales a los procesos productivos. (Camacho J, & Vásquez L. BID, 2024). Lo anterior, refleja una gestión ineficiente de los recursos, que incrementa los costos operativos y amplifica la huella ambiental de la Empresa, es allí donde surge la necesidad de adoptar estrategias de gestión que optimicen los recursos relacionados al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS, especialmente los ODS 6: Agua limpia y saneamiento, 9: Industria, innovación e infraestructura, 11: Ciudades y comunidades sostenibles, 12: Producción y consumos responsables.

Como parte de su misionalidad la Empresa ejecuta obras internas de reparación y mantenimiento de las redes de acueducto y alcantarillado con recursos propios: equipos, personal y materiales. Estas intervenciones generan RCD y según el proyecto de consultoría adelantada por la EAAB ESP con el CONSORCIO "INGEPLAN.CO", se estableció que estas obras generan mensualmente un promedio 12.752 toneladas distribuidas en las cinco zonas de servicio de Bogotá. De este total, el 34,2 % corresponde a residuos pétreos (concretos, cerámicos y asfaltos), el 65,5 % a residuos finos no

expansivos y expansivos (material de excavación que puede contener arcillas o no, depende de la conformación del suelo donde se realice la obra) y el 0,3% de residuos voluminosos que corresponden a llantas, tapas, tuberías, material de asbesto cemento, entre otros. (EAAB - E.S.P., 2023)

A pesar de que los materiales de construcción constituyen el principal flujo de insumos en el ciclo de vida operativo de la Empresa, actualmente no se incorporan materiales reciclados en sus obras internas. (EAAB - E.S.P., 2023). Además, normativas técnicas internas como la NS-038 y NP-040 no contemplan lineamientos que promuevan la circularidad ni el aprovechamiento de los RCD, representando una oportunidad significativa para innovar hacia una gestión sostenible de estos recursos.

En este contexto, se destaca la importancia de diseñar e implementar una estrategia de aprovechamiento de los RCD generados en las obras internas de La Empresa, que se alinee con su visión institucional, que supere el enfoque tradicional y lineal centrado en la rentabilidad. Esta propuesta metodológica debe incorporar de forma integral los impactos sociales, ambientales y económicos asociados a la gestión de los RCD, fortaleciendo la toma de decisiones empresariales informadas, responsables y sostenibles. A su vez, le permitirá a la EAAB – E.S.P. optimizar el uso de recursos y fortalecer su liderazgo institucional en circularidad de materiales. Dicha propuesta requiere integrar los principios de economía circular con el objetivo de crear valor a largo plazo, lo que implica entender como los procesos, en este campo, de la empresa afectan factores como el cambio climático, el uso de recursos naturales, los derechos humanos, la diversidad e inclusión, la ética en los negocios, la transparencia, entre otros. Si es exitoso, la propuesta metodológica permitirá a la EAAB – E.S.P reducir costos operativos mediante la incorporación de residuos reciclados en obras internas, mitigar riesgos ambientales, incluyendo la disminución de la huella de carbono y crear oportunidades de innovación y crecimiento.

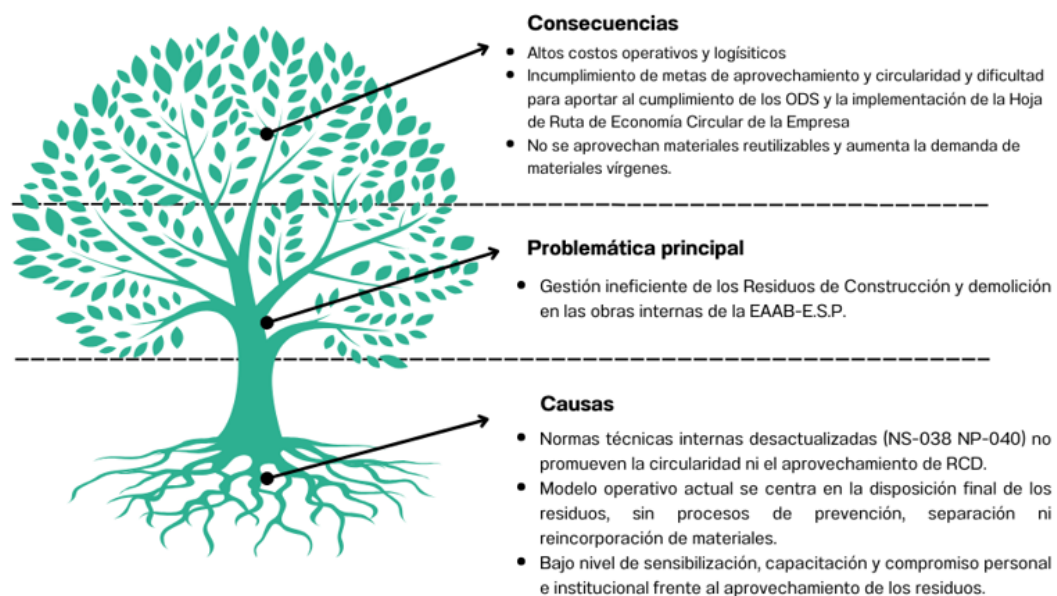
1.2. Descripción del Problema

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -E.S.P. enfrenta retos en su gestión de los Residuos de Construcción y Demolición - RCD, generados en las obras internas, las cuales corresponden a actividades de reparación y mantenimiento de redes de acueducto y alcantarillado. Se estima que, mensualmente, estas intervenciones generan alrededor de 12.500 toneladas de RCD, lo que representa una fuente potencial de materiales reutilizables y valorizables dentro de los procesos de la Empresa.

Sin embargo, el índice actual de circularidad de materiales de la EAAB-E.S.P. es inferior al 2% lo que refleja una dependencia a insumos vírgenes y una limitada reincorporación de materiales reciclados a los procesos productivos. Además, las normativas internas no promueven el aprovechamiento de los RCD, perpetuando un modelo lineal que contrasta con los principios de sostenibilidad y economía circular a nivel global. Este panorama representado en la figura 1 no solo incrementa la huella ambiental de la Empresa, sino que también limita su capacidad para ayudar al cumplimiento de los objetivos de Desarrollo Sostenible de la ciudad especialmente los relacionados con la gestión responsable de los recursos, la producción sostenible y la acción frente al cambio climático.

Figura 1

Árbol de problema



Nota: Elaboración propia

1.3. Pregunta de investigación

Con base en el análisis previo de la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - E.S.P., esta investigación responderá a la pregunta sobre ¿Cuáles son los componentes claves para diseñar una Propuesta metodológica de Gestión de Proyectos que permita el Aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición en las obras internas de la EAAB – E.S.P.?

2. Objetivos

Los objetivos de este trabajo permiten definir estrategias y soluciones para responder de manera integral a la pregunta de investigación, estableciendo un marco claro para el desarrollo de este estudio. Estos son:

2.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta metodológica de gestión de proyectos de aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición generados en las obras internas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - E.S.P.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar en la literatura los referentes teóricos y buenas prácticas internacionales en materia de gestión de proyectos para definir las variables que se requieren en la construcción de una propuesta metodológica de gestión de proyectos enfocada en aprovechamiento de RCD.

- Realizar un diagnóstico de la gestión actual de los RCD en la EAAB - E.S.P., teniendo en cuenta las prácticas actuales.

- Estructurar la propuesta metodológica de gestión de proyectos de aprovechamiento de RCD en las obras internas de la EAAB – E.S.P., definiendo sus componentes, fases, herramientas e indicadores, alineados con principios de sostenibilidad y la gestión eficiente de los recursos.

Definir el Plan de Implementación de la Propuesta Metodológica de gestión de proyectos orientados al Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición generados en las obras internas de la EAAB – E.S.P.

3. Justificación

La Propuesta Metodológica de Gestión de Proyectos de Aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición -RCD generados en obras internas de la EAAB – E.S.P, es fundamental para abordar los desafíos ambientales y normativos que enfrenta actualmente la Empresa. Este enfoque responde a las necesidades de cumplir con la normatividad ambiental vigente, particularmente el Decreto 507 de 2023 y la Resolución 1257 de 2021, lo cuales establecen obligaciones para las entidades públicas catalogadas como grandes generadores de RCD en Bogotá, D.C., con el fin de asegurar un manejo responsable y promover la economía circular. Dichas normas exigen la gestión adecuada de residuos y el incremento de las metas de aprovechamiento y circularidad, como parte de una transición hacia un modelo de economía circular.

La relevancia de este proyecto radica en que la EAAB – E.S.P. genera mensualmente más de 12 mil toneladas de RCD en sus obras internas, de las cuales el 34,2 % corresponde a residuos pétreos (concretos, cerámicos y asfaltos), el 65,5 % de residuos finos y el 0,3 % de residuos voluminosos (llantas, tapas, tuberías, entre otros). Actualmente, estos residuos son transportados a sitios de disposición final ubicados en el sur de Bogotá, en su mayoría, lo que implica altos costos operativos y logísticos, además, de contribuir a la huella ambiental de la Empresa. Esta situación se agrava por la desactualización de la normativa técnica interna que no contemplan uso de materiales reciclados en obras, como es el caso de las normas NS-038 y NP-040; de esta manera, se mantiene un modelo operativo lineal que contrasta con los compromisos ambientales distritales y nacionales.

El diseño de la propuesta tiene como objetivo optimizar los procesos de gestión de proyectos de aprovechamiento de los RCD, incorporando los principios de economía circular. Esto permitirá reducir la dependencia de materiales vírgenes y aumentar los niveles de aprovechamiento de los residuos. Lo anterior adquiere relevancia si se considera que a nivel global el sector de la construcción es responsable del 23% de la contaminación atmosférica, del 40% de la contaminación de agua potable y genera el 50% de los residuos que se depositan en las escombreras. Además, este sector consume el 40% de la producción mundial de áridos (piedras brutas, grava y arena) y el 25% de madera virgen, asociada a la deforestación (Willmott Dixon, 2010).

Desde el punto de vista económico y operativo, la propuesta permitirá identificar nuevas oportunidades de valorización de los RCD en el sector de construcción de infraestructura de servicios públicos, a través de la innovación en procesos de recolección, transporte y clasificación de los RCD en un sitio de acopio temporal para su posterior aprovechamiento. Este enfoque no solo asegurará el cumplimiento normativo, sino que también contribuirá a la eficiencia operativa de la EAAB – E.S.P. alineando su gestión con las tendencias globales de sostenibilidad y economía circular. Además, posicionará a la EAAB – E.S.P. como un referente distrital en la gestión de RCD, fortaleciendo su reputación institucional, su competitividad en el mercado y su capacidad de acceder a financiamiento verde. La tendencia actual hacia la economía circular, sumada a la presión regulatoria, abre la posibilidad de acceder a beneficios como incentivos fiscales, alianzas estratégicas y financiación internacional. Un ejemplo es el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en la formulación de la Hoja de Ruta de Economía Circular 2024-2035 de la Empresa, lo cual respalda y valida la pertinencia de alinear esta propuesta con estándares internacionales de sostenibilidad e innovación.

Actualmente la Empresa asume costos de disposición final en el esquema lineal (sin aprovechamiento), para identificarlos se presenta la línea base de generación y el referente tarifario del último contrato realizado con terceros identificado en la tabla 1. Con base en esta información, y teniendo como supuestos para estimar el costo actual de la disposición bajo el modelo lineal de una generación promedio de 12.753 toneladas al mes, es decir 153.024 toneladas al año, se aplica la tarifa contractual de disposición de RCD no aprovechable, y se obtiene un costo anual de disposición de \$2.162.382.144 (COP). Por otra parte, con el propósito de dimensionar la porción del gasto actual potencialmente reducible, se desagrega la fracción de material pétreo potencialmente valorizable, teniendo en cuenta que los RCD pétreos representan el 34,2% del total, se estima que \$739,53 millones al año del costo actual corresponden a materiales cuyo destino podría migrar desde la disposición final hacia el aprovechamiento, reduciendo pagos y mejorando la eficiencia operativa.

Tabla 1

Referencias tarifarias

Actividad	Unidad	Tarifa vigente (COP)	Conversión	Equivalente
Disposición de RCD no aprovechable	Viaje doble	\$113.050	8 t / viaje	\$14.131 / t
Entrega en CTA (aprovechables)	Viaje doble	\$59.500	8 t / viaje	\$7.438 / t
Diferencial a favor del aprovechamiento	-	-	-	\$6.694/ton

Nota. Elaborado según estudio de mercado y último contrato realizado para la gestión de RCD.

Finalmente, la propuesta metodológica propuesta requiere una transformación organizacional progresiva que contemplé la capacitación continua del personal operativo y técnico, la actualización de las normativas internas, así como la revisión y ajuste del manual de contratación y compras. Igualmente, se requiere la modernización de los sistemas de información institucionales, con el fin de habilitar mecanismos eficientes para la medición, monitoreo y reporte de los indicadores asociados a la gestión de RCD. En la actualidad, los lineamientos contractuales de la EAAB – E.S.P. no contemplan mecanismos operativos específicos para el seguimiento de estos residuos, lo que representa una brecha estructural. La propuesta aquí presentada busca responder a dicha omisión mediante una metodología aplicable, medible y replicable. Además, se plantea la incorporación de un análisis continuo del desempeño como componente clave para facilitar su mejora adaptativa, permitiendo realizar ajustes normativos, operativos y estratégicos que garanticen la sostenibilidad de los resultados y la consolidación de una gestión ambiental más responsable y alineada con los principios de economía circular.

4. Marco Institucional

El marco institucional se estructura en cinco sesiones. La primera ofrece una presentación general de la Empresa, seguida por los referentes estratégicos en la segunda. La tercera sección detalla la estructura organizacional, mientras que la cuarta expone los productos y servicios. Finalmente, la quinta parte presenta un análisis del contexto sectorial.

4.1. Presentación de la Empresa y servicios ofertados

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - E.S.P., es una Empresa Industrial y Comercial del Estado, tiene a su cargo la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado en la ciudad de Bogotá, beneficiando a más de dos millones de suscriptores en Bogotá y a cerca de 11 millones de personas a través de esquemas directos e indirectos en municipios aledaños como Soacha, Gachancipá y mediante el esquema de venta de agua en bloque 11 municipios adicionales.

Dentro de las funciones de la empresa están:

- Captación, almacenamiento, tratamiento, conducción y distribución de agua potable.
- Recolección, conducción, tratamiento y disposición de las aguas residuales.
- Manejo integral de aguas lluvias y superficiales que conformar el drenaje pluvial y el sistema hídrico urbano.

La empresa cuenta con una calificación AAA por alta capacidad de generación de caja y estrategia de reinversión de utilidades en proyectos de ampliación de los servicios de acueducto y alcantarillado, una certificación ICONTEC-90001 y en Carbono Neutro, es pionera en el país en el empleo de tecnologías de punta que disminuyen los impactos ambientales y de movilidad producidos por las obras y a través del Centro de Control se opera en tiempo real y de manera automática más de 18 mil kilómetros de redes, a nivel de conservación, administra más de 40 mil hectáreas en cuencas abastecedoras. También es la primera empresa en Colombia en generar Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) para reducir los gases de efecto invernadero en el planeta, mediante la producción de energía limpia en la hidroeléctrica de Santa Ana.

La Empresa también ha recibido varios reconocimientos a lo largo de los años por su desempeño ambiental, innovación y responsabilidad social, siendo reconocida en varias ocasiones por su compromiso con la sostenibilidad y el medio ambiente. Algunos de los premios más recientes, resaltan el trabajo de la empresa en la mejora de sus servicios, su impacto positivo en la comunidad y su compromiso con el medio ambiente en los que se incluyen:

- Premio BIBO 2024: La EAAB – E.S.P. fue galardonada con la estatuilla de bronce en los Premios BIBO 2024 por su proyecto "Camino Quebrada La Vieja", el cual promueve la preservación de espacios verdes y la protección del recurso hídrico a través de la participación comunitaria y el trabajo interinstitucional
- Gran Premio Andesco a la Sostenibilidad 2024: Este prestigioso reconocimiento fue otorgado a la EAAB por sus prácticas sostenibles y su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como la acción por el clima y la reducción de desigualdades. La empresa también recibió reconocimientos adicionales en las categorías de equidad de género y buenas prácticas en el entorno de mercado (EAAB - E.S.P, 2022).

Con el fin de comprender el contexto en el que opera al Empresa, se desarrolló una Matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) ya que facilita la identificación de factores críticos que pueden influyen en la toma de decisiones de la empresa y permite obtener una visión clara de las capacidades actuales de la organización; a su vez, la matriz DOFA relacionada en la Figura 2 proporciona información para diseñar estrategias que alineen las capacidades internas con las condiciones del entorno, permitiendo validar su viabilidad y eficacia en el contexto de la empresa.

Figura 2

Matriz DOFA



Nota. Adaptado de “Análisis FODA”, de Plan Estratégico EAAB – ESP, 2024-2028.

4.2. Referentes estratégicos

El Plan General Estratégico 2024-2028 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB – E.S.P.) es un instrumento de planificación a mediano plazo que alinea la estrategia de la empresa con el Plan Distrital de Desarrollo (PDD). Este documento sirve como una "carta de navegación" que guía las acciones de la EAAB durante el periodo administrativo de la ciudad, asegurando la coherencia de sus objetivos, metas e indicadores. El plan establece las directrices para el cumplimiento de sus compromisos institucionales y fija los impactos esperados en términos de sostenibilidad, eficiencia operativa y responsabilidad social.

En consonancia con esto, como se puede ver en la Figura 3, se plantearon la misión y visión de la EAAB las cuales se centran en prestar servicios de acueducto y alcantarillado con los más altos estándares de calidad, promoviendo la sostenibilidad en el manejo de los recursos y contribuyendo al bienestar social de la comunidad que sirve.

Figura 3

Misión, Visión y Valores de la EAAB – E.S.P.

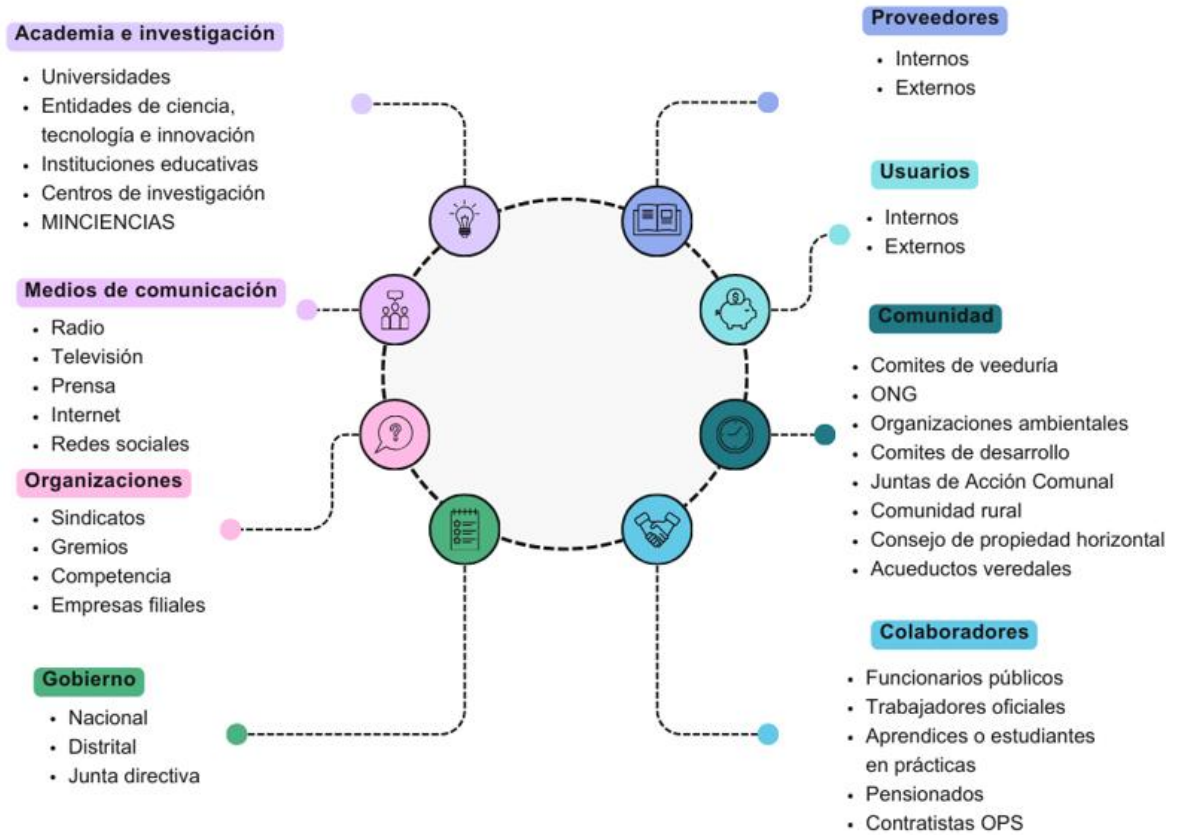


Nota. Adaptado de “Misión y Visión de la EAAB – E.S.P.”, de Plan Estratégico EAAB – ESP, 2024-2028.

A su vez, la identificación y análisis de los grupos de interés, se convierte en una herramienta estratégica para asegurar la legitimidad y la coherencia en sus decisiones. En la Figura 4, se ilustran los principales grupos y sus expectativas, insumo clave para la formulación de políticas institucionales participativas y sostenibles.

Figura 4

Identificación de Grupos de Interés de la EAAB - E.S.P.



Nota. Adaptado de “Grupos de Interés de la EAAB – E.S.P.”, de Plan Estratégico EAAB – ESP, 2024-2028.

Por último, en la Figura 5 se muestran los objetivos estratégicos institucionales y sus estrategias asociadas, definidas a partir de un análisis sistémico del contexto normativo, territorial, ambiental y operativo.

Figura 5

Objetivos estratégicos de la EAAB - E.S.P.



Nota. Adaptado de “Objetivos estratégicos y estrategias relacionadas de la EAAB – E.S.P.”, del Plan Estratégico EAAB – ESP, 2024-2028.

4.3. Análisis del Sector

El sector de los servicios públicos en el que opera la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - E.S.P. enfrenta desafíos importantes como la pérdida de fuentes hídricas, la presión sobre los ecosistemas urbanos y rurales, el crecimiento poblacional, el cambio climático y las brechas de cobertura; los cuales, se deben tener en cuenta para reducir los impactos en el ambiente y permitir el desarrollo urbano. Dentro de los aspectos ambientales se debe priorizar acciones relacionadas a la sostenibilidad territorial en el que se incluyan escenarios para optimizar los recursos y reducir las pérdidas de agua en el sistema, esto debido al crecimiento poblacional y la demanda industrial.

De acuerdo con los datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, el país ha perdido alrededor del 20% de sus fuentes de agua en las últimas dos décadas. Además, se estima que diariamente se vierten más de 8 millones de metros cúbicos de aguas residuales sin tratamiento adecuado en cuerpos de agua, de los cuales 24 toneladas corresponden al río Bogotá. Las proyecciones climáticas para la Sabana de Bogotá indican una posible reducción del 30% en las precipitaciones, lo que aumentaría los periodos de sequía afectando la seguridad hídrica de la región. (IDEAM, 2023)

En cuanto a términos de cobertura y acceso, Bogotá alcanza niveles cercanos al 99% en acueducto urbano y del 95% en saneamiento, pero aún persisten retos en las zonas rurales y de expansión. Esto implica la necesidad de fortalecer la infraestructura y el acceso a estas zonas. (Camacho Otero et al., n.d.). También, se debe optimizar la gestión de los residuos con iniciativas actuales como el programa “Bogotá Basura Cero” que promueven una gestión integral de los residuos, pero que deben complementarse con estrategias organizacionales que impulsen una cultura centrada en la sostenibilidad y la economía circular.

En este contexto, la colaboración con el sector académico y los Centros de Investigación se vuelve esencial para el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas, el mejoramiento de procesos de reúso y aprovechamiento del agua y la formulación de políticas basadas en evidencia. Así mismo, es fundamental establecer alianzas con entidades financieras, organismos de cooperación internacional y actores del sector industrial para promover la inversión en infraestructura verde, mecanismos de financiación sostenible y prácticas de simbiosis industrial. Algunas empresas como Postobón, Bancolombia y Argos han empezado a incluir temas de sostenibilidad en sus estrategias corporativas y desde el año 2005 se observa un aumento en la publicación de reportes de sostenibilidad en la base de datos de la Iniciativa de Reporte Global1 (GRI, por sus siglas en inglés); para 2015 más de 190 organizaciones colombianas publicaron sus reportes en este portal. Según Pajares, la capacidad de reportar información en sostenibilidad depende, en gran medida, del tamaño y madurez organizacional de las empresas, lo que resalta la importancia de fortalecer la gobernanza institucional en entidades públicas como la EAAB – E.S.P. (Pajares, 2017).

Por otra parte, la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en la EAAB-E.S.P. puede analizarse a través de la perspectiva de la cadena de valor, entendida como el conjunto de actividades que generan valor desde la generación de los residuos hasta su disposición o reaprovechamiento. En este contexto, la propuesta metodológica no se limita a la etapa operativa, sino que identifica oportunidades de simbiosis industrial y alianzas estratégicas con otros actores del sector público y privado. Los materiales reciclados y valorizados pueden reincorporarse en obras de infraestructura de la Empresa, pero también representan un insumo potencial para terceros, como empresas de prefabricados, constructoras y entidades públicas responsables del mantenimiento vial y del espacio urbano. Este enfoque abre la posibilidad de nuevas fuentes de ingresos y consolida a la EAAB-ESP como líder en economía circular en el Distrito Capital.

Para viabilizar este proceso, es fundamental articular esquemas de financiación y cooperación. La Empresa puede aprovechar recursos provenientes de fondos internacionales de sostenibilidad, patrocinio de empresas privadas y la banca multilateral. Asimismo, existen instancias nacionales como la Agencia Atenea de Banco de Proyectos, que permite estructurar, presentar y gestionar proyectos estratégicos con alto impacto ambiental y social, apalancando recursos adicionales que complementen la inversión en infraestructura y operación de la propuesta.

5. Marco de Referencia

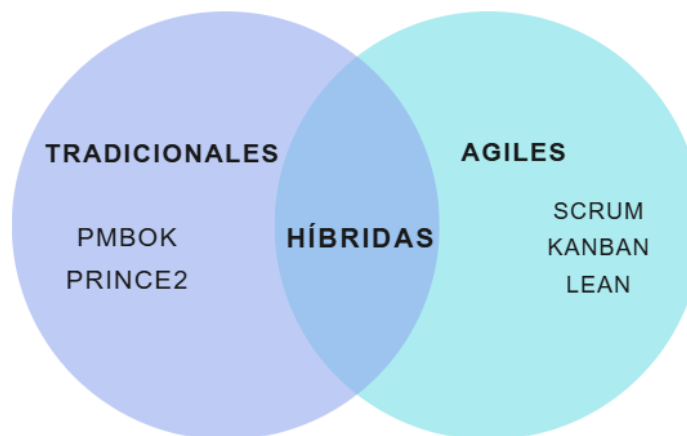
Este marco de referencia presenta un análisis de las principales metodologías de gestión de proyectos destacando enfoques tradicionales y ágiles, con el propósito de identificar herramientas que permitan optimizar cada fase del ciclo de vida de los proyectos. Además, aborda principios de la gestión de proyectos sostenibles, enfatizando la necesidad de integrar criterios ambientales, sociales y de economía circular en la toma de decisiones. En el ámbito específico de este estudio, se abordarán estrategias orientadas a la prevención, aprovechamiento y gestión integral eficiente de los RCD, teniendo en cuenta el contexto normativo de la ciudad y su impacto en la operatividad de la EAAB – E.S.P.

5.1. Metodologías para la gestión de proyectos

Las metodologías de gestión de proyectos constituyen el conjunto de principios, prácticas y procesos que orientan la planificación, ejecución, monitoreo y cierre de proyectos, con el propósito de cumplir metas específicas en cuanto a tiempo, presupuesto, alcance y calidad. Estas metodologías permiten gestionar eficientemente los recursos disponibles, anticipar y resolver riesgos, así como adaptarse a los cambios y desafíos que surjan durante el desarrollo del proyecto. Su aplicación se clasifica comúnmente en tres enfoques: metodologías tradicionales, ágiles e híbridas, como se pueden identificar en la Figura 6.

Figura 6

Clasificación de las metodologías comunes para la gestión de proyectos



Nota: Elaboración propia

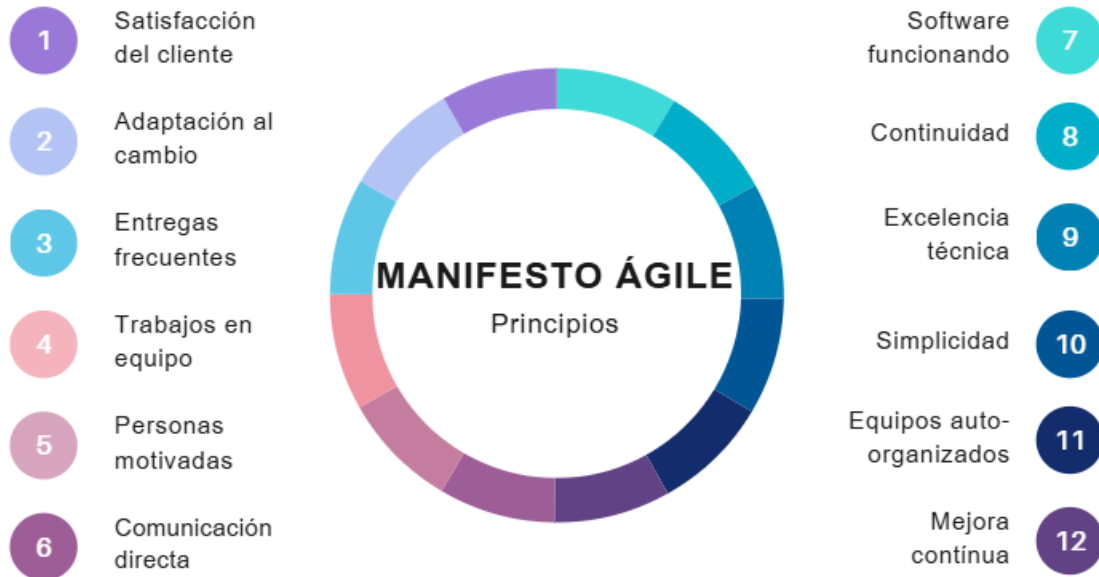
Las metodologías tradicionales de gestión de proyectos, también conocidas como modelos en cascada, estructura el desarrollo del proyecto en fases secuenciales que siguen un orden predefinido: iniciación, planificación, ejecución y medición. Este enfoque se fundamenta en una planificación desde el inicio, con requisitos fijos que guían el desarrollo complejo del proyecto. Aunque este método garantiza un alto nivel de documentación y control, presenta limitaciones frente a contextos cambiantes o inciertos, ya que cualquier modificación posterior puede generar sobrecostos y retrasos (Girón, 2021). Cada fase del modelo en cascada está soportada por herramientas y prácticas definidas por estándares internacionales, que permiten mantener el control estructurado del proyecto. (Riaño N., 2021)

Por su parte, el enfoque Ágil se basa en un proceso iterativo e incremental, en el cual los proyectos se dividen en sprints o ciclos cortos de trabajo, lo que permite realizar entregas parciales y funcionales en lapsos breves. A diferencia de las metodologías tradicionales, Agile permite una mayor adaptabilidad a los cambios y promueve la colaboración continúa entre los miembros del equipo y los interesados. La toma de decisiones se descentraliza, priorizando la satisfacción del cliente, la entrega continua de valor y la capacidad de respuesta ante la incertidumbre. Los métodos ágiles se fundamentan en los 12 principios del manifiesto Ágil visualizados en la Figura 7, que destacan la flexibilidad y la retroalimentación constante como elementos esenciales para el éxito del proyecto (Hadida S, 2020).

Ante la necesidad de adaptar los proyectos a entornos complejos, muchas organizaciones han optado por el desarrollo de enfoques híbridos que permiten combinar las ventajas de los métodos tradicionales con modelos más flexibles, como los ágiles, permitiendo una mayor adaptabilidad a distintos contextos. La elección y combinación de estas metodologías debe estar basada en criterios técnicos y estratégicos definidos por la dirección de proyectos, tomando en cuenta variables como el nivel de incertidumbre, la complejidad del proyecto, la cultura organizacional, los recursos disponibles y la naturaleza de los productos o servicios a desarrollar. (Navia, 2019)

Figura 7

Los 12 Principios Manifesto Agile



Nota. Adaptado de “La agilidad en las organizaciones: Trabajo comparativo entre metodologías ágiles y de cascada en un contexto de ambigüedad y transformación digital”. Universidad CEMA. Buenos Aires (2020)

En este sentido, la Tabla 2 presenta una descripción de las metodologías más utilizadas en la gestión de proyectos, destacando sus principales aspectos y procesos y, de esta manera identificar sus diferencias, fortalezas y aplicaciones, ofreciendo una comparación que facilita su selección en función de los objetivos, el contexto y los recursos de cada proyecto.

Tabla 2

Aspectos relevantes de las metodologías comunes en gestión de proyectos

Metodología	Descripción
TRADICIONALES	<p>PMBOK Propuesta por el Project Management Institute - PMI, recoge un conjunto de buenas prácticas, que pueden ser adaptadas según la naturaleza del proyecto. El gerente de proyectos tiene la responsabilidad de seleccionar cuales aplicar y en qué grado de profundidad, considerando características particulares de cada proyecto.</p> <p>El ciclo de vida del proyecto se estructura en 5 procesos: Iniciación, Planeación, Ejecución, Monitoreo, Control y Cierre. A su vez, se organiza en diez áreas de conocimiento: integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados. Esta metodología es ampliamente usada a nivel internacional por su carácter sistemático y estandarizado (Girón A., 2021).</p>
	<p>PRINCE2® "Projects In Controlled Enviroments" o proyectos en entornos controlados es un estándar originado en el Reino Unido y adaptado ampliamente en proyectos gubernamentales. Se basa en siete principios: Justificación comercial, aprendizaje de la experiencia, roles y responsabilidades definidos, fases, excepción, enfoque en los productos y adaptación al entorno. Su estructura por fases y su enfoque documental lo hacen especialmente adecuado para proyectos complejos o de gran escala.</p>
ÁGILES	<p>SCRUM Es uno de los marcos ágiles más populares, especialmente en el desarrollo de software. Organiza el sprint de 2 a 4 semanas, donde se generan productos funcionales de forma incremental. Se basa en tres roles: Scrum Master (facilitador), Product Owner (responsable del valor agregado) y el equipo de desarrollo. Scrum permite una planificación flexible y una rápida respuesta</p>

	a los cambios, promoviendo entregas frecuentes de valor al cliente.
KANBAN	Se fundamenta en la filosofía japonesa a “justo a tiempo” y en la optimización del flujo de trabajo, inspirado en el sistema de producción Toyota, se basa en la gestión visual del trabajo mediante tableros que reflejan flujo de tareas, desde la entrada hasta la entrega. Busca optimizar el trabajo en curso, evitar cuellos de botella, eliminar desperdicios y fomentar la mejora continua. Su implementación es progresiva, lo que facilita la adopción en entornos donde el cambio debe ser gradual.
LEAN	Se centra en maximizar el valor entregado al cliente mediante la eliminación de actividades que no aportan valor. Entre sus principios destacan la mejora continua <i>kaizen</i> , la eliminación de desperdicios, el respeto por las personas y la eficiencia operativa. Utiliza herramientas como el mapeo del flujo de valor y el análisis de causa raíz para optimizar los procesos. Su enfoque es útil para proyectos que enfrentan ineficiencias, tiempos prolongados de entrega o falta de alineación con los requerimientos del cliente.

Nota. Adaptado de “Gestión de Proyectos: origen, instituciones, metodologías, estándares y certificaciones”. Vélez, S. (2018) Universidad Católica de Pereira. Entre Ciencia e Ingeniería.

5.2. Estándares complementarios en la gerencia de proyectos

Así mismo, existen otros estándares internacionales de gestión de proyectos que, aunque no son ampliamente utilizadas en algunas organizaciones, ofrecen enfoques innovadores, versátiles y complementarios, que enriquecen los ciclos de vida de los proyectos. Estas metodologías presentadas en la tabla 3 pueden complementar las estructuras existentes en la organización.

Tabla 3

Estándares complementarios en la gerencia de proyectos

Estándares complementarios en la gerencia de proyectos			
Estándar	Descripción	Aspectos relevantes	Tipología de proyectos a los cuales está dirigido
Australian Institute Of Project Management (AIPM)	Estándar australiano que valida competencias y experiencia de los profesionales en la gestión de proyectos. Se fundamenta en el marco RegPM (Registered Project Manager).	- Enfoque por competencias - Clasificación por niveles de madurez - Alineado a otros estándares como el IPMA - Énfasis en la evaluación profesional	Proyectos que buscan certificar las competencias del gestor. Utilizado ampliamente en infraestructura, servicios públicos, TIC y construcción.
International Project Management Association (IPMA)	Enfoque europeo basado en competencias técnicas, contextuales y de comportamiento. Utiliza el modelo ICB (Individual Competence Baseline).	- Enfoque integral en 3 áreas de competencia (técnica, contextual, personal) - Flexible según el entorno y cultura del proyecto - Certificación multinivel (D a A) - Fuerte énfasis en el desarrollo profesional	Proyectos de transformación tecnológica
Project and Program Management for Enterprise	Estándar japonés que integra gestión de proyectos, programas e innovación empresarial.	- Fuerte integración con la estrategia organizacional - Promueve la innovación y mejora	Proyectos estratégicos de transformación empresarial, innovación

Innovation (P2M)	Desarrollado por PMAJ (Project Management Association of Japan)	por continua - Gestión del conocimiento - Visión holística del ciclo de vida del negocio.	tecnológica y programas complejos a nivel organizacional.
Projects In Controlled Enviroments (PRINCE2)	Metodología estructurada desarrollada por el gobierno del Reino Unido. Se basa en principios, temas y procesos claramente definidos	- Basado en 7 principios, 7 temas y 7 procesos - Fuerte enfoque en control, gestión por excepción y entregables - Requiere roles definidos - Muy documentado y adaptable	Proyectos del sector público y privado que requieren control riguroso, especialmente en entornos regulatorios, de TI, administración pública o servicios.
Projects integrating Sustainable Methods (PRiSM)	Enfoque desarrollado por GPM Global que integra sostenibilidad y gestión de proyectos con base en los principios del desarrollo sostenible.	- Enfoque en la triple línea base (económica, ambiental, social) - Evaluación del impacto ambiental y social - Uso del marco P5 (Producto, Proceso, Personas, Planeta, Prosperidad) - Promueve certificaciones GPM-b	Proyectos verdes, sostenibles, de infraestructura ambiental, energías renovables y economía circular. Ideal para organizaciones con compromisos ESG.
The Standard for Organizational Project	El OPM es un marco del PMI que integra la estrategia organizacional con la	Alinea proyectos con la estrategia, promueve madurez organizacional,	Está dirigido a proyectos de infraestructura pública, de

Management (OPM)	gestión de portafolios, programas y proyectos, garantizando que las iniciativas contribuyan a la creación de valor y al cumplimiento de los objetivos institucionales.	fomenta la creación de valor sostenible, integra niveles estratégicos–táctico–operativo y es adaptable a otros marcos como PMBOK o PRINCE2.	transformación organizacional, programas de sostenibilidad y gestión de portafolios institucionales, lo que lo hace pertinente para la EAAB-ESP y la circularidad de los RCD.
------------------	--	---	---

Nota. Adaptado de Australian Institute of Management. (2023). RegPM Certification - Australian Institute of Project Management, CPPM Competency Standards v3.0. Australian: AIPM. Axelos. (2017). Managing Successful Projects with PRINCE2 (6th ed.). The Stationery Office. Project Management Association of Japan (PMAJ). (2016). P2M Bibelot / English versión (Overview of P2M Third Edition) . Higashi-Azabu, Minato-ku, Tokio: PMAJ 2016 y Project Management Association of Japan. (2017). P2M: A guidebook of program & project management for enterprise innovation (3rd ed., International edition). Cyber Creative Institute. Project Management Institute. The standard for organizational project management (OPM). Project Management Institute

5.3. Gestión de proyectos sostenibles

En la gestión de proyectos, los responsables no solo deben centrarse en los resultados, sino también en el proceso para alcanzarlos y el impacto que su implementación puede generar en el entorno y la sociedad. Cada proyecto deja una huella e ignorar sus efectos puede derivar en consecuencias negativas, como la contaminación, la sobre explotación de recursos o la afectación de las comunidades locales. Es por esto por lo que se hace necesario la adopción de una visión integral que permita gestionar los proyectos de manera responsable, minimizando impactos adversos y promoviendo prácticas sostenibles que contribuyan al bienestar social y ambiental (Martens & Carvalho, 2017)

En este sentido, Poon y Silvius, destacan que la sostenibilidad en proyectos no debe verse como un aspecto externo o complementario, sino como eje central de la gestión, también afirman que los proyectos pueden orientar sus actividades al cumplimiento de la triple restricción de alcance, tiempo y costos, con lo que buscan reducir la complejidad de su gestión, permitiendo simplificar la complejidad de la gestión del proyecto, facilitando una mejor planeación y ejecución (Poon y Silvius, 2012). Todo ello permite contemplar, la integración de los aspectos ambientales, sociales y económicas que hacen parte de la ejecución de los proyectos y de ahí su complejidad, debido a que además de triple restricción se deben contemplar tales factores, los cuales funcionan como indicadores en los informes de sostenibilidad. En la figura 8 se presenta la diferenciación de sus categorías según los autores.

De hecho, como afirma Rinaldi, solo aquellas compañías que logren equilibrar sus objetivos económicos con su responsabilidad ambiental y social estarán realmente preparadas para afrontar los desafíos del futuro y generar valor de forma duradera (Rinaldi, 2007).

Figura 8

Componentes de un Modelo de gestión de proyectos sostenibles.



Nota. Adaptado de “Metodologías para la sostenibilidad de los proyectos”, por Motta – Sanjuan, Y. (2018). Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro. Pág.5.

A su vez, según el Green Project Management, para que un proyecto sea sostenible, no solo debe alcanzar sus metas dentro del alcance, tiempo y presupuesto definidos; también debe incorporar principios que garanticen su contribución positiva al entorno. Esta organización propone seis principios rectores que deben guiar los proyectos sostenibles: compromiso y responsabilidad, ética y toma de decisiones, integración y transparencia, enfoque basado en valores y principios, equidad social y ecológica, y prosperidad económica. Lo que permitirá estructurar proyectos que aseguren impactos positivos a largo plazo en las dimensiones relacionadas en la figura 7, que a su vez se alineen con los ODS (GPM Global, 2019).

5.4. Metodologías de gestión de proyectos enfocadas en sostenibilidad

Medir el desarrollo sostenible requiere el uso de herramientas y metodologías que permitan evaluar el desempeño según criterios económicos, sociales y ambientales, con ellas se puede demostrar si un proyecto avanza en estas tres dimensiones, permitiendo tomar decisiones basadas en datos reales y ajustadas al contexto. Por lo tanto, los indicadores de sostenibilidad juegan un papel crucial al facilitar el seguimiento de los avances y detectar posibles áreas de mejora durante las fases del ciclo de vida del proyecto (Vázquez et al., 2017).

En la gestión de proyectos sostenibles, una de las contribuciones más destacadas es la realizada por la organización GPM Global, la cual ha desarrollado una metodología denominada Projects integrating Sustainable Methods - PRiSM, alineada con un modelo de madurez PSM3, un estándar - P5 y una guía de referencia. Estas herramientas se apoyan en estándares internacionales como la ISO 9001 con enfoque en la calidad, las relacionadas con la gestión empresarial como la ISO 21500, el impacto al medio ambiente en la ISO 1400 y la responsabilidad social empresarial en la ISO 26000, integrando además los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Logrando de esta manera un enfoque estructurado para incorporar la sostenibilidad en las etapas de los proyectos (GPM Global, 2019).

Uno de los aportes más relevantes de PRiSM es el Estándar P5, el cual amplía la tradicional triple línea base incluyendo las dimensiones de producto y proceso. Clasificando los impactos del proyecto en tres ejes principales:

Personas (Impactos Sociales): Analiza cómo las actividades del proyecto afectan a los empleados, comunidades y otros actores sociales. Busca promover relaciones justas, equitativas y éticas que fortalezcan la cohesión social y el bienestar colectivo.

Planeta (Impactos Ambientales): Evalúa los efectos del proyecto sobre los ecosistemas naturales, incluyendo las matrices de suelo, aire, agua, biodiversidad y hábitats. Se promueve la restauración, conservación y uso racional de los recursos.

Prosperidad (Impactos Económicos): Considera la distribución de los beneficios económicos del proyecto, con énfasis en su contribución al desarrollo económico sostenible y en la generación de valor para los stakeholders o partes interesadas (Carboni et al., 2018). Sin embargo, a pesar de su solidez conceptual, esta metodología aún no ha alcanzado una adopción a nivel global, esto debido en parte a su reciente desarrollo en comparación con enfoques tradicionales como PMBOK o PRINCE2. No obstante, el carácter innovador que proporciona este estándar es una base que permite transformar las prácticas convencionales hacia modelos más responsables y eficientes. (Vázquez et al., 2017).

Una propuesta metodológica con enfoque en sostenibilidad debe considerar, indicadores, metodologías, la participación de los colaboradores de los distintos niveles organizaciones y la formación continua del personal como elementos centrales. La colaboración dentro de las instituciones es clave para el diseño y la implementación de estrategias sostenibles a largo plazo (Vergara-Romero et al., 2021). Además, la incorporación de herramientas como el Balance Social, los informes de sostenibilidad bajo los estándares de la Global Reporting Initiative -GRI y la evaluación de la gestión del agua mediante indicadores específicos permiten fortalecer la rendición de cuentas y avanzar hacia certificaciones ambientales exigidas por el mercado (Núñez et al., 2020) (Valentin & Dávila, 2022).

5.5. Desafíos y oportunidades en la implementación de estrategias de aprovechamiento en proyectos

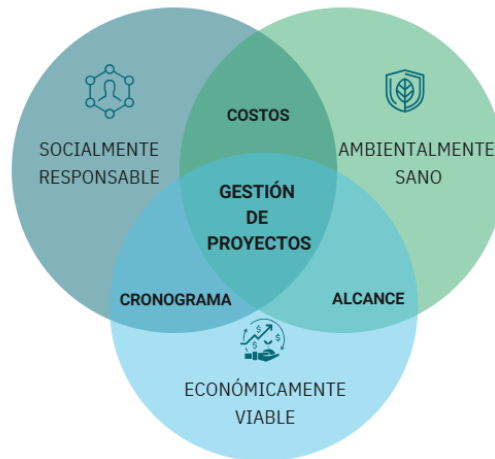
La relación entre los proyectos y las estrategias de aprovechamiento de recursos es determinante para avanzar hacia modelos de desarrollo sostenibles. Según el Project Management Institute (PMI), cerca del 70% de los proyectos que integran prácticas sostenibles logran un mejor desempeño en el mediano y largo plazo en términos de eficiencia y costos (PMI, 2021). En otras palabras, se plantea la idea de que la gestión de proyectos es un sistema abierto que agrupa diversas dimensiones desde la fase inicial hasta su terminación, las cuales se convierten en variables de gran relevancia ya que son entendidas como los criterios sociales, ambientales, económicas y capacidad de desarrollo contextual que aplica al proyecto.

El reto principal radica en articular los objetivos estratégicos del proyecto con principios como la responsabilidad ambiental, la equidad social y la prosperidad económica. Esta articulación implica promover la asociación, participación, la innovación en el diseño de las soluciones y la potenciación de prácticas responsables que contribuyan al fortalecimiento de economías verdes (Porras, 2017). De igual manera, un informe de McKinsey revela que las organizaciones que priorizan la sostenibilidad logran una mejora de hasta un 30% en la satisfacción del cliente lo que representa una ventaja competitiva para las empresas y los equipos de proyecto (McKinsey & Company, 2021).

Cuando los proyectos son viables y se convierten en proyectos estratégicos, cumplen con los parámetros de gestión, como se observa en la Figura 9 los proyectos se encuentran rodeados de componentes internos y externos que influyen directamente en su éxito, de ahí que es necesario manejar su interrelación para demostrar su buena gestión en los diversos escenarios donde se desarrollan. Es decir, un gerente de proyecto ha de buscar el equilibrio entre costos, cronograma y el alcance para una buena gestión (Motta – Sanjuan, 2018).

Figura 9

Contexto estratégico de la sostenibilidad de los proyectos.



Nota. Adaptado de “Metodologías para la sostenibilidad de los proyectos”. Motta – Sanjuan, Y. (2018). Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro. Pág.5.

La sostenibilidad, en el contexto del desarrollo sostenible, definida como la “forma de progreso que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de que futuras generaciones satisfagan las suyas” (World Commission on Environment and Development, 1987). Otros autores mencionan la teoría de la “Triple-P” (Personas, Planeta, Ganancia) para definir este concepto como el balance entre la sostenibilidad económica, social y ambiental (Elkington, 1999). En las últimas décadas, la conciencia sobre los efectos negativos del consumo excesivo y la sobreexplotación de los recursos naturales ha aumentado significativamente. Actores clave del entorno productivo y económico han empezado a adoptar prácticas más sostenibles, reconociendo que los modelos de negocio tradicionales deben transformarse si se desea garantizar la viabilidad a largo plazo. En particular el sector privado, como uno de los principales generadores de impacto ambiental, tiene la responsabilidad de liderar procesos de innovación y transición hacia modelos más sostenibles, promoviendo el uso eficiente de recursos, la reducción de residuos y la implementación de tecnologías limpias (López, 2014).

En el sector público, la implementación de estrategias de aprovechamiento dentro de los proyectos representa tanto un desafío estructural como una oportunidad transformadora para avanzar hacia un modelo de desarrollo más eficiente. Las entidades estatales, al ser responsables de ejecutar obras como infraestructura vial, servicios públicos o saneamiento básico, tienen la capacidad de liderar procesos que integren la economía circular en sus fases de diseño, ejecución y cierre. No obstante, uno de los principales retos consiste en superar las limitaciones normativas, presupuestales y operativas que dificultan la incorporación de criterios ambientales y sociales en la gestión de proyectos (KPMG International, 2020). Normalmente, los sistemas de contratación pública priorizan el menor costo sobre el valor ambiental o el ciclo de vida del proyecto, lo que limita el uso de materiales reciclados o tecnologías limpias. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL, es necesario reformar los marcos institucionales para que la sostenibilidad deje de ser un componente y se convierta en un criterio transversal en la planificación, formulación y evaluación de proyectos públicos. (CEPAL,2020)

5.6. Residuos de Construcción y Demolición - RCD

Según la Resolución 472 de 2017 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, un residuo de construcción y demolición son todos aquellos residuos sólidos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades, los RCD se componen de una combinación variada de materiales como cemento, agregados, productos cerámicos, acero, madera, entre otros. No obstante, los porcentajes de estos componentes pueden variar según el tipo de sistema constructivo utilizado en el proyecto de ingeniería, en la tabla 4. Se muestra la clasificación de los RCD propuestos en el Decreto 507 de 2023.

Tabla 4.

Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición -RCD

Código	Descripción
01	Residuos de Construcción y Demolición susceptibles de aprovechamiento

01 01	Excavación
01 01 01	Coberturas vegetales
01 01 02	Tierras limpias de excavación
01 01 03	Limos
01 01 04	Materiales pétreos productos de la excavación
01 01 05	Otros residuos de excavación

01 02	Productos de Cimentación y Pilotaje
01 02 01	Arcillas
01 02 02	Bentonitas
01 02 03	Otros residuos de cimentación y pilotaje

01 03	Pétreos
01 03 01	Concretos
01 03 02	Gravas
01 03 03	Cantos
01 03 04	Ladrillos
01 03 05	Arenas
01 03 06	Morteros
01 03 07	Materiales cerámicos
01 03 08	Residuos de material asfáltico
01 03 09	Bases y subbases granulares
01 03 10	Otros residuos pétreos

01 04	No Pétreos
01 04 01	Madera
01 04 02	Plásticos
01 04 03	Vidrios
01 04 04	Papel y cartón
01 04 05	Gomas y cauchos
01 04 06	Cartón yeso (Drywall)
01 04 07	Acrílico
01 04 08	Mezclas bituminosas y alquitrán

01 04 09	Materiales a base de fibrocemento
01 04 10	Otros residuos no pétreos
<hr/>	
01 05	Metales
01 05 01	Acero y hierro
01 05 02	Zinc
01 05 03	Cobre
01 05 04	Aluminio
01 05 05	Otros metales
<hr/>	
02	Residuos de Construcción y Demolición – No susceptibles de aprovechamiento
<hr/>	
02 01	Los que por su estado no pueden ser aprovechados
<hr/>	
02 02	Los que tengan características de peligrosidad
<hr/>	
02 02 01	Residuos con contenido de asbesto o amiantos y productos que lo contengan
02 02 02	Otros residuos con características

Nota. Adaptado de “Anexos – Clasificación de RCD”, de Decreto 507 de 2023.

El crecimiento urbano está estrechamente vinculado al aumento de la población, el consumo de recursos naturales y la generación de residuos, lo que conlleva a una mayor producción de Residuos de Construcción y Demolición - RCD. Inicialmente, estos residuos eran dispuestos de manera inapropiada en la vía pública y en zonas verdes, lo que generó la necesidad de establecer un sistema organizado de recolección. No obstante, esta gestión también dio lugar a la proliferación de vertederos ilegales e incontrolados en áreas cercanas a los centros urbanos, particularmente en zonas de fácil acceso vehicular, como márgenes de carreteras, caminos, vías, ríos y arroyos, lo que agravó el impacto ambiental y la gestión de residuos en las áreas metropolitanas (M. del Río, 2010).

La gestión inadecuada de los RCD puede tener efectos negativos sobre el medio ambiente, como la contaminación del suelo, agua y aire, y generar problemas de salud pública, especialmente cuando contienen sustancias peligrosas. Por tanto, una gestión adecuada de estos residuos es crucial, y debe centrarse en prácticas como el reciclaje y la reutilización, con el fin de reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos y contribuir a la conservación de recursos naturales.

5.7. Procesos de aprovechamiento de los RCD

El aprovechamiento es el proceso mediante el cual se recuperan materiales de los residuos de construcción y demolición, adaptándolos para su reincorporación al ciclo económico productivo de manera ambientalmente eficiente, a través de técnicas como la reutilización y el reciclaje. La reutilización de RCD, es la prolongación de la vida útil de los RCD recuperados que se utilizan nuevamente, o que, por medio de un proceso de transformación, puedan producir nuevos materiales.

Actividades de la gestión integral de RCD: se consideran como actividades de la gestión integral de RCD, las siguientes según el Decreto 507 de 2023:

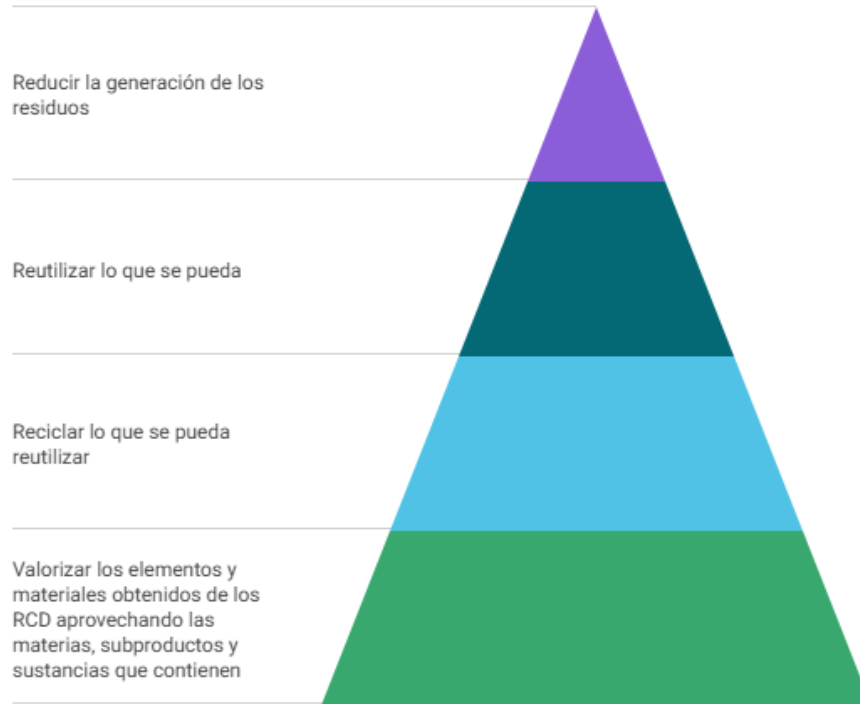
- Prevención y reducción;
- recolección y transporte;
- almacenamiento; aprovechamiento (reutilización);
- disposición final.

Según la guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, estos residuos son materiales con un alto potencial de ser aprovechados, debido a la composición de sus materiales. En aquellos lugares donde no se realiza separación de RCD se desaprovechan materias primas, que, con un adecuado aprovechamiento, podrían ser recicladas o reutilizadas. Por otro lado, el no aprovechamiento de estos residuos causa problemáticas ambientales como la reducción de la vida útil de rellenos sanitarios y sitios de disposición final, la generación de material particulado.

El principio de jerarquía permite garantizar una gestión ambiental basada en el uso racional de materiales que eviten la generación de residuos y una eficaz gestión de los RCD. Los principios propuestos tienen por objeto reducir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción, gestión y fomentar su aplicación, resumiéndose en la cadena presentada en la figura 10.

Figura 10

Jerarquía de Aprovechamiento de los RCD.



Nota. Adaptado de “Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y demolición – Jerarquía de aprovechamiento de los RCD”, de la Secretaría Distrital de Ambiente.

- Demolición Selectiva:

La demolición selectiva es un proceso que implica la separación cuidadosa de los materiales generados durante la demolición, de manera simultánea y coordinada con el desarrollo de esta actividad. Esto significa que, mientras se realiza la demolición de una obra, se recomienda llevar a cabo la clasificación de materiales para evitar su mezcla y la contaminación de los recursos reciclables, como madera, papel, cartón, plástico, entre otros. (A.B. Bedoya, 2011). Este enfoque optimiza el proceso de demolición, haciéndolo más rentable en comparación con los métodos tradicionales. La calidad superior de los materiales recuperados elimina la necesidad de una separación posterior en una planta de reciclaje, lo que reduce costos asociados al transporte y la disposición final de los desechos.

Los pasos clave para realizar una demolición selectiva incluyen:

1. Extracción de desechos y molduras no fijas.
 2. Desmantelamiento y retiro de elementos como puertas, ventanas, tejados, instalaciones de agua y electricidad, así como limpiezas internas.
 3. Demolición de la estructura principal del edificio. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015)
- Reutilización: Procedimiento que permite emplear nuevamente un material o residuo en su estado original, sin necesidad de someterlo a procesos de transformación o reprocesamiento. Este enfoque ofrece diversas alternativas de aplicación y contribuye a la sostenibilidad en los proyectos de construcción.

La reutilización puede llevarse a cabo directamente en la obra donde se generan los Residuos de Construcción y Demolición -RCD o bien ser aplicada en otras obras, dependiendo de las necesidades y las características de los materiales recuperados. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015)

- Reciclaje: Esta fase se describe como el proceso donde los residuos de construcción y demolición son recolectados y transformados en nuevos materiales, que puedan ser reincorporados a los ciclos productivos y utilizados como nuevos productos o materias primas. Para que el reciclaje sea efectivo se debe implementar un programa integral, teniendo en cuenta la composición de los residuos, la disponibilidad de mercados para los materiales reciclados, la situación económica de la región y la participación de la comunidad.

5.8. Modelo de Gestión de RCD en Bogotá, D.C.

Un modelo de gestión corporativo tiene como objetivo principal promover una dinámica empresarial alineada con principios de cooperación institucional. Este enfoque busca fortalecer la competitividad de las organizaciones al convertir el estilo de gestión en una marca distintiva, capaz de fomentar un sentido de pertenencia entre sus miembros. A través de este modelo, se facilita la colaboración interna y externa, optimizando las sinergias a nivel institucional y consolidando estrategias que potencian el desarrollo sostenible y la eficiencia operativa. (Mondragon Corporation, 2012)

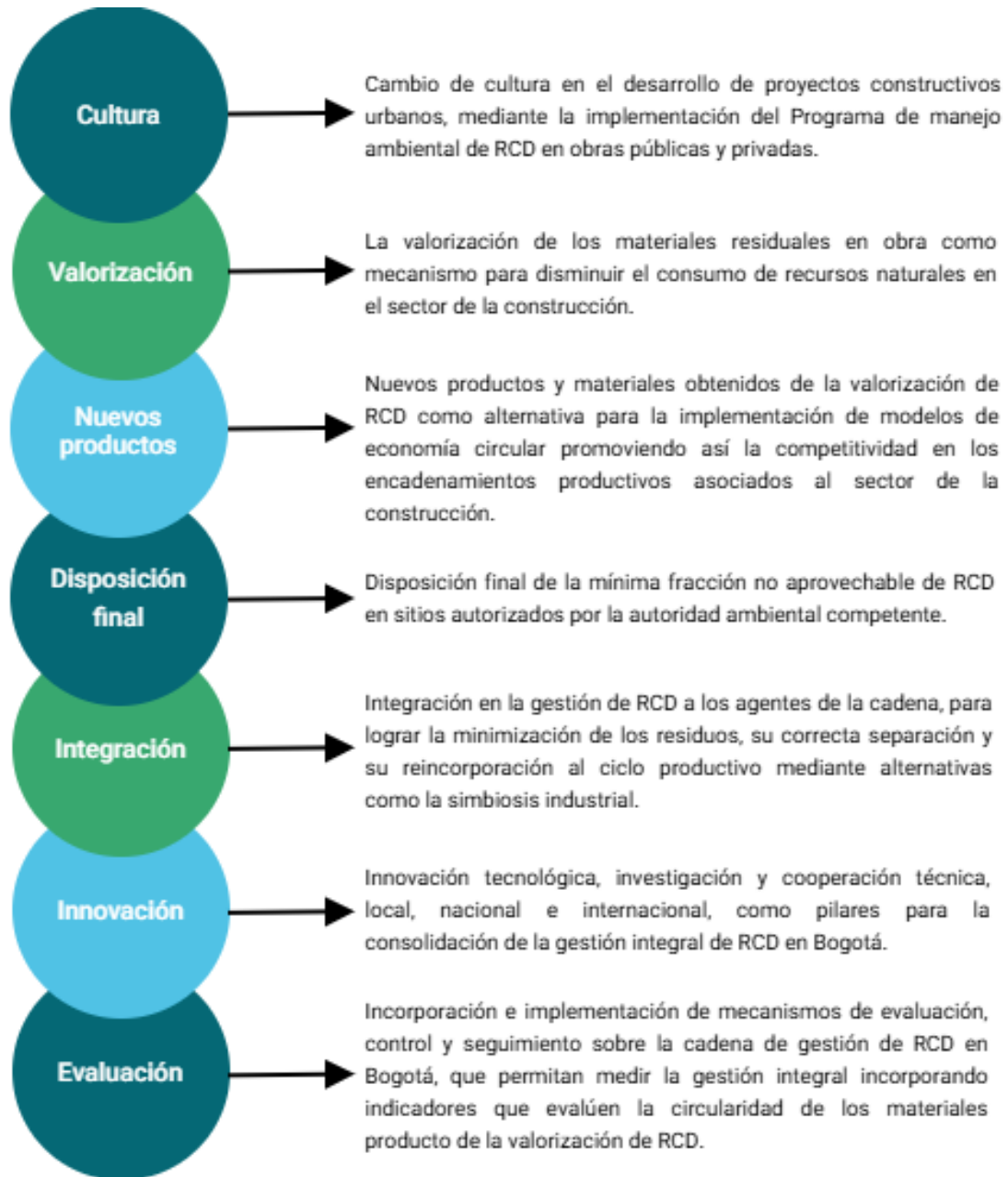
El Decreto 507 de 2023, que adopta el modelo para la gestión de Residuos de Construcción y Demolición- RCD en Bogotá D.C., establece principios, líneas programáticas, y define las responsabilidades de los actores involucrados en el ciclo productivo. Además, detalla las herramientas e infraestructuras necesarias para su implementación. Este modelo busca reducir la generación de RCD, maximizar su valorización e integrar su gestión con la región, con el objetivo de mitigar los impactos ambientales y enfrentar los efectos de la variabilidad y el cambio climático. Asimismo, contribuye a la transición hacia una economía baja en carbono, promoviendo la descarbonización y la sostenibilidad en el sector.

- Principios del Modelo de Gestión

Con el objetivo de implementar en la ciudad un modelo circular para la gestión de RCD que integre de manera articulada las líneas programáticas de actuación en los aspectos ambientales, sociales y económicos, teniendo en cuenta los principios que se observan en la figura 11.

Figura 11

Principios del Modelo de Gestión de Bogotá D.C.



Nota. Adaptado de “Decreto 507 de 2023”, de la Secretaría Distrital de Ambiente.

- Líneas programáticas del Modelo de Gestión

Las líneas programáticas definen un marco eficiente y sostenible para la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición -RCD en Bogotá, estableciendo metas diferenciadas en el corto plazo (1 a 4 años), mediano plazo (5 a 8 años) y largo plazo (más de 8 años). Estas metas están diseñadas para alinearse con los instrumentos de planeación distrital, considerando tanto la gestión integral de los RCD como la planificación del uso del suelo. Estas líneas programáticas propuestas se pueden visualizar en la tabla 5.

Tabla 5.

Descripción y objetivos de las Líneas Programáticas del Modelo de Gestión de los RCD en Bogotá, D.C.

LP	Descripción	Objetivos
Prevenición	La prevención en la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición - RCD se constituye en el principio básico del presente acto administrativo, dado que conlleva a contemplar una adecuada planeación de las actividades constructivas y/o deconstructivas (demolición), la valorización y tratamiento <i>in situ</i> de los RCD generados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dinamizar la incorporación de criterios de ecodiseño en los sectores productivos afines con el sector de la construcción. 2. Promover que el programa de manejo ambiental de RCD en obra incorpore prácticas que prevengan la generación de RCD, mediante el uso de herramientas o metodologías digitales colaborativas. 3. Impulsar prácticas de separación selectiva en todas las obras de la ciudad. 4. Promover la máxima valorización en el origen de los RCD. 5. Estimular en el sector de la construcción y/o demolición y/o mejoras locativas, la responsabilidad social individual ambiental y empresarial para el manejo integral de los RCD.

Circularidad	<p>Se enfoca en la valorización y tratamiento de los residuos derivados de las actividades constructivas que se realicen en la ciudad para direccionar la gestión hacia la minimización de RCD y su incorporación al ciclo productivo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterizar y establecer estándares de uso de los materiales producto de la valorización de RCD. 2. Fomentar la consolidación de mercados de productos procedentes de la valorización de los RCD. 3. Desarrollar procesos de cooperación para promover el uso de materiales provenientes de la valorización de RCD. 4. Incentivar en las compras públicas el uso de materiales elaborados a partir del tratamiento y/o aprovechamiento de RCD. 5. Promover la incorporación de materiales provenientes de la valorización de RCD en las obras públicas y privadas.
Implementación	<p>La implementación del modelo eficiente y sostenible para gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en la ciudad de Bogotá, precisa la consolidación de los agentes de la gestión, el diseño e implementación de las infraestructuras o equipamientos, así como de la puesta en marcha de las herramientas para la gestión y control.</p>	
Desarrollo de infraestructuras	<p>Pretende dotar a la ciudad de manera progresiva, de una red de infraestructuras que garanticen la implementación del modelo y su sostenibilidad con el fin de generar alternativas para la valorización de los Residuos de Construcción y</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar estudios para la implementación del sistema de infraestructuras para la gestión de los RCD en la ciudad. 2. Regular el sistema de infraestructuras para la gestión de los RCD en Bogotá D.C. 3. Implementar y efectuar la apropiación ciudadana y empresarial, así como el seguimiento a la operación de las infraestructuras del sistema.

<p>Demolición – RCD, a ser usados como materia prima en obras de infraestructura y en reconformación y restauración de pasivos ambientales o sitios degradados en la ciudad.</p>	<p>4. Promover la participación del sector público y privado en la implementación de infraestructuras para la gestión de RCD en Bogotá D.C.</p> <p>5. Desarrollar herramientas de sostenibilidad del sistema y efectuar su seguimiento.</p> <p>6. Propender por la inclusión de criterios de construcción sostenible y resiliencia en el diseño y construcción de infraestructura asociada a la gestión de RCD.</p>
<p>Evaluación, control y seguimiento</p> <p>La evaluación, control y seguimiento ambiental garantizará que los agentes que participan en el manejo de los Residuos de Construcción Demolición – RCD cumplan el marco regulatorio existente para tal fin. Sus actividades se enfocarán a la promoción, capacitación, divulgación y sensibilización de los agentes de la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD, para una correcta gestión de estos residuos y adopción de buenas prácticas en las actividades constructivas de la ciudad.</p>	<p>1. Consolidar el sistema de evaluación, seguimiento y control de la autoridad ambiental a los agentes del ciclo productivo.</p> <p>2. Lograr el control sobre el total de los RCD producidos en el Distrito por grandes y pequeños generadores.</p> <p>3. Impulsar y promover la gestión de los RCD en los agentes del modelo eficiente y sostenible de los RCD en la ciudad.</p> <p>4. Fortalecer la cooperación técnica interinstitucional local y regional, a fin de actuar en conjunto para realizar el control a los agentes del modelo de gestión de los RCD en Bogotá D.C.</p> <p>5. Generar cambios culturales en la gestión de este tipo de residuos en la ciudad.</p>

Investigación, desarrollo e innovación

Orientada al desarrollo, diseño e implementación de instrumentos tecnológicos y la promoción de investigaciones básicas aplicadas que promuevan alternativas para la valorización y tratamiento de los RCD, en búsqueda de su reincorporación al ciclo productivo en forma ambientalmente eficiente y sostenible, procurando el menor impacto ambiental sobre los recursos naturales.

1. Fomentar el desarrollo de innovaciones tecnológicas para la prevención de la generación de residuos de construcción y demolición, así como en la inclusión de nuevos materiales.

2. Promover el desarrollo de líneas de investigación aplicada para la valorización de materiales pétreos y no pétreos.

3. Promover la articulación de los gestores de RCD y los centros de investigación, tecnología e innovación para el desarrollo de nuevos productos.

4. Desarrollar de manera conjunta con la academia y organizaciones gremiales, programas de educación formal y no formal que incluyan conocimientos y competencias aplicadas frente a la gestión de RCD y el uso de materiales de construcción obtenidos de la valorización de RCD.

5. Impulsar el uso de instrumentos tecnológicos para facilitar el control y seguimiento de la gestión de RCD en Bogotá D.C.

Promoción e incentivos

Para consolidar y fortalecer la gestión de los RCD en la ciudad de Bogotá se desarrollarán estrategias destinadas a la promoción de mecanismos e incentivos orientados al cambio de la cultura social, ambiental y empresarial para la valorización y

1. Diseñar e implementar herramientas e instrumentos económicos y financieros para el adecuado manejo de los RCD por parte de los generadores y demás agentes de la cadena de gestión.

2. Generar mecanismos e incentivos económicos y financieros para impulsar la valorización de los RCD y su uso en obras públicas y privadas.

3. Diseñar e implementar herramientas económicas de fiscalidad ambiental para

tratamiento de este tipo de residuos. garantizar el correcto manejo de los RCD por parte de los generadores.

Actualización, evaluación y seguimiento	La Mesa Distrital de RCD desarrollará los instrumentos destinados a la actualización, evaluación y seguimiento cuatrienal a la implementación del modelo de gestión y diseñará e implementará los indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad para tal fin.
---	---

Nota. Adaptado de “Decreto 507 de 2023”, de la Secretaría Distrital de Ambiente.

6. Diseño metodológico

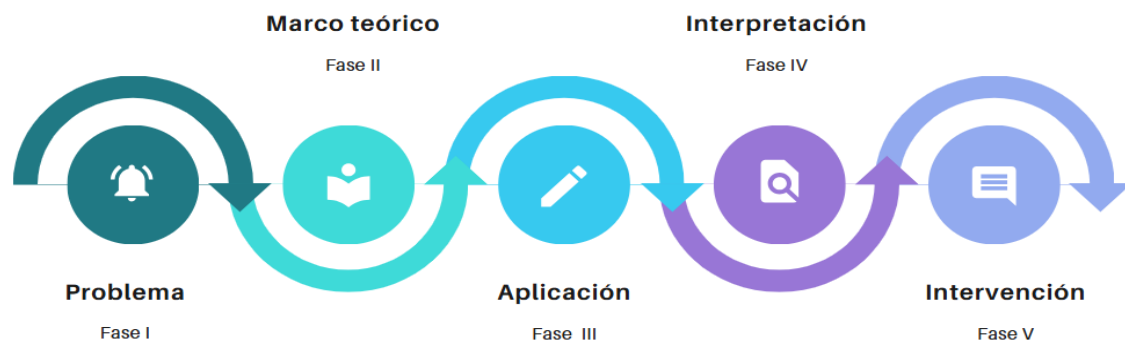
6.1. Tipo de investigación

El diseño metodológico propuesto para realizar el diagnóstico de la sostenibilidad en los proyectos de residuos de construcción y demolición de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá con el objetivo de implementar un modelo que priorice el aprovechamiento se basa en una investigación no experimental, ya que no se manipulan variables, sino que se observa y analiza la realidad organizacional tal como se presenta. Este tipo de investigación tiene un propósito aplicado, ya que, si bien se sustenta en la teoría busca generar resultados concretos que impacten de manera positiva en la gestión sostenible de proyectos de la empresa. Además, se clasifica como descriptiva, pues se enfoca en caracterizar con precisión aspectos clave del objeto de estudio. (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Desde el enfoque metodológico, la investigación es de carácter cualitativo, dado que se orienta a la comprensión e interpretación de las características organizacionales en el contexto específico de la Empresa, este enfoque es adecuado para casos en específicos donde se analizan detalladamente procesos, dinámicas y condiciones relacionadas con la sostenibilidad. Finalmente, en relación con la temporalidad, el diagnóstico será transversal, ya que la información será recolectada en un único momento, lo que permite obtener una imagen representativa del estado actual de la organización en términos de sostenibilidad. (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Teniendo en cuenta lo anterior se plantean en la Figura 12, las fases para el desarrollo de la presente investigación.

Figura 12

Fases de la metodología de investigación propuesta



Nota: Elaboración propia

Fase I. Planteamiento del problema: Esta etapa se centra en la identificación del problema, establecimiento de objetivos generales y específicos, formulación de la pregunta de investigación y la justificación que respalda la pertinencia de la investigación propuesta.

Fase II. Marco teórico: A partir del análisis de los principales estándares y modelos de gestión con enfoque en sostenibilidad, se construye el marco de referencia realizando una revisión de la literatura y antecedentes que fundamentaron el estudio para luego profundizar en la gestión actual de los RCD en Bogotá, logrando una base conceptual para el desarrollo de la investigación.

Fase III. Aplicación de Instrumento: Se realiza la interpretación, validación y aplicación del instrumento seleccionado descrito en el numeral 6.6 de esta investigación.

Fase IV. Interpretación: En esta etapa se analizaron y contextualizaron los resultados obtenidos a la luz del marco teórico establecido. Se identifican fortalezas, oportunidades, patrones, relaciones y posibles implicaciones de los hallazgos en relación con la problemática planteada.

Fase V. Conclusiones: Se sintetizan los principales hallazgos del estudio y se valida la relevancia de un modelo de gestión desde una perspectiva de sostenibilidad. Con base en estos hallazgos se estructura un plan de intervención que responde de manera estratégica a la problemática identificada.

6.2. Análisis externo

Para comprender el contexto en el que se desempeña la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – E.S.P., este trabajo requiere una herramienta que desarrolle un análisis externo que permita comprender el contexto en el que se desempeña. Por lo tanto, la implementación de la matriz PESTEL (Política, Económica, Social, Tecnológica, Ecológica y Legal) permite comprender el contexto en el que opera al Empresa, facilita la identificación de factores críticos que pueden influir en la implementación del Modelo de Gestión y permite obtener una visión clara de las capacidades actuales de la organización. A su vez, permite analizar las capacidades actuales de la empresa, identificando puntos fuertes que pueden potenciarse y áreas de mejora que deben ser abordadas. Por otro lado, la matriz PESTEL complementa este enfoque al ofrecer una visión integral de los factores externos que afectan a la operación, tales como cambios regulatorios, avances tecnológicos, tendencias sociales y desafíos ambientales.

El desarrollo de esta herramienta permite alcanzar múltiples beneficios: identificar factores externos clave, fortalecer la planificación estratégica, implementar prácticas sostenibles que reduzcan impactos ambientales, comprender mejor el impacto social de las acciones de la organización, mejorar la competitividad institucional y facilitar la toma de decisiones basadas en datos. Asegurando así, que la propuesta metodológica esté alineada con las capacidades de la organización y las condiciones del entorno, incrementando su viabilidad y efectividad.

6.3. Análisis interno

Para la elaboración del diagnóstico organizacional de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – E.S.P., se adoptó un enfoque metodológico cualitativo, acorde con una investigación de tipo no experimental y descriptivo. Este diagnóstico se estructuró en tres etapas que permitieron desarrollar un análisis interno integral. En primer lugar, se realizó una revisión del manual de contratación de la Empresa con el fin de comprender las directrices y criterios actuales aplicables a la gestión de proyectos.

En segundo lugar, se llevó a cabo un análisis del procedimiento vigente de precontratación y contratación, con el objetivo de identificar oportunidades de optimización que sirvan de base para formular una propuesta metodológica más alineada con principios de sostenibilidad. La tercera etapa consistió en la aplicación de encuestas estructuradas dirigidas a colaboradores de distintos niveles jerárquicos —principalmente directores, planificadores y supervisores de proyectos— con el fin de recopilar información cualitativa sobre el conocimiento, las prácticas y percepciones asociadas a la gestión de Residuos de Construcción y Demolición - RCD. Las encuestas fueron diseñadas considerando variables clave del desempeño organizacional vinculadas a la sostenibilidad, lo cual permitió complementar la información documental revisada. Esta recolección de datos contribuyó a identificar patrones, debilidades y fortalezas institucionales, así como oportunidades de mejora que sirven como línea base para el desarrollo del modelo de sostenibilidad propuesto, garantizando que se construya sobre un entendimiento riguroso del contexto interno de la EAAB – E.S.P.

6.4. Población, muestra y ficha técnica

Para llevar a cabo el análisis interno de la Empresa, se definió como población objetivo a los 2.154 colaboradores que conforman la organización incluyendo personal operativo, administrativo y la alta dirección, seguidamente se aplicó la Ecuación Estadística para proporciones poblacionales, con un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 99%, y así se determinó un tamaño de muestra representativo de 506 participantes.

Sin embargo, debido a la naturaleza del estudio, se optó por una muestra por conveniencia y perfilación, concentrándose en aquellos profesionales directamente vinculados con la planificación, ejecución y gestión de los proyectos que generan Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en la EAAB-ESP. En este sentido, el instrumento se aplicó a 30 colaboradores, distribuidos de la siguiente manera: 3 participantes responsables de la elaboración y presentación de fichas de viabilidad, 10 inspectores de las Zonas de Servicio, 10 profesionales ambientales de las Zonas de Servicio, 5 profesionales de la Dirección de Saneamiento Ambiental encargados de la gestión de RCD en la obra y 2 directivos de nivel estratégico (Gerente Corporativo Ambiental y Director de Saneamiento Ambiental).

Esta selección se justifica en la medida en que todos ellos son actores clave dentro de la cadena de valor interna: los responsables de la planificación y viabilización de las obras, los encargados de la supervisión en campo, los profesionales ambientales que garantizan la correcta gestión de los impactos, y los directivos que orientan la estrategia institucional. Con este enfoque se asegura la recolección de información relevante y pertinente para el diseño de la propuesta metodológica de gestión, garantizando que las percepciones recogidas correspondan a quienes intervienen directamente en las fases críticas de generación, manejo y control de los RCD en la Empresa. En la ficha técnica de la metodología, presentada en la Tabla 6, se detalla esta información.

Tabla 6

Ficha técnica de la metodología para el Análisis interno de la EAAB-E.S.P.

Características	Descripción
Periodo de recolección de datos	De febrero de 2025 a marzo de 2025
Ciudad de aplicación	Bogotá, D.C. – Colombia
Cargo de las personas entrevistadas	3 participantes involucrados en la elaboración y presentación de fichas de viabilidad, 10 inspectores de las Zonas de Servicio, 10 profesionales ambientales de la zona de servicio, 5 profesionales de la Dirección Saneamiento Ambiental encargados de la gestión de los RCD en la obra, 2 Directivos (Gerente Corporativo Ambiental y el Director Saneamiento Ambiental)
Población	2154 colaboradores
Muestra	30 colaboradores
Medio de recolección	Encuesta en formulario Forms Office.

Nota. Elaboración propia.

6.5. Identificación de las variables

Para la implementación del instrumento de medición que se propone se hace necesaria la identificación de variables para orientar el diagnóstico interno y evaluar las capacidades y necesidades de la organización en términos de gestión y aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición para la posterior propuesta del modelo. Estas variables son definidas con base en el marco teórico desarrollado buscando alinearse a los pilares de la sostenibilidad y con los enfoques normativos y operativos que rigen las actividades de la empresa. Las variables representativas propuestas para el instrumento de medición se identifican en la tabla 7.

Tabla 7

Variables propuestas para el Instrumento de Medición

Variable	por	Objetivo	Afirmaciones propuestas
Cultura organizacional en términos de aprovechamiento		Identificar la integración de valores y prácticas sostenibles relacionados con la gestión de los RCD dentro de la empresa	<p>1. Existe un compromiso visible de los colaboradores hacia la reutilización y aprovechamiento de los RCD en las obras.</p> <p>2. La gestión de los RCD es considerada un aspecto prioritario en las decisiones organizacionales relacionadas con proyectos generadores</p> <p>3. Los colaboradores perciben positivamente el manejo actual de los RCD</p> <p>4. Los colaboradores reciben formación periódica sobre técnicas y normativas para la gestión de RCD</p>
Gestión Operativa de los RCD		Evaluar las acciones operativas relacionadas con la clasificación, almacenamiento, transporte, disposición y aprovechamiento de los RCD.	<p>1. Los RCD son clasificados o separados desde el momento de su generación</p> <p>2. El área cuenta con datos históricos sobre la composición de los RCD generados</p> <p>3. La empresa dispone de puntos de acopio para el almacenamiento temporal de los RCD</p> <p>4. Existe un proceso formal para transportar los RCD hacia lugares de disposición o tratamiento</p> <p>5. Un porcentaje significativo de los RCD generados es reutilizado in situ o reciclado</p>

			6. La empresa tiene convenios con terceros especializados en la disposición, tratamiento o reciclaje de RCD
Cumplimiento normativo y legal	Verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la gestión de RCD e identificar posibles riesgos asociados a su manejo actual	el	<p>1. La empresa cumple con la normatividad aplicable para la gestión de RCD.</p> <p>2. Existen riesgos legales asociados a la gestión actual de los RCD.</p>
Infraestructura y recursos	Evaluar la disponibilidad y adecuación del personal, equipos, tecnología e inversiones destinadas a la gestión sostenible de los RCD.	la y del	<p>1. La empresa cuenta con personal capacitado para la gestión de RCD.</p> <p>2. Se dispone de maquinaria específica para el manejo, transporte o tratamiento de los RCD.</p> <p>3. Se cuenta con tecnología adecuada para el reciclaje o reutilización de materiales.</p> <p>4. La organización invierte en innovación tecnológica para mejorar la eficiencia en la gestión y reutilización de los RCD.</p>
Sostenibilidad y circularidad	Identificar la incorporación de prácticas sostenibles y circulares en la gestión de RCD, con énfasis en su reutilización y en la evaluación de impactos ambientales.	la de	<p>1. La empresa ha implementado iniciativas de sostenibilidad relacionadas con los RCD.</p> <p>2. Los RCD generados son reutilizados en las propias obras internas o en proyectos externos.</p> <p>3. La empresa evalúa los impactos ambientales asociados a la gestión de los RCD.</p>

Nota. Elaboración propia.

6.6. Instrumento de Análisis

El instrumento propuesto está compuesto por un cuestionario estructurado que abarca las cinco variables identificadas, donde cada una cuenta con un apartado específico que contiene afirmaciones diseñadas para obtener información precisa y relevante sobre el estado actual de la organización para los diferentes aspectos. Por lo anterior, el cuestionario incluye un total de 19 afirmaciones, que se pueden visualizar en la tabla 6, donde para la evaluación de cada ítem, se usa una escala de Likert de cinco niveles que van desde “Totalmente en desacuerdo” hasta “Totalmente de acuerdo” facilitando el análisis de los resultados.

6.7. Validación del instrumento de medición

El instrumento fue validado utilizando el modelo de coeficiente de V Aiken, mediante la selección de un grupo de expertos conformado por el Docente Seminario de Investigación Nelson Antonio Moreno Monsalve de la Universidad EAN, directores de proyectos en empresas públicas como Alexandra Rippe Abril e Irma Graciela Palomino, directores en empresas privadas como Wilson Celeita Caro, y el Supervisor de Proyectos con Enfoque Ambiental de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Ciro Torres. Este grupo revisó el contenido de la encuesta y calificó cada afirmación en una escala binaria, otorgando un puntaje de 1 si estaban totalmente de acuerdo o 0 si estaban totalmente en desacuerdo, en relación con la claridad, pertinencia y relevancia de cada pregunta. El objetivo de esta validación fue determinar si el instrumento cumple con su propósito de medir adecuadamente lo esperado. Un puntaje cercano a 1 indica una mayor validez de contenido y refleja un consenso entre los expertos respecto a la calidad de las afirmaciones propuestas.

7. Diagnóstico organizacional

Con el propósito de realizar un diagnóstico integral del estado actual de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – E.S.P., se decidió adaptar el modelo PESTEL utilizando como base la información contenida en el Plan General Estratégico 2024–2028 y para el análisis interno se revisó el manual de contratación de la Empresa junto con el procedimiento vigente de precontratación y contratación, y se aplicó el instrumento de medición de la tabla 7.

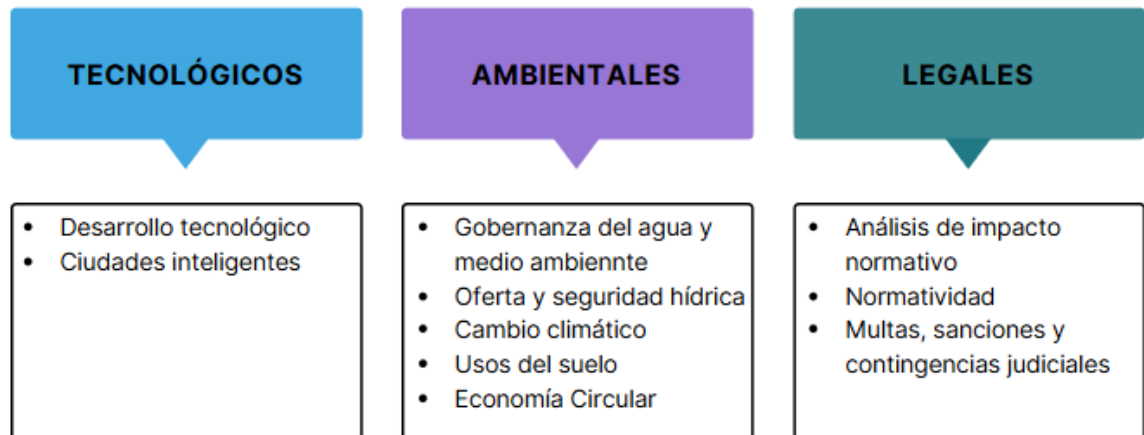
7.1. Análisis externo

Esta construcción del contexto estratégico consideró múltiples fuentes de información, como datos estadísticos internos, documentos institucionales, e informes provenientes de estudios y consultorías. Adicionalmente, se aplicó un sondeo que fue respondido por 880 colaboradores de la empresa, cuyos resultados serán adaptados e incorporados al análisis PESTEL mostrado en la Figura 13 para complementar la caracterización del entorno desde una perspectiva interna. (EAAB – E.S.P., 2023)

Figura 13

Análisis PESTEL EAAB - E.S.P.





Nota: Adaptado de “Análisis PESTEL”, de Plan Estratégico EAAB – ESP, 2024-2028.

7.2. Análisis interno

Para identificar y proponer mejoras, el análisis interno se llevó a cabo en tres etapas: primero, la revisión del manual de contratación de la Empresa; segundo, el análisis del procedimiento actual de precontratación y contratación, buscando oportunidades de optimización en la propuesta metodológica; y tercero, la implementación de un instrumento para medir la percepción de los colaboradores en relación con la gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

7.2.1. Manual de Contratación

El manual de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - E.S.P. demuestra compromiso con la sostenibilidad, al establecer la incorporación de una visión de sostenibilidad, inclusión, innovación y economía circular en sus procesos de contratación. Esta política fundamental se traduce en el objetivo de contribuir a la protección del medio ambiente y a la reducción del consumo de recursos mediante la contratación, lo que refleja un enfoque proactivo hacia la responsabilidad ambiental. Además, el manual fomenta la inclusión de buenas prácticas y recomendaciones en responsabilidad social y ambiental, lo que puede llevar a una adopción más amplia de prácticas sostenibles entre los contratistas y proveedores. Es un aspecto positivo y con visión que se integre la gestión del riesgo de desastres en la contratación sostenible, reconociendo la interconexión entre la resiliencia ambiental y social.

La posibilidad de incluir requisitos habilitantes, criterios ponderables o diferenciales en los procesos de contratación para lograr los objetivos de sostenibilidad proporciona un mecanismo efectivo para incentivar y seleccionar opciones más sostenibles. En el ámbito social, el manual condena enérgicamente el trabajo forzado, ilegal o abusivo, incluyendo el trabajo infantil y la esclavitud, tanto en sus propias operaciones como en las de sus contratistas y terceros. Asimismo, exige a los contratistas el cumplimiento de las leyes y regulaciones internacionales relativas a las horas máximas de trabajo, las pausas mínimas y los períodos de descanso, reforzando la sostenibilidad social. Finalmente, la política de no discriminación y tolerancia cero ante el acoso por diversos motivos es un avance significativo en materia de responsabilidad social.

A pesar de los puntos fuertes mencionados, existen oportunidades claras de mejora para profundizar en la implementación de la economía circular y la gestión de residuos. Si bien el manual menciona la "economía circular" y la "reducción del consumo de recursos", carece de estrategias o mecanismos detallados para lograr estos objetivos. Sería beneficioso definir objetivos y métricas concretas, como establecer metas específicas para la reducción de residuos de construcción y demolición, así como de residuos operativos. Podría considerarse la posibilidad de exigir o incentivar el uso de materiales con un determinado porcentaje de contenido reciclado en bienes y obras, así como explorar programas que requieran a los proveedores recoger los productos al final de su vida útil para su reciclaje. Un enfoque importante sería fomentar o exigir a los contratistas que diseñen infraestructuras y productos pensando en su futuro desmontaje y reciclabilidad, además de establecer objetivos claros de eficiencia de agua y energía en los servicios y operaciones adquiridos.

Otra área de mejora radica en la integración del Costo del Ciclo de Vida – CCV, ya que actualmente, el manual se centra en la optimización de la relación costo-beneficio y el valor recibido. Para apoyar verdaderamente la sostenibilidad y la economía circular, sería fundamental incorporar explícitamente el CCV como un criterio de evaluación obligatorio o preferente, especialmente para las adquisiciones significativas. Esto permitiría considerar no solo el precio de compra inicial, sino también los costos operativos, el mantenimiento, el consumo de energía y la gestión al final de la vida útil, incluyendo los costos o beneficios de eliminación o reciclaje de residuos.

En cuanto a la participación de proveedores y la innovación para la sostenibilidad, el manual menciona la comprensión del mercado y las capacidades de los proveedores. Sin embargo, se podría aprovechar más explícitamente esta relación para la sostenibilidad. Podrían implementarse mecanismos para involucrar a los proveedores en la promoción de productos, servicios y soluciones de gestión de residuos sostenibles. Esto podría materializarse en "showrooms" dedicados a innovaciones sostenibles o diálogos específicos con proveedores potenciales sobre sus prácticas ambientales y sus iniciativas de economía circular. Para garantizar la efectividad de las iniciativas de sostenibilidad, el monitoreo y reporte de métricas de sostenibilidad deben ser más específicos. Aunque el manual enfatiza el monitoreo de la ejecución contractual para verificar los beneficios y la sostenibilidad, podría detallar cómo se rastrearán y reportarán las métricas relacionadas con la sostenibilidad y los residuos. Sería crucial desarrollar indicadores clave de rendimiento (KPI) claros para todos los contratos relevantes y exigir informes periódicos a los contratistas sobre estos KPI, integrando estos datos en las evaluaciones de rendimiento generales.

Además, la capacitación y el desarrollo de capacidades son esenciales para una implementación exitosa de la contratación sostenible. Para ello, se deberían desarrollar programas de capacitación para el personal de la EAAB-ESP involucrado en la adquisición, supervisión y gestión de contratos, enfocándose en principios de contratación sostenible, economía circular y mejores prácticas de gestión de residuos. De igual manera, ofrecer orientación o talleres a posibles contratistas sobre cómo cumplir estas expectativas podría ser muy beneficioso. Finalmente, el manual podría considerar la inclusión de incentivos explícitos para prácticas sostenibles. Más allá de los requisitos, se podrían explorar cláusulas de bonificación o trato preferencial en futuras licitaciones para los contratistas que demuestren un rendimiento superior en sostenibilidad, economía circular o reducción de residuos. Asimismo, la colaboración con otras entidades es una oportunidad valiosa. El manual menciona la consulta de bases de datos de otras empresas públicas o asociaciones industriales, y esta colaboración podría extenderse al desarrollo de estrategias conjuntas de contratación sostenible y gestión de residuos. Buscar activamente alianzas para compartir mejores prácticas, desarrollar estándares comunes y, potencialmente, agrupar la demanda de bienes y servicios sostenibles, incluidos los derivados de residuos, fortalecería el enfoque de la EAAB-ESP en esta área.

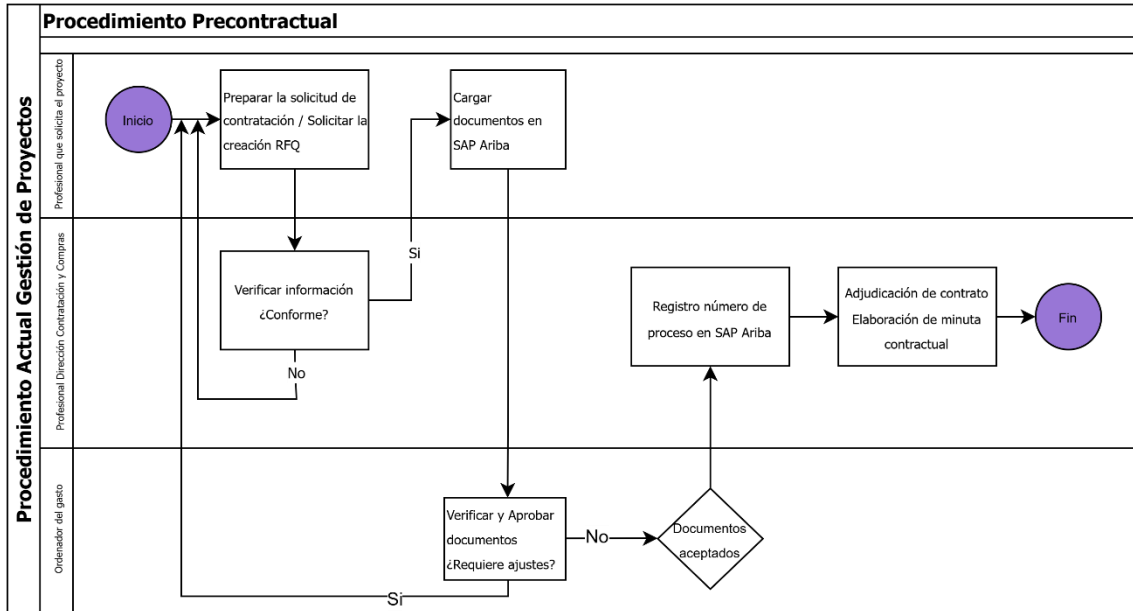
7.2.2. Procedimientos precontractuales y contractuales

La gestión de proyectos en la EAAB – E.S.P. se ha desarrollado tradicionalmente bajo un enfoque estructurado y secuencial que cubre desde la solicitud de contratación hasta la liquidación del contrato. Este modelo actual representado en las figuras 14 y 15 ha garantizado control, trazabilidad y cumplimiento normativo, asegurando un marco formal y ordenado para la ejecución de proyectos. A pesar de estas fortalezas, uno de los vacíos importantes detectados es la ausencia de un sistema formal para la captura, sistematización y aprovechamiento de las lecciones aprendidas. Actualmente, la organización no dispone de bases de datos ni mecanismos que permitan documentar y compartir estos aprendizajes, lo que limita la capacidad institucional para mejorar procesos, replicar buenas prácticas y evitar errores recurrentes.

El enfoque tradicional vigente también presenta ciertas limitaciones en términos de flexibilidad y capacidad de adaptación. Los procesos lineales y rígidos dificultan la respuesta rápida a cambios o imprevistos durante la ejecución, generando potenciales demoras y cuellos de botella. Asimismo, la gestión documental y la comunicación entre áreas tienden a ser intensivas y poco integradas, lo cual afecta la eficiencia y limita la colaboración. Ante este escenario, la EAAB – E.S.P. tiene una clara oportunidad para avanzar hacia metodologías de gestión de proyectos más ágiles, que combinen el rigor necesario con ciclos de planificación y revisión más cortos, fomentando la colaboración continua, la mejora iterativa y la adaptabilidad.

Figura 14

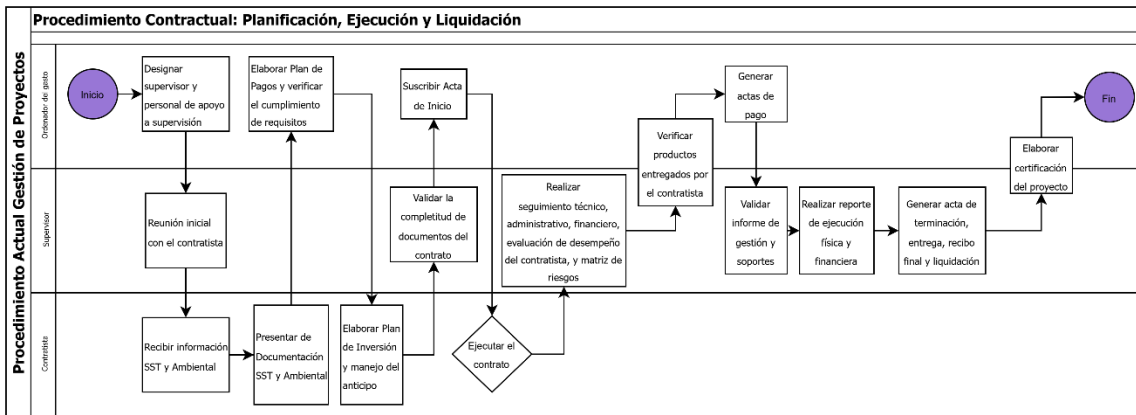
Procedimiento actual precontractual



Nota: Adaptado de MPFB0120P-03 Gestión precontractual EAAB – E.S.P.

Figura 15

Procedimiento contractual: Planificación, ejecución y liquidación de contratos



Nota: Adaptado de MPFB0120P-09 Planificación, Ejecución y Liquidación de contratos EAAB – E.S.P.

Un paso fundamental para lograrlo es formalizar la gestión del conocimiento mediante la implementación de un proceso sistemático para la captura y uso de las lecciones aprendidas. Esto permitiría convertir las experiencias acumuladas en insumos valiosos para la mejora continua, reduciendo la repetición de errores y potenciando la profesionalización de la gestión. Para facilitar esta transición, se recomienda incorporar ajustes específicos en los documentos y procedimientos institucionales actuales.

Por ejemplo, en la solicitud de contratación y términos de referencia se podría incluir una cláusula que obligue a los contratistas a documentar y reportar periódicamente las lecciones aprendidas, detallando los problemas enfrentados, las soluciones implementadas y las recomendaciones para futuros proyectos. Esta exigencia fomentaría una cultura de aprendizaje desde el inicio de cada proyecto. En el informe de gestión del contrato (MPFB0201F27), se debería crear una sección dedicada a las lecciones aprendidas, permitiendo consolidar y formalizar estos conocimientos al cierre de cada etapa o contrato.

Asimismo, en la evaluación de desempeño del contratista (MPFB0201I01) se podrían incorporar criterios que valoren la capacidad del contratista para gestionar y compartir las lecciones aprendidas, incentivando así la mejora continua. En la matriz de riesgos (MPFB0120F32), sería pertinente añadir el riesgo relacionado con la falta de sistematización del conocimiento, acompañado de un plan de mitigación orientado a implementar procesos y herramientas para la captura y difusión de aprendizajes. Finalmente, en el acta de cierre y liquidación del contrato (MPFB0201F37 y MPFB0201F40) se podría establecer como requisito para la aceptación la entrega de un informe final de lecciones aprendidas, aprobado por la interventoría.

Complementariamente, el uso de herramientas digitales como la plataforma SAP Ariba puede potenciar esta gestión, mediante la creación de un módulo o repositorio centralizado para almacenar y consultar los informes de lecciones aprendidas, accesible para todas las áreas involucradas y con funcionalidades que faciliten la búsqueda y análisis por proyecto o tipo de incidencia. Esta digitalización contribuirá a mejorar la transparencia, comunicación y acceso oportuno a la información.

De igual manera, para apoyar la adopción de metodologías ágiles, es importante fortalecer la capacitación del equipo interno y los contratistas en enfoques modernos de gestión, promoviendo una cultura organizacional orientada a la adaptabilidad, la colaboración y la mejora continua. Así, la EAAB – E.S.P. podrá optimizar sus procesos, responder eficazmente a los retos del entorno y elevar la calidad y sostenibilidad de sus proyectos, manteniendo siempre un equilibrio entre control institucional y flexibilidad operativa.

7.2.3. Aplicación del instrumento

Así mismo, se realizó la aplicación de una encuesta a una muestra seleccionada conformada por 30 colaboradores de cada una de las zonas de operación de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - E.S.P., utilizando la plataforma Office Forms como medio de recolección. El instrumento de medición está compuesto por 19 preguntas distribuidas en 5 variables: 1. Cultura Organizacional en términos de aprovechamiento, 2. Gestión operativa de los RCD, 3. Cumplimiento normativo y legal. 4. Infraestructura y recursos y 5. Sostenibilidad y circularidad; estas variables buscan diagnosticar el estado actual de la gestión de los RCD en la organización, desde una perspectiva integral. Adicionalmente, estas preguntas fueron validadas por profesionales expertos mediante la metodología V de Aiken, con el fin de garantizar su pertinencia y claridad, a su vez, la encuesta contemplo el uso de la escala de valoración tipo por Likert, lo que permitió facilitar el análisis cuantitativo de los datos recolectados.

Para facilitar la interpretación de los datos recolectados mediante la escala Likert, se utilizó una gráfica de barras apiladas en cero o gráfico tipo divergente. Este tipo de visualización permite mostrar de forma equilibrada la distribución de las respuestas positivas y negativas frente a cada afirmación evaluada. Este tipo de gráfica proporciona una lectura intuitiva de la tendencia de las respuestas, facilitando la comparación entre afirmaciones y permitiendo identificar con claridad las áreas en las que predomina la percepción dada por los colaboradores.

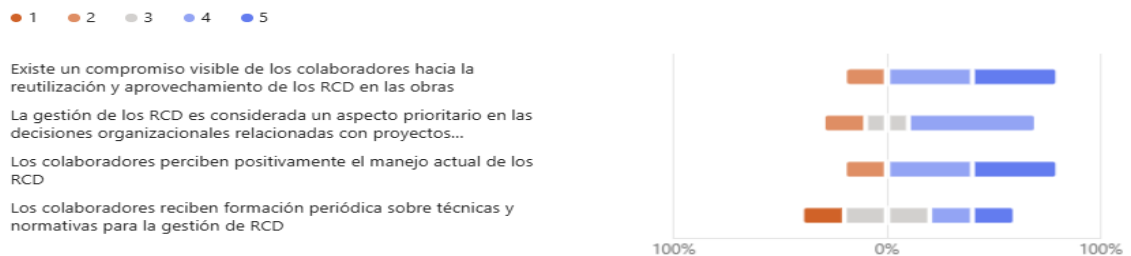
Cada barra representa una afirmación de la encuesta, y está dividida horizontalmente en segmentos proporcionales al porcentaje de respuestas en cada categoría de la escala Likert de 5 puntos: (1) Totalmente en desacuerdo, (2) En desacuerdo, (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, (4) De acuerdo, (5) Totalmente de acuerdo.

- Las categorías positivas ("de acuerdo" y "totalmente de acuerdo") se visualizan hacia la derecha del eje central (0%), acumulándose progresivamente hasta el 100%.
- Las categorías negativas ("en desacuerdo" y "totalmente en desacuerdo") se visualizan hacia la izquierda del eje central, acumulándose hasta el -100%.
- La categoría neutral ("ni de acuerdo ni en desacuerdo") se ubica en el eje central o justo alrededor del 0%, lo que permite visualizar el punto de equilibrio en la percepción de los encuestados.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la figura 16 los siguientes resultados para la variable 1. Cultura Organizacional en términos de aprovechamiento.

Figura 16

Resultados Variable 1. Cultura Organizacional en términos de aprovechamiento.



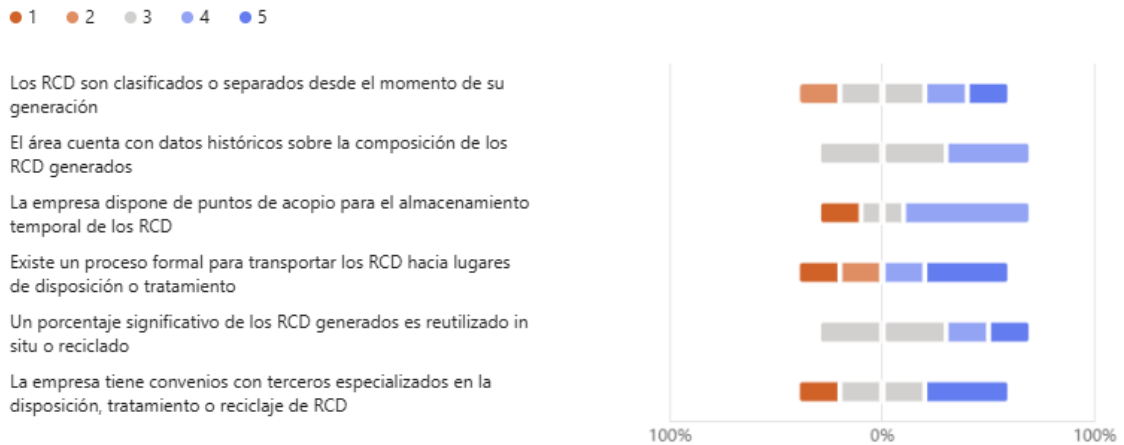
Nota: Elaboración propia, resultado de aplicación del instrumento de medición.

Para la primera variable se observa una tendencia positiva en las percepciones de los colaboradores frente a la cultura organizacional en términos de gestión de los RCD. Las afirmaciones relacionadas con el compromiso de los colaboradores, la prioridad de la gestión de los de RCD en los proyectos y la percepción positiva del manejo actual presentan una mayoría de respuestas ubicadas en las categorías 4 y 5, es decir, "de acuerdo" y "totalmente de acuerdo", lo cual sugiere un alto nivel de apropiación y valoración positiva de estas prácticas dentro de la cultura organizacional.

Sin embargo, en la afirmación relacionada con la formación periódica en técnicas y normativas, se observa una mayor dispersión en las respuestas, con una proporción significativa en la categoría 3 “ni de acuerdo ni en desacuerdo” y presencia de respuestas en desacuerdo, lo que indica oportunidades de mejora en la sistematización y frecuencias en los procesos de capacitación.

Figura 17

Resultados Variable 2. Gestión operativa de los RCD.



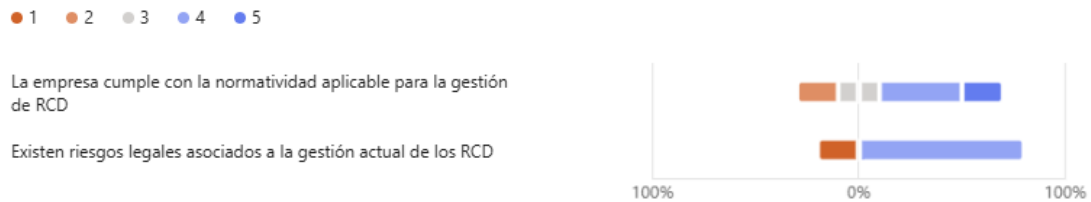
Nota: Elaboración propia, resultado de aplicación del instrumento de medición.

La figura 17 presenta los resultados relacionados con la variable Gestión operativa de los RCD, abordando aspectos clave como la clasificación, almacenamiento, transporte, reutilización y disposición final de estos residuos. En general se observa una dispersión significativa en las respuestas, lo que indica que no hay un consenso fuerte entre los colaboradores respecto a la consolidación de las prácticas operativas evaluadas. Aunque varias afirmaciones muestran una presencia destacada en las categorías “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”, también es notoria la existencia de respuestas en niveles neutrales y desacuerdo, lo que evidencia brechas en la estandarización y aplicación operativa. Las afirmaciones 3 y 4 muestran una concentración importante de respuestas positivas, lo cual sugiere avances en estos aspectos logísticos. No obstante, las otras afirmaciones muestran mayor presencia de respuestas “en desacuerdo” o “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, reflejando posibles debilidades en la trazabilidad inicial y en la articulación externa para el tratamiento de los residuos.

Por otra parte, la afirmación relacionada con el aprovechamiento *in situ* presenta una amplia dispersión, lo que indica que esta práctica no es percibida como una constante en la operación actual.

Figura 18

Resultados Variable 3. Cumplimiento normativo y legal.

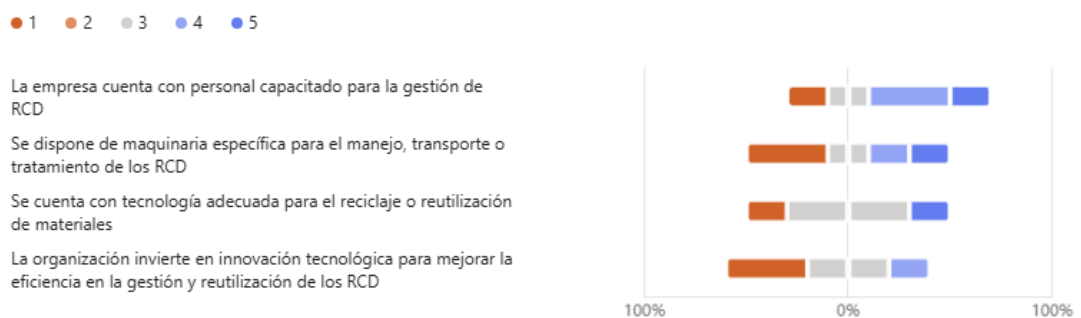


Nota: Elaboración propia, resultado de aplicación del instrumento de medición.

Con los resultados obtenidos de la variable 3 Cumplimiento normativo y legal, como se evidencia en la figura 18, existe una percepción positiva frente al cumplimiento de la normativa vigente para la gestión de los RCD, destacándose una alta concentración en las categorías “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” en la afirmación relacionada con el cumplimiento legal. Lo que sugiere que los colaboradores perciben que la organización cumple con los requisitos legales establecidos en esta materia. Sin embargo, la afirmación referida a la existencia de riesgos legales asociados a la gestión actual muestra también una proporción considerable de respuestas en niveles altos de acuerdo. Esta situación podría interpretarse como una percepción dual en donde, aunque existe cumplimiento normativo, los colaboradores reconocen que persisten situaciones o vacíos que podrían representar riesgos legales, probablemente relacionados con prácticas operativas, trazabilidad o documentación.

Figura 19

Resultados Variable 4. Infraestructura y recursos



Nota: Elaboración propia, resultado de aplicación del instrumento de medición.

Para la variable infraestructura se evidencia en la figura 19 percepciones mixtas frente a la disponibilidad y adecuación de los recursos para la gestión de los RCD en la organización. La afirmación sobre la existencia de personal capacitado para la gestión de RCD presenta una tendencia favorable, con una mayoría de respuestas agrupadas en los niveles 4 y 5 de la escala, lo cual indica una percepción positiva sobre la preparación del talento humano.

En las afirmaciones relacionadas con la maquinaria específica, la tecnología adecuada para el reciclaje de materiales y la inversión en innovación tecnológica se observa una mayor dispersión de respuestas y una concentración considerable en las categorías 2 y 3. Lo que sugiere que existen percepciones de insuficiencia en estos aspectos, lo que puede estar asociado a brechas de equipamiento o la necesidad de actualizar tecnologías disponibles.

Figura 20

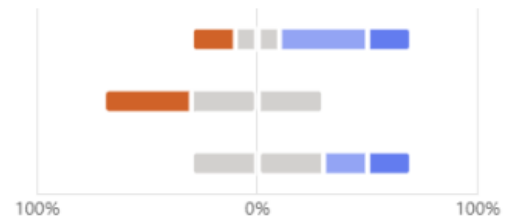
Resultados Variable 5. Sostenibilidad y circularidad

● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5

La empresa ha implementado iniciativas de sostenibilidad relacionadas con los RCD

Los RCD generados son reutilizados en las propias obras internas o en proyectos externos

La empresa evalúa los impactos ambientales asociados a la gestión de los RCD



Nota: Elaboración propia, resultado de aplicación del instrumento de medición.

Para la última variable Sostenibilidad y circularidad, se analizaron aspectos relacionados con la integración de criterios ambientales en la gestión de los RCD. Como se observa en la figura 20 en la afirmación, relacionada con la implementación de iniciativas de sostenibilidad, se evidencia una percepción predominante positiva, ya que la mayoría de los participantes se ubicaron en los niveles 4 y 5 de la escala de Likert; lo que indica que los colaboradores reconocen los esfuerzos institucionales en pro de la sostenibilidad vinculada a los RCD.

Frente a la afirmación que indica que los RCD generados son reutilizados en obras internas o externas, las respuestas se concentran en las categorías 2 y 3, lo que revela una percepción más crítica o una baja visibilidad de estas prácticas entre los encuestados. Por último, la afirmación sobre la evaluación de impactos ambientales muestra una distribución intermedia, con una mayoría relativa en los niveles 3 y 4, lo que sugiere que, si bien existen esfuerzos en esta línea, hay oportunidades de mejora para fortalecer o visibilizar estos procesos de evaluación ambiental.

7.3. Análisis de resultados

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el numeral anterior, el presente apartado interpreta los datos obtenidos para diagnosticar el estado actual de la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en las obras internas de la Empresa. El análisis se estructura conforme a las 5 variables definidas en el instrumento de las que se identifican fortalezas y oportunidades de mejora en la gestión institucional de los RCD, proporcionando insumos para la formulación de la propuesta metodológica orientada al aprovechamiento de estos residuos.

Este análisis nos muestra que, si bien existen iniciativas parciales y recursos disponibles para la gestión de RCD, el enfoque sostenible aún no se ha integrado de forma estructural en la gestión de proyectos de la EAAB-ESP. Para transitar hacia un modelo de gestión sostenible de proyectos, es indispensable fortalecer la cultura organizacional, robustecer la infraestructura, formalizar los procesos operativos, garantizar el cumplimiento normativo y consolidar la sostenibilidad y circularidad como ejes estratégicos de la empresa. Esto permitirá reducir impactos ambientales, optimizar el uso de recursos y contribuir al cumplimiento de las metas de desarrollo sostenible y la economía circular.

En cuanto la variable 1. Cultura organizacional en términos de aprovechamiento se evidencia un compromiso inicial y fragmentado hacia la reutilización y aprovechamiento de los RCD en la organización. Aunque existen algunas iniciativas de formación y sensibilización, aún no se ha logrado consolidar una cultura organizacional robusta que priorice la sostenibilidad como eje transversal de los proyectos.

Para avanzar hacia un modelo sostenible de gestión de proyectos, es indispensable fortalecer la cultura organizacional a través de programas de formación periódica, incentivos y liderazgo efectivo, de modo que todos los colaboradores se involucren activamente en la gestión sostenible de los RCD. En la tabla 8 se identifican la situación actual, las fortalezas y las oportunidades de mejora de esta variable.

Tabla 8

Cultura Organizacional en términos de aprovechamiento: Fortalezas y Oportunidades de mejora

Análisis de Resultados Variable 1. Cultura Organizacional en términos de aprovechamiento		
Situación actual	Fortalezas	Oportunidades de mejora
Existe un compromiso visible de algunos colaboradores hacia la reutilización y aprovechamiento de RCD, en algunos segmentos aunque la percepción positiva no es homogénea entre todos los grupos. Hay iniciativas de formación y sensibilización, pero su cobertura y frecuencia no son suficientes para garantizar un cambio cultural sostenido.	La existencia de compromiso y percepción positiva hacia el aprovechamiento de RCD, en algunos segmentos demuestra que ya existe una base cultural para fomentar proyectos de economía circular. Se identifican líderes y personal dispuesto a participar en iniciativas de reutilización y reciclaje.	Se requiere consolidar la cultura organizacional para que la sostenibilidad sea un eje transversal de todos los proyectos. Esto implica fortalecer los procesos de capacitación técnica y normativa, involucrar a todos los niveles jerárquicos en la toma de decisiones y establecer mecanismos de seguimiento y reconocimiento al personal comprometido con la gestión sostenible de RCD.

Nota: Elaboración propia

Con la variable 2. Gestión Operativa de los RCD los resultados muestran que la clasificación, almacenamiento y transporte de los RCD aún presentan debilidades que afectan la eficiencia y la trazabilidad de estos residuos. Aunque se dispone de puntos de acopio y ciertos procesos formales, se carece de procedimientos estandarizados y de una adecuada segregación en el origen. Por ello, en la tabla 9, se concluye que es prioritario robustecer la gestión operativa mediante la implementación de procesos claros, el fortalecimiento de la trazabilidad y la capacitación del personal operativo en prácticas de economía circular. Esto permitirá a la organización optimizar el manejo de los RCD y reducir los impactos ambientales asociados a su disposición.

Tabla 9

Gestión operativa de los RCD: Fortalezas y Oportunidades de mejora

Análisis de Resultados Variable 2. Gestión operativa de los RCD		
Situación actual	Fortalezas	Oportunidades de mejora
Se observa que la clasificación y separación de los RCD en el origen aún es débil y que existen limitaciones en la formalización de procesos operativos para el transporte y disposición final de estos residuos. La información sobre la composición de los RCD está disponible parcialmente, pero no se integra de manera sistemática en los procesos de gestión de proyectos.	Contar con puntos de acopio y la existencia de procesos para transportar los RCD constituyen una base importante para optimizar la gestión operativa. Además, se observa disposición de la organización para implementar prácticas de disposición responsable, aunque aún es necesario estandarizar los procesos.	Mejorar la gestión operativa de RCD exige fortalecer la trazabilidad desde la generación hasta la disposición final. Es necesario sistematizar los datos históricos de composición de los RCD, implementar controles de calidad en el transporte y la disposición, y desarrollar protocolos de segregación en el origen. Asimismo, es clave capacitar al personal operativo en buenas prácticas y fomentar la incorporación de indicadores de desempeño en la gestión de proyectos.

Nota: Elaboración propia

Seguidamente en la variable 3. Cumplimiento normativo y legal se percibe que la Empresa cumple parcialmente con la normativa vigente relacionada con la gestión de RCD, aunque persisten riesgos legales asociados a las prácticas actuales. Este panorama, presentado en la tabla 10, evidencia la necesidad de integrar el cumplimiento normativo como un pilar estratégico de la gestión de proyectos, mediante la identificación clara de requisitos legales, la implementación de auditorías internas y la adopción de mecanismos de monitoreo que garanticen el cumplimiento continuo. Así se fortalecerá la confianza de la organización ante las autoridades y las partes interesadas, contribuyendo a la sostenibilidad de sus operaciones.

Tabla 10

Cumplimiento normativo y legal: Fortalezas y Oportunidades de mejora

Análisis de Resultados Variable 3. Cumplimiento normativo y legal		
Situación actual	Fortalezas	Oportunidades de mejora
El cumplimiento normativo es percibido como parcial y existe incertidumbre sobre los riesgos legales asociados a la gestión de RCD. Esto revela brechas en la aplicación de las regulaciones ambientales y de residuos.	Se reconoce que la empresa cuenta con cierta capacidad para cumplir con la normativa vigente y existe conocimiento parcial de los requisitos legales, lo cual facilita el diseño de proyectos que contemplen el cumplimiento ambiental.	Fortalecer el cumplimiento normativo diseñar procedimientos claros para la identificación y gestión de requisitos legales, integrando este aspecto como un componente clave de la gestión de proyectos. También se recomienda establecer mecanismos de monitoreo y auditoría que permitan verificar el cumplimiento continuo de las normas y disminuir riesgos legales asociados a la gestión de RCD.

Nota: Elaboración propia

Por otra parte, la variable Infraestructura y recursos nos permite identificar como se muestra en la tabla 11 que la empresa aún enfrenta limitaciones en la disponibilidad de infraestructura adecuada, maquinaria específica y tecnología avanzada para la gestión de RCD. Aunque se cuenta con algunos recursos y personal capacitado, estos no son suficientes para garantizar la gestión sostenible de los residuos en el marco de los proyectos. En este sentido, es fundamental incrementar la inversión en innovación tecnológica, fortalecer las competencias técnicas del personal y modernizar la infraestructura. Solo así se logrará una gestión eficiente y sostenible de los RCD que responda a las exigencias normativas y ambientales.

Tabla 11

Infraestructura y recursos: Fortalezas y Oportunidades de mejora

Análisis de Resultados Variable 4. Infraestructura y recursos		
Situación actual	Fortalezas	Oportunidades de mejora
Se evidencia una limitada disponibilidad de recursos físicos (maquinaria, tecnología y personal capacitado) para el manejo adecuado de los RCD. La inversión en innovación tecnológica aún no es una práctica consolidada.	Se identifican recursos iniciales como la existencia de personal con cierto nivel de capacitación y disponibilidad de maquinaria específica en algunos procesos. Esto brinda la base para fortalecer la infraestructura y ampliar las capacidades de gestión de proyectos sostenibles.	Se requiere invertir de manera estratégica en la modernización de la infraestructura, priorizando la adquisición de tecnología adecuada para el reciclaje y reutilización de materiales. Además, se recomienda fortalecer las competencias técnicas del personal mediante planes de capacitación y desarrollar mecanismos de financiamiento para proyectos innovadores que integren la circularidad y la sostenibilidad en la gestión de RCD.

Nota: Elaboración propia

Para la última variable evaluada denominada Sostenibilidad y circularidad en la gestión de los RCD aún es incipiente. Aunque existen algunas iniciativas de reutilización y evaluación ambiental, estas no son sistemáticas ni abarcan todas las obras internas. Esto representa una gran oportunidad para institucionalizar la sostenibilidad como eje estratégico en los proyectos, mediante el establecimiento de métricas de impacto ambiental, objetivos claros de reutilización de RCD y la integración de planes de sostenibilidad en las fases de diseño y ejecución de los proyectos. De este modo, como se muestra en la tabla 12 en las oportunidades de mejora, la empresa podrá avanzar hacia un modelo de gestión alineado con los principios de la economía circular y el desarrollo sostenible.

Tabla 12

Sostenibilidad y circularidad: Fortalezas y Oportunidades de mejora

Análisis de Resultados Variable 5. Sostenibilidad y circularidad		
Situación actual	Fortalezas	Oportunidades mejora
Se observa un nivel medio-bajo de implementación de iniciativas sostenibles y de evaluación de impactos ambientales. La reutilización de RCD en obras internas o externas aún no es una práctica generalizada.	Existen iniciativas de sostenibilidad y evaluación ambiental, así como cierto grado de reutilización de RCD en proyectos externos. Esto permite identificar experiencias y lecciones aprendidas que podrían ser escaladas a nivel organizacional.	Consolidar la sostenibilidad en la gestión de proyectos implica institucionalizar las prácticas de economía circular en todas las fases de los proyectos, desde el diseño hasta la ejecución y cierre. Se recomienda definir métricas de impacto ambiental, implementar planes de monitoreo ambiental y establecer objetivos de reutilización de RCD en obras internas, integrando estos aspectos en los planes de gestión de proyectos.

Nota: Elaboración propia

A su vez, como complemento al diagnóstico organizacional, se realizó un Análisis de Impacto P5 del Green Project Management GPM, a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P el cual permite realizar una evaluación detallada de cinco dimensiones de la sostenibilidad: Producto, Proceso, Personas, Planeta y Prosperidad, logrando una valoración de la situación actual en cada una de estas dimensiones. De esta manera, en la tabla 13 se establece una base para proponer una metodología de gestión de proyectos sostenibles fundamentada en el PRisM.

Los resultados evidencian un impacto positivo sustancial en el capital humano, manifestado por las percepciones favorables en torno a la cultura organizacional y la gestión de RCD. Los colaboradores demuestran un alto nivel de compromiso y apropiación de las prácticas implementadas, lo que contribuye a un clima laboral propicio para la adopción de mejoras sostenibles. No obstante, se identifican áreas de oportunidad en las prácticas laborales relacionadas con la formación continua y la sistematización de los procesos de capacitación. La dispersión observada en las respuestas sugiere la necesidad de fortalecer los programas de entrenamiento para asegurar una gestión de RCD más uniforme y efectiva. Aunque la relación directa con la sociedad y los clientes no fue objeto de medición explícita, es plausible inferir que una cultura organizacional robusta influye positivamente en la confianza de la comunidad y en el comportamiento ético de la entidad, un aspecto reforzado por la percepción de cumplimiento normativo.

En lo que respecta a la dimensión Planeta, los hallazgos indican que las prácticas asociadas al transporte, almacenamiento y disposición final de los RCD presentan desafíos considerables. La heterogeneidad de las respuestas en la variable "Gestión Operativa" sugiere la ausencia de una práctica consolidada y estandarizada en estos procesos, lo cual restringe el aprovechamiento integral de los residuos y puede incidir negativamente en la eficiencia del uso de recursos y energía. Adicionalmente, la evaluación de impactos ambientales, si bien valorada en un nivel intermedio, requiere un fortalecimiento sustancial para garantizar que las obras ejecutadas por la EAAB-ESP minimicen sus efectos sobre el suelo, el aire y el agua. Asimismo, la baja percepción de reutilización de los RCD, particularmente in situ, apunta a un consumo de recursos que podría optimizarse de manera significativa.

Finalmente, en cuanto a la dimensión Prosperidad, se constata que las deficiencias en infraestructura, recursos tecnológicos y logística podrían limitar la viabilidad de proyectos de mayor envergadura en el aprovechamiento de RCD. Aunque la empresa dispone de personal capacitado, la dispersión de respuestas en aspectos relacionados con maquinaria y tecnología pone de manifiesto la urgencia de realizar inversiones estratégicas para mejorar la capacidad técnica. Esta situación repercute directamente en la agilidad empresarial y en la capacidad de respuesta ante las crecientes exigencias de sostenibilidad y economía circular. A pesar de estos retos, las percepciones positivas sobre iniciativas de sostenibilidad abren un camino prometedor para la transformación de los RCD en insumos para la industria de la construcción, lo que podría dinamizar nuevas oportunidades económicas y robustecer el mercado local de materiales reciclados.

Tabla 13

Análisis de Impacto P5

Categoría P5		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Respuesta Propuesta	Puntaje del Impacto	
Subcategoría	Elemento				Antes	Después
1. Impactos del Producto						
Vida útil del producto		Los proyectos buscan que los productos sean social, económica y ambientalmente sostenibles.	Generar un impacto positivo en sostenibilidad, responsabilidad social, equilibrio económico y bienestar humano y ambiental.	Incorporar en las políticas y estrategias empresariales valores de sostenibilidad y responsabilidad social.	3	5
2. Impactos de los Procesos (De la Gestión de Proyectos)						
Eficiencia de procesos		La organización utiliza herramientas tecnológicas para optimizar sus proyectos.	Aumento de eficiencia, innovación, competitividad y sostenibilidad.	Actualizar e integrar tecnologías innovadoras y sostenibles en los procesos.	3	5
3. Impactos a las Personas (Sociales)						
Prácticas laborales		Alta percepción de compromiso de colaboradores con la gestión de RCD.	Mejora del compromiso y la productividad de los empleados.	Fortalecer programas de formación y comunicación interna.	4	5
Prácticas laborales		Percepción de insuficiencia de personal y maquinaria especializada.	Baja productividad y eficiencia operativa.	Aumentar inversión en maquinaria y capacitación.	3	5
Sociedad y clientes		Buena relación interna entre las áreas y buena percepción de la gestión de RCD.	Fortalecimiento de la confianza con los clientes y la comunidad.	Implementar programas de responsabilidad social corporativa y ética empresarial.	4	5

Categoría P5		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Respuesta Propuesta	Puntaje del Impacto	
Subcategoría	Elemento				Antes	Después
Derechos humanos		Percepción positiva de cumplimiento normativo y riesgo legal bajo.	Cumplimiento legal y reducción de riesgos	Supervisar proveedores y realizar auditorías para garantizar el respeto a los derechos humanos	4	5
Comportamiento ético		Reconocimiento de necesidad de ética y transparencia en procesos de gestión RCD	Fomento de prácticas responsables	Implementar un código ético y mecanismos de denuncia interna y capacitación en transparencia operativa	4	5
4. Impactos al Planeta (Ambientales)						
Transporte		Procesos logísticos internos pueden afectar la movilidad y disposición de RCD.	Incremento de emisiones y congestión.	Optimizar rutas y transporte para reducir emisiones.	3	5
Transporte		Dispersión en respuestas sobre clasificación y transporte.	Retrasos operativos y falta de control.	Capacitación y desarrollo de estándares claros.	3	5
Energía		Uso ineficiente de recursos energéticos y maquinaria para manejo de RCD.	Costos adicionales y pérdida de eficiencia.	Invertir en tecnologías de bajo consumo energético.	3	5
Tierra, Aire y Agua		Percepción de bajo impacto ambiental percibido.	Preservación de la biodiversidad y cumplimiento ambiental.	Implementar planes de gestión ambiental y planes de mitigación	4	5
Tierra, Aire y Agua		Iniciativas ambientales y percepciones de impactos positivos.	Positivos impactos en biodiversidad y agua.	Continuar con programas de gestión ambiental.	4	5
Consumo		Uso limitado de recursos para reciclaje y aprovechamiento.	Mejora de la circularidad y reducción de la huella ambiental.	Implementar medidas de eficiencia y aprovechamiento.	3	5

Categoría P5		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Respuesta Propuesta	Puntaje del Impacto	
Subcategoría	Elemento				Antes	Después
Consumo		Necesidad de fortalecer cultura de aprovechamiento y reducción de consumo.	Reducción de huella de carbono y eficiencia de recursos	Fomentar cultura de consumo responsable y circularidad	3	5
5. Impactos a la Prosperidad (Económicos)						
Factibilidad del proyecto		Alineación estratégica del proyecto con los objetivos de gestión de RCD.	Incremento de la viabilidad técnica y económica de los proyectos y reducción de riesgos.	Evaluar la factibilidad técnica y económica de nuevas soluciones y Alinearlos a los objetivos del proyecto con la estrategia corporativa.	4	5
Factibilidad del proyecto		Falta de estandarización que afecta la factibilidad de proyectos de aprovechamiento.	Dificultad para implementar prácticas circulare	Desarrollar manuales y procedimientos estandarizados.	4	5
Factibilidad del proyecto		Limitaciones en recursos e inversión tecnológica para mejorar la factibilidad.	Dificultad para acceder a nuevas tecnologías y Resistencia de los colaboradores a adaptarse	Promover inversiones en innovación tecnológica y capacitación	2	5
Agilidad empresarial		Falta de articulación entre sostenibilidad y agilidad empresarial.	Aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia de la organización.	Implementar metodologías ágiles y estrategias de innovación organizacional e integrar sostenibilidad a los modelos de negocio.	3	5
Estimulación económica y del mercado		Baja integración con cadenas de suministro y actores económicos.	Generar oportunidades de negocio, fortaleciendo la economía local y regional.	Desarrollar alianzas estratégicas y programas de compras sostenibles que dinamicen la economía.	2	5

Nota: Elaboración propia

8. Plan de Intervención

A continuación, se presenta la propuesta metodológica de gestión de proyectos sostenibles para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – E.S.P. con base en el diagnóstico organizacional y en el análisis de impactos P5.

8.1. Propuesta metodológica de gestión de proyectos de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en las obras internas de la EAAB-ESP

La gestión de Residuos de Construcción y Demolición -RCD en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -E.S.P. presenta desafíos estratégicos que requieren una metodología integral y sostenible. Este reto no solo involucra la reducción del impacto ambiental, sino también la creación de valor social y económico para la empresa y en consecuencia para la ciudad. En este sentido, la propuesta se estructura como una metodología orientada a la sostenibilidad, enfocada en la valorización de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD generados en las obras internas de la Empresa. El modelo se articula con el Modelo Integrado de Gestión – MIGP de la Empresa y responde a los principios de la economía circular, la eficiencia institucional, la agilidad adaptativa y la responsabilidad ambiental.

Cada proyecto tiene un ciclo de vida, el cual se puede evidenciar en la tabla 14, que integra acciones claves, entregables, puntos de control y buenas prácticas articuladas para garantizar una gestión sostenible y eficaz de este tipo de residuos. La primera fase del ciclo de vida propuesto, denominada, antes de iniciar, es fundamental para sentar las bases del proyecto y garantizar su alineación estratégica con la sostenibilidad. Según IPMA y el estándar PRiSM, esta fase es clave para identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales potenciales, así como para comprender el contexto normativo y de stakeholders. En este sentido, la acción clave consiste en realizar un análisis de viabilidad ambiental y social que permita comprender los riesgos y oportunidades asociados al RCD en las obras internas. Este análisis debe presentarse a través de entregables como un diagnóstico preliminar, el mapa de actores clave y un documento de análisis de riesgos.

Tal como lo plantea el APM-BOK, la identificación temprana de los actores clave y el análisis de riesgos ya sean ambientales o sociales, permite mitigar resistencias y alinear expectativas desde el inicio de los proyectos. Así mismo, el estándar P5 enfatiza la importancia de considerar los impactos sobre las personas, el planeta y la prosperidad y de esta manera los proyectos generadores de RCD pueden anticiparse a posibles conflictos sociales, económicos y ambientales, garantizando que el proyecto contribuya al modelo de sostenibilidad propuesto por la Secretaría Distrital de Ambiente.

Para la segunda fase o inicio del proyecto, se establece el compromiso formal de la organización con la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición y su aprovechamiento. Según el PRINCE2, el acta de constitución es un documento clave que define la visión, los objetivos y los criterios de éxito del proyecto, permitiendo alinear a los equipos y stakeholder hacia una meta común. Con lo anterior, la acción clave consiste en elaborar un Acta de Inicio del Proyecto integrando explícitamente los requisitos de gestión de RCD, las metas de sostenibilidad y los lineamientos de aprovechamiento. Los entregables de esta fase del ciclo de vida de los proyectos incluyen la definición clara de roles y responsabilidades, así como el Plan Preliminar de la Gestión de los RCD basado en el Anexo I. del Decreto 507 de 2023. AIPM destaca que esta fase debe fomentar la participación de todos los actores relevantes para garantizar la comprensión y el apoyo del proyecto, minimizando resistencias y fortaleciendo la gobernanza.

Los puntos de control, como la validación del compromiso de las partes interesadas y la integración de criterios ambientales y sociales, son esenciales para asegurar que el proyecto cuente con la legitimidad y el respaldo necesarios. En línea con el estándar GRI, es importante integrar indicadores de sostenibilidad desde esta fase fomentando la transparencia y la rendición de cuentas.

Esta etapa también se beneficia de las mejores prácticas recomendadas por APM-BOK y el estándar P5, tales como identificar la cadena de valor de los RCD y mapear las oportunidades de aprovechamiento, lo que facilita la toma de decisiones y reduce el riesgo de impactos negativos.

Además, la metodología PRiSM sugiere que los proyectos con impactos ambientales relevantes deben integrar consideraciones de sostenibilidad desde su formulación inicial, asegurando la compatibilidad con los Objetivos de Desarrollo sostenible y los Objetivos Estratégicos propuestos en el Plan de Desarrollo 2024-2028 de la Empresa.

La fase de Planificación es el corazón metodológico del proyecto, donde se estructura la hoja de ruta para la gestión integral de RCD. Según APM-BOK y P2M, una planificación adecuada permite anticipar riesgos, optimizar recursos y maximizar beneficios. La acción clave en esta fase es desarrollar un plan detallado de gestión de RCD que incluya estrategias de clasificación, almacenamiento, transporte, reciclaje y reutilización. Este plan debe traducirse en entregables como la matriz de riesgos ambientales y sociales, el cronograma detallado y el presupuesto asignado. PRINCE2 resalta la importancia de la planificación basada en productos, asegurando que cada entregable contribuya al objetivo final permita una medición objetiva del progreso.

Un elemento clave de la planificación es la identificación de hitos críticos como la validación técnica del plan de gestión de RCD y la aprobación del cronograma y presupuesto. Estos hitos permiten controlar el avance y asegurar que los recursos estén alineados con las metas de sostenibilidad. Los puntos de control deben incluir la verificación del cumplimiento normativo, la coherencia con las guías internacionales y la evaluación de impactos en las dimensiones, planeta y prosperidad, según el estándar P5; este estándar también enfatiza en la necesidad de diseñar actividades que generen beneficios sociales y económicos, además de controlar impactos ambientales.

Las buenas prácticas recomendadas por PRiSM y AIPM en esta fase incluyen la aplicación de metodologías ágiles para adaptarse a los cambios contextuales y la integración de estrategias de economía circular. La planificación debe ser flexible y considerar la posibilidad de reutilizar materiales en otras obras internas de la EAAB-E.S.P. y/o en las obras externas verificándose la viabilidad de vender el material, dependiendo de las cantidades tratadas, fortaleciendo la eficiencia de los procesos internos y reduciendo costos. En esta fase, el estándar GRI sugiere integrar indicadores de desempeño en sostenibilidad para garantizar la transparencia y los procesos de auditoría y rendición de cuentas.

Durante la fase de Ejecución, el proyecto cobra vida a través de la implementación de las actividades planificadas. Según IPMA (2020), esta fase requiere liderazgo efectivo, comunicación constante y una gestión proactiva de riesgos para garantizar que las acciones de aprovechamiento de RCD se realicen según lo previsto. La acción clave en esta etapa consiste en implementar el plan de gestión de RCD, registrando las actividades en bitácoras y generando reportes de avance técnico y ambiental. Los entregables incluyen informes de ejecución, registros de segregación y reciclaje de RCD, y evidencia de cumplimiento de indicadores de sostenibilidad.

Los hitos de ejecución, como el cumplimiento de las metas de aprovechamiento y la entrega de resultados intermedios, permiten medir el progreso y asegurar la alineación con los objetivos de sostenibilidad. Los puntos de control, tales como el monitoreo de indicadores ambientales y sociales (alineados con GRI y el estándar P5), permiten identificar desviaciones y aplicar acciones correctivas. En este sentido, PRINCE2 recomienda una gestión activa de los cambios y la participación constante de los stakeholders para garantizar el éxito del proyecto. Además, la metodología PRISM enfatiza que en la fase de ejecución se deben integrar auditorías internas y externas para verificar la trazabilidad de los RCD y garantizar la transparencia de la información.

En la fase de Monitoreo y Control, se evalúa el desempeño del proyecto en tiempo real, asegurando que los resultados cumplan con los estándares de sostenibilidad y aprovechamiento. Según APM-BOK, esta fase es clave para mantener la calidad del proyecto y garantizar la satisfacción de los stakeholders. La acción clave es la elaboración de informes de desempeño de sostenibilidad, que permitan analizar los avances y proponer acciones de mejora. Los puntos de control incluyen el uso de indicadores ambientales, sociales y económicos, y la validación de la trazabilidad de los RCD, garantizando el cumplimiento de las metas del proyecto. Este proceso, respaldado por IPMA y el estándar P5, refuerza la necesidad de evaluar los impactos en las dimensiones de personas, planeta y prosperidad, fortaleciendo la rendición de cuentas y la mejora continua.

La última fase, Cierre, es esencial para consolidar los resultados del proyecto y capitalizar las lecciones aprendidas. Según PRINCE2 y APM-BOK, el cierre formal asegura la entrega de los beneficios y la transferencia de conocimientos a otras áreas de la

organización. La acción clave en esta fase es la elaboración del informe final del proyecto, que documente los resultados de aprovechamiento de RCD, las lecciones aprendidas y las recomendaciones para proyectos futuros. Los entregables incluyen el acta de cierre del proyecto y la documentación de buenas prácticas. Los hitos, como la validación del cumplimiento de las metas de sostenibilidad y la transferencia de resultados, permiten cerrar el proyecto de manera ordenada y efectiva.

Los puntos de control deben incluir la evaluación final de impactos en las personas, el planeta y la prosperidad, asegurando la coherencia con los objetivos estratégicos de la EAAB-ESP y las políticas públicas de sostenibilidad. El estándar PRISM destaca la necesidad de realizar una revisión post-proyecto para analizar los impactos ambientales y sociales, mientras que el estándar P5 subraya la importancia de garantizar que los beneficios generados se mantengan a lo largo del tiempo. Además, el estándar GRI recomienda integrar indicadores de cierre para asegurar la rendición de cuentas y la transparencia ante la comunidad.

Tabla 14

Fases de la Propuesta Metodológica de Gestión de Proyectos De Aprovechamiento

Fase	Acción Clave	Entregables	Puntos Clave de Control	Buenas prácticas / recomendaciones
Antes de iniciar	Realizar diagnóstico preliminar de los RCD generados en proyectos similares (caracterización, normativa y stakeholders)	Informe diagnóstico inicial.	Revisión documental de experiencias previas. Verificación de las normas vigentes (Decreto 507/2023,	Aplicar enfoque PRISM y P5 para mapear impactos sociales y ambientales desde el inicio

			Resolución 1257/2021).	
Inicio del Proyecto	Definir el alcance del proyecto considerando el aprovechamiento de RCD y los objetivos de sostenibilidad.	Acta de constitución del proyecto y análisis de interesados	Validación de objetivos alineados con estándares GRI y IPMA Competence Baseline	Integrar el estándar P5 para analizar impactos sobre Personas, Planeta y Prosperidad.
Planificación	Desarrollar el plan de gestión de RCD, incluyendo estrategias de clasificación, almacenamiento, reutilización y trazabilidad	Plan de gestión integral de RCD, cronograma y presupuesto detallado.	Control de riesgos ambientales y legales; validación con matriz de impactos potenciales (P5).	Uso de buenas prácticas de PRINCE2 para la estructura de gobernanza y control de cambios
Ejecución	Implementar acciones operativas para la gestión sostenible de RCD, integrando formación del personal y procesos de aprovechamiento	Registro de avances y reportes periódicos de sostenibilidad	Auditorías internas de sostenibilidad y revisión de indicadores GRI y P5.	Capacitación continua (APM-BOK y P2M) y verificación del compromiso ético y de derechos humanos.
Monitoreo y Control	Realizar seguimiento del desempeño operativo y de	Informes de monitoreo y evaluación de	Control de calidad de procesos; validación con	Aplicar IPMA y AIPM para la gestión de competencias y

	sostenibilidad del proyecto, controlando KPIs ambientales, sociales y económicos.	desempeño del proyecto	partes interesadas; auditorías externas si aplica	la evaluación integral de resultados.
Cierre	Evaluar resultados y lecciones aprendidas, destacando la circularidad y el impacto en la cadena de valor.	Informe final de proyecto, plan de cierre y reporte de lecciones.	Validación con el estándar GRI y matriz P5; retroalimentación con las áreas de la EAAB-ESP.	Incorporar las lecciones aprendidas en la base de conocimiento y fomentar la replicabilidad del modelo.

Nota: Elaboración propia

La propuesta metodológica presentada ha sido diseñada bajo un enfoque de tailoring, lo cual permite su personalización y adaptación según las características específicas de los proyectos de aprovechamiento de RCD que se ejecuten al interior de la EAAB – E.S.P. Este enfoque reconoce que no todos los proyectos tienen el mismo alcance, complejidad, disponibilidad de recursos ni ubicación geográfica, por lo tanto, cada fase y herramienta propuesta puede ser ajustada estratégicamente según el contexto operativo y territorial. En ese sentido, el modelo puede ser aplicado tanto a proyectos de intervención menor (obras puntuales de reparación de redes) como a intervenciones de mayor escala (renovación masiva de redes o construcción de nueva infraestructura).

Para lograrlo, se propone una guía de adaptación con criterios básicos de escala del proyecto, madurez del equipo, criticidad del área de intervención y metas ambientales asociadas.

Así mismo, se recomienda establecer un comité técnico para la revisión de tailoring en cada nuevo proyecto, que permita definir qué componentes metodológicos se implementarán, cuáles se adaptarán y cuáles pueden ser omitidos, sin afectar los resultados esperados. Este nivel de flexibilidad incrementa la viabilidad práctica del modelo, mejora la eficiencia en la gestión y asegura su escalabilidad a otros proyectos y áreas de la Empresa.

8.2. Plan para la implementación de la Metodología de Gestión de proyectos de aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición en las obras Internas de la EAAB – E.S.P.

La EAAB-ESP cuenta con una Gerencia Corporativa de Planeamiento y Control, dicha estancia está conformada por cuatro direcciones estratégicas: Dirección de Gestión de Calidad y Procesos, Dirección de Planeación y Control de Resultados, Dirección de Planeación y Control de Inversiones, y Dirección de Planeación y Control de Rentabilidad, Gastos y Costo, esta estructura permite integrar la metodología propuesta dentro de los marcos ya existentes de gestión corporativa, fortaleciendo su viabilidad, trazabilidad y capacidad de réplica en futuros proyectos relacionado con Residuos de Construcción de la obras tanto internas como externas u otro tipo de residuos generados en las actividades misionales de la Empresa. En coherencia con el MIGP, la propuesta metodológica se debe conectar directamente con los ejes de la Política de Planeación Institucional y con la Gestión con valores para resultados, en especial la orientación a resultados, la mejora continua y la innovación pública como principios orientadores de la gestión ambiental.

La propuesta se fundamenta en los siguientes tres pilares clave:

- La normatividad vigente, específicamente la Resolución Nacional 1257 de 2021 y el Decreto 507 de 2023 que tiene como obligaciones para las entidades públicas catalogadas como grandes generadoras de Residuos de Construcción y Demolición a establecer el cumplimiento de metas de aprovechamiento y circularidad para todas sus intervenciones.

- Alineación con el Plan General Estratégico 2024-2028 y la hoja de ruta de Economía Circular de la Empresa, que reconocen a los RCD como flujo de materiales crítico.
- Los principales estándares internacionales de gestión de proyectos como AIPM, APM-BOK, IPMA, P2M, PRINCE2 y PRISM, además del estándar P5 de sostenibilidad y el Global Reporting Initiative (GRI).

Así mismo, en la tabla 15 se detallan los niveles propuestos en la propuesta metodológica propuesta.

Tabla 15

Niveles para el modelo de gestión de proyectos propuesto

Nivel	Objetivo	Área a Cargo
Operativo	Implementar protocolos para la separación en la fuente, capacitación técnica continua, uso de fichas de seguimiento y manuales de buenas prácticas.	Supervisión del Contrato con Apoyo de las Direcciones misionales y de Obras. Dirección de Gestión de Calidad y Procesos (como parte de la PMO actual).
Institucional	Incluir criterios de sostenibilidad en los documentos contractuales, actualización del manual de contratación y compras, y la formulación de políticas de adquisición de materiales reciclados.	Gerencia Corporativa Ambiental, Dirección de Contratación y Compras, Dirección de Planeación y Control de Resultados y Dirección de Calidad y Procesos.
Logístico	Diseñar e implementar un punto limpio (móviles o fijos), con una planta de tratamiento y valorización de RCD.	Dirección de Planeación y Control de Inversiones. Gerencia de Tecnología. Dirección Ingeniería Especializada.

Nota: Elaboración propia

8.2.1. Fases de implementación de la Propuesta Metodológica y costos asociados

La implementación de la propuesta metodológica requiere una asignación de recursos técnicos, humanos, logísticos y tecnológicos a lo largo de las distintas fases indicadas. Dichos costos han sido estimados considerando la escala salarial vigente de la Empresa, los requerimientos de infraestructura y las necesidades operativas específicas para cada actividad. Los recursos asociados a cada fase permiten garantizar la viabilidad técnica y financiera del modelo, es importante indicar que cada actividad representa una inversión fundamental para asegurar el éxito de la estrategia. El proyecto se implementará en tres fases, las cuales serán monitoreadas mediante una gestión ágil y adaptativa que permita revisar mensualmente los entregables y de ser necesario redefinir las acciones según condiciones corporativas o del entorno.

La Fase 1. Diagnóstico y caracterización de RCD tiene como propósito fundamental establecer una línea base técnica que permita conocer la composición, calidad y cantidad de los RCD generados en las obras internas de la EAAB – E.S.P. Para lograr lo anterior, se contempla la contratación de un equipo técnico compuesto por dos profesionales especializados, responsables de ejecutar las actividades de recolección de muestras, análisis físico-mecánico y clasificación según la normativa NP-040. La supervisión será ejercida por un profesional nivel 20, quién será el encargado de coordinar los cronogramas, garantizar el cumplimiento de los estándares y validar los informes técnicos. Además, se incluye un componente de costos logísticos y operativos que cubre el transporte de muestras, ensayos de laboratorio, materiales auxiliares y análisis de resultados. Esta fase es clave para definir las tipologías de materiales reutilizables y sentar bases del diseño técnico y logístico de las siguientes fases, su ejecución permitirá tomar decisiones según evidencia y garantizará el modelo de aprovechamiento en el contexto operativo de la Empresa.

La segunda Fase relacionada a la Infraestructura del que será inicialmente un Punto Limpio y luego actuará como Planta de Tratamiento y Aprovechamiento, se centra en la construcción de las condiciones logísticas e institucionales necesarias para garantizar la separación y valorización efectiva de los RCD en el lugar asignado.

En primer lugar, se contempla el rediseño contractual con criterios de circularidad, liderado por un profesional que permita actualizar términos de referencia, inclusión de cláusulas ambientales en los contratos y generar lineamientos jurídicos y técnicos coherentes con la Hoja de Ruta de Economía Circular de la Empresa. Esta actividad incluye la compra e instalación de infraestructura como lo son los contenedores, señalización, adecuaciones físicas y elementos logísticos. El proceso estará acompañado por un personal técnico operativo, encargado de supervisar y apoyar en el montaje, la operación inicial y el acompañamiento a las cuadrillas.

En esta misma fase se realizará un ciclo de capacitaciones institucionales, dictadas por un profesional de la Gerencia Corporativa Ambiental, orientadas a operarios, supervisores e interventores. Estos espacios formativos permitirán socializar los nuevos protocolos de separación en la fuente, fomentar la apropiación del modelo y fortalecer las capacidades institucionales. Esta fase permite que el diagnóstico sea una estructura en campo que viabiliza la recepción y la clasificación de los RCD generados en las obras internas, mientras prepara al talento humano para su correcta implementación.

La última fase correspondiente a la evaluación, tratamiento y monitoreo del modelo corresponde a la consolidación técnica y digital del proceso, comienza con la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de RCD de las obras internas de la Empresa de Acueducto de Bogotá - E.S.P., que constituye el eje operativo de la valorización de este tipo de residuos. Esta etapa constituye la participación de un equipo liderado por un profesional que ejercerá las labores de supervisión, acompañado de un profesional coordinador técnico y un administrativo para el soporte operativo.

Las actividades comprenden la adquisición de maquinaria, adecuaciones civiles, licencias ambientales, montaje e inicio de operaciones. Esta planta será la encargada de transformar los RCD clasificados en materiales reutilizables que podrán reincorporarse a obras internas o incluso, con el tiempo, comercializarse inicialmente a las obras externas que ejecutan terceros a nombre de la Empresa. A diferencia de modelos convencionales basados en terceros, este esquema permite que la Empresa capture directamente los beneficios del aprovechamiento, evitando pagos por disposición final y generando nuevos ingresos por materiales valorizados.

En paralelo, se desarrollará un sistema digital de trazabilidad y monitoreo de los flujos de residuos, el cual permitirá hacer seguimiento al origen, tipo, volumen y gestión final de los RCD generando reportes periódicos, indicadores clave (KPIs) y visualizaciones útiles para la toma de decisiones. De esta manera se permitirá la entrega de resultados claros y organizados al momento de realizar rendición de cuentas, permite garantizar la mejora continua y facilitar auditorías ambientales.

En la tabla 16 se relaciona cada fase con el costo de los recursos humanos, financieros, materiales y técnicos que requieren para su implementación.

Tabla 16

Costos asociados a la implementación de cada fase de la propuesta

Fase	Actividad	Requerimientos	Recursos	Cantidad	Costo/mes	Tiempo estimado (meses)	Costo total X fase
Diagnóstico y caracterización	Ensayos de caracterización de RCD	Equipo técnico	Profesional especializado nivel 18	2	\$ 7.461.600	12	\$ 402.757.212
		Supervisión administrativa	Profesional nivel 20	1	\$ 8.639.900		
		Costos logísticos y operativos	Recolección, transporte de muestras ensayos, ensayos de laboratorio, materiales auxiliares y análisis de resultados	1	\$ 10.000.000		
		Diseño contractual	Coordinación contractual	Profesional nivel 19	1		
Infraestructura	Diseño e implementación de puntos limpios	Compra e instalación de infraestructura	Contenedores, señalización, adecuaciones físicas, logística	1	\$1.100.000.000	Única vez	\$ 1.177.518.700

		Técnicos				
Capacitaciones	Apoyo Operativo	administrativos nivel 16	1	\$ 3.556.000	6	
	Coordinación técnica	Profesional nivel 19	1	\$ 8.026.100	1	
Evaluación	Supervisión administrativa	Profesional nivel 20	1	\$ 8.639.900		
	Puesta en marcha Planta de tratamiento de RCD	Coordinación técnica	Profesional nivel 18	\$ 7.461.600	12	\$ 3.534.831.500
		Soporte operativo	Técnico administrativo nivel 17	\$ 3.806.800		
		Infraestructura de planta	Maquinaria, obra civil, licencias, montaje	1	\$3.500.000.000	Única vez
Trazabilidad y monitoreo	Soporte tecnológico	Profesional nivel 18	12	\$ 7.461.600	12	
	Evaluación KPI y consolidación de la información	Profesional nivel 18	12	\$ 7.461.600	12	

Nota: Elaboración Propia

8.2.2. Análisis de riesgos de implementación

Como parte del enfoque integral de la propuesta, se ha identificado la necesidad de anticipar posibles barreras operativas, normativas o institucionales que podrían afectar la ejecución del modelo. A continuación, en la tabla 17, se presenta un análisis de riesgos con sus respectivas medidas de mitigación:

Tabla 17

Posibles riesgos de implementación

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Medida de mitigación
Resistencia al cambio institucional	Posible rechazo por parte del personal técnico y operativo al nuevo modelo de gestión	Alta	Alta	Programa de sensibilización y capacitación inicial, lecciones aprendidas y otros casos.
Falta de presupuesto para adecuaciones técnicas	Limitaciones presupuestales para adquirir infraestructura y actualización de software	Media	Alta	Incluir el modelo en plan de intervenciones y explorar financiación externa, inscribirlo en bancos de proyectos
Limitaciones normativas internas	Normas técnicas aplicables a obras no incluyen en su totalidad lineamientos de circularidad	Alta	Alta	Iniciar proceso de actualización normativo
Débil articulación con contratistas externos	Contratistas con baja experiencia en gestión de RCD	Baja	Baja	Incluir cláusulas específicas en pliego de contratación y requisitos mínimos de experiencia

Nota. Elaboración propia

8.2.3. Indicadores de seguimiento en la implementación de la propuesta

La presente propuesta metodológica busca garantizar el cumplimiento de las metas obligatorias de aprovechamiento y circularidad establecidas en el Decreto 507 de 2023 y la Resolución 1257 de 2021 aplicables a todos los grandes generadores de RCD. El modelo contempla una implementación progresiva, iniciando con un único punto limpio centralizado como nodo logístico piloto. Esta estrategia permite evaluar la viabilidad técnica y operativa de la valorización de RCD en las obras internas de la EAAB – E.S.P., y sentar las bases para una futura expansión del sistema.

Cada fase del modelo cuenta con indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitirán monitorear los avances institucionales y técnicos en relación con el cumplimiento de las metas de sostenibilidad, garantizando trazabilidad, rendición de cuentas y mejora continua, en la tabla 18 se pueden identificar las fases de intervención y los indicadores propuestos. En la fase 1 de Diagnóstico y caracterización, el principal KPI definido es el porcentaje de obras caracterizadas. Este indicador mide la proporción de frentes obras internas de la Empresa en los cuales se ha realizado un análisis técnico de los RCD generados, incluyendo ensayos de laboratorio de suelos y clasificación según sus propiedades físicas. Con este KPI se puede conocer con precisión los tipos y volúmenes de residuos susceptibles de aprovechamiento, permitiendo planificar el uso del punto limpio y orientar el diseño de la planta de tratamiento. Además, constituye la base técnica que sustenta el cumplimiento progresivo de las metas de aprovechamiento establecidas por la normativa.

Durante la fase de infraestructura, el modelo contempla la implementación de un punto limpio como lugar de recepción. Por esta razón se define el KPI porcentaje de cobertura logística con punto limpio, que evalúa la proporción de zonas que tienen rutas logísticas activas y operativas hacia el punto limpio. Este indicador mide la efectividad del modelo en términos de recolección y transporte eficiente de RCD, lo cual es clave para asegurar que los residuos lleguen en condiciones óptimas para su posterior valorización. Finalmente, en la fase de evaluación, se definieron 3 KPIs, uno relacionado a la meta de aprovechamiento propuesta por la Resolución 1257 de 2021, un segundo indicador asociado al cumplimiento

de la meta de circularidad según los lineamientos del Decreto 507 de 2023 y un último KPI relacionado al monitoreo y verificación de la cantidad de residuos que llegaron a la planta y efectivamente se les dio un tratamiento.

Tabla 18

Indicadores se seguimiento por cada fase de implementación de la propuesta

Fase del Plan de Intervención	KPI asignado	Fórmula del indicador	Utilidad
Diagnóstico y caracterización	% de obras caracterizadas	(Obras de zonas con análisis técnico de RCD/ Total de Zonas de la Empresa) x 100	Permite conocer y comparar la calidad de los RCD provenientes de cada zona de servicio
Infraestructura	% de cobertura logística al punto limpio	(Obras con rutas logísticas activas hacia el punto limpio / Total obras ejecutadas) x 100	Asegura operatividad y logística de las rutas
Evaluación	% aprovechamiento de RCD	(peso total de RCD aprovechado/ peso total de RCD generado) x 100	Verificar cumplimiento de la normativa

Evaluación	% circularidad de RCD	(peso total de material valorizado incorporado a obras de la empresa/ peso total material incorporado a las obras) x 100	ambiental vigente
Evaluación	% de trazabilidad digital efectiva	(Volumen de RCD con seguimiento digital / Volumen total de RCD generado) x 100	Verifica que los materiales que llegan al punto limpio efectivamente se valoricen y se pueda demostrar el flujo.

Nota. Elaboración propia

Se recomienda además que los indicadores de seguimiento del modelo se alineen con los estándares de reporte de sostenibilidad de la Global Reporting Initiative (GRI), específicamente con los indicadores GRI 306 (residuos), GRI 301 (materiales) y GRI 302 (energía), de manera que los resultados puedan ser integrados a los informes de sostenibilidad institucionales y fortalezcan la rendición de cuentas y la transparencia frente a los grupos de interés.

8.3. Plan de Comunicaciones, cronograma y gestión del cambio

La implementación de la propuesta metodológica de gestión de proyectos de aprovechamiento de RCD requiere del fortalecimiento de componentes transversales: un plan de comunicación institucional, un cronograma detallado de ejecución y un plan de gestión del cambio que facilite la adopción de nuevas prácticas, y de esta manera, garantizar la efectividad, transparencia y la sostenibilidad de la propuesta.

8.3.1. Plan de Comunicación

El plan de comunicación propuesto en la tabla 19 tiene como propósito asegurar que la información fluya de manera clara, oportuna y bidireccional entre los diferentes actores de la EAAB-ESP y los grupos de interés asociados. Para ello, se establecen mecanismos de divulgación interna y externa que permitan socializar avances, resultados y lecciones aprendidas.

Se utilizarán canales institucionales como la intranet, el correo corporativo y los informes de gestión (MPFB0201F27), complementados con talleres presenciales en las zonas de operación y reuniones periódicas con la Dirección de Contratación y Compras. La responsabilidad de coordinar estas acciones recae en la Gerencia Corporativa Ambiental y la Dirección de Planeamiento y Control, con apoyo de interventorías y líderes zonales. De esta manera, se busca fortalecer la transparencia, la participación de los colaboradores y la rendición de cuentas a la comunidad, alineando la comunicación con los lineamientos de sostenibilidad establecidos en los indicadores GRI.

Tabla 19

Plan de Comunicaciones

Objetivo	Acciones	Responsables	Entregables	Frecuencia
Asegurar flujo de información claro y oportuno	Informes mensuales de avance	GCA - DSA	Informe de gestión	Mensual
Socializar avances en campo	Talleres en las 5 zonas de servicio	GCA - DSA	Ayudas de memoria	Cuatrimstral

Garantizar transparencia contractual	Inclusión de cláusulas de circularidad	DCyC	Actualización de términos y condiciones	Permanente
Difundir lecciones aprendidas	Publicación en intranet y SAP Ariba	Dirección Planeamiento y Control y Comunicaciones	Reporte de lecciones aprendidas	Al finalizar cada fase

Nota. Elaboración propia

8.3.2. Cronograma de implementación

El cronograma corresponde a la organización progresiva de las fases metodológicas indicadas en la tabla 20.

Tabla 20

Cronograma de implementación y responsables

Fase	Periodo	Actividades principales	Responsables	Entregables
Diagnóstico y caracterización	Dos años	Ensayos, muestreos	DSA – Laboratorio de Suelos – Dirección de Ingeniería Especializada	Informe línea base
Infraestructura de separación y clasificación	Un año	Implementación punto limpio y rediseño contractual y normativo	GCA – Contratación y Compras	Informe de puesta en marcha
Planta de tratamiento Y monitoreo	Dos años	Optimización de procesos, evaluación de indicadores, monitoreo y seguimiento de operación de la planta	Planeamiento y Control	Reporte de operación y sostenibilidad

Nota. Elaboración propia

8.3.3. Plan de Gestión del Cambio

En la tabla 21 se presenta el plan de gestión del cambio busca garantizar la adopción progresiva de las nuevas prácticas de aprovechamiento y circularidad de los RCD.

Tabla 21

Plan de Gestión del Cambio

Componente	Acciones	Responsables	Entregables	Plazos
Sensibilización	Campañas de cultura circular	GCA – Talento Humano	Material de sensibilización	Primer año de implementación
Capacitación	Entrenamientos en clasificación de RCD y normatividad y curso del SENA	DSA – Dirección Servicios administrativos	Certificados de capacitación	Segundo y tercer año de implementación
Gestión de la resistencia	Talleres de retroalimentación y espacios de diálogo	Inspectores - DSA	Ayudas de memoria	Permanente
Mejora continua	Auditorías internas y base de datos de lecciones aprendidas	GCA – Dirección Planeamiento y Control	Informes de gestión	Último año de implementación

Nota. Elaboración propia

8.4. Análisis financiero y opciones de financiación

Para efectos de consistencia, la inversión del proyecto se toma directamente de la tabla 15, en donde a cada fase se le asigna un presupuesto según las actividades que se van a realizar y los recursos que se van a utilizar; obteniendo así una inversión total de \$5.115.107.412.

En cuanto a los beneficios esperados, la base técnica parte de las 12.752 toneladas al mes de Residuos de construcción y demolición, generados por las obras internas de la Empresa, lo que equivale a 153.024 toneladas / año. De las cuales el 34,2 % corresponde a residuos pétreos potencialmente valorizables es decir un aproximado de 52.334 ton al año.

De acuerdo con el cronograma de implementación, la Fase 1 (diagnóstico) y la Fase 3 (planta de tratamiento) tienen una duración de 2 años cada una, mientras que la Fase 2 (punto limpio) se ejecuta en un año. Por esta razón, los beneficios comienzan a contarse a partir del año 5, bajo una rampa de adopción progresiva conforme se consolida la operación de la planta: 50 % en el año 5, 60 % en el año 6, 70 % en el año 7 y 80 % a partir del año 8.

Con la tarifa vigente compartida por la EAAB-ESP, el costo de disposición de RCD no aprovechables es \$113.050 por viaje doble (\approx \$14.131/t), mientras que el costo de entrega en CTA es \$59.500 por viaje doble (\approx \$7.438/t). El ahorro directo por tonelada de disposición evitada es entonces de \$14.131/t, y al proyectar toda la generación anual se obtiene un ahorro de \$2.162 millones/año. Adicionalmente, los residuos pétreos (34,2 % del total) pueden reincorporarse en obras o venderse, generando utilidades adicionales.

Adicionalmente, los residuos pétreos (34,2 % del total) pueden reincorporarse en obras o venderse, generando utilidades adicionales. Para este ejercicio se asumió un valor de \$20.000/ton como referencia conservadora para materiales reciclados, lo que representa \$1.046 millones/año adicionales en el escenario base.

Bajo estas premisas, y evaluando en 10 años a una tasa de descuento del 10% se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 22

Cálculo TIR y VPN (10%) y año de Payback

Escenario	Beneficios netos una vez la planta entra en operación. En millones/año	TIR	VPN (10%) En millones	Payback
Conservador (solo ahorros por disposición evitada)	ahorra \$2.161 al no pagar disposición	24,3%	\$2.575	Año 7
Base (ahorro + valorización del 34% equivalente a los RCD pétreos)	ahorra \$2.162 + gana \$1.046 por valorización de pétreos = \$3.208	37,3%	\$5.687	Año 6
Alto (Ahorros y valorización de hasta el 50% de RCD)	ahorra \$2.162M + gana \$1.749M = \$3.911	44%	\$7.778	Año 6

Nota: Elaboración propia.

Es importante precisar que estos cálculos contemplan únicamente los residuos de las obras internas. Si en una segunda fase se incluyeran también los RCD de las obras externas contratadas por la Empresa, los volúmenes gestionados aumentarían de manera exponencial, incrementando significativamente el VPN y la TIR, y reduciendo aún más el periodo de recuperación de la inversión.

Desde la perspectiva de fuentes de financiación, por el carácter público del proyecto y su alineación con la economía circular, se recomienda estructurar una mezcla de recursos concesionales y contrapartida. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) —que ya

apoyó la formulación de la Hoja de Ruta— es el aliado natural para cubrir alrededor del 70–80 % de la inversión mediante crédito blando con periodo de gracia durante las fases de implementación y amortización de mediano y largo plazo; el 20–30 % restante puede asumirse como contrapartida EAAB-ESP (presupuesto de inversión, cooperación técnica distrital/nacional y/o recursos propios).

Complementariamente, pueden explorarse bonos verdes corporativos y plataformas/fondos climáticos que asignan montos predefinidos a proyectos verdes de entidades públicas, replicando el esquema de cofinanciación utilizado para la Hoja de Ruta. Esta combinación facilita el cierre financiero, especialmente del componente de infraestructura de planta que, por su naturaleza de única vez, concentra el mayor esfuerzo de capital.

8.5. Socialización de la propuesta metodológica y el plan de implementación

La sustentación del proyecto de grado se realizó el 3 de septiembre de 2025 a las 12:00 pm ante el Director de Saneamiento Ambiental, Doctor Miguel Núñez Torres, dependencia que hace parte de la Gerencia Corporativa Ambiental de la EAAB-ESP. Durante la sesión, el Director resaltó que la propuesta se encuentra enmarcada en el contexto institucional de la Empresa y plantea el manejo ideal para garantizar el aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición. Señaló que el trabajo responde a una necesidad real al priorizar la circularidad como principio rector en la gestión de materiales y recomendó fortalecer el componente de cultura organizacional, de manera que los colaboradores reconozcan los beneficios que este tipo de proyectos aportan a la Empresa, al ecosistema y a los seres vivos. Igualmente, destacó que la propuesta permitiría dar cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 507 de 2023, consolidando un esfuerzo institucional en línea con la normativa ambiental vigente.

El Doctor Núñez agregó que la meta de incorporar un tratamiento final para los residuos generados, aunque no corresponde de forma directa a la misión de la EAAB-ESP, constituye un valor agregado que puede convertirse en un caso de negocio complementario al propósito principal de garantizar los servicios a los usuarios de Bogotá. Señaló, además, que, al estar la Empresa catalogada como carbono neutro, este tipo de

iniciativas permitiría avanzar hacia la meta de carbono cero, reforzando el liderazgo ambiental de la entidad.

Finalmente, subrayó la importancia de promover esquemas de simbiosis público–privada y la búsqueda de patrocinios con empresas internacionales para financiar la iniciativa, dado que los mayores costos se concentran en la inversión de infraestructura y en su operación.

9. Conclusiones y Recomendaciones

A partir del análisis documental y bibliográfico, se identificaron referentes teóricos y buenas prácticas internacionales en gestión de proyectos con enfoque en sostenibilidad, economía circular y manejo de residuos de construcción y demolición. Estas referencias permitieron establecer variables clave para el diseño metodológico, tales como la integración de criterios ambientales, sociales y económicos, el uso de indicadores de desempeño sostenible, y la incorporación de enfoques como PRiSM y el modelo P5. Además, se destacaron experiencias exitosas en contextos similares al de la EAAB – E.S.P., lo que facilitó la construcción de una propuesta ajustada a los desafíos institucionales y normativos del contexto local.

En cuanto al diagnóstico de la gestión actual de los RCD en la EAAB – E.S.P., se evidenció que, si bien existe una disposición institucional hacia la sostenibilidad, las prácticas actuales presentan limitaciones en aspectos como la clasificación en la fuente, trazabilidad, infraestructura adecuada y aprovechamiento in situ de los residuos. La cultura organizacional ha avanzado parcialmente en la adopción de prácticas circulares, sin embargo, persisten brechas en formación, monitoreo e integración transversal del enfoque ambiental en los proyectos. Este diagnóstico confirmó la necesidad de una transformación progresiva y estructurada en los procesos internos de la empresa para lograr una gestión eficiente y sostenible de los RCD.

La propuesta metodológica formulada responde a esta necesidad mediante una estructura compuesta por fases secuenciales, herramientas específicas y un conjunto de indicadores alineados con principios de sostenibilidad y economía circular. El modelo propuesto combina enfoques tradicionales de gestión con estándares internacionales como PRINCE2 y PRiSM, e integra elementos del estándar P5 para evaluar los impactos sociales, ambientales, económicos, del proceso y del producto. Esta metodología busca orientar la gestión de los proyectos hacia un modelo de circularidad, facilitando su aplicación operativa dentro de la EAAB – E.S.P. y asegurando la replicabilidad en otros contextos similares. Además, al estructurar los proyectos institucionales bajo un enfoque de sostenibilidad y circularidad, la propuesta permite su aplicación más allá de los RCD generados por obras internas. Gracias a su diseño modular y adaptable, se abre la

posibilidad de implementar el modelo en otros tipos de residuos y proyectos. La gestión ágil y los principios del tailoring facilitarán su adaptación a distintos entornos organizacionales, consolidando la transformación institucional hacia un modelo de economía circular y fortaleciendo el liderazgo ambiental de la EAAB – E.S.P.

El Plan de Implementación desarrollado establece acciones concretas para operacionalizar la propuesta metodológica, priorizando la actualización normativa, la capacitación del personal, el fortalecimiento de la infraestructura de acopio y la implementación de mecanismos de seguimiento y evaluación. Este plan plantea una implementación progresiva por fases, iniciando con proyectos piloto, con metas claras y responsables definidos. De esta manera, la EAAB – E.S.P. podrá avanzar hacia una gestión integrada, eficiente y sostenible de los RCD, alineada con la normativa vigente, el Plan Estratégico Institucional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La propuesta metodológica formulada representa una herramienta práctica y estratégica para transitar hacia una gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición en la EAAB – E.S.P. Su diseño modular y adaptable, sustentado en el tailoring, permite su implementación gradual y escalable a otros tipos de proyectos. Al estar alineada con estándares internacionales como PRINCE2, PRiSM, P5 y los ODS, esta metodología no solo cumple con los requerimientos normativos locales, sino que también fortalece el liderazgo institucional en materia de economía circular. Su implementación efectiva dependerá de una transformación progresiva en la cultura organizacional, el compromiso de las partes interesadas y el fortalecimiento de los sistemas de información y trazabilidad.

10. Referencias

A. B. Bedoya, "Propuesta para el manejo integral de los residuos de la construcción y la demolición caso de aplicación: Medellín", Bachelor Thesis, Facultad de ingeniería, Ingeniería Ambiental, Universidad de San Buenaventura, 2011.

Asociación para la Gestión de Proyectos. (2019). APM Body of Knowledge 7 edition. Buckinghamshire, England: Association for Project Management.

Australian Institute of Management. (2023). RegPM Certification - Australian Institute of Project Management, CPPM Competency Standards v3.0. Australian: AIPM.

Axelos. (2017). *Managing Successful Projects with PRINCE2* (6th ed.). The Stationery Office.

Camacho J, & Vásquez L. BID (2024). Avanzando hacia un Modelo de Economía Circular en la Prestación de los Servicios Públicos de Agua y Saneamiento: Un caso de estudio.

Camacho Otero, J., Felipe Vásquez Correa, L., & Gómez Juan Carlos Rosero Gómez, D. (s/f). Avanzando hacia un Modelo de Economía Circular en la Prestación de los Servicios Públicos de Agua y Saneamiento: un caso de estudio Nota Técnica N° 0000 Autores.

Carboni, J., Duncan, W., González, M., Milsom, P., & Young, M. (2018). *Gestión de Proyectos Sostenibles: La Guía de Referencia de GPM* (2a ed.). GPM Global.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *Planificación para el desarrollo en América Latina y el Caribe: Enfoques, experiencias y perspectivas*. Naciones Unidas, CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45900-planificacion-desarrollo-america-latina-caribe-enfoques-experiencias-perspectivas>

Cordero Fernández de Córdova. (2017). Propuesta de un sistema de indicadores de sostenibilidad turística para destinos urbanos. *Ara: Revista De Investigación En Turismo*, 7(1), 41–51.

EAAB – E.S.P. (2023, 31 de marzo). Plan General Estratégico 2020-2024. Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/proyectos-planeacion-gestion-y-control/Plan_General_Estrategico

EAAB – E.S.P., CAEM & CCB. (2023, julio). SUB - FLUJO AGREGADOS PÉTREOS. Documento de Caso de Negocio proyecto: Punto Limpio de RCD (Formulación de la hoja de ruta de gestión circular, de agua potable y aguas residuales 2021 – 2026, en el marco del proyecto "Hacia un modelo circular en, la prestación de los servicios públicos de agua y, saneamiento de la EAAB, frente a los desafíos del, cambio climático" formulación de casos de, negocio para flujos de materiales, agua y energía, clave para la EAAB ESP), Bogotá, D.C., Colombia.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - ESP. (2025). *Resolución No. 0233 de 25/04/2025 COT por medio de la cual se adopta el Manual de Contratación de la EAAB-ESP.*

European Commission. (2020). *A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe*. Publications Office of the European Union. Obtenido de: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/45cc30f6-cd57-11ea-adf7-01aa75ed71a1/language-en>

EAAB - E.S.P. (2022, mayo 10). Información de la Entidad. Transparencia y Acceso a la Información Pública.

EAAB - E.S.P. (2023). Documento de Caso de Negocio proyecto: Punto Limpio de RCD. Girón, A. (2021) Metodologías de Gestión de Proyectos. Estudio comparativo y propuesta de guía de elección. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Sevilla.

Ellen MacArthur Foundation. (2023). *Circular economy for cities: A strategic approach*. <https://ellenmacarthurfoundation.org>

GPM Global. (2014). *P5 Standard for Sustainability in Project Management* (1st ed.). GPM Global.

Green Project Management. (2017). *The P5 Standard for Sustainability in Project Management* (1st ed.). GPM Global.

Hadida, S, Troilo, F. (2020): La agilidad en las organizaciones: Trabajo comparativo entre metodologías ágiles y de cascada en un contexto de ambigüedad transformación digital, Serie Documentos de Trabajo, No. 756, Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA), Buenos Aires

Hernández-Pajares, J. (2017). Determinantes de información de sostenibilidad de empresas peruanas. CAPIC REVIEW.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.

International Project Management Association (IPMA). (2015). Base para la Competencia Individual en Dirección de Proyectos, Programas y Carteras de Proyectos Versión 4.0. Zurich, Switzerland: c/o Advokaturbüro Maurer & Stäger, Fraumünsterstrasse 17 Postfach 2018, CH-8022 Zurich, Switzerland.

Invensis Learning. (2025, febrero 19). Understanding the PRINCE2 Business Case. Recuperado de <https://www.invensislearning.com/blog/prince2-business-caseexamples-templates/>

KPMG International. (2020). Project Management Survey Report 2020: The future of project management. KPMG International Cooperative. https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2020/12/the-time-has-come-executive-summary.pdf?utm_source=chatgpt.com

Madaster Foundation. (2023). *Material passports and circular construction*. <https://madaster.com/en>

Martens, M. L., & Carvalho, M. M. (2017). Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective. International

Journal of Project Management, 35(6), 1084–1102.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.04.004>

Motta – Sanjuan, Y. (2018). Metodologías para la sostenibilidad de los proyectos. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 8(8), 22–32.
<https://doi.org/10.22463/24221783.4171>

Navia, C.I. (2019). *Dirección y Gestión de Proyectos Inmobiliarios basado en la guía PMBOK y el uso*. Pamplona, España.

Núñez, D., Espinoza, L., & Rodríguez, M. (2020). Herramientas para la sostenibilidad en proyectos empresariales: balance social y GRI. *Revista Gestión y Ambiente*, 23(2), 35–52.

Project Management Association of Japan (PMAJ). (2016). *P2M Bibelot / English versión (Overview of P2M Third Edition)*. Higashi-Azabu, Minato-ku, Tokyo: PMAJ 2016.

Project Management Association of Japan. (2017). *P2M: A guidebook of program & project management for enterprise innovation (3rd ed., International edition)*. Cyber Creative Institute

Project Management Institute. (2018). *The standard for organizational project management (OPM)*. Project Management Institute

Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide) (7th ed.). PMI.

Rinaldi, L. & Bonacchi, M. (2007). A performance measurement system for sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 16(7), 461–473. Obtenido de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.596>

Riaño N., (2021). Estudio comparativo de metodologías tradicionales y ágiles aplicadas en la gestión de proyectos. Universidad Pontificia Bolivariana.

Secretaría Distrital de Ambiente. (s/f). Lineamientos de la política de RCD en Bogotá, D.C. <https://www.ambientebogota.gov.co/residuos-de-construccion-y-demolicion>.

United Nations Environment Programme. (2022). *Sustainable infrastructure and circular economy*. <https://www.unep.org>

Valentín, C., & Dávila, M. (2022). Evaluación de la sostenibilidad en la gestión del agua en contextos urbanos. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 18(1), 45–60.

Vázquez, S., Silviu, G., & Rodríguez, D. (2017). Sostenibilidad en la gestión de proyectos: Avances y desafíos. *Revista Iberoamericana de Proyectos*, 8(1), 15–30.

Vélez, J. A., Zapata, A. y Henao (2018), A. Gestión de Proyectos: origen, instituciones, metodologías, estándares y certificaciones. s.l.: Entre Ciencia e Ingeniería.

Vergara-Romero, G., Espitia, S., & Salazar, H. (2021). Formación y participación en proyectos sostenibles: una mirada desde la gestión organizacional. *Revista de Estudios Organizacionales*, 5(9), 12–28.

Willmott Dixon. (2010). The Impacts of Construction and the Built Environment Introduction Energy Use, Global Warming, Climate Change Resource Depletion, Waste and Recycling Pollution and Hazardous Substances in the Built Environment Planning, Land-use and Conservation Conclusion References.