



Arquitectura Empresarial para la Compañía Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.

Autores:

Luis Eduardo López Acosta

Carlos Iovanny Parra Chicuazuque

Félix Ricardo Pinzón Núñez

(Maestría Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos)

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería - Posgrados

Seminario Investigación Maestría – Trabajo de Grado Dirigido

Bogotá, Colombia

Enero 2026

Arquitectura Empresarial para la Compañía Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.

Autores:

Luis Eduardo López Acosta
Carlos Iovanny Parra Chicuazuque
Félix Ricardo Pinzón Núñez

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

Magister en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos

Director:

Edicson Jair Gil Acosta

Modalidad:

Trabajo Dirigido

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería - Posgrados
Seminario Investigación Maestría – Trabajo de Grado Dirigido
Bogotá, Colombia
Enero 2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 23/enero/2026

Dedicado A:

A Dios, por su infinita bondad en mi vida, a mis padres, por su gran ejemplo, nobleza, e inmenso amor, a mi esposa, por ser una increíble coequipera, y a mi hija, por brindarme motivos para crecer. **Félix**

Los caminos para encontrar las metas que son diferentes para todos, Dios que siempre ha guiado nuestros caminos, a mis padres por ser un faro durante toda mi vida, mi hermana y sus consejos, mi esposa por ser mi roca y mis hijos por darme energía para continuar. **Carlos**

A Dios, por brindarme fortaleza y guía durante este proceso. A mi esposa, a mi familia y, de manera especial, a mi hijo, por su apoyo incondicional y por ser mi mayor inspiración y motivación para culminar este proyecto académico, recordándome que la constancia y la disciplina convierten los esfuerzos en logros. **Luis**

Agradecimientos

Para la elaboración de este trabajo agradecemos el acompañamiento dedicado y decidido de nuestro director Edicson Jair Gil Acosta, quien acompañó desde nuestra formación en la maestría muchos de los conceptos aprendidos en arquitectura empresarial y su aplicación al entorno de la organización con la que trabajamos Eco Recuperadora Ambiental SAS, así mismo a los señores Director Administrativo y Comercial (Jaime Orlando Ardila) y el Director Logístico y de Presupuestos (Luis Martín Amézquita), por su apoyo en la recolección de información, el conocimiento de su compañía y la desinteresada ayuda para describir al detalle y aportar su praxis en el nicho de la recuperación de residuos, que llevó a este grupo de trabajo a consolidar la elaboración de este proyecto y los resultados del proceso académico.

Resumen

Este trabajo académico tiene como propósito diseñar un modelo de Arquitectura Empresarial para la empresa Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., organización dedicada a la gestión integral de residuos y recuperación de materiales aprovechables en Colombia, la empresa enfrenta desafíos relacionados con la falta de estandarización de procesos, limitada integración tecnológica y baja trazabilidad de la información, lo que afecta la eficiencia operativa y la toma de decisiones estratégicas.

Para abordar esta problemática, se empleó un enfoque metodológico mixto que combina análisis cualitativo y cuantitativo. En primer lugar, se realizó un diagnóstico organizacional mediante herramientas de análisis estratégico como PESTEL, las Cinco Fuerzas de Porter y la matriz DOFA, posteriormente, se aplicó un instrumento de medición basado en encuestas y entrevistas para evaluar el estado actual de la organización en los dominios de negocio, datos, aplicaciones y tecnología.

A partir de los resultados obtenidos, se realizó un análisis comparativo entre diferentes marcos de Arquitectura Empresarial, incluyendo Zachman, TOGAF, DoDAF y FEAF, seleccionando TOGAF como el marco más adecuado para el contexto de la empresa, con base en este modelo se desarrolló la arquitectura AS-IS, el análisis de brechas y la propuesta de arquitectura objetivo TO-BE.

Como resultado del estudio, se diseñó un modelo de Arquitectura Empresarial que integra los dominios de negocio, información, aplicaciones y tecnología, acompañado de una hoja de ruta de implementación y un portafolio de iniciativas estratégicas orientadas a

mejorar la eficiencia operativa, fortalecer la trazabilidad de los procesos y apoyar la transformación digital de la organización.

Este trabajo contribuye a proporcionar una estructura organizacional y tecnológica que permite a la empresa alinear su estrategia con sus capacidades operativas y tecnológicas, facilitando la toma de decisiones informadas y promoviendo un modelo de gestión sostenible dentro del sector de gestión de residuos.

Palabras clave: Arquitectura empresarial, gestión de residuos, transformación digital, optimización de procesos, sostenibilidad.

Abstract

This academic work is broadly divided into four main sections, the first section outlines the general design of the academic approach, including the introduction, objectives, and justification, it also includes the institutional framework, which provides a general description of Ecorecuperadora Ambiental, its operating conditions, and its market niche, broadly describing the central structure of the research, the second part covers the theoretical framework, describing the enterprise architecture models and their general variables, comparing them, and carrying out the qualification process to select the one to be applied to the project, in this case TOGAF, next, the methodological design addresses the internal and external analysis for the company and the validation instrument to be applied (interview), as well as the details of its structure.

The third part summarizes the application of the initial analysis (diagnosis) and the execution of the defined enterprise architecture exercise (TOGAF) in its three segments, AS-IS, gap analysis, and TO-BE, focusing on its four domains (Business, Data, Applications, and Technology). It also includes the design of the enterprise architecture model, which outlines the implementation path and a detailed analysis of capabilities, and the last part covers the implementation plan and project portfolio that will be delivered at the end of the research project, including, of course, the conclusions and recommendations.

Keywords: Enterprise architecture, Waste management, Sustainable management, Digital transformation, Process optimization, Sustainability.

Tabla de Contenido

Resumen	6
Abstract.....	8
Introducción.....	19
Objetivos	22
<i>Objetivo General</i>	<i>22</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>22</i>
Justificación	23
<i>Conveniencia de la Investigación</i>	<i>24</i>
<i>Viabilidad del Proyecto</i>	<i>25</i>
Marco Institucional.....	27
<i>Presentación General de la Empresa</i>	<i>27</i>
<i>Referentes Estratégicos</i>	<i>28</i>
Misión	28
Visión.....	29
Valores Corporativos de la Empresa	29
<i>Estructura Organizacional</i>	<i>29</i>
<i>Productos o Servicios Ofertados</i>	<i>30</i>
Valorización del Reciclaje.....	30
Materiales Aprovechables	31
<i>Análisis del Sector de Gestión Integral de Residuos en Colombia</i>	<i>31</i>
Contexto general del sector	31

Mercado de Gestión	31
Tendencias clave regulatorias.....	32
Uso de Tecnología.....	32
Retos del Sector:.....	32
Marco Teórico	33
<i>De la estrategia a la tecnología, ¿qué es Arquitectura Empresarial?.....</i>	<i>34</i>
<i>Estrategia.....</i>	<i>36</i>
<i>Beneficios.....</i>	<i>37</i>
<i>Marcos de Referencia y su aplicación</i>	<i>39</i>
<i>Zachman</i>	<i>40</i>
<i>TOGAF</i>	<i>42</i>
<i>DoDAF</i>	<i>44</i>
<i>FEAF</i>	<i>46</i>
<i>MRAE2</i>	<i>48</i>
<i>Dominios del Negocio y Tecnología.....</i>	<i>50</i>
<i>Estrategia (Negocio).....</i>	<i>52</i>
<i>Información (Datos).....</i>	<i>53</i>
<i>Aplicaciones.....</i>	<i>54</i>
<i>Tecnología (Sistemas de Información).....</i>	<i>54</i>
<i>Como aplicar Arquitectura Empresarial en una Organización.....</i>	<i>56</i>
<i>Modelo Ontológico – Flujos.....</i>	<i>57</i>
<i>Artefactos.....</i>	<i>58</i>
<i>Ciclos de Análisis y Brechas.....</i>	<i>60</i>
<i>Elección de Marco de Referencia para aplicar a la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S</i>	<i>62</i>

<i>Análisis Cualitativo a los Marcos de Referencia</i>	62
Cuantificación Comparativa.....	64
Diseño Metodológico del Proyecto	68
<i>Tipo de Investigación</i>	68
<i>Análisis Externo</i>	68
PESTEL.....	68
Cinco Fuerzas de Porter	69
DOFA.....	70
<i>Análisis Interno</i>	71
Tema propuesto.....	71
Objetivo de la Encuesta.....	71
<i>Identificación de las Variables</i>	72
<i>Instrumento de Medición</i>	74
Instrucciones de la Encuesta.....	77
<i>Validación de Instrumento de Medición</i>	79
<i>Ficha Técnica</i>	83
<i>Contribuciones Originales esperadas de la aplicación del instrumento y el proyecto</i>	84
<i>Impacto esperado</i>	85
<i>Condiciones de Beneficio</i>	85
Análisis de Situación Actual (Diagnóstico)	86
<i>Análisis de Preguntas de Dominios</i>	87
Dominio Negocio	90
Dominio Datos	93
Dominio Aplicaciones / Dominio Tecnología.....	95

<i>Elementos identificados de situación actual frente al instrumento.....</i>	<i>97</i>
<i>Elementos identificados de situación actual frente a entrevistas orales.....</i>	<i>98</i>
Modelo de Arquitectura Seleccionado (TOGAF) AS – IS.....	100
<i>Arquitectura de Negocio.....</i>	<i>100</i>
Situación actual del Negocio.....	100
Modelo de Negocio Actual.....	101
Capacidades actuales de Negocio.....	103
Indicadores de Negocio.....	104
Procesos As – Is (Modelo de Operación).....	105
<i>Arquitectura de Datos.....</i>	<i>108</i>
Situación Actual de los Datos.....	109
Tipos de Datos Existentes.....	109
Fuentes de Datos Principales.....	111
Uso Actual de la Información.....	111
<i>Arquitectura de Aplicaciones.....</i>	<i>112</i>
Inventarios de Aplicaciones y Sistemas de Información Actuales.....	113
Integración Actual.....	114
Problemas Actuales.....	115
<i>Arquitectura Tecnológica.....</i>	<i>116</i>
Inventario de Tecnología e Infraestructura Física Actual.....	117
Riesgos Actuales.....	118
<i>Gobierno y Gestión TI.....</i>	<i>119</i>
Modelo de Arquitectura Seleccionado (TOGAF) Brechas y Riesgos.....	121
<i>Aspectos Generales.....</i>	<i>121</i>
<i>Arquitectura de Negocio.....</i>	<i>122</i>

Mapa de Capacidades de Negocio.....	123
<i>Arquitectura de Datos</i>	123
<i>Arquitectura de Aplicaciones</i>	124
<i>Arquitectura de Tecnología</i>	125
Modelo de Arquitectura Seleccionado (TOGAF) TO - BE	127
<i>Arquitectura de Negocio</i>	127
Cadena de Valor	129
Modelo de Negocio	130
Capacidades Clave	130
Procesos To - Be (Modelo de Operación)	131
<i>Arquitectura de Datos</i>	134
Fuentes de información principales	134
Modelo de gestión del dato	136
Uso de datos	137
<i>Arquitectura de Aplicaciones</i>	138
Mapa de aplicaciones	138
Modelo de Interoperabilidad e Integraciones	140
<i>Arquitectura de Tecnología</i>	141
Infraestructura Base.....	141
Principios y componentes tecnológicos.....	143
Gobierno de TI	145
Cumplimiento.....	146
<i>Hoja de Ruta</i>	147
Fases	147
Ganancias rápidas – Victorias Tempranas.....	148

Iniciativas	149
Plan de Implementación y Portafolio	151
<i>Plan de Costos</i>	153
<i>Plan de Riesgos</i>	154
<i>Cronograma de Implementación</i>	156
<i>Plan Estratégico de Tecnologías de la Información (PETI)</i>	159
Portafolio de Iniciativas Estratégicas	160
Conclusiones y Recomendaciones	162
<i>Conclusiones</i>	162
<i>Recomendaciones</i>	164
Recomendaciones para Futuras Líneas de Investigación y Proyectos	166
Referencias	169

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación Sucursal Física (Google Maps).	27
Ilustración 2. Ubicación Sucursal Física Actual (Google Maps).....	28
Ilustración 3. Estructura Organizacional Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. (Elaboración propia).	30
Ilustración 4. Economía Circular (Elaboración propia // Asistido por IA).	32
Ilustración 5. Diagrama Marco Teórico (Elaboración propia).	33
Ilustración 6. La estrategia como centro de la acción empresarial (Elaboración propia). ..	36
Ilustración 7. Principales beneficios de la implementación de una Arquitectura Empresarial (Elaboración propia).	39
Ilustración 8. Etapas de la Investigación, basado en el Marco Zachman (Elaboración propia).	42
Ilustración 9. Ciclo central Marco TOGAF (Elaboración propia).	44
Ilustración 10. Modelo de uso de DODAF MD2 (Elaboración propia).	45
Ilustración 11. Modelo de Arquitectura FEAF (Elaboración propia).	47
Ilustración 12. Arquitectura del Marco MRAE MINTIC (Elaboración propia).	48
Ilustración 13. Dominios de Marco de Arquitectura Empresarial (Elaboración propia).	51
Ilustración 14. Modelo Ontológico para AE (Elaboración propia).	58
Ilustración 15. Ejemplo de artefacto para recopilación de información (Elaboración propia).	59
Ilustración 16. Artefacto Arquitectura Empresarial (Elaboración propia).	60
Ilustración 17. Ciclo e iteración de Arquitectura empresarial (Elaboración propia).	61
Ilustración 18. Análisis PESTEL de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. (Elaboración propia).	69
Ilustración 19. Análisis Cinco Fuerzas de Porter de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. (Elaboración propia).	70
Ilustración 20. Matriz DOFA de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. (Elaboración propia).	71
Ilustración 21. V de Aiken Inicial (Elaboración propia).	77
Ilustración 22. V de Aiken calculada para cada pregunta de la Fase 1 (Elaboración propia).	77
Ilustración 23. V de Aiken Ajustada (Elaboración propia).	82
Ilustración 24. V de Aiken calculada para cada pregunta de la Fase 2 - Ajustada (elaboración propia).	82
Ilustración 25. Promedio para cada pregunta (elaboración propia).	88
Ilustración 26. Dispersión para cada pregunta (elaboración propia).	88
Ilustración 27. Promedio por Variable – Total Encuestados (elaboración propia).	89
Ilustración 28. Promedio por dominio de Arquitectura Empresarial (elaboración propia). ..	90
Ilustración 29. Promedio para dominio Negocio (elaboración propia).	91
Ilustración 30. Promedio para dominio Datos (elaboración propia).	93
Ilustración 31. Promedio para dominio aplicaciones - tecnología (elaboración propia). ...	95

Ilustración 32. Proceso Registro de Solicitud. (Elaboración propia).....	106
Ilustración 33. Proceso Costes de Recolección. (Elaboración propia).	107
Ilustración 34. Proceso colocación de residuos. (Elaboración propia).	108
Ilustración 35. Diagrama tecnología existente (elaboración propia).	117
Ilustración 36. Mapa de Capacidades de Negocio. (Elaboración propia).....	123
Ilustración 37. Cadena de Valor TO – BE (elaboración propia).....	129
Ilustración 38. Proceso TO - BE Gestión de solicitudes (elaboración propia).	132
Ilustración 39. Proceso TO - BE Colocación de Residuos (elaboración propia).....	133
Ilustración 40. Proceso TO - BE Gestión financiera (elaboración propia).	134
Ilustración 41. Diagrama tecnología propuesta TO-BE (elaboración propia).	145

Listado de Tablas

Tabla 1. Comparación de marcos de Arquitectura Empresarial	50
Tabla 2. Calificación Cualitativa Marcos de Referencia AE.....	63
Tabla 3. Tabla de Conversión de colores Cuantificación Comparativa.....	65
Tabla 4. Calificación Cuantitativa Marcos de Referencia AE.....	66
Tabla 5. Artefacto alineación de variables con capacidades organizacionales.....	73
Tabla 6. Artefacto alineación de variables con AE.....	74
Tabla 7. Encuesta Análisis Situacional Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.....	76
Tabla 8. Encuesta Análisis Situacional Ecorecuperadora Ambiental S.A.S (Ajustada).....	81
Tabla 9. Ficha Técnica Instrumento de Medición.....	84
Tabla 10. Artefacto análisis de preguntas de dominio de negocio (elaboración propia)....	92
Tabla 11. Artefacto análisis de preguntas de dominio de datos (elaboración propia).....	94
Tabla 12. Artefacto análisis de preguntas de dominio de aplicaciones/tecnología (elaboración propia).....	96
Tabla 13. Artefacto análisis condiciones identificadas encuesta (elaboración propia).....	98
Tabla 14. Artefacto análisis condiciones entrevista (elaboración propia).....	99
Tabla 15. Artefacto componentes modelo de negocio actual	102
Tabla 16. Artefacto capacidades de Negocio.....	103
Tabla 17. Artefacto áreas y estructura organizacional actual.....	104
Tabla 18. Artefactos indicadores de negocio.....	105
Tabla 19. Artefacto tipos de datos existentes.....	110
Tabla 20. Artefacto fuentes de datos.....	111
Tabla 21. Artefacto inventario de Aplicaciones / Sistemas de Información.....	114
Tabla 22. Artefacto problemas actuales de las aplicaciones.....	116
Tabla 23. Artefacto inventario de tecnología e infraestructura física.....	118
Tabla 24. Artefacto riesgos Actuales de la Arquitectura Tecnológica.....	119
Tabla 26. Artefacto riesgos actuales en Gobierno y Gestión TI.....	120
Tabla 26. Artefacto análisis de Brechas Generales de la AE.....	121
Tabla 27. Artefacto análisis de Brechas del Dominio del Negocio.....	122
Tabla 28. Artefacto análisis de Brechas del Dominio de Datos.....	124
Tabla 29. Artefacto análisis de Brechas del Dominio de Aplicaciones.....	125
Tabla 30. Artefacto análisis de Brechas del Dominio de Tecnología.....	126
Tabla 31. Artefacto definiciones estratégicas para negocio (elaboración propia).....	129
Tabla 32. Artefacto modelo de negocio (elaboración propia).....	130
Tabla 33. Artefacto capacidades del negocio (elaboración propia).....	131
Tabla 34. Artefacto fuente de información principal de negocio (elaboración propia)....	135
Tabla 35. Artefacto modelo de gestión de los datos (elaboración propia).....	136
Tabla 36. Artefacto uso de datos en los procesos (elaboración propia).....	138
Tabla 37. Artefacto mapa de aplicaciones de negocio (elaboración propia).....	139
Tabla 38. Artefacto modelo de interoperabilidad (elaboración propia).....	141
Tabla 39. Artefacto infraestructura base de operación (elaboración propia).....	143
Tabla 40. Artefacto principios tecnológicos (elaboración propia).....	144
Tabla 41. Artefacto roles de gobierno TI (elaboración propia).....	146

Tabla 42. Artefacto cumplimiento normativo (elaboración propia).	147
Tabla 43. Artefacto fase de hoja de ruta (elaboración propia).	148
Tabla 45. Artefacto ganancias tempranas (elaboración propia).	149
Tabla 45. Artefacto iniciativas y/o proyectos (elaboración propia).	150
Tabla 46. Artefacto plan de costos (elaboración propia).	154
Tabla 47. Artefacto plan de riesgos (elaboración propia).	156
Tabla 48. Artefacto cronograma de implementación (elaboración propia).	159
Tabla 49. Artefacto PETI – Portafolio de iniciativas estratégicas (elaboración propia). .	160

Introducción

La acelerada transformación tecnológica y los constantes cambios en los modelos de negocio han impulsado a las organizaciones a replantear sus estructuras y procesos para responder a las exigencias del mercado y del entorno regulatorio colombiano (Jacobs et al., (2010), en este contexto, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) enfrentan retos adicionales en términos de innovación, eficiencia operativa y adopción de tecnologías (Hamidani, (2025), así, la Arquitectura Empresarial (A E) se configura como una herramienta estratégica para integrar la visión de negocio con la gestión operativa y tecnológica, facilitando la toma de decisiones basada en información confiable y estructurada (Abdallah, (2021).

La empresa Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., dedicada a la gestión integral de residuos y la recuperación de materiales aprovechables, representa un ejemplo relevante en el sector ambiental colombiano, en el que la optimización de procesos y la sostenibilidad se convierten en factores determinantes para la competitividad. Su propósito es contribuir a la mitigación de pasivos ambientales mediante la valorización de residuos industriales y comerciales, pero enfrenta desafíos estructurales como la falta de estandarización de sus procesos, la limitada integración tecnológica y la ausencia de un modelo de gestión que articule su estrategia con las operaciones (Gomes, (2015).

El problema central identificado radica en la inexistencia de un marco organizacional que alinee las capacidades estratégicas, operativas y tecnológicas de la empresa. Esta desarticulación genera duplicidad de esfuerzos, baja trazabilidad de la

información y poca eficiencia en la toma de decisiones. Frente a este panorama, surge la pregunta de investigación:

¿Cómo puede un modelo de Arquitectura Empresarial contribuir a mejorar la alineación estratégica, operativa y tecnológica de la empresa Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.?

La AE, entendida como el conjunto de principios, métodos y modelos que permiten diseñar la estructura organizacional y tecnológica de una empresa (Ettahiri, (2025) busca precisamente esa integración entre estrategia y ejecución. En la literatura, se identifica que uno de los marcos más adoptados es TOGAF, cuya versión 9.2 está disponible libremente para descarga y aborda la gobernanza y la alineación estratégica (Busch, (2025) Por otro lado, la medición del impacto de la AE también ha sido abordada desde un marco de efectividad, por ejemplo, en los trabajos de Nkundla-Mgudlwa, (2017) quienes señalan que para justificar la inversión en AE se deben demostrar efectos positivos organizacionales.

Este trabajo de grado propone el diseño de un modelo de Arquitectura Empresarial adaptado al contexto de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., con el fin de establecer un marco de gobernanza que fortalezca su gestión organizacional, la trazabilidad de los procesos y la integración tecnológica. Para ello, se adopta un enfoque metodológico mixto que combina análisis cualitativo y cuantitativo. Se aplican herramientas como el análisis PESTEL, las Cinco Fuerzas de Porter y la matriz DOFA, junto con una encuesta de diagnóstico situacional que permite identificar brechas en los dominios de negocio, información, aplicaciones y tecnología.

Con base en estos resultados, se realiza una comparación entre los principales marcos de referencia de AE (Zachman Framework, TOGAF, DoDAF, FEAF) para determinar el más adecuado al entorno de la empresa, considerando criterios como flexibilidad, escalabilidad, gobernanza y alineación estratégica (Bonnet, (2009), el modelo resultante permitirá proponer un plan de intervención estructurado, orientado a la optimización de procesos, la gestión del conocimiento y la definición de un modelo organizacional sostenible y tecnológicamente integrado.

En síntesis, la aplicación de la AE en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. busca fortalecer la alineación entre los objetivos estratégicos y las capacidades tecnológicas, optimizar los procesos internos y sentar las bases para la transformación digital de la compañía. Una AE efectiva permite visualizar la interdependencia entre estrategia, procesos y tecnología, convirtiéndose en un habilitador clave de la eficiencia organizacional y de la sostenibilidad económica y ambiental.

Finalmente, el presente documento se estructura en cuatro capítulos principales. En primer lugar, se presenta el marco institucional y el contexto del sector de gestión de residuos en Colombia. Posteriormente, se desarrolla el marco teórico relacionado con la arquitectura empresarial y sus principales marcos de referencia. En el tercer capítulo se describe el diseño metodológico y el diagnóstico de la situación actual de la empresa. Finalmente, se presenta el modelo de arquitectura empresarial propuesto, junto con la hoja de ruta de implementación, el portafolio de iniciativas estratégicas y las conclusiones del estudio.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar el modelo de Arquitectura Empresarial en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.

Objetivos Específicos

- Revisar el estado de la literatura para los enfoques teóricos y metodológicos identificando variables que fundamenten el modelo de arquitectura empresarial en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.
- Analizar el estado actual de procesos, estructura y tecnología como base para el modelo de arquitectura empresarial en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S, incluyendo brechas del modelo organizacional y los procesos.
- Definir el modelo de arquitectura empresarial incluyendo los flujos de trabajo, roles, responsabilidades y métricas de desempeño en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.
- Entregar el modelo de arquitectura empresarial para Ecorecuperadora Ambiental S.A.S con el plan de acción para implementación futura.

Justificación

El análisis de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) ha generado siempre un debate frente al uso de diferentes metodologías para ayudarlas a prosperar, parte de las políticas estatales y de gobierno han propendido por el fortalecimiento de los ecosistemas de intercambio comercial como reza en la ley, para el decreto 410 de 1971 que establece el código de Comercio para Colombia y cuya aplicación está ampliamente extendida en la industria, sin embargo muchas de las políticas y sus aplicaciones no contienen un foco estratégico completo, es allí donde las metodologías ampliamente difundidas como TOGAF (OpenGroup, (2025) o ZACHMAN (Zachman, (2025) cobran suma relevancia, al ser marcos que permiten realizar ejercicios de revisión mucho más profundos y que encadenan los diferentes niveles de funcionamiento de la organización (estratégico, táctico y operativo), es por esto que es tan importante la investigación y aplicación de modelos de arquitectura empresarial a las PYMES, buscando de esta manera entregar un panorama más claro de su situación actual y futura.

En esencia estos análisis garantizan que las pequeñas compañías puedan acceder a estructuraciones más sólidas a nivel de su estrategia sin olvidar su esencia comercial, como menciona en su análisis González et al., (2019) existen varias herramientas que permiten la estandarización de los procesos y además organizar la información de manera más clara y contundente, entre ellas los ejercicios de arquitectura empresarial, lo que a su vez genera esquemas de toma de decisiones más informados y con menores riesgos, en el caso de la Ecorecuperadora ambiental S.A.S, la implementación de AE y su plan de acción es muy relevante, porque le permitirá entender su situación actual y cual podría ser su camino

hacia ese estado deseable futuro, entendiendo como se encuentra en los dominios estratégicos y tecnológicos, alineada con los objetivos definidos para este trabajo.

Es importante mencionar que la compañía objeto de este trabajo pertenece al sector productivo y su labor de gestión en el modelo de transformación de materias primas reutilizables es un pilar que varios estudios han observado, en el caso de la revisión de Acevedo et al., (2010) hace hincapié en que la innovación asegura que las compañías del sector productivo puedan crecer de manera sostenida, dado que su comportamiento orgánico no es igual o comparables al de las grandes empresas, allí radica la importancia de brindar a la Ecorecuperadora ambiental S.A.S una herramienta excepcional en el resultado del ejercicio de arquitectura empresarial, que le permita tomar decisiones y alinear su rumbo con tendencias tecnológicas y de innovación que le ayuden a crecer y a ser sostenible en el tiempo.

Conveniencia de la Investigación

Dentro del alcance definido para el presente proyecto, algunos de los beneficios e impacto para la empresa Ecorecuperadora Ambiental S.A.S, en su transformación operativa en materia de gestión sostenible de residuos.

- Eficiencia en procesos: Eliminación de redundancias y cuellos de botella mediante la estandarización y documentación de procesos y flujos de trabajo.
- Trazabilidad: Capacidad de demostrar el modelo de operación de la empresa mediante procesos documentados y digitalizados.
- Diferenciación: Empresa más ágil y transparente en sus procesos, atractiva para clientes industriales más exigentes.

- Fortalecimiento normativo: Al asegurar la documentación de cumplimiento obligatorio en materia de regulaciones ambientales y mitigar posibles riesgos de incumplimientos.
- Automatización: Conocer propuestas sobre contenido, uso e implementación de herramientas digitales para el modelo de operación de la empresa, su página web corporativa y redes sociales.
- Documentación estructurada: Acceso a información estructurada y de calidad de su Modelo Organizacional y de Procesos

Este proyecto se alinea con el propósito académico y el plan de estudios de la Maestría en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos, ya que integra las competencias gerenciales y tecnológicas adquiridas para:

- Asegurar la información y los recursos estratégicos de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S promoviendo el uso de tecnologías digitales.
- Diseñar y proponer un modelo de arquitectura empresarial incluyendo un modelo organizacional y de procesos que impulse la transformación operativa y genere ventajas competitivas en el sector de la gestión integral de residuos.
- Aplicar conocimientos en gestión de proyectos TI para diseñar y proponer la implementación de herramientas que optimicen la trazabilidad, automatización y cumplimiento normativo.

Viabilidad del Proyecto

Dentro de las sesiones de entendimiento para el levantamiento de información, entrevistas y visitas realizadas con la empresa Ecorecuperadora ambiental S.A.S, se hizo

énfasis en los beneficios que pueden percibir con este trabajo, a lo que se afirma como puntos clave:

1. Se tiene acceso a la información esencial de la empresa (financiera, logística, proveedores y demás).
2. Se tiene acceso a las instalaciones y estructura de actividades que se realizan en el día a día para los procesos.
3. Se tiene acceso al personal, directivo y operativo y están en la disposición de intercambiar información, opiniones y conocimiento tácito de los procesos de la empresa.
4. Se tiene el apoyo del equipo directivo para la realización del trabajo, la elaboración de los artefactos, su análisis, compartir sus puntos de vista, necesidades y escenarios deseables a futuro.
5. Se tiene la facilidad del diagnóstico por el tamaño de la empresa, una sucursal física, dieciséis empleados y una plantilla de clientes, proveedores y aliados de negocios que está bien documentada.
6. La empresa y sus directivos están en la total disposición de intercambiar información y de recibir con gusto el resultado del ejercicio, que les permita contar con un modelo organizacional más concreto y alineado con sus necesidades.
7. Con estos puntos se considera que el proyecto es viable, ejecutable en tiempo y puede enmarcarse en entregables definidos.

Marco Institucional

Presentación General de la Empresa

Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. es una empresa colombiana dedicada a la gestión integral de residuos, especializada en la recuperación de materiales aprovechables para los sectores industrial y comercial, así como en la disposición final de residuos peligrosos. Su propuesta de valor se fundamenta en la prestación de soluciones ambientales integrales que garantizan el cumplimiento de la normatividad vigente, apoyándose en alianzas con gestores autorizados, la compañía inició su operación en la ciudad de Bogotá (ver Ilustración 1), en una ubicación estratégica que le permitió consolidar su base inicial de clientes industriales y comerciales.

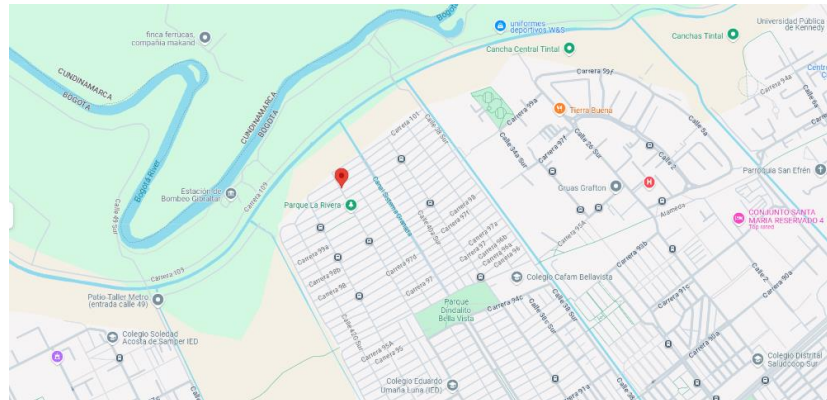


Ilustración 1. Ubicación Sucursal Física (Google Maps).

Como parte de su estrategia de crecimiento y optimización logística, la empresa decidió trasladar su operación principal al municipio de Funza (ver ilustración 2), considerando la cercanía a parques industriales, la reducción de costos operativos y la centralización de la recolección de residuos. Este cambio permitió mejorar los tiempos de desplazamiento, optimizar el uso de la flota de transporte y aumentar la eficiencia operativa.

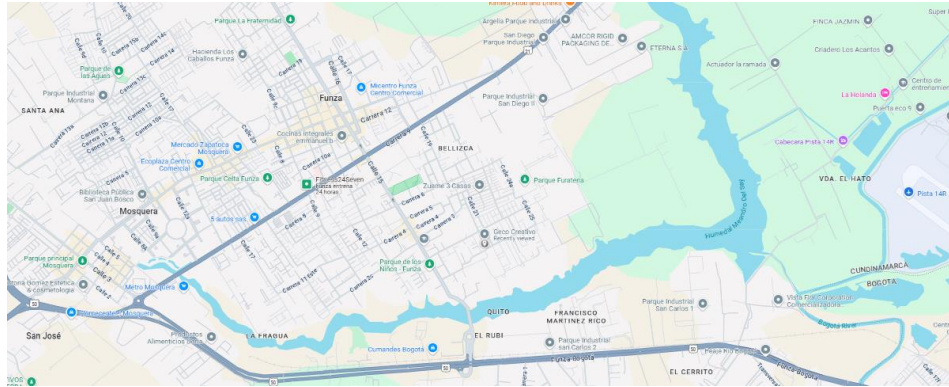


Ilustración 2. Ubicación Sucursal Física Actual (Google Maps).

Actualmente, Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. opera desde esta ubicación centralizada, atendiendo clientes de diversos sectores productivos y consolidándose como una empresa mediana con un enfoque sostenible y de crecimiento progresivo.

Referentes Estratégicos

Aunque la empresa no contaba inicialmente con una formulación estratégica formal, a partir del proceso de levantamiento de información se definieron referentes estratégicos preliminares que orientan su operación y desarrollo.

Misión

¹Ofrecer soluciones integrales y sostenibles para la gestión ambientalmente responsable de residuos, promoviendo el aprovechamiento de materiales en sectores industriales y comerciales. A través de un trabajo comprometido, alianzas con gestores autorizados y el cumplimiento riguroso de la normatividad ambiental colombiana,

¹ Misión construida a partir de la información recolectada en entrevistas con el equipo directivo de la Ecorecuperadora

contribuimos activamente a la mitigación de pasivos ambientales y al fortalecimiento de la economía circular en el país.

Visión

²Para el año 2030, consolidarnos como una empresa referente a nivel nacional en la gestión integral de residuos, reconocida por su liderazgo en innovación, eficiencia operativa y compromiso con la sostenibilidad ambiental, siendo un aliado estratégico clave para empresas de múltiples sectores en la transición hacia modelos de producción más limpios y responsables.

Valores Corporativos de la Empresa

- Sostenibilidad Ambiental
- Innovación Circular
- Compromiso y respeto con el Cliente
- Mejora Continua e Impacto Social Positivo

Estructura Organizacional

Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. cuenta con una estructura organizacional funcional y de carácter horizontal (ver ilustración 3), diseñada para facilitar la comunicación directa y la toma ágil de decisiones. Esta estructura permite responder con flexibilidad a las necesidades operativas del negocio, manteniendo un adecuado control administrativo y logístico.

² Ídem

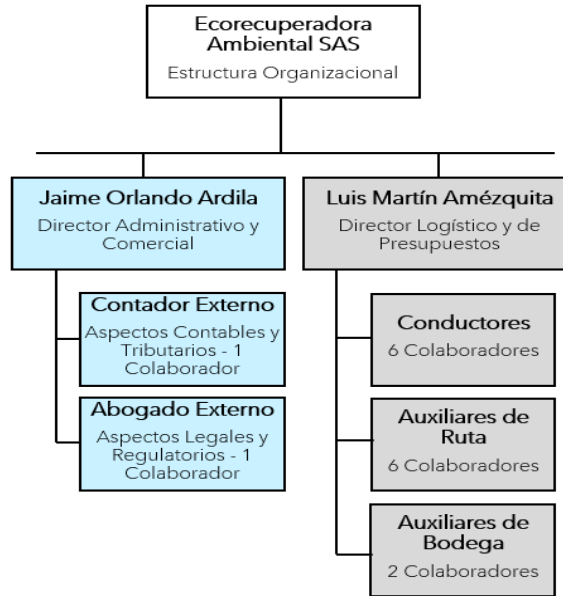


Ilustración 3. Estructura Organizacional Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. (Elaboración propia).

Productos o Servicios Ofertados

Ecorecuperadora Ambiental S.A.S ofrece dentro de su portafolio los siguientes servicios ambientales:

- Compra y comercialización de residuos aprovechables y excedentes industriales
- Destrucción de mercancía (protección de marca)
- Destrucción archivo confidencial
- Manejo y disposición de residuos peligrosos – RESPEL y posconsumo
- Manejo y disposición de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos – RAEOS
- Disposición de residuos orgánicos
- Compra de maquinaria obsoleta

Valorización del Reciclaje

Los materiales susceptibles de aprovechamiento, excedentes industriales, productos no conformes, maquinaria obsoleta y demás residuos que se convierten en pasivos

ambientales componen un valor económico para su generador, razón por la cual Ecorecuperadora Ambiental S.A.S define precios para la compra de estos materiales.

Materiales Aprovechables

Cartón, papel archivo, papel periódico, botellas plásticas, envases de vidrio, aceite de cocina, Tetra Pak, plástico, envases de aseo, latas de bebidas, aluminio y desechables plásticos y aparatos electrónicos y/o equipos de cómputo, adicional a los servicios de recolección y disposición de residuos Ecorecuperadora Ambiental S.A.S ofrece a sus clientes como valor agregado capacitación a sus colaboradores en temas ambientales y de gestión integral de residuos.

Análisis del Sector de Gestión Integral de Residuos en Colombia

Contexto general del sector

Colombia produce aproximadamente 12 millones de toneladas anuales de residuos sólidos, de los cuales solo el 17% se aprovecha (Minambiente, (2022)). Los residuos industriales representan el 30% del total, con un crecimiento anual aproximado entre el 5 y 7% (DANE, (2023)).

Mercado de Gestión

El sector de gestión de residuos facturó \$2.1 billones COP en 2022, con una proyección de 8.3% CAGR (2023-2030) (Servicios Públicos Domiciliarios, (2023)). Solo 15% de los gestores están formalizados y cuentan con licencias ambientales completas (Servicios Públicos Domiciliarios, (2024)).

Tendencias clave regulatorias

- Ley 2232 de 2022 (Economía Circular): Establece metas obligatorias de aprovechamiento para empresas industriales (30% para 2025, 50% para 2030).
- Resolución 1407 de 2018: Obliga a grandes generadores a reportar sus residuos peligrosos (RP) y no peligrosos (RNP) (Minambiente & Sostenible, (2018)).

Uso de Tecnología

- Rastreo y trazabilidad: Uso de GPS y blockchain para certificar disposición final (Ejemplo la Plataforma SIGRES del MinAmbiente).
- Sensores IoT en bodegas para monitoreo de RP (Gutiérrez, (2022), Automatización: Separación robótica de materiales en plantas de aprovechamiento (Peña, (2021), Big Data para predecir generación de residuos en zonas industriales (Cárdenas & López, (2021)).

Retos del Sector:

- Informalidad: 45% de la recolección de RNP es informal (Servicios Públicos Domiciliarios, (2024), Costos: Transporte representa 60% de los gastos operativos (DANE, (2023), Competencia: Startups como Ática y Circular están digitalizando la logística inversa.

El sector de gestión de residuos en Colombia está en plena transición hacia la economía circular (ver ilustración 4), con oportunidades claras en RP y uso de nuevas tecnologías innovadoras. Ecorecuperadora Ambiental S.A.S puede capitalizar su experticia en industrias reguladas y adoptar herramientas como IoT y Blockchain para diferenciarse.



Ilustración 4. Economía Circular (Elaboración propia // Asistido por IA).

Marco Teórico

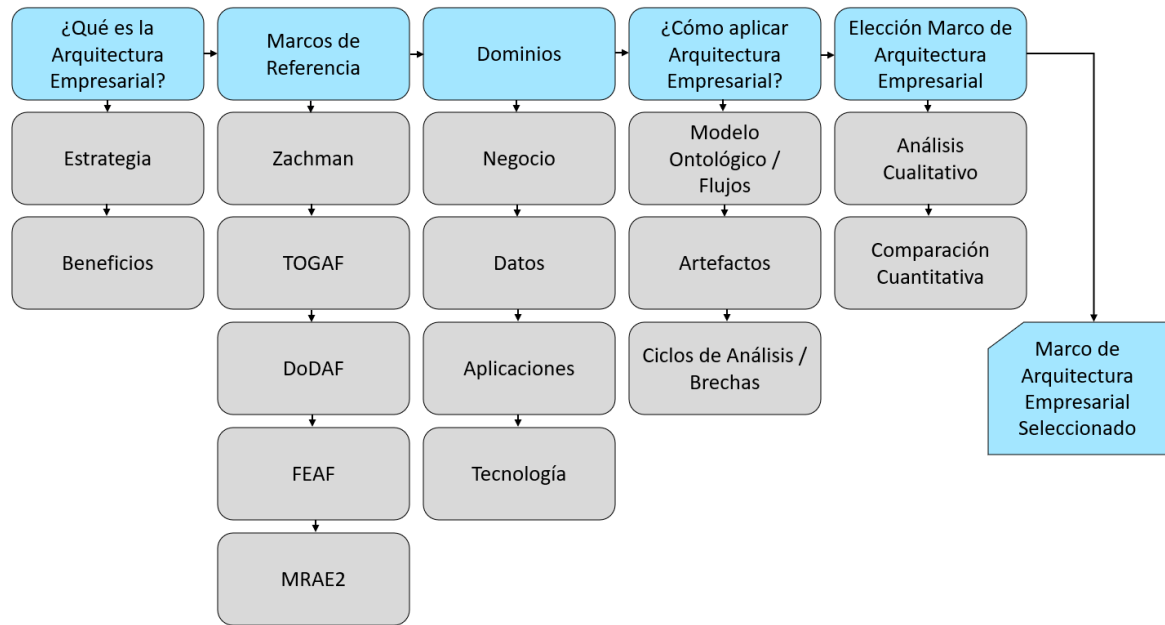


Ilustración 5. Diagrama Marco Teórico (Elaboración propia).

La ilustración 5 presenta el esquema conceptual que orienta el desarrollo del marco teórico de la investigación, integrando los principales conceptos asociados a la Arquitectura Empresarial y su relación con los dominios organizacionales de negocio, datos, aplicaciones y tecnología, este diagrama permite visualizar de manera estructurada cómo los diferentes marcos de referencia analizados, como Zachman, TOGAF, DoDAF y FEAF, contribuyen a la comprensión de la arquitectura organizacional y a la alineación entre estrategia, procesos y sistemas de información, de acuerdo con Lankhorst et al., (2017), la arquitectura empresarial facilita la representación integral de una organización mediante modelos que permiten comprender la relación entre sus componentes estratégicos, operativos y tecnológicos, lo cual resulta fundamental para apoyar procesos de transformación organizacional y toma de decisiones estratégicas.

La arquitectura empresarial (en adelante AE) surge como la evolución del proceso ya extendido en el siglo XX como parte de lo que se denominaba planificación de sistemas de negocio, en su primer acercamiento J. Zachman, (1987) habló de lo que él contemplaba como un “marco”, que al final es la composición que logra integrar los dominios del negocio (estrategia e información) con los técnicos (aplicaciones y tecnología) en un proceso que permite visualizar a través de “vistas” o representaciones las capas de las que está compuesta una organización, para la toma de decisiones informadas y basadas en información relevante, haciéndolas más eficaces y eficientes.

En el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) como Ecorecuperadora Ambiental S.A.S, considerada una pequeña empresa por su número de empleados (menos de 20), cuyo crecimiento y sostenibilidad están directamente relacionados con su capacidad para integrar procesos, personas y tecnología de manera eficiente. La AE no solo permite alinear la estrategia organizacional con sus capacidades operativas, sino que facilita la identificación de brechas estructurales y la priorización de iniciativas de mejora que apoyen su transformación digital. Tal como lo plantea Shah & El Kourdi, (2007), una arquitectura empresarial efectiva proporciona una hoja de ruta estructurada que permite visualizar interdependencias, gestionar riesgos y optimizar inversiones en tecnología, aspectos fundamentales en entornos empresariales con recursos limitados y alta presión regulatoria como el de la gestión de residuos en Colombia.

De la estrategia a la tecnología, ¿qué es Arquitectura Empresarial?

La necesidad de la aplicación de AE parte de la complejidad que se ha sumado a los sistemas y las compañías para el desarrollo de sus funciones, en la revisión de Porter &

Millar, (1985) se muestra como la estrategia cada vez está más ligada a las ventajas competitivas y como en esa evolución de los procesos industriales, la tecnología y los sistemas de información cobran más importancia, así mismo como se transforman los procesos que están arraigados en la esencia de las empresas en las cadenas de fabricación y suministro.

Como lo menciona en su revisión Arango et al., (2010) la AE surge de los ejercicios de muchas organizaciones para estandarizar el entendimiento que se tiene de las capas de decisión y de operación de diferentes empresas, de tratar de validar modelos que sean aplicables de manera extendida sin importar el tamaño de las mismas y buscando como objetivo definir vistas arquitectónicas que resuman la información importante; de estos análisis surge el concepto de marco metodológico (Framework en inglés) que se aplica a varios de los ejercicios realizados a lo largo de tiempo, por diferentes entidades públicas y privadas.

De esa búsqueda de entendimiento surgen la alineación entre las diferentes capas estratégica, negocio y tecnología, para la simplificación de lo que se conoce como dominios en la mayoría de los marcos, en el análisis de Morganwalp & Sage, (2004) se establecen varios criterios que unifican como medir la aplicación de la AE y si realmente esta genera efectos positivos en la comprensión de la compañía como un todo, donde la estrategia depende directamente de las capacidades tecnológicas, de sus aplicaciones y sistemas de información y sobre todo de su gestión vertical, interrelacionando las capacidades estratégicas con los sistemas.

Estrategia

En el contexto de la Arquitectura Empresarial, la estrategia representa el punto de partida para alinear los objetivos organizacionales con las capacidades tecnológicas, los procesos de negocio y la estructura de la empresa. En Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., la estrategia debe estar orientada a consolidar su posición como referente nacional en la gestión integral de residuos, apoyándose en los principios de sostenibilidad, economía circular e innovación operativa (Porter & Millar, (1985).

La Arquitectura Empresarial (AE) permite traducir la estrategia en capacidades clave que puedan ser gestionadas y monitoreadas mediante componentes tecnológicos y procesos estandarizados. Según el enfoque propuesto por TOGAF, el dominio estratégico es fundamental para definir la arquitectura de negocio (ver ilustración 6), la cual establece las metas y objetivos de la organización, y conecta directamente con los procesos y sistemas que permiten su cumplimiento (Offerman et al., (2017).

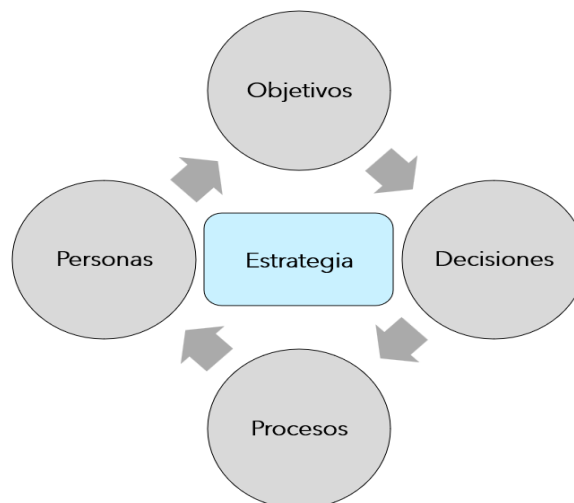


Ilustración 6. La estrategia como centro de la acción empresarial (Elaboración propia).

La implementación de AE en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. facilita: identificar brechas entre el estado actual y los objetivos estratégicos planteados, establecer capacidades necesarias para responder a retos del entorno regulatorio, tecnológico y competitivo, priorizar iniciativas tecnológicas alineadas con la visión 2030 de la empresa y visualizar interrelaciones entre procesos de negocio, actores clave y herramientas de apoyo (Morganwalp & Sage, (2004).

A través de una AE bien definida, Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. puede generar un modelo de valor sostenible, basado en decisiones estratégicas respaldadas por datos, capacidades estructuradas y una infraestructura digital que permita evolucionar conforme a las exigencias del mercado. La AE actúa como un habilitador de transformación organizacional, guiando a la empresa desde una operación empírica hacia una gestión estratégica soportada por tecnología (Arango et al., 2010).

Beneficios

La adopción de un modelo de Arquitectura Empresarial (AE) aporta múltiples beneficios estratégicos a las organizaciones, permitiendo una mejor alineación entre sus procesos de negocio, sistemas de información y tecnologías de soporte. Para Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., incorporar un enfoque de AE puede generar ventajas competitivas claras al proporcionar una estructura organizativa más coherente, optimizar sus recursos y facilitar el cumplimiento de sus objetivos de sostenibilidad (Morganwalp & Sage, (2004).

Entre los principales beneficios destaca la organización sistemática de las capacidades empresariales en mapas o vistas arquitectónicas. Estas representaciones visuales permiten identificar relaciones, dependencias y áreas de mejora entre los distintos dominios de negocio y tecnología, reduciendo redundancias y mejorando la eficiencia de los procesos (Arango et al., 2012) Así, la empresa no solo podrá visualizar su situación actual, sino también proyectar escenarios de evolución hacia su estado objetivo, de manera controlada y medible.

Otro beneficio fundamental de la AE es la mejora en la toma de decisiones estratégicas y operativas. La estandarización de procesos, la integración de datos y la definición clara de roles y responsabilidades favorecen un entorno donde las decisiones son más informadas, basadas en evidencia y alineadas con la estrategia corporativa. En contextos dinámicos como el del sector ambiental colombiano, esta capacidad de respuesta flexible resulta crítica para mantenerse competitivo (Sánchez Barrera, (2016).

Finalmente, la AE impulsa la innovación y la transformación digital. Al proporcionar un marco estructurado, facilita la incorporación de nuevas tecnologías, la automatización de procesos y la adopción de herramientas de análisis de datos, elementos cada vez más relevantes para empresas que, como Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., buscan diferenciarse a través de la sostenibilidad y la eficiencia (González-Campo & Lozano-Oviedo, (2020).

Para complementar, se ilustra a continuación un resumen de los principales beneficios derivados de la adopción de un modelo de Arquitectura Empresarial (AE), los

cuales fortalecen el desempeño organizacional y estratégico de la empresa (ver ilustración 7).



Ilustración 7. Principales beneficios de la implementación de una Arquitectura Empresarial (Elaboración propia).

Marcos de Referencia y su aplicación

Para la AE existen actualmente varios marcos de referencia que surgen de la validación de diferentes organizaciones públicas y privadas para generar metodologías de análisis y su difusión, históricamente fue Estados Unidos quien avanzó con las primeras versiones de estos marcos, desde la publicación de J. Zachman, (1987) el modelo de NIST EA (1989) pasando por el departamento de defensa con TAFIM Defense, (1994), hasta los modelos más recientes que han evolucionado en diferentes partes del mundo y se han masificado como TOGAF OpenGroup, (2025), OBASHI DAD, (2025) o NAFv4 NATO, (2025).

La adopción de estos marcos no solo responde a necesidades técnicas, sino también a exigencias regulatorias y de competitividad, para el análisis de este trabajo se usarán los

marcos más populares y con mayor nivel de uso a nivel mundial, a continuación, detallaremos cada uno de ellos.

Zachman

El Marco Empresarial Zachman, desarrollado por John Zachman en 1987, es reconocido como uno de los modelos fundacionales en el campo de la Arquitectura Empresarial (AE). Su estructura, inspirada en principios de la arquitectura clásica, proporciona un lenguaje estandarizado para representar y gestionar sistemas organizacionales complejos J. Zachman, (1987). Este marco se compone de seis perspectivas: Planificador, Propietario, Diseñador, Constructor, Subcontratista y Usuario, cada una correspondiente a un nivel jerárquico dentro de la empresa, y de seis interrogantes fundamentales (qué, cómo, dónde, quién, cuándo y por qué), que permiten una descripción integral de los procesos, datos, redes, roles, tiempos y motivaciones estratégicas.

Una de las principales contribuciones del marco Zachman es su capacidad para organizar y clasificar la información empresarial de manera estructurada, facilitando la alineación entre los objetivos de negocio y los sistemas de información. Al definir claramente las responsabilidades del propietario, diseñador y constructor de cada proceso, así como los componentes operativos y su interacción, este modelo ayuda a las empresas a visualizar brechas, redundancias y oportunidades de mejora (Zachman, (2025). Además, al no imponer una secuencia rígida de implementación, ofrece flexibilidad para adaptarse a distintos contextos organizacionales, aunque requiere un esfuerzo consciente para mantener la coherencia entre todas sus dimensiones.

El marco Zachman introduce un principio fundamental conocido como "la regla de la ontología", que establece que cada celda de su matriz (combinación de perspectiva e interrogante) debe contener descripciones formales y únicas de los artefactos empresariales (Zachman, 2021) Este rigor ontológico permite a las organizaciones como Ecorecuperadora Ambiental S.A.S crear repositorios estructurados de conocimiento empresarial, donde cada elemento, desde procesos de reciclaje hasta flujos de datos, puede ser trazado vertical y horizontalmente a través de las seis perspectivas. Según la compañía Zachman, (2021) esta característica es particularmente valiosa para PYMES en procesos de transformación digital, ya que evita la fragmentación del conocimiento tácito y facilita la transición entre estrategia y ejecución.

En la práctica, el marco Zachman actúa como una herramienta de planificación estratégica, permitiendo a las empresas tomar decisiones más informadas, optimizar sus procesos y documentar su arquitectura de manera integral. En esta imagen, se detallan los pasos clave para abordar el problema de investigación planteado (ver ilustración 8).

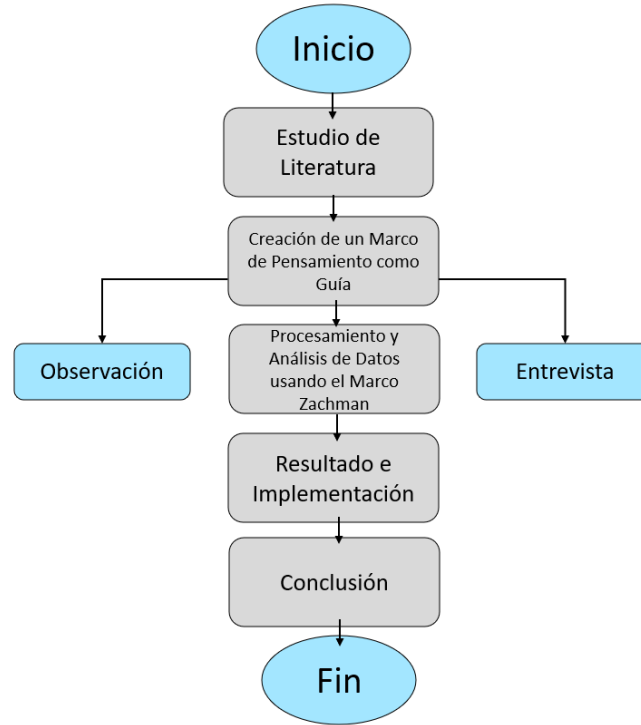


Ilustración 8. Etapas de la Investigación, basado en el Marco Zachman (Elaboración propia).

TOGAF

El Marco TOGAF (The Open Group Architecture Framework), ampliamente reconocido en el ámbito de la Arquitectura Empresarial (AE), se destaca por ofrecer un enfoque estructurado y metodológico para alinear los procesos de negocio con los sistemas de información. Según lo menciona Mendoza Mendoza-Zambrano & Velásquez-Moreira, (2022), TOGAF proporciona un marco de referencia integral basado en el ADM (Architecture Development Method), que guía a las organizaciones en el diseño, planificación e implementación de arquitecturas empresariales adaptables y escalables. Uno de sus principales beneficios radica en su capacidad para estandarizar procesos, reducir redundancias y optimizar recursos mediante un lenguaje común entre áreas técnicas y de negocio.

Además, TOGAF facilita la toma de decisiones estratégicas al integrar buenas prácticas que permiten evaluar riesgos, priorizar inversiones y garantizar la gobernanza de TI. Su enfoque modular y flexible lo hace aplicable en diversos sectores, promoviendo la transformación digital y la alineación entre tecnología y objetivos organizacionales. En este sentido, TOGAF no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la capacidad de las empresas para responder a cambios del mercado, consolidándose como una herramienta clave para la gestión de arquitecturas empresariales sostenibles y competitivas.

Como lo señalan González-Campo & Lozano-Oviedo, (2020) TOGAF proporciona una metodología estructurada a través de su Architecture Development Method (ADM), que permite a las organizaciones alinear sus procesos de negocio con los sistemas tecnológicos de manera coherente y estratégica. Este marco se destaca por su capacidad para estandarizar prácticas arquitectónicas, facilitando la integración de los diferentes dominios empresariales (negocio, datos, aplicaciones y tecnología) bajo un lenguaje común. La aplicación de TOGAF en las organizaciones no solo optimiza la gestión de recursos tecnológicos, sino que también fortalece la gobernanza y la capacidad de adaptación al cambio, aspectos críticos en entornos empresariales dinámicos. Su enfoque modular y adaptable lo convierte en una herramienta valiosa para empresas que buscan transformar digitalmente sus operaciones manteniendo una visión holística de su arquitectura organizacional.

Para una PYME como Ecorecuperadora Ambiental S.A.S, esta característica resulta particularmente valiosa, ya que proporciona una estructura para mantener la coherencia

entre sus procesos de gestión de residuos y sus sistemas tecnológicos en crecimiento, evitando desviaciones costosas y asegurando el cumplimiento de normativas ambientales en evolución, la siguiente imagen representa el ciclo central del Marco TOGAF. Cada etapa del ciclo proporciona una estructura clara para planificar, diseñar, implementar y gobernar la arquitectura empresarial de manera integral, facilitando la alineación estratégica entre tecnología y objetivos de negocio (ver ilustración 9).

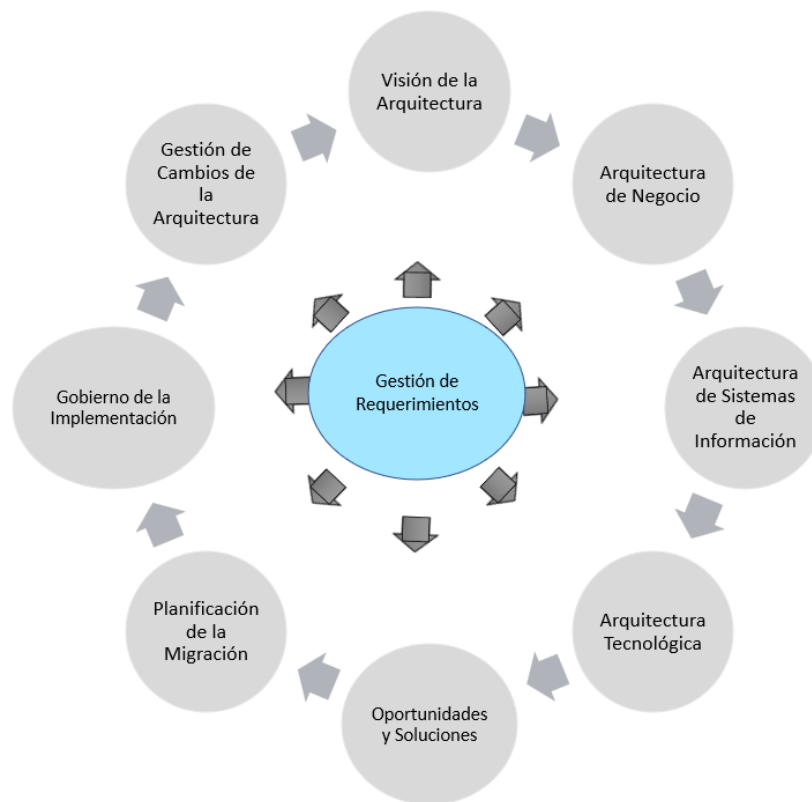


Ilustración 9. Ciclo central Marco TOGAF (Elaboración propia).

DoDAF

El DoDAF (Department of Defense Architecture Framework) representa uno de los marcos de arquitectura empresarial más robustos y completos, desarrollado originalmente para satisfacer las necesidades de integración y estandarización del Departamento de

Defensa de Estados Unidos. Como señala Rodríguez, (2020) en su análisis comparativo, este marco se ha convertido en referencia fundamental para organizaciones que operan en entornos de alta complejidad, donde la interoperabilidad, la alineación estratégica y la gestión de sistemas heterogéneos son críticos DODAF, (2025).

La principal fortaleza del DoDAF radica en su estructura basada en vistas estandarizadas (operacionales, de sistemas y técnicas) que permiten modelar exhaustivamente todos los componentes de una organización. Estas vistas facilitan la representación detallada de procesos operacionales, la integración de sistemas tecnológicos, la documentación de estándares técnicos y la alineación con objetivos estratégicos. Un aspecto diferenciador del DoDAF, según el análisis de Rodríguez, (2020), es su énfasis en la interoperabilidad organizacional, particularmente útil en entornos donde múltiples actores deben colaborar bajo estándares comunes. El marco proporciona mecanismos para garantizar la coherencia entre capacidades organizacionales, optimizar la asignación de recursos, documentar arquitecturas complejas y facilitar la toma de decisiones estratégicas (ver ilustración 10).



Ilustración 10. Modelo de uso de DODAF MD2 (Elaboración propia).

La aplicabilidad del DoDAF se ha extendido más allá del ámbito militar, siendo adoptado por organizaciones gubernamentales y empresas privadas que manejan sistemas críticos. Su enfoque en la gobernanza estricta y la documentación exhaustiva lo hacen particularmente valioso para proyectos de gran escala, entornos regulatorios complejos, sistemas donde la trazabilidad es fundamental y organizaciones con requerimientos de alta disponibilidad. Rodríguez, (2020) También destaca en su análisis comparativo que el DoDAF sobresale por su capacidad para integrar perspectivas técnicas y operativas en un marco unificado, permitiendo a las organizaciones mantener una visión holística de sus arquitecturas, identificar dependencias críticas, planificar evoluciones tecnológicas y gestionar riesgos de manera sistemática. La adaptabilidad del marco a diferentes dominios organizacionales y su enfoque en la estandarización lo convierten en una herramienta valiosa para la transformación digital de instituciones que requieren altos niveles de confiabilidad y consistencia en sus operaciones.

FEAF

El Marco de Arquitectura Empresarial del Gobierno Federal de los Estados Unidos (FEAF, por sus siglas en inglés) se establece como una guía fundamental para estructurar y optimizar los procesos y recursos tecnológicos dentro de las entidades gubernamentales. Según Orizondo, (2020) el FEAF promueve la estandarización y la interoperabilidad entre diferentes niveles y áreas del gobierno, permitiendo una mayor coherencia y eficiencia en la prestación de servicios públicos (ver ilustración 11). Este marco se organiza en torno a capas o dominios arquitectónicos que abarcan áreas como la arquitectura de negocio, la arquitectura de aplicaciones, la arquitectura de datos y la arquitectura tecnológica, facilitando una visión integral y coordinada. Además, FEAF proporciona un enfoque

estructurado para la toma de decisiones estratégicas y operativas, ayudando a las organizaciones gubernamentales a alinear sus objetivos estratégicos con soluciones tecnológicas innovadoras. Su aplicación permite mejorar la transparencia, optimizar el uso de los recursos públicos y fortalecer la capacidad de respuesta del gobierno frente a las demandas ciudadanas.

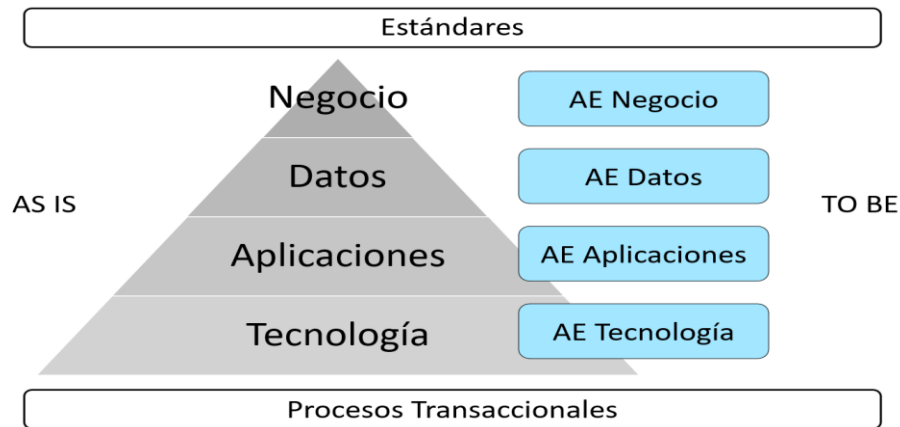


Ilustración 11. Modelo de Arquitectura FEAF (Elaboración propia).

FEAF se distingue por su conjunto de Modelos de Referencia interrelacionados, que abarcan dominios críticos como la Estrategia, el Negocio, los Datos, las Aplicaciones, la Infraestructura y la Seguridad. Al ofrecer estas perspectivas estandarizadas, según Orizondo, (2020) FEAF facilita la interoperabilidad entre agencias, promueve la compartición de recursos y asegura una alineación más estrecha entre las inversiones en TI y los objetivos estratégicos de las entidades gubernamentales. En última instancia, la implementación de FEAF busca la reducción de costos duplicados y una mejora sustancial en la calidad y accesibilidad de los servicios ofrecidos a los ciudadanos a través de una arquitectura de gobierno electrónico cohesionada y bien definida.

MRAE2

El Marco de Referencia de Arquitectura Empresarial (MRAE2), analizado por Díaz Ayala, (2022) se configura como un marco especializado para evaluar el nivel de implementación y madurez de la Arquitectura Empresarial en el sector gubernamental colombiano. Este modelo metodológico integra un conjunto de dominios, componentes y capacidades clave que permiten medir el grado de adopción de prácticas de AE, considerando aspectos como la gobernanza, los procesos, la tecnología y la alineación estratégica. Su enfoque está diseñado para evaluar la madurez institucional mediante indicadores específicos que identifican brechas, oportunidades de mejora y mejores prácticas adaptables al contexto del Estado (ver ilustración 12).

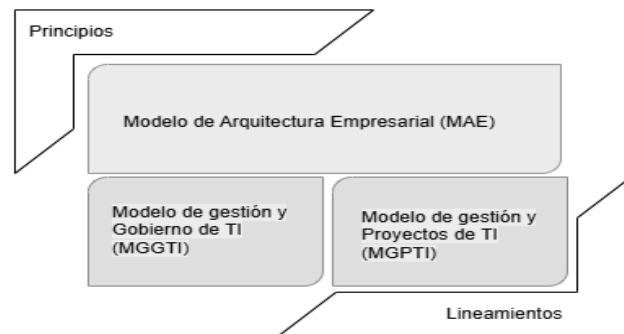


Ilustración 12. Arquitectura del Marco MRAE MINTIC (Elaboración propia).

Una de las principales contribuciones del MAE (*Modelo de Arquitectura Empresarial (MAE) - Arquitectura TI*, s. f.), según la investigación de (Díaz Ayala, (2022) su capacidad para estandarizar la evaluación de la AE en entidades públicas, facilitando la comparación de resultados y la priorización de iniciativas de transformación digital. Además, el modelo promueve la alineación con políticas nacionales de gobierno digital, asegurando que las arquitecturas institucionales respondan a los objetivos de eficiencia,

interoperabilidad y servicio al ciudadano. Por su estructura flexible y adaptativa, el MRAE2 se posiciona como una herramienta fundamental para la planificación estratégica y la modernización de la administración pública en Colombia, permitiendo a las organizaciones avanzar hacia mayores niveles de madurez en la gestión de sus capacidades tecnológicas y operativas.

En términos comparativos (ver tabla 1), cada marco de arquitectura empresarial presenta un enfoque particular, mientras que Zachman proporciona una estructura conceptual para clasificar los componentes de la organización, DoDAF y FEAF se orientan principalmente a contextos gubernamentales y de alta complejidad institucional. Por su parte, el modelo MRAE2 se enfoca en evaluar el nivel de madurez de la arquitectura empresarial dentro del sector público colombiano, en contraste, TOGAF se destaca por ofrecer una metodología integral para el diseño, implementación y gestión de la arquitectura empresarial, basada en el método ADM, el cual permite desarrollar arquitecturas organizacionales de manera estructurada y adaptable. Debido a su enfoque metodológico completo y su amplia adopción en el ámbito empresarial, TOGAF se considera el marco más adecuado para orientar el desarrollo de la arquitectura empresarial en la empresa Ecorecuperadora Ambiental S.A.S

Marco de Arquitectura	Enfoque principal	Características	Ventajas	Consideraciones de uso
Zachman	Clasificación conceptual de la arquitectura	Basado en una matriz de perspectivas (qué, cómo, dónde, quién, cuándo, por qué)	Permite organizar la información empresarial de forma estructurada	Funciona principalmente como modelo de clasificación y no como guía metodológica de implementación

		y niveles organizacionales		
TOGAF	Desarrollo e implementación de arquitectura empresarial	Basado en el método ADM (Architecture Development Method) que guía el ciclo completo de desarrollo de la arquitectura	Metodología integral y ampliamente adoptada en entornos empresariales	Su aplicación requiere adaptación al contexto organizacional
DoDAF	Integración de sistemas complejos	Utiliza múltiples vistas arquitectónicas para describir procesos, sistemas y estándares técnicos	Alto nivel de detalle y documentación arquitectónica	Diseñado originalmente para organizaciones gubernamentales y de defensa
FEAF	Arquitectura empresarial para entidades gubernamentales	Basado en modelos de referencia que alinean estrategia, procesos y tecnología	Facilita interoperabilidad y estandarización institucional	Enfoque orientado principalmente al sector público
MRAE2	Evaluación de madurez de arquitectura empresarial	Marco utilizado en el contexto colombiano para evaluar implementación de AE	Permite medir niveles de madurez organizacional	Se orienta principalmente a evaluación institucional más que al diseño completo de arquitecturas

Tabla 1. Comparación de marcos de Arquitectura Empresarial

Dominios del Negocio y Tecnología

Los diferentes marcos de arquitectura empresarial AE, resumen de manera concisa la información organizada por niveles y su interacción con diferentes objetos a los que denominan artefactos o instrumentos, como lo menciona Scott, (2005) existen

clasificaciones comunes a los diferentes marcos entre los que se destacan, negocio, información o datos, aplicaciones o sistemas de información y tecnología, alguno contienen un mayor número de niveles Kotusev, (2012) pero en general para las metodologías más usadas, se resume a las cuatro anteriormente mencionadas.

Cada uno de estos dominios, se circunscribe a información común que permite a las organizaciones clasificar los artefactos y su relación directa con diferentes actores u objetos, del mismo dominio u otro, también como parte de la relación de los datos e información, los sistemas y sus interfaces, en la revisión de Kosanke & Nell, (1997) se menciona como la estandarización de la relación entre los dominios genera adaptación rápida para entornos con grandes complejidades, simplificando acciones para tener “vistas” o capas de análisis como herramientas para toma de decisiones (ver ilustración 13).

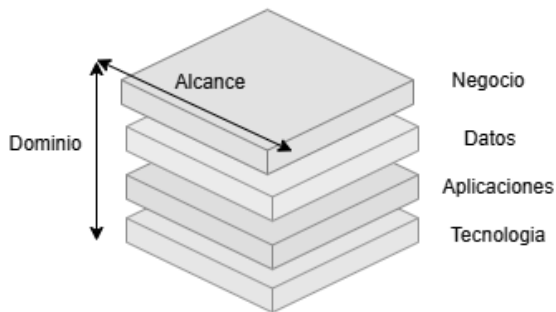


Ilustración 13. Dominios de Marco de Arquitectura Empresarial (Elaboración propia).

El enfoque en dominios permite analizar de manera específica los componentes estratégicos, de información, aplicaciones y tecnología de la organización. Esto facilita la identificación de brechas, oportunidades de mejora y fortalece la alineación estratégica de la empresa (Group, (2018).

Estrategia (Negocio)

En la parte más alta de los marcos de arquitectura se encuentra el dominio de negocio o estrategia, como lo menciona Iyamu, (2011) este parte del análisis cíclico que realizan las organizaciones para la mejora intrínseca de sus productos y servicios, que están basados en la modificación de la posición competitiva, en los análisis de negocio se parte de la premisa de las interacciones cliente-producto o cliente-servicio y se alinean con las capacidades estratégicas definidas por las organizaciones, objetivos, visión y misión, sin embargo muchas de las capacidades definidas para estas interacciones son de otros niveles, tácticos y operativos, por lo que la estrategia se puede concretar en los procesos a largo plazo y sostenibilidad de los negocios.

Por esto el dominio de estrategia se enfoca en la definición de los objetivos organizacionales y su articulación con los procesos de negocio. En Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., aunque se ha planteado una misión y visión preliminares orientadas a la sostenibilidad y la economía circular, es necesario fortalecer la formalización de procesos estratégicos. Como señala Lankhorst, (2005), una Arquitectura Empresarial debe comenzar por representar claramente la estructura de negocio para asegurar que los procesos estén alineados con los objetivos corporativos y permitan generar valor de manera sostenible.

En este sentido, el abordaje de Korhonen & Molnar, (2014) establece los vínculos directos de la estrategia del negocio con el dominio del mismo nombre, al generar vínculos que relacionan las capacidades o competencias requeridas para el desarrollo de los negocios, la búsqueda de modelos y acciones de transformación organizacional y los procesos de organización de los recursos, pero también su orientación hacia guiar como se

definen los diseños de los dominios dependientes, con una gran orientación a la agregación real de valor a los productos y servicios.

Información (Datos)

Para la gestión de los datos existen diferentes condiciones que deben ser observadas desde su integración hasta su almacenamiento, varias leyes actualmente están orientadas a la protección de los datos (información) desde su concepción como activos, para los marcos de arquitectura empresarial el dominio de datos incluye su ciclo de vida y su interacción con las capacidades estratégicas, su modelo de aseguramiento y calidad, como lo menciona Dumitriu & Popescu, (2020) existen capacidades de la gestión de la información que permiten la maximización de los flujos de trabajo y la optimización de los procesos donde se incluye información verificada y alineada con el modelo de arquitectura.

Teniendo en cuenta que el dominio de información analiza la forma en que los datos son gestionados, protegidos y utilizados en la organización y que para la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. actualmente se presentan limitaciones en la trazabilidad y centralización de su información operativa, se requiere la verificación de los modelos de gestión y calidad de datos. De acuerdo con Schekkerman, (2006), una adecuada arquitectura de información debe garantizar que los datos estén disponibles, sean accesibles, consistentes y seguros, constituyéndose en un activo estratégico para la toma de decisiones y el cumplimiento normativo en sectores críticos como el ambiental.

Aplicaciones

En los marcos de referencia de AE, se menciona el dominio de aplicaciones o sistemas de información (en adelante SI) como la capa que gestiona la interrelación de SI con el negocio y su gestión de la integración de modelos simplificados, como buses de datos, buses de API, con las funciones propias del negocio y la estrategia, alinea las capacidades del modelo de información con las necesidades del ciclo de los datos, como lo relaciona Zarvić & Wieringa, (2014) la alineación de los SI permite la diferenciación de las organizaciones optimizadas y el uso racional de las capacidades de los modelos de Software, en la cohesión de sistemas de datos más complejos y unificados.

De allí que para el dominio de aplicaciones se estudien los sistemas de software que apoyan los procesos de negocio, para el caso de la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. se estableció inicialmente que carecen de plataformas tecnológicas integradas que faciliten la automatización y trazabilidad de sus operaciones. Según Ross et al., (2006) una arquitectura de aplicaciones bien diseñada debe proporcionar soporte efectivo a los procesos, ser adaptable a cambios futuros y reducir la complejidad tecnológica. La adopción de herramientas ERP, CRM y plataformas de trazabilidad es una necesidad estratégica para fortalecer la capacidad operativa de la empresa.

Tecnología (Sistemas de Información)

Para el ultimo dominio, el de tecnología o base tecnológica, la mayoría de los marcos metodológicos determinan el alcance de las capacidades de hardware y software que soportan los demás dominios, aplicación y datos, así como su relación con el dominio de negocio como capacidad para el crecimiento y operación, Vernadat, (1996) menciona

como las empresas dedicadas a la elaboración utilizan diferentes condiciones para evaluar sus modelos de integración de tecnologías de manera vertical con los SI, como se realizan los relevamientos de capacidades de negocio y como se integran las definiciones tecnológicas con los productos y servicios.

En el caso de este trabajo, el dominio de tecnología examina la infraestructura de hardware, redes y servicios que soportan los sistemas de información, para la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., la infraestructura tecnológica actual resulta insuficiente para sustentar los retos de transformación digital que enfrenta. TOGAF Group, (2018) establece que una arquitectura de tecnología robusta debe asegurar la disponibilidad, escalabilidad y seguridad de los sistemas, garantizando su alineación con las necesidades estratégicas y operativas de la organización.

Así mismo como lo revisa Velitchkov, (2008) la integración directa del diseño de las tecnologías no solo hace referencia a la propia estrategia de TI, sino al concepto que ha evolucionado de modelos de servicios orientados por tecnología, es importante mencionar que la integración de las mediciones actualmente no solo conlleva el propio uso de los artefactos e indicadores generados por la AE, sino también técnicas con herramientas complementarias como Balanced Score Card, para el dominio de tecnología se deben incluir también según ese análisis, la capacidades de medición de la inversión en la tecnología, su renovación y los ciclos propias de hardware y software, así como las capas de seguridad.

Como aplicar Arquitectura Empresarial en una Organización

La Arquitectura Empresarial (AE) se ha consolidado como una disciplina clave para alinear los procesos, tecnologías y estrategias de una organización con sus objetivos corporativos, optimizando así su capacidad de transformación digital y gestión eficiente Martínez et al., (2015). En el contexto de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., implementar un modelo de AE permitiría estructurar sistemáticamente sus operaciones, garantizando coherencia entre su misión ambiental y sus componentes organizacionales. Tal como señalan Martínez et al., (2015) aplicar y evaluar el nivel de madurez de la AE es fundamental para identificar brechas y priorizar iniciativas de mejora. Por ello, este trabajo busca diseñar un modelo adaptado a la empresa, integrando mejores prácticas y estándares que faciliten su evolución hacia una gestión sostenible y alineada con sus metas estratégicas.

Otro elemento crítico en la implementación de AE es el establecimiento de un mecanismo de gobernanza arquitectónica, el cual según el estándar ISO/IEC 42010:2022 debe incluir procesos formales para la toma de decisiones, control de cambios y alineación continua entre los dominios de negocio y tecnología «Systems and Software Engineering — Architecture Description», (2011). Para Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., esto implicaría potenciar los equipos de trabajo que supervisen la evolución de sus procesos de gestión de residuos, sistemas de información y flujos de datos, asegurando que cada iniciativa tecnológica contribuya directamente a sus indicadores de sostenibilidad y eficiencia operacional. Este enfoque garantizaría que la AE no sea solo un ejercicio

teórico, sino un sistema vivo de gestión al servicio de los objetivos estratégicos de esta compañía.

Modelo Ontológico – Flujos

El modelo ontológico aplicado a la Arquitectura Empresarial (AE) se ha consolidado como una herramienta poderosa para representar y organizar el conocimiento organizacional de manera estructurada. Según Pavón-González et al., (2021) este enfoque permite la creación de representaciones explícitas de los procesos de negocio, alineando los distintos componentes de la organización con su visión y estrategia. La ontología empresarial proporciona un marco claro para definir conceptos clave, relaciones y reglas que rigen los procesos dentro de la organización, facilitando una comprensión común entre las diferentes áreas involucradas. Este tipo de modelado permite no solo la integración de datos, sino también una mejor toma de decisiones, al brindar una visión coherente de las operaciones y objetivos organizacionales.

Además, el modelo ontológico aplicado a la AE contribuye a la personalización y adaptación de los procesos de negocio a las necesidades específicas de la organización. Pavón-González et al., (2021) destacan que, a través del modelado ontológico y situado, es posible capturar tanto los elementos abstractos como los contextuales de los procesos, garantizando que el modelo se ajuste de manera flexible a los cambios en el entorno. Este enfoque no solo optimiza la estructura organizativa, sino que también facilita la comunicación entre los diferentes niveles de la empresa, alineando los procesos operativos con las estrategias corporativas de manera eficaz. El resultado es una AE que no solo es

robusta y escalable, sino también adaptable a las necesidades dinámicas del mercado y del entorno organizacional.

Además, Pavón-González et al., (2021) también destaca que este enfoque fortalece la gobernanza al vincular los procesos de negocio con los dominios de la AE (negocio, datos, aplicaciones e infraestructura), según Heyl, (2020) la ontología de la arquitectura de negocio y de procesos, basada en un modelo de negocio, permite definir de manera explícita los conceptos y sus interconexiones dentro de una organización (ver ilustración 14), este enfoque proporciona una representación clara y comprensible de las entidades empresariales y sus relaciones, lo que facilita la alineación de los objetivos estratégicos con los procesos operativos.

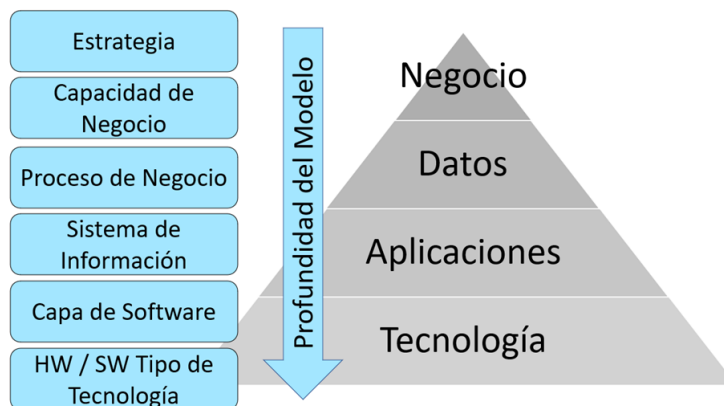


Ilustración 14. Modelo Ontológico para AE (Elaboración propia).

Artefactos

En el ámbito de la Arquitectura Empresarial (AE), la integración de artefactos juega un rol fundamental para estructurar y organizar la información que permite el alineamiento entre los procesos de negocio y las estrategias organizacionales. Según Sánchez Barrera, (2016), los artefactos son representaciones clave dentro del marco de AE (ver ilustración 15), ya que brindan una comprensión detallada de los elementos esenciales

de la organización, como sus procesos, sistemas, y flujos de información. Estos artefactos proporcionan un lenguaje común para los diferentes actores involucrados en la gestión y toma de decisiones dentro de la empresa, garantizando que los objetivos estratégicos sean alcanzados de manera eficiente. En este sentido, la correcta implementación de artefactos dentro de una AE permite mapear de forma precisa los componentes del negocio y facilita la identificación de áreas de mejora y optimización.

Asimismo, Antunes et al., (2013) destaca que los artefactos dentro de la AE deben ser gestionados y actualizados de manera constante para asegurar que reflejen la evolución de la organización y sus objetivos a lo largo del tiempo. Este enfoque dinámico es esencial para mantener la alineación entre los componentes técnicos y estratégicos de la empresa, especialmente dentro de la dinámica cambiante de muchas industrias. Al aplicar este principio en el diseño del modelo de AE, se garantiza que la arquitectura no solo sea un reflejo de la estructura organizacional, sino una herramienta flexible que permita la adaptación continua a nuevos desafíos, oportunidades de negocio y avances tecnológicos.

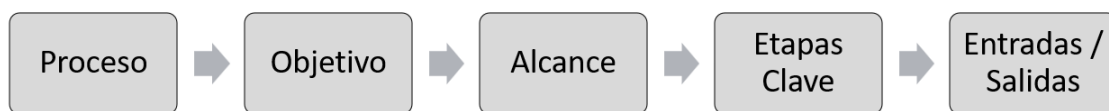


Ilustración 15. Ejemplo de artefacto para recopilación de información (Elaboración propia).

Los artefactos constituyen elementos fundamentales para materializar los principios, modelos y estándares que guían la transformación organizacional. Como señala Arroyo, (2015) en su trabajo Definición de principios de arquitectura para arquitectura empresarial, estos artefactos, que incluyen diagramas, matrices, catálogos y modelos, operacionalizan la visión estratégica de la organización al proporcionar representaciones

estandarizadas de sus componentes (procesos, datos, aplicaciones e infraestructura) (ver ilustración 16). La aplicación de artefactos como mapas de procesos, matrices de relación negocio-tecnología o catálogos de servicios permite no solo documentar la AE, sino también diseñar su estado futuro alineada con los objetivos corporativos.

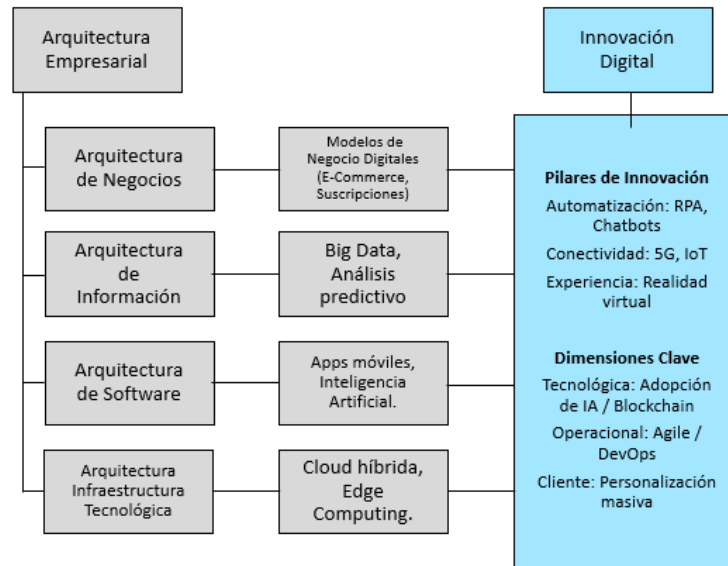


Ilustración 16. Artefacto Arquitectura Empresarial (Elaboración propia).

Ciclos de Análisis y Brechas

Los ciclos y el análisis de brechas en Arquitectura Empresarial (AE) es un proceso crítico para identificar las diferencias entre el estado actual y el estado objetivo de una organización, permitiendo priorizar iniciativas de transformación alineadas a su estrategia. Como demuestran Canabal et al., (2017) en su estudio Aplicación de un esquema de arquitectura empresarial (TOGAF) para una pequeña empresa (PYME), este análisis, cuando se realiza bajo marcos estandarizados como TOGAF, facilita la evaluación sistemática de capacidades organizacionales, tecnologías y procesos, destacando áreas críticas que requieren intervención. Aplicar este enfoque permite diagnosticar brechas en sus dominios de AE (negocio, datos, aplicaciones e infraestructura), especialmente al

contrastar sus prácticas actuales con modelos de referencia para las diferentes empresas e industrias. Canabal et al., (2017) resaltan que las herramientas colaborativas pueden apoyar este proceso, optimizando la documentación y comunicación de hallazgos entre stakeholders, lo que sería clave para garantizar una transición efectiva hacia el modelo de AE propuesto.

El ciclo de Arquitectura Empresarial (AE) comprende un proceso iterativo que permite a las organizaciones evaluar, diseñar e implementar mejoras continuas en sus componentes estratégicos, operativos y tecnológicos (ver ilustración 17).

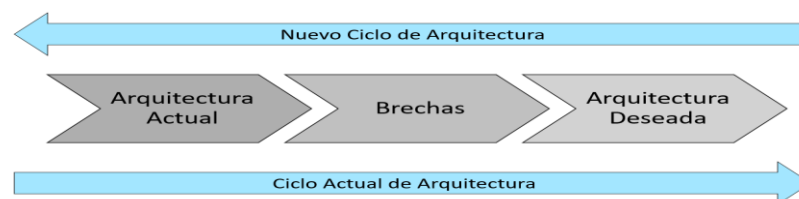


Ilustración 17. Ciclo e iteración de Arquitectura empresarial (Elaboración propia).

Como señala Cedeño, (2008) en su obra *Arquitectura Empresarial*, este ciclo integra el análisis de brechas como fase fundamental para identificar las discrepancias entre el estado actual "AS-IS" y el estado deseado "TO-BE" de la organización, lo que facilita la priorización de iniciativas de transformación. Este enfoque permitiría no solo diagnosticar deficiencias en sus procesos ambientales y sistemas de información, sino también establecer una hoja de ruta clara para alcanzar su el modelo objetivo. Cedeño, (2008) destaca que este análisis debe ser sistemático, abarcando todos los dominios de la AE (negocio, aplicaciones, datos e infraestructura), y respaldado por metodologías estandarizadas que aseguren la coherencia y alineación con los principios organizacionales.

Elección de Marco de Referencia para aplicar a la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S

Para el análisis a realizar en este trabajo se verificara cuál de los marcos de arquitectura empresarial nombrados en los ítems anteriores, procede como la opción adecuada para aplicar al ejercicio metodológico para la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S, para esto se debe determinar su ponderación frente a las condiciones evaluadas y los requerimientos de la necesidad de la arquitectura empresarial por parte de la empresa y sus ventajas o características típicas frente a un ciclo, en la evaluación de Dumitriu & Popescu, (2020) se establecen condiciones generales de comparación que son punto de partida para el análisis, entre ellos escalabilidad, flexibilidad, cubrimiento a las necesidades de negocio, entre otras.

Basado en esta referencia inicial se construyó un modelo de análisis con los tres integrantes del grupo que realiza este trabajo para generar dos partes de la evaluación, la primera un análisis cualitativo basado en cuatro preguntas orientadas al apalancamiento de la estrategia y los beneficios que pueden aportar los diferentes marcos de referencia a la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S, como lo menciona Martin et al., (2003) parte de los aspectos positivos que se referencias a cada marco y sus posibles impactos significativos que estarán reflejados en el resultado del ejercicio.

Análisis Cualitativo a los Marcos de Referencia

Para el análisis cualitativo se deben tener en cuenta las variables que nos permitirán generar un acercamiento más específico frente a la información existente en la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S y el posible diseño a futuro, como metodología se

realiza una calificación individual (si, tal vez, no) con los criterios de cumplimiento a las preguntas mencionadas a continuación, este proceso se basa en un juicio de expertos (tres integrantes) que evaluarán el cumplimiento de cada una de las variables y definirán si las tienen o no, al final se sumaran la cantidad de positivos (SI) que obtendrán el mayor valor como calificación frente a las siguientes preguntas:

- ¿La aplicación de esta metodología ayudará a la estrategia de Ecorecuperadora Ambiental?
- ¿La metodología cuenta con herramientas fáciles de comprender para su diseño?
- ¿La metodología puede describir actividades o plan de acción específico para la sostenibilidad de la empresa?
- ¿Es necesario un conocimiento previo para la implementación del marco?

Cada una de las columnas representa a uno de los integrantes (1, 2, 3) con las calificaciones (SI, NO, TAL VEZ), al final se realiza el conteo de cuantos SI obtiene cada uno de los marcos frente a la ponderación de los tres integrantes (ver tabla 2) y contados, los resultados son resaltados con colores (verde para SI, rojo para NO y amarillo para Tal Ve) en las dos últimas filas estos.

Preguntas Cualitativas	TOGAF			DoDAF			Zachman			MRAE2			FEAF		
	Integrante 1	Integrante 2	Integrante 3	Integrante 1	Integrante 2	Integrante 3	Integrante 1	Integrante 2	Integrante 3	Integrante 1	Integrante 2	Integrante 3	Integrante 1	Integrante 2	Integrante 3
¿La aplicación de esta metodología ayudará a la estrategia de Eco-recuperadora Ambiental?	SI	SI	SI	NO	TAL VEZ	TAL VEZ	SI	SI	SI	NO	TAL VEZ	TAL VEZ	TAL VEZ	NO	TAL VEZ
¿La metodología cuenta con herramientas fáciles de comprender para su diseño?	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	TAL VEZ	SI	SI	TAL VEZ	NO	NO	TAL VEZ
¿La metodología puede describir actividades o plan de acción específico para la sostenibilidad de la empresa?	SI	SI	SI	SI	SI	TAL VEZ	SI	SI	SI	NO	NO	TAL VEZ	NO	NO	TAL VEZ
¿Es necesario un conocimiento previo para la implementación del marco?	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	TAL VEZ	TAL VEZ	SI	SI	TAL VEZ	SI	SI	SI
Detalle	TOGAF			DoDAF			Zachman			MRAE2			FEAF		
Totales	11	1	0	5	4	3	8	1	3	4	3	5	3	5	4
Respuesta	SI	NO	TAL VEZ	SI	NO	TAL VEZ	SI	NO	TAL VEZ	SI	NO	TAL VEZ	SI	NO	TAL VEZ

Tabla 2. Calificación Cualitativa Marcos de Referencia AE.

Como lo menciona Magoulas et al., (2012) la clasificación de los criterios frente a los escenarios de beneficio de los marcos está atados a las condiciones de la evaluación de las características similares entre ellos, sin embargo, hay condiciones que diferencian el estado de cada uno de parte de las iniciativas y la implementación de los ejercicios de arquitectura empresarial, se concluye que TOGAF está más alineado con lo requerido a nivel estratégico.

Cuantificación Comparativa

Para el análisis cuantitativo, se determina como metodología se realiza una calificación individual (de 1 a 10) donde los criterios más sencillos o completos se evalúan con uno (1) y los más complejos o costosos con diez (10), esta calificación será realizada por los tres integrantes utilizando la valoración con juicio de expertos, cada columna representada con un Número (1,2,3), al final con los criterios de cumplimiento a las preguntas mencionadas a continuación:

- ¿Qué tan complejo podría ser implementar el marco evaluado?
- ¿Qué tan costoso podría ser implementar este marco en términos de tiempo, recursos y capacitación?
- ¿Qué tan escalable podría ser el marco evaluado?
- ¿Qué tan complejo es el uso de los artefactos que sugiere el marco?
- ¿El marco contiene los dominios básicos de AE (negocios, datos, aplicaciones, tecnología)?
- ¿El marco tiene un software de uso específico donde puedan generarse las vistas?
- ¿El marco tiene documentación?
- ¿El marco facilita la documentación de arquitecturas mediante catálogos, matrices y diagramas estructurados?

- ¿Las guías para ejecutar los ejercicios de arquitectura son claros y específicos en el marco evaluado?
- ¿Qué tan bien se adapta el marco a organizaciones de pequeño y mediano tamaño?

Al final se realiza la suma de cada criterio y se promedia para cada uno de los marcos frente a la ponderación de los tres integrantes (ver tabla 3), el menor valor en la suma de las columnas representa al marco con mayores ventajas, recordando que en la escala de la calificación para cada una de las variables: el uno (1) es muy sencillo (menor complejidad) y diez (10) es muy complejo (mayor complejidad), lo que concluye que

TOGAF es el más alineado con lo requerido en el proyecto a nivel de diseño e implementación, los resultados de las sumatorias son resaltados con colores (ver tabla 4) de la siguiente manera:

Color	Detalle
Verde	El menor resultado (Menor complejidad y mayores ventajas)
Amarillo	Los valores intermedios (Complejidad intermedia)
Rojo	El mayor resultado (Mayor complejidad y menores ventajas)

Tabla 3. Tabla de Conversión de colores Cuantificación Comparativa.

	TOGAF			DoDAF			Zachman			MRAE2			FEAF		
	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	
Preguntas Cuantitativas	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
¿Qué tan complejo podría ser implementar el marco evaluado?	2	1	2	7	5	3	3	2	2	6	5	3	6	5	4
¿Qué tan costoso podría ser implementar este marco en términos de tiempo, recursos y capacitación?	3	3	1	7	6	2	1	1	2	2	2	4	5	4	5
¿Qué tan escalable podría ser el marco evaluado?	4	4	3	4	4	3	2	2	1	3	2	6	4	4	3
¿Qué tan complejo es el uso de los artefactos que sugiere el marco?	2	2	4	5	4	4	4	3	5	5	4	7	5	6	2
¿El marco contiene los dominios básicos de AE (negocios, datos, aplicaciones, tecnología)?	1	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	2	1	3
¿El marco tiene un software de uso específico donde puedan generarse las vistas?	3	2	2	1	1	3	5	5	6	2	2	3	3	3	6
¿El marco tiene documentación?	2	3	3	2	2	4	1	2	2	5	4	3	5	5	7
¿El marco facilita la documentación de arquitecturas mediante catálogos, matrices y diagramas estructurados?	3	2	2	3	2	4	2	2	1	4	5	2	5	6	4
¿Las guías para ejecutar los ejercicios de arquitectura son claros y específicos en el marco evaluado?	1	1	1	3	4	3	4	3	3	2	2	1	4	3	3
¿Qué tan bien se adapta el marco a organizaciones de pequeño y mediano tamaño?	3	4	2	6	5	5	7	6	4	4	4	5	9	8	7
Detalle	TOGAF			DoDAF			Zachman			MRAE2			FEAF		
Suma de Ponderación	24	23	21	39	34	33	31	27	29	34	31	35	48	45	44
Promedio de los tres integrantes	22,66667			35,33333			29			33,33333			43,66667		

Tabla 4. Calificación Cuantitativa Marcos de Referencia AE.

Finalmente teniendo en cuenta el análisis de los ítems y tablas anteriores, se define partiendo del análisis cualitativo y cuantitativo que se utilizara el **Marco de Arquitectura de TOGAF** dado que se observan ventajas:

- El marco TOGAF es el que incluye mayores condiciones en cuanto a la alineación estratégica frente a los objetivos que se buscan para la Ecorecuperadora Ambiental S.A.S, dado que debe realizarse un análisis de su estado actual, de las condiciones con la que actualmente está operando y con los requerimientos de su funcionamiento, pero también determinar el escenario al que deben llegar, donde puede aplicar mejoras y un plan de gestión estructurada para estas mejoras.
- El marco TOGAF es el más ampliamente difundido y sus guías de uso son sencillas y prácticas, lo que permite que la compañía pueda adoptarla de manera rápida, obteniendo valor real para la compañía, impacto en la gestión organizacional y determinación de un rumbo estratégico mucho más visible.
- El marco TOGAF está altamente alineado con las expectativas del trabajo y contiene suficientes herramientas para garantizar su correcta implementación, así como su alineación con los objetivos definidos para la intervención a la compañía, mostrando un proceso paulatino en el que se podrán obtener pequeñas ganancias en el corto plazo.

El marco seleccionado permitirá no solamente la realización del ejercicio académico para el análisis de la compañía, sino ofrecer al final un plan de desarrollo que garantice un impacto organizacional y de mejoramiento en la forma de planear y hacer las cosas, también la inclusión de un ciclo que puede ser iterativo, como lo describe Canabal et al., (2017) a pequeñas empresas para hacer mejora continua cuando se implemente el primer portafolio de proyectos de mejora.

Diseño Metodológico del Proyecto

Tipo de Investigación

El presente trabajo adopta un enfoque metodológico mixto, integrando técnicas cualitativas y cuantitativas para analizar de manera estructurada la situación actual de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. y sustentar el diseño del modelo de Arquitectura Empresarial propuesto. Este enfoque permite articular la interpretación de percepciones organizacionales con el análisis sistemático de procesos, capacidades y tecnología, fortaleciendo la validez del modelo resultante (Hernández et al., (2014).

Desde una perspectiva aplicada, la investigación se orienta a la solución de problemáticas organizacionales reales, alineándose con los principios de la investigación aplicada en entornos empresariales, donde el conocimiento generado tiene un propósito práctico y de intervención directa (Tamayo & Tamayo, (2012).

Análisis Externo

PESTEL

El análisis PESTEL se emplea como herramienta para identificar los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales que influyen en el entorno de operación de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., permitiendo contextualizar estratégicamente a la organización dentro del sector de gestión integral de residuos en Colombia, caracterizado por alta presión regulatoria y exigencias crecientes en sostenibilidad (Johnson et al., (2017).

Los resultados consolidados del análisis PESTEL (ver Ilustración 18) evidencian que las variables regulatorias, ambientales y tecnológicas ejercen una influencia directa

sobre la estrategia y operación de la empresa, constituyéndose en insumos clave para la identificación de riesgos y oportunidades externas que posteriormente se relacionan con las capacidades internas de la organización (Porter, (2008).

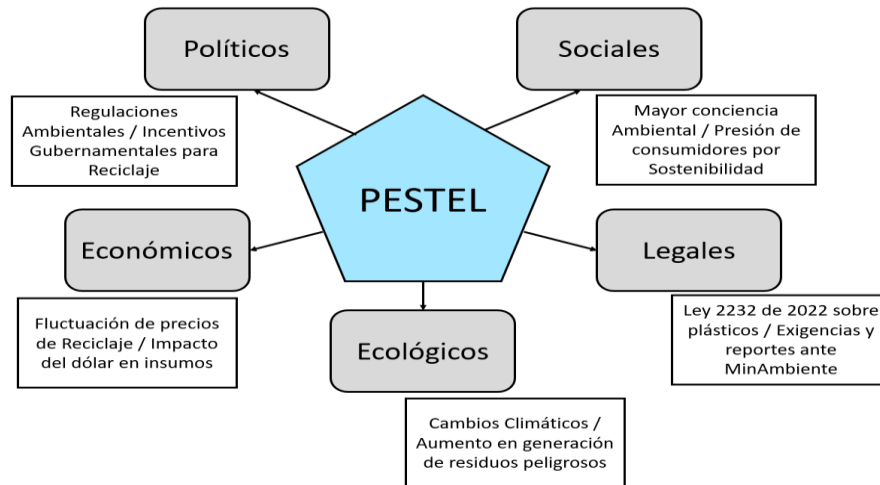


Ilustración 18. Análisis PESTEL de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. (Elaboración propia).

Cinco Fuerzas de Porter

El modelo de las Cinco Fuerzas de Porter se utiliza para evaluar la estructura competitiva del sector de gestión de residuos, analizando el poder de negociación de clientes y proveedores, la amenaza de nuevos entrantes, la presencia de productos sustitutos y la rivalidad entre competidores existentes, proporcionando una visión clara de la dinámica competitiva del entorno (Porter, (2008).

El análisis realizado muestra un entorno competitivo (ver Ilustración 19) condicionado por altos costos logísticos, barreras regulatorias significativas y un mercado en proceso de formalización, lo que refuerza la necesidad de fortalecer el modelo organizacional y tecnológico de la empresa como mecanismo de diferenciación estratégica sostenible (Grant, (2016).

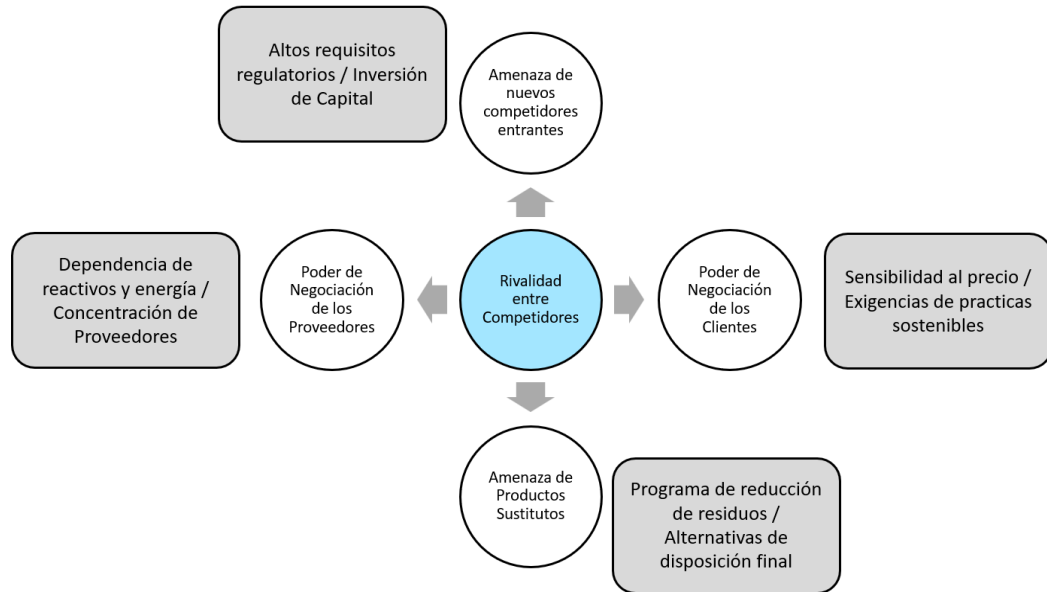


Ilustración 19. Análisis Cinco Fuerzas de Porter de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. (Elaboración propia).

DOFA

El análisis DOFA se aplica como herramienta de diagnóstico estratégico para integrar los factores internos y externos que influyen en la organización, permitiendo identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de manera estructurada y coherente con el contexto sectorial analizado previamente (Weihrich, (1982).

La matriz DOFA (ver Ilustración 20) evidencia como debilidades críticas la falta de estandarización de procesos y la limitada integración tecnológica, mientras que las oportunidades se concentran en el crecimiento del sector y el fortalecimiento del marco normativo ambiental, sirviendo como base para la identificación de brechas arquitectónicas abordadas posteriormente en el modelo TOGAF (Lankhorst et al., (2017).



Ilustración 20. Matriz DOFA de Eco-recuperadora Ambiental S.A.S. (Elaboración propia).

Análisis Interno

Tema propuesto

El análisis interno del presente trabajo se orienta a evaluar el estado actual de Eco-recuperadora Ambiental S.A.S. en relación con sus capacidades estratégicas, operativas y tecnológicas, considerando los dominios de la Arquitectura Empresarial definidos por TOGAF. Este análisis permite identificar brechas internas que afectan la alineación entre estrategia, procesos y tecnología, proporcionando una base empírica para el diseño del modelo arquitectónico propuesto (Lankhorst et al., (2017)).

Objetivo de la Encuesta

Identificar brechas y oportunidades en la estructura organizacional, operativa y tecnológica de Eco-recuperadora Ambiental S.A.S., mediante la medición de las variables clave identificadas, relacionadas con la estandarización de procesos, roles y responsabilidades, integración tecnológica, eficiencia operativa y sostenibilidad e

innovación, para fundamentar el diseño de un modelo de Arquitectura Empresarial (AE) que mejore su eficiencia, competitividad, alineación estratégica y como insumo para el análisis de estado actual (AS IS).

Identificación de las Variables

Las variables analizadas fueron definidas a partir de los dominios de la Arquitectura Empresarial y de los factores críticos de desempeño organizacional, permitiendo evaluar de forma integral la situación interna de la empresa. Estas variables incluyen dimensiones estratégicas, operativas, tecnológicas y culturales, alineadas con modelos de medición organizacional y madurez empresarial (Schekkerman, (2006).

La relación entre variables, capacidades organizacionales y dominios de Arquitectura Empresarial se presenta mediante artefactos metodológicos que aseguran la coherencia entre el instrumento de medición y el marco teórico adoptado, facilitando la trazabilidad del análisis y la interpretación de los resultados (Ross et al., (2006) se verifica la alineación de las variables seleccionadas al cubrimiento del análisis de la arquitectura empresarial (ver tabla 5) y se valida la inclusión de los aspectos más relevantes que se requieren para la mejora organizacional (ver tabla 6).

Variable	Alcance	Orden	Capacidad
Documentación y estandarización de Procesos	Analizar si los procesos de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. están documentados y si los empleados los comprenden y aplican.	Táctica - Operativa	Estandarización de modelo de gobierno documental

Roles y Responsabilidades	Evaluar la definición y claridad de los roles y responsabilidades dentro de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.	Estratégica - Táctica	Modelo de Gobierno Corporativo
Integración de Tecnologías	Examinar el nivel de uso e integración de herramientas tecnológicas en las operaciones de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.	Estratégica - Táctica	Plan estratégico de tecnologías
Eficiencia Operativa	Medir la percepción de los empleados sobre la optimización de recursos y la reducción de costos operativos en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.	Estratégica - Táctica	Modelo de Gobierno Financiero
Sostenibilidad e Innovación	Evaluar el enfoque de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S hacia prácticas sostenibles e innovación en sus procesos.	Táctica - Operativa	Plan de transformación y sostenibilidad

Tabla 5. Artefacto alineación de variables con capacidades organizacionales.

Variable	Capacidad	Dominio AE
Documentación y estandarización de Procesos	Estandarización de modelo de gobierno documental	Datos
Roles y Responsabilidades	Modelo de Gobierno Corporativo	Negocio
Integración de Tecnologías	Plan estratégico de tecnologías	Aplicaciones - Tecnología
Eficiencia Operativa	Modelo de Gobierno Financiero	Datos

Sostenibilidad e Innovación	Plan de transformación y sostenibilidad	Negocio
-----------------------------	---	---------

Tabla 6. Artefacto alineación de variables con AE.

Instrumento de Medición

El instrumento de medición se diseñó en forma de encuesta estructurada, utilizando una escala tipo Likert, con el propósito de evaluar de manera cuantificable la percepción de los colaboradores frente a las variables definidas. Este tipo de instrumento es ampliamente utilizado en estudios organizacionales por su capacidad para medir actitudes, percepciones y niveles de acuerdo de forma sistemática (Likert, (1932); Luna, (2007).

La estructura del instrumento garantiza la cobertura de los dominios estratégicos y tecnológicos de la organización (ver tabla 7), permitiendo obtener información relevante para el diagnóstico situacional y la posterior construcción del modelo de Arquitectura Empresarial (Hernández et al., (2014).

Número	Variable	Pregunta
1	Documentación y Estandarización de Procesos	Los procesos clave de la empresa están documentados.
2	Documentación y Estandarización de Procesos	Existe una guía accesible para realizar las tareas según los procesos documentados.
3	Documentación y Estandarización de Procesos	Se realizan capacitaciones periódicas sobre los procesos establecidos.
4	Documentación y Estandarización de Procesos	Los procesos documentados son suficientes para garantizar la continuidad de las operaciones.
5	Documentación y Estandarización de Procesos	Los colaboradores siguen los procesos documentados en sus actividades diarias.
6	Roles y Responsabilidades	Los roles dentro de la organización están claramente definidos.

7	Roles y Responsabilidades	Las responsabilidades de cada rol son comprendidas por todos los empleados.
8	Roles y Responsabilidades	La asignación de responsabilidades es adecuada para las metas de la empresa.
9	Roles y Responsabilidades	Existe duplicidad de funciones en los roles actuales de la organización.
10	Roles y Responsabilidades	Los empleados son autónomos para cumplir con sus responsabilidades.
11	Integración de Tecnologías	Las herramientas tecnológicas actuales apoyan eficazmente las operaciones de la empresa.
12	Integración de Tecnologías	Existe una buena comunicación entre las aplicaciones y sistemas tecnológicos utilizados.
13	Integración de Tecnologías	La tecnología implementada reduce la carga manual de trabajo.
14	Integración de Tecnologías	Los empleados están capacitados para usar las herramientas tecnológicas disponibles.
15	Integración de Tecnologías	Se realizan actualizaciones periódicas en los sistemas de información utilizados.
16	Eficiencia Operativa	Los recursos de la empresa son utilizados de manera eficiente.
17	Eficiencia Operativa	Los costos operativos se han reducido gracias a procesos optimizados.
18	Eficiencia Operativa	Existe un seguimiento adecuado de los indicadores de desempeño operativo.
19	Eficiencia Operativa	Las actividades diarias fluyen sin interrupciones debido a problemas internos.
20	Eficiencia Operativa	La planificación operativa permite cumplir con los plazos, entregas y recogidas establecidos.

21	Sostenibilidad e Innovación	Las prácticas de la empresa promueven la sostenibilidad ambiental.
22	Sostenibilidad e Innovación	Se valoran y aplican ideas innovadoras en los procesos o procedimientos de la empresa.
23	Sostenibilidad e Innovación	La empresa busca constantemente nuevas formas de reciclar y reutilizar materiales.
24	Sostenibilidad e Innovación	Las alianzas estratégicas están alineadas con los objetivos de sostenibilidad.
25	Sostenibilidad e Innovación	La empresa tiene un impacto positivo en la comunidad a través de sus prácticas.

Tabla 7. Encuesta Análisis Situacional Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.

Dentro del grupo de expertos, se incluyen personas con conocimiento en tecnología, recursos humanos, procesos y dirección comercial y financiera, para garantizar la idoneidad de la aplicación de la evaluación y la confiabilidad de los criterios, a través de afirmaciones calificadas en una escala binaria de 1 (de acuerdo) o 0 (en desacuerdo), el instrumento recoge información valiosa para identificar fortalezas y oportunidades de mejora. Validada mediante la V de Aiken, la encuesta garantiza claridad y relevancia en sus preguntas, permitiendo priorizar acciones estratégicas que fortalezcan la efectividad, sostenibilidad e innovación en la organización intervenida.

Aplicada al primer grupo de preguntas (25 de primera etapa) el grupo de expertos concluyó frente a las mismas obteniendo que el 36% (calificación por debajo de 0.80) no cumplían con los criterios de suficiencia para ser aplicadas a la población seleccionada y podrían generar confusiones o información que no era relevante para la investigación (ver ilustración 21), de la misma forma en la calificación individual por preguntas se evidencia

que las pertenecientes a la variable de documentación y estandarización son las que tienen una menor calificación y deben ser ajustadas (ver ilustración 22).

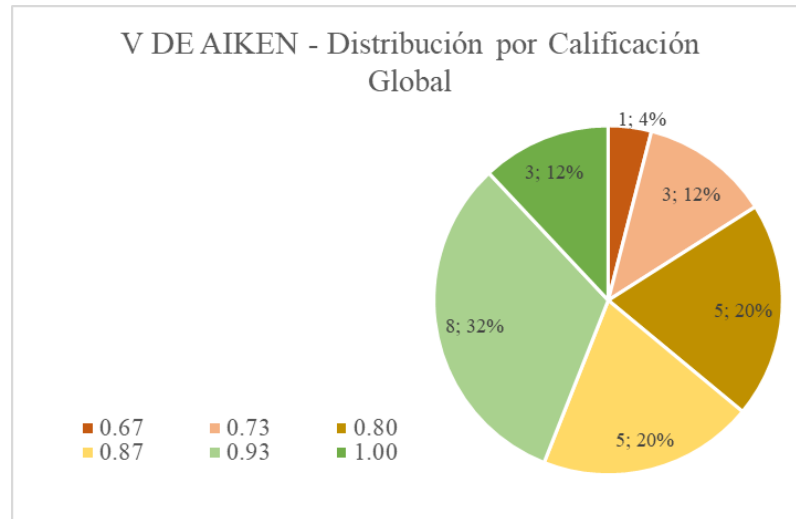


Ilustración 21. V de Aiken Inicial (Elaboración propia).

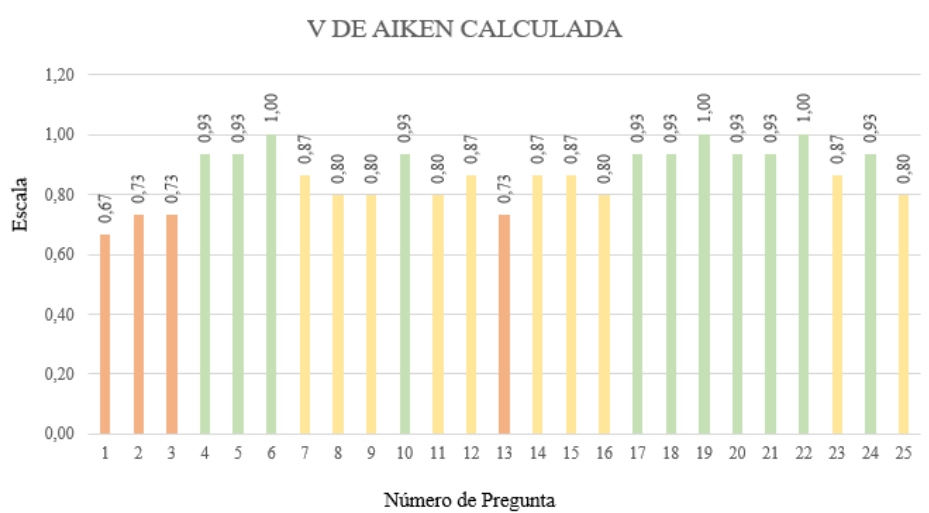


Ilustración 22. V de Aiken calculada para cada pregunta de la Fase 1 (Elaboración propia).

Instrucciones de la Encuesta

Para el diseño del instrumento se utilizara una encuesta digital a través de Google Forms o Formularios de Office 365, con acceso a las personas que diligenciaran la encuesta, se utilizara la escala de Likert, como lo menciona Santamaría et al., (2002) esta garantizara un mejor entendimiento en la conceptualización de la pregunta y las

condiciones de calificación por parte del lector, así mismo permite que la estadística generada en la revisión de las respuestas sea más clara y concisa, para el caso de este instrumento se utilizara la escala de Likert de acuerdo o concordancia en cinco valores, se referencian los cuatro tipos que pueden ser ajustados y utilizados posteriormente para el diagnóstico organizacional:

- **Acuerdo o Concordancia:** Esta escala permite la revisión del nivel de reconocimiento o de uso de un concepto o criterio con referencia a una variable, para el caso del instrumento se evalúa así:
 - 1. Totalmente en desacuerdo
 - 2. En desacuerdo
 - 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - 4. De acuerdo
 - 5. Totalmente de acuerdo

- **Probabilidad:** Esta escala permite la revisión del acercamiento, uso o condición frente a una variable:
 - 1. Muy Improbable
 - 2. Improbable
 - 3. Tal vez
 - 4. Probable
 - 5. Muy Probable

- **Satisfacción:** Esta escala permite la revisión del grado de satisfacción o condición frente a una variable:
 - 1. Muy insatisfecho
 - 2. Insatisfecho
 - 3. Algo Satisfecho
 - 4. Satisfecho
 - 5. Muy Satisfecho

- **Frecuencia:** Esta escala permite la revisión del tiempo o repetición que aplica a una variable:
 - 1. Nunca
 - 2. Poco
 - 3. Algunas Veces
 - 4. Frecuentemente
 - 5. Siempre

Para los encabezados se realizará la explicación general de la escala para que las personas puedan calificar basados en su percepción, similar a: “Por favor, seleccione el nivel de acuerdo que mejor refleje su opinión utilizando la siguiente escala”.

Validación de Instrumento de Medición

Posteriormente al análisis ejecutado en el punto anterior (ítem 7.5), se realizó la validación del V de Aiken, se aplicó Delphi con los expertos después de ajustar la redacción de las preguntas que no cumplían con el criterio (Calificación por debajo de 0.80), con esto se procedió al ajuste de las preguntas correspondientes a los numerales (1, 2, 3, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 23, 25) y se procede a revisar de nuevo el instrumento del V de Aiken, se incluyen las redacciones mejoradas (ver tabla 8) para garantizar la pertinencia del instrumento se incluyen en el documento (validación de instrumento de medición ajustado.xls – anexo adjunto).

Número	Variable	Pregunta
1	Documentación y Estandarización de Procesos	Existen documentos en los que se relacionen los procesos importantes del negocio y se mencionan como se usan, quien los usa y su finalidad
2	Documentación y Estandarización de Procesos	Dependiendo de las funciones de cada cargo existe una caracterización de este, un documento guía de actividades y su relación con el mapa de procesos
3	Documentación y Estandarización de Procesos	Se realizan capacitaciones periódicas sobre los procesos establecidos.
4	Documentación y Estandarización de Procesos	Los procesos documentados son suficientes para garantizar la continuidad de las operaciones.
5	Documentación y Estandarización de Procesos	Los colaboradores siguen los procesos documentados en sus actividades diarias.
6	Roles y Responsabilidades	Los roles dentro de la organización están claramente definidos.
7	Roles y Responsabilidades	Se tiene claridad por parte de cada empleado y colaboradores sus funciones, alcance y aporte para la estrategia de la organización
8	Roles y Responsabilidades	Se cuenta con una asignación de funciones y responsabilidades que esta alineada con los objetivos estratégicos y la misión de la empresa
9	Roles y Responsabilidades	Considera que existen funciones o actividades que son comunes a varios cargos o roles o que pueden ser simplificadas por estar realizando por varias personas
10	Roles y Responsabilidades	Los empleados son autónomos para cumplir con sus responsabilidades.
11	Integración de Tecnologías	Cuenta la organización con herramientas tecnológicas suficientes, sistemas de información para que todos los colaboradores desarrollen sus actividades con éxito
12	Integración de Tecnologías	Considera que los sistemas de información y las herramientas tecnológicas se conectan de manera completa y sin generar fricción, es fácil entender su funcionamiento
13	Integración de Tecnologías	Los sistemas de información y la tecnología implementada en la organización reducen de manera considerable tareas repetitivas y ayudan con la gestión dl día a día

14	Integración de Tecnologías	Se incluyen capacitaciones amplias y específicas sobre el uso de las tecnologías y sistemas de información a los colaboradores y terceros
15	Integración de Tecnologías	Los sistemas de información y los datos que se utilizan se mantienen vigentes a través de planes de actualización y revisión de su funcionalidad
16	Eficiencia Operativa	Se tiene un manejo costo eficiente frente a los gastos de la empresa y el manejo de sus inversiones en corto y largo plazo
17	Eficiencia Operativa	Los costos operativos se han reducido gracias a procesos optimizados.
18	Eficiencia Operativa	Existe un seguimiento adecuado de los indicadores de desempeño operativo.
19	Eficiencia Operativa	Las actividades diarias fluyen sin interrupciones debido a problemas internos.
20	Eficiencia Operativa	La planificación operativa permite cumplir con los plazos, entregas y recogidas establecidos.
21	Sostenibilidad e Innovación	Las prácticas de la empresa promueven la sostenibilidad ambiental.
22	Sostenibilidad e Innovación	Se valoran y aplican ideas innovadoras en los procesos o procedimientos de la empresa.
23	Sostenibilidad e Innovación	Se tiene procesos innovadores y se incluyen nuevas técnicas, procedimientos y tecnologías que permitan reciclar y/o realizar aprovechamiento de las materias primas
24	Sostenibilidad e Innovación	Las alianzas estratégicas están alineadas con los objetivos de sostenibilidad.
25	Sostenibilidad e Innovación	La compañía genera un verdadero valor en su impacto social y ambiental en las comunidades que lo rodean y en el contexto de su uso y aplicación.

Tabla 8. Encuesta Análisis Situacional Ecorecuperadora Ambiental S.A.S (Ajustada).

Aplicada al segundo grupo de preguntas (25 preguntas ajustadas) el grupo de expertos concluyó frente a las mismas obteniendo que el 100% (calificación por encima de 0.80) cumplen con los criterios de suficiencia para ser aplicadas a la población

seleccionada y serian valiosas para la gestión de información que sumara al proceso de investigación (ver ilustración 23), de la misma forma en la calificación individual por preguntas se evidencia que las ajustadas subieron en su percepción y las que tenían menor aceptación fueron aceptadas (ver ilustración 24), incluidas en el documento (Instrumento evaluación seminario.xls en su página Instrumento Ajustado - Final).

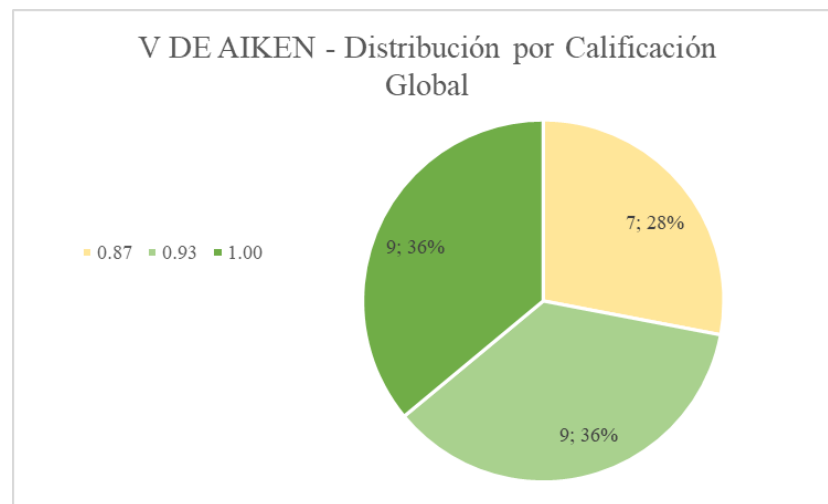


Ilustración 23. V de Aiken Ajustada (Elaboración propia).

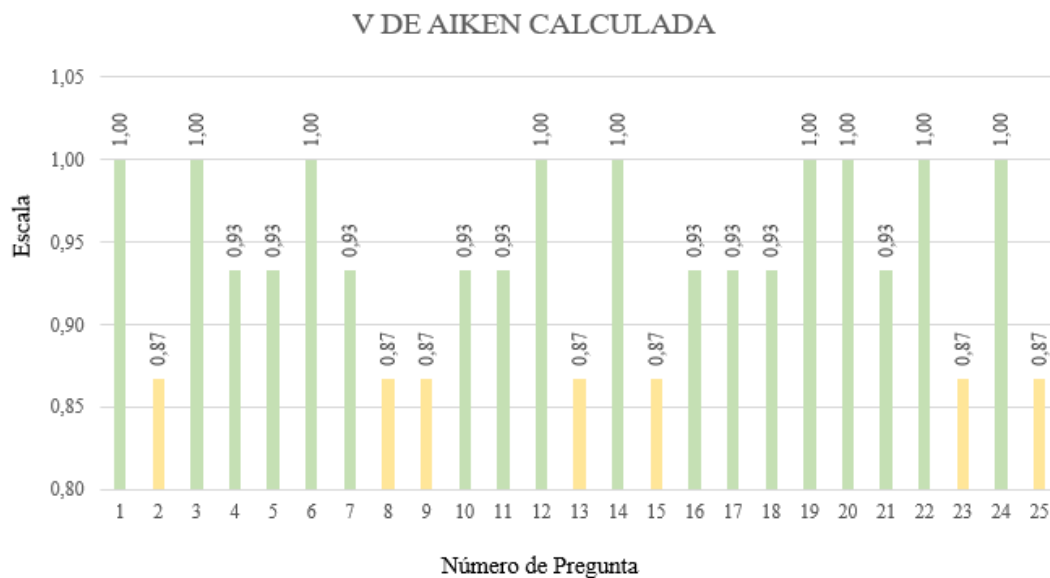


Ilustración 24. V de Aiken calculada para cada pregunta de la Fase 2 - Ajustada (elaboración propia).

Ficha Técnica

La población seleccionada para el instrumento de medición comprende 50 personas clave asociadas a Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., incluyendo colaboradores internos, proveedores y clientes. Definición justificada por su relevancia directa en el diagnóstico de la AE, ya que estos stakeholders proporcionan perspectivas integrales sobre los dominios (Negocio, Datos, Aplicaciones y Tecnología), alineada con el contexto operativo de una PYME en Colombia. La muestra, también de 50 personas, equivale a la población total, lo que convierte el enfoque en un censo exhaustivo, viable dado el acceso facilitado por la empresa, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% calculados mediante una calculadora de muestras para respaldar la rigurosidad estadística.

Los individuos de la población se caracterizan por su vinculación directa con el sector de gestión integral de residuos, con roles que abarcan operaciones logísticas y administrativas (colaboradores), e interacciones comerciales y de suministro (proveedores y clientes), todos operando en un entorno regulado por normativas ambientales colombianas. Aunque se seleccionó a toda la población, se menciona un "muestreo" porque se aplicaron principios estadísticos estándar para dimensionar la muestra, resultando en la inclusión total debido al tamaño finito y manejable de la población; esto permite inferencias robustas sin necesidad de submuestreo. Se establecen los siguientes valores para la Ficha Técnica (ver tabla 9).

Característica	Descripción
Periodo de recolección de datos	Julio / Agosto del 2025
Ciudad de aplicación	Bogotá, Colombia
Perfil de las personas entrevistadas	Colaboradores, proveedores y clientes de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S
Población	50 personas
Muestra	50 personas
Nivel de confianza	95%
Grado de precisión	5%
Medio de recolección	Encuesta en línea (Google Forms)

Tabla 9. Ficha Técnica Instrumento de Medición.

Para la aplicación del instrumento se ajustarán la redacción de las preguntas para cada grupo participante (clientes, proveedores, colaboradores) conservando la idea central de la pregunta, enfocada en las variables.

Contribuciones Originales esperadas de la aplicación del instrumento y el proyecto

- Recolección de información que permita describir el estado inicial de la compañía y la percepción de sus capacidades por las personas que interactúan en el día a día con sus procesos.
- Descripción general de situación actual.
- Calificación de condiciones e interrelaciones básicas entre clientes, proveedores y empleados.

- Plan de proyectos a implementar .

Impacto esperado

- Cliente Interno (empleados)
- Proveedores
- Cliente Externo

Condiciones de Beneficio

Se construye un análisis de beneficio para cada uno de los actores involucrados en la aplicación del instrumento, es importante mencionar que en mayor medida los beneficios están asociados a la consecución de una capacidad que aún no existe o es incipiente en la empresa y en su mayoría enfocadas al proceso industrial – comercial

Análisis de Situación Actual (Diagnóstico)

Como lo menciona López Tejeda & Pérez Guarachi, (2011) es importante que se utilicen los instrumentos para recopilar información, tratando de consolidar la mayor cantidad de ésta, utilizando actores importantes en los procesos, en el caso de la Ecorecuperadora estos actores se dividieron en tres grandes grupos, empleados, clientes y proveedores, con el propósito de identificar las percepciones internas y externas sobre la gestión organizacional y operativa la compañía, tal como se definió en el capítulo anterior (diseño metodológico) se aplicó una encuesta estructurada de veinticinco (25) preguntas a cincuenta (50) participantes, distribuidas en diferentes ejes, Documentación y Estandarización de Procesos, Roles y Responsabilidades, Integración de Tecnologías, Eficiencia Operativa y Sostenibilidad e Innovación.

El análisis estadístico de los resultados del instrumento mencionado anteriormente se enfocó en determinar los aspectos mejor valorados (fortalezas) y aquellos con menor puntuación (áreas de mejora) para cada uno de los dominios de la arquitectura (Negocio, Datos, Aplicaciones, Tecnología), para esto los valores analizados para cada una de las preguntas parte de considerar que un puntaje de tres puntos (3,0) corresponden a la media de cumplimiento aceptable partiendo de que representa una posición neutral, que no se inclina ni a lo positivo ni a lo negativo, y que las personas que califican consideran cada uno de los criterios desde el impacto, conocimiento o valoración que tienen de estos, por lo que el promedio de cada pregunta recoge estas percepciones.

También y como lo revisa Nossa, (2021) se incluyó en el análisis actual las entrevistas orales, teniendo en cuenta que son información importante que puede fortalecer

el proceso de construcción posterior del AS-IS y contrastar los resultados obtenidos por el instrumento, estas entrevistas sostenidas a lo largo del proceso con los directores de la Ecorecuperadora adicionan información relevante sobre el desempeño, funcionamiento y estructuración de los procesos actuales de la compañía.

Análisis de Preguntas de Dominios

Teniendo en cuenta que se realizaron veinticinco (25) preguntas divididas en los cuatro dominios de TOGAF, se realizara el análisis de los bloques de preguntas (preguntas 1 al 5, 6 al 10, 11 al 15, 16 al 20 y 21 al 25), para cada uno de ellos, relacionadas con los ejes mencionados anteriormente, generando la verificación de las respuestas contra la situación actual de la Ecorecuperadora y cuál es la brecha identificada frente a la operación del día a día y el relacionamiento entre cliente, proveedor y empleados.

A nivel general se identifica un promedio de tres coma tres (3,3) para toda la encuesta, con una desviación entre promedios de cero coma once (0,11) lo que muestra una percepción media de la compañía y un nivel de consistencia moderado, que muestra que no existe un consenso unificado sobre las capacidades de la Ecorecuperadora y muchas de las condiciones del día a día son percibidas de manera muy distinta, así mismo no se observa ninguna pregunta en la que sobresalga el valor promedio por encima de tres coma seis (3,6) (ver ilustración 25), lo que muestra que la mayoría de las capacidades son muy incipientes y se marca el entorno empírico de la operación.

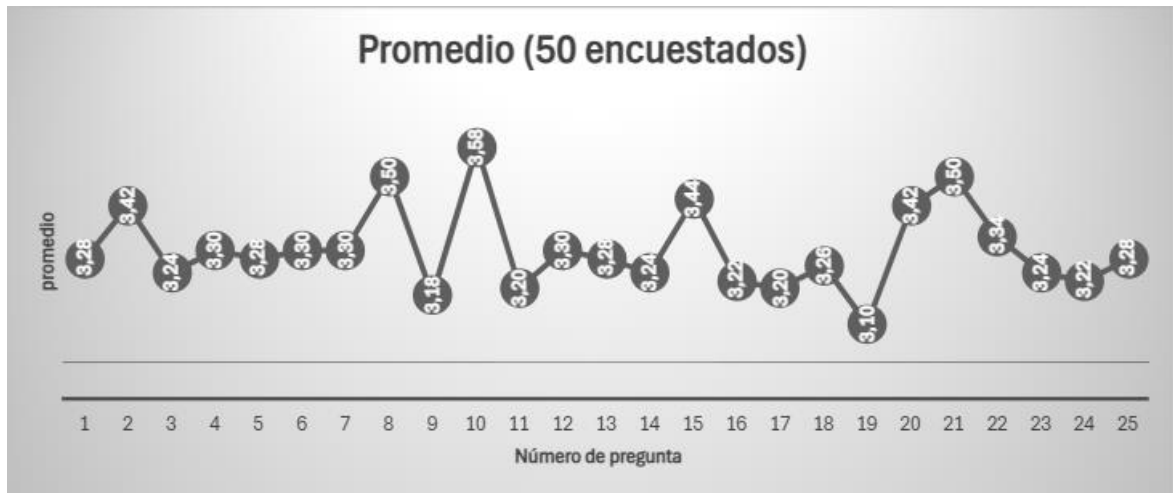


Ilustración 25. Promedio para cada pregunta (elaboración propia).

Al verificar la dispersión de cada una de las preguntas el promedio de todas estas es de cero coma setenta y nueve (0,79) (ver ilustración 26) lo muestra una gran diferencia en la percepción, teniendo en cuenta que se encuestaron clientes, proveedores y empleados se observa que la información que se poseen de las capacidades es muy distinta, lo que genera calificaciones muy altas o bajas, lo que refuerza que no existe un consenso sobre las capacidades que se debe a desconocimiento o ausencia inherente de las capacidades que son verificadas en cada pregunta.



Ilustración 26. Dispersión para cada pregunta (elaboración propia).

Al verificar cada una de las variables (ejes) encuestados, observamos que ninguno sobresale en mayor medida sobre los demás (ver ilustración 27), sin embargo, es el bloque dos (preguntas 5 al 10) la que tienen una calificación más alta, asociado con el reconocimiento de roles y responsabilidades del dominio de negocio, de igual manera es el bloque cuatro (preguntas 16 al 20) la que tiene la calificación más baja, asociada a la eficiencia operativa que es parte del dominio de datos, lo que muestra que en procesos incipientes aun cuando se sepa que se debe hacer las fuentes de información son aún precarias o tienen baja administración.

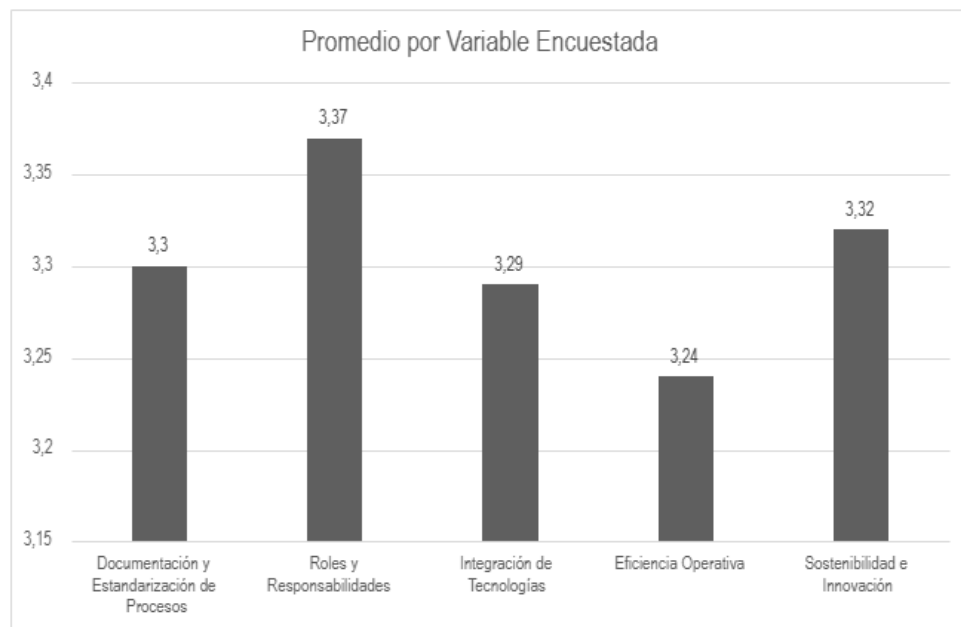


Ilustración 27. Promedio por Variable – Total Encuestados (elaboración propia).

Para el análisis de cada uno de los dominios se observa (ver Ilustración 28) que el negocio sobresale levemente sobre los demás, esto incluye dos bloques de preguntas (preguntas 6 al 10 y 21 al 25) relacionadas con los roles y responsabilidades y la sostenibilidad e innovación, que son inherentes a la gestión ambiental propia de la Ecorecuperadora, sin embargo el dominio de datos que incluyen dos bloques de preguntas

(preguntas 1 al 5 y 16 al 20) relacionadas con la documentación y estandarización de procesos y la eficiencia operativa son más bajas, mostrando la baja madurez percibida frente al que hacer y cómo hacer de la compañía, por último los dominios de Aplicaciones (sistemas de información) y Tecnología que están en el bloque (preguntas 11 al 15) muestran que aunque se tienen algunos registros y tecnología, son limitadas y están parcialmente integradas con el día a día.

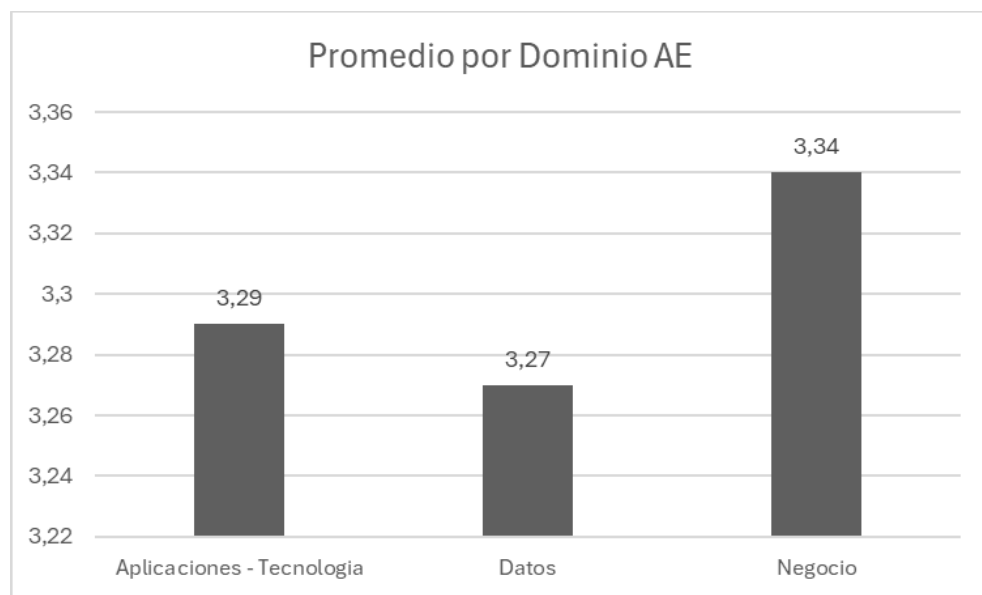


Ilustración 28. Promedio por dominio de Arquitectura Empresarial (elaboración propia).

Dominio Negocio

Se resume la información de los promedios y medianas para cada una de las preguntas, para este dominio (ver ilustración 29), se observa que el promedio de estas se mantiene dentro del rango evaluado a nivel general en la encuesta.

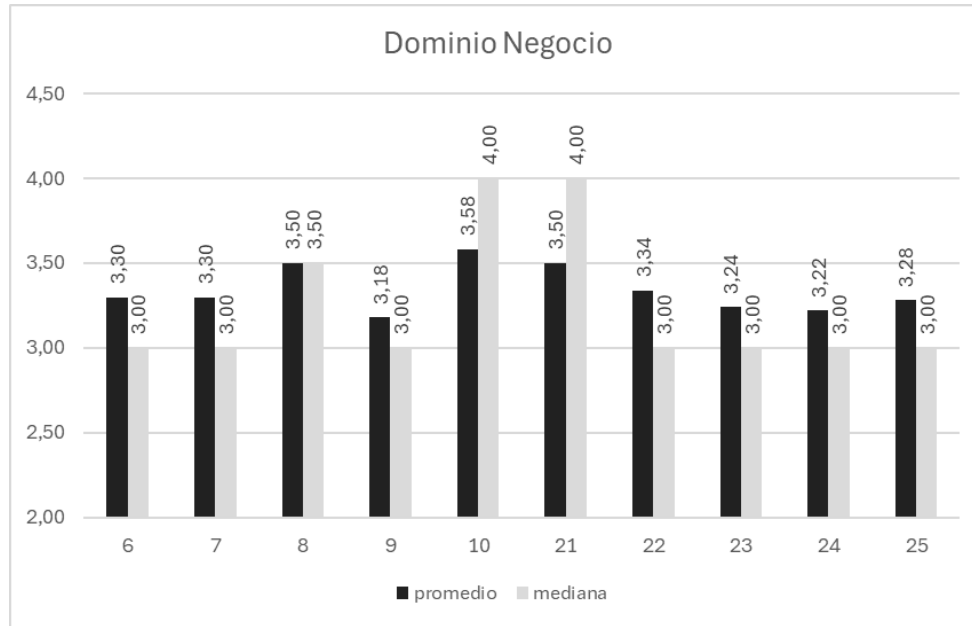


Ilustración 29. Promedio para dominio Negocio (elaboración propia).

Las preguntas de negocio evaluaron dos variables (ejes), roles y responsabilidades y sostenibilidad e innovación, que permiten medir la situación actual de la Ecorecuperadora en cuanto a sus actividades, funciones y la identificación de los actores y su interrelación con procesos empíricos y no alineados con alguna estrategia que sostienen el hacer de la compañía, así como las prácticas ambientales alineadas con el entorno interno/externo que fueron evaluadas en capítulos anteriores (ver tabla 10).

Aspectos para mejorar

Dado el análisis del instrumento y el artefacto que resume cada pregunta, se pueden resumir a continuación los aspectos a mejorar considerados:

1. El conocimiento de la Ecorecuperadora es empírico y su estrategia está basada en la forma de hacer que tienen los empleados, así como su relación con clientes y proveedores, pero no está relacionado con una estrategia definida de manera concreta.

Número de pregunta	Preguntas	Variables	Promedio	Mediana	Conclusión del Diagnóstico
6	Los roles dentro de la organización están claramente definidos.	Roles y Responsabilidades	3,3	3	Hay definiciones básicas, pero no todos reconocen claramente la estructura organizacional y sus funciones
7	Se tiene claridad por parte de cada empleado y colaboradores sus funciones, alcance y aporte para la estrategia de la organización	Roles y Responsabilidades	3,3	3	Hay definiciones básicas de que deben hacer, pero no del aporte de sus cargos o su interacción con la estrategia de la compañía
8	Se cuenta con una asignación de funciones y responsabilidades que esta alineada con los objetivos estratégicos y la misión de la empresa	Roles y Responsabilidades	3,5	3,5	Se conoce de manera básica la interacción entre los actores con la compañía, pero no así con su estrategia
9	Considera que existen funciones o actividades que son comunes a varios cargos o roles o que pueden ser simplificadas por estar realizando por varias personas	Roles y Responsabilidades	3,18	3	Se pueden estar solapando actividades o funciones entre personas, se pueden estar demostrando hacia clientes y proveedores desorganización interna
10	Los empleados son autónomos para cumplir con sus responsabilidades.	Roles y Responsabilidades	3,58	4	Se tiene claridad la autonomía de los empleados para ejercer sus funciones y cumplir con las actividades realizadas
21	Las prácticas de la empresa promueven la sostenibilidad ambiental.	Sostenibilidad e Innovación	3,5	4	Se tiene claridad de que la compañía tiene un aporte ambiental y además promociona estas actividades
22	Se valoran y aplican ideas innovadoras en los procesos o procedimientos de la empresa.	Sostenibilidad e Innovación	3,34	3	El modelo de innovación no está plenamente establecido, se hacen las cosas de la forma tradicional
23	Se tiene procesos innovadores y se incluyen nuevas técnicas, procedimientos y tecnologías que permitan reciclar y/o realizar aprovechamiento de las materias primas	Sostenibilidad e Innovación	3,24	3	Se mantiene la forma de hacer las cosas, sin integrar modelos innovadores o nuevas formas de hacer, se percibe como productiva pero no innovadora
24	Las alianzas estratégicas están alineadas con los objetivos de sostenibilidad.	Sostenibilidad e Innovación	3,22	3	No se perciben claramente las alianzas, más allá de la propia interacción comercial que estén orientadas con la sostenibilidad del negocio
25	La compañía genera un verdadero valor en su impacto social y ambiental en las comunidades que lo rodean y en el contexto de su uso y aplicación	Sostenibilidad e Innovación	3,28	3	No se perciben puntos clave en el impacto ambiental, tal vez falta comunicación o el contexto de servicio no es claro con la estrategia de negocio

Tabla 10. Artefacto análisis de preguntas de dominio de negocio (elaboración propia).

2. La materialización de la estrategia para la innovación y sostenibilidad ambiental no es claramente comunicada al mercado, es una oportunidad para articular actores claves como entidades gubernamentales u asociaciones de reciclaje.
3. Las funciones de empleados y compañía deben estar bien definidos para garantizar modelos competitivos de mercado y crecimiento estructurado.

Dominio Datos

Se resume la información de los promedios y medianas para cada una de las preguntas, para este dominio (ver ilustración 30), se observa que el promedio de estas se mantiene dentro del rango evaluado a nivel general en la encuesta.

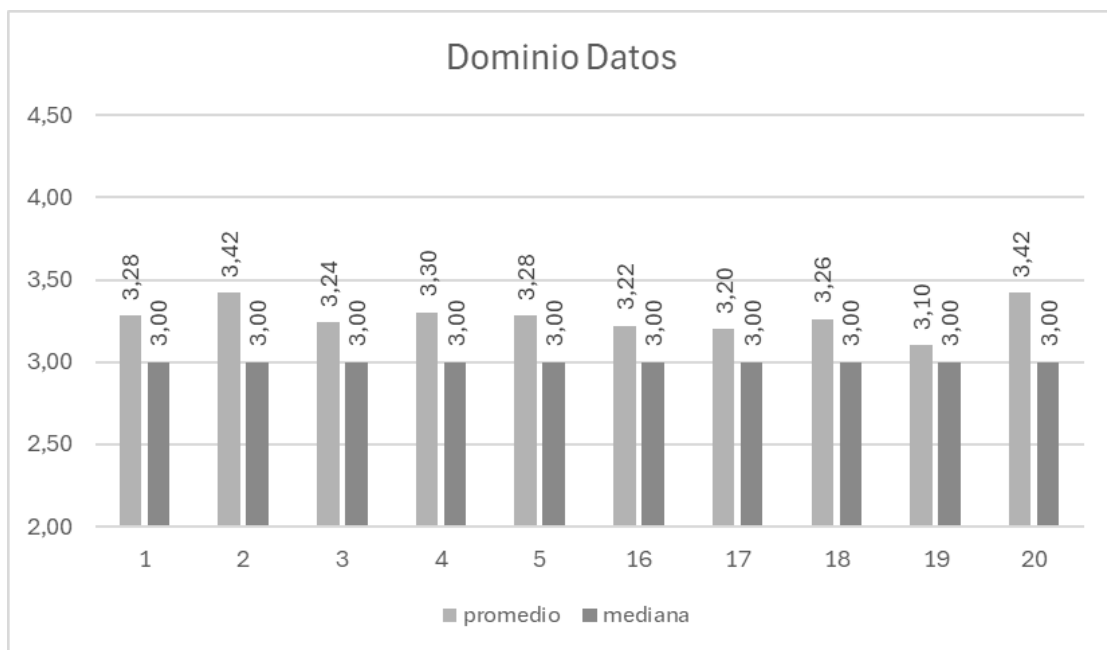


Ilustración 30. Promedio para dominio Datos (elaboración propia).

Las preguntas de datos (fuentes de información) evaluaron dos variables (ejes), documentación y estandarización de procesos y eficiencia operativa, que permiten medir la situación actual de la Ecorecuperadora en cuanto a la información y fuentes de información que soportan la operación, así como las capacidades de gestión que garantizan la sobrevivencia del negocio (gestión financiera) y su documentación (ver tabla 11).

Número de pregunta	Preguntas	Variables	Promedio	Mediana	Conclusión del Diagnóstico
1	Existen documentos en los que se relacionen los procesos importantes del negocio y se mencionan como se usan, quien los usa y su finalidad	Documentación y Estandarización de Procesos	3,28	3	Existe documentación básica que relaciona las actividades, pero no están atadas a procesos claros o estructurados, no se reconoce un mapa de procesos
2	Dependiendo de las funciones de cada cargo existe una caracterización de este, un documento guía de actividades y su relación con el mapa de procesos	Documentación y Estandarización de Procesos	3,42	3	No se reconoce una caracterización escrita, es más la forma de hacer las cosas las que define la función de cada rol desde los administrativos hasta los operativos
3	Se realizan capacitaciones periódicas sobre los procesos establecidos.	Documentación y Estandarización de Procesos	3,24	3	Se hacen capacitaciones básicas, pero no hay una ruta específica de formación para las funciones de cada proceso
4	Los procesos documentados son suficientes para garantizar la continuidad de las operaciones.	Documentación y Estandarización de Procesos	3,3	3	No existe una documentación de los procesos que sea de conocimientos de todos los actores, clientes y proveedores interactúan de manera orgánica pero no estructurada
5	Los colaboradores siguen los procesos documentados en sus actividades diarias.	Documentación y Estandarización de Procesos	3,28	3	La forma de hacer las cosas se guía por cómo se ha aprendido más que por cómo está escrito, es parte del empirismo de la función
16	Se tiene un manejo costo eficiente frente a los gastos de la empresa y el manejo de sus inversiones en corto y largo plazo	Eficiencia Operativa	3,22	3	Se tiene un control financiero administrativo básico, sin embargo, no existe un modelo reconocido de inversiones
17	Los costos operativos se han reducido gracias a procesos optimizados.	Eficiencia Operativa	3,2	3	No se reconoce que exista una forma de optimización que aplique directamente a los costos
18	Existe un seguimiento adecuado de los indicadores de desempeño operativo.	Eficiencia Operativa	3,26	3	No se reconocen directamente indicadores de desempeño operativo, la medición solamente se hace contra el ingreso/gasto
19	Las actividades diarias fluyen sin interrupciones debido a problemas internos.	Eficiencia Operativa	3,1	3	No se reconoce un patrón estandarizado de la forma de hacer o un proceso que determine el como
20	La planificación operativa permite cumplir con los plazos, entregas y recogidas establecidos.	Eficiencia Operativa	3,42	3	La planificación es intuitiva y parte del empirismo de saber hacer, no se reconoce un patrón estandarizado para establecer la planeación

Tabla 11. Artefacto análisis de preguntas de dominio de datos (elaboración propia).

Aspectos para mejorar

Dado el análisis del instrumento y el artefacto que resume cada pregunta, se pueden resumir a continuación los aspectos a mejorar considerados:

1. Al no existir caracterizaciones o documentación de procesos, muchas cosas se hacen por conocimiento acumulado, sin embargo, eso genera informalidad en la cadena de suministro, baja trazabilidad en uso y colocación de materiales que pueden generar riesgos operativos.
2. La falta de planificación estructurada o de información escasa para la toma de decisiones consensuadas, reduce el manejo financiero a ingresos / gastos, sin tener oportunidad en manejo de inversiones, optimizaciones o gestión mejorada de procesos.
3. Las funciones de empleados y compañía deben estar bien definidos para garantizar modelos competitivos de mercado y crecimiento estructurado.

Dominio Aplicaciones / Dominio Tecnología

Se resume la información de los promedios y medianas para cada una de las preguntas, para este dominio (ver ilustración 31), se observa que el promedio de estas se mantiene dentro del rango evaluado a nivel general en la encuesta.

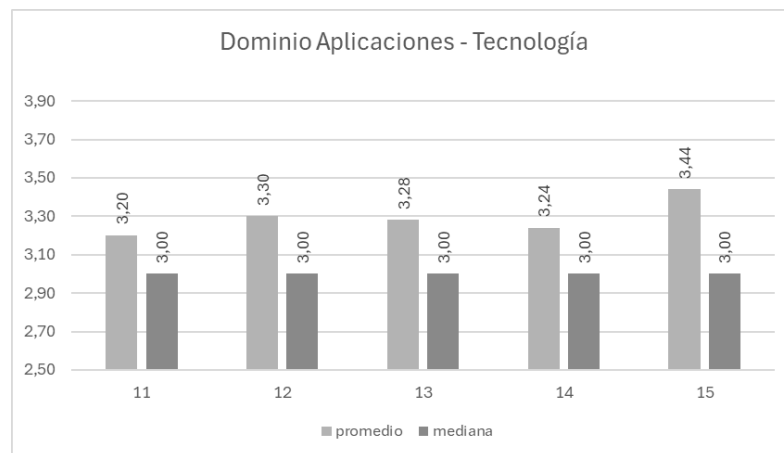


Ilustración 31. Promedio para dominio aplicaciones - tecnología (elaboración propia).

Las preguntas de aplicaciones (sistemas de información) y tecnología se evaluaron en una variable (eje), integración de tecnologías, teniendo en cuenta que la Ecorecuperadora es una compañía incipiente y no tiene separados estos dos dominios, esto permite medir la apropiación y uso de la tecnología para la realización de actividades, la integración de procesos con la tecnología, la interacción de los actores y su uso para automatizar y garantizar que funcione como habilitador (ver tabla 12).

Número de pregunta	Preguntas	Variables	Promedio	Mediana	Conclusión del Diagnóstico
11	Cuenta la organización con herramientas tecnológicas suficientes, sistemas de información para que todos los colaboradores desarrollen sus actividades con éxito	Aplicaciones - Tecnología	3,20	3,00	Se tienen herramientas básicas para la gestión de las actividades, pero no se reconocen sistemas de información que integren el hacer, así como suficientes para el desarrollo de funciones
12	Considera que los sistemas de información y las herramientas tecnológicas se conectan de manera completa y sin generar fricción, es fácil entender su funcionamiento	Aplicaciones - Tecnología	3,30	3,00	Al contar con herramientas muy básicas y restringidas, solo hay interacción de algunos de los actores, los sistemas de información no facilitan el desarrollo de las actividades o son un habilitador
13	Los sistemas de información y la tecnología implementada en la organización reduce de manera considerable tareas repetitivas y ayudan con la gestión del día a día	Aplicaciones - Tecnología	3,28	3,00	Hay un alto nivel de manualidad en las actividades, pero no existe tecnología o sistemas que automaticen los procesos
14	Se incluyen capacitaciones amplias y específicas sobre el uso de las tecnologías y sistemas de información a los colaboradores y terceros	Aplicaciones - Tecnología	3,24	3,00	Dado el nivel de uso de tecnología no se reconoce este tipo de capacitaciones, los actores reconocen su interacción a través de canales tradicionales
15	Los sistemas de información y los datos que se utilizan se mantienen vigentes a través de planes de actualización y revisión de su funcionalidad	Aplicaciones - Tecnología	3,44	3,00	Dado el uso de tecnología no se reconocen planes establecidos para su actualización o vigilancia tecnológica

Tabla 12. Artefacto análisis de preguntas de dominio de aplicaciones/tecnología (elaboración propia).

Aspectos para mejorar

Dado el análisis del instrumento y el artefacto que resume cada pregunta, se pueden resumir a continuación los aspectos a mejorar considerados:

1. El nivel de madurez de las aplicaciones y tecnología de la Ecorecuperadora es básico y está enfocado en la operación diaria, para cumplir labores mínimas, pero no existen sistemas de información integrados que articulan los dominios de negocio o la toma de decisiones.
2. Se está priorizando la supervivencia del negocio por encima de las capacidades de transformación en integración tecnológica, esto genera limitación en el crecimiento o diversificación a modelos de competencia más estructurado.
3. El modelo de trazabilidad, control de inventarios y sostenibilidad financiera no está apalancando en sistemas de información concretos que permitan generar prospectiva o control de capacidades en general.
4. La tecnología no está integrada en el modelo operativo o la cadena de valor, dado el alto procesamiento manual de materiales y la forma de hacer controles y seguimiento, se percibe la ausencia de herramientas.

Elementos identificados de situación actual frente al instrumento

En el análisis general realizado se concluye que existen algunas capacidades definidas que pueden ser tomadas como fortalezas, mientras otras son aspectos por mejorar que tienen un amplio desarrollo u oportunidades a materializar como iniciativas o proyectos, en el artefacto de revisión (ver tabla 13) se incluyen las más relevantes obtenidas de la aplicación del instrumento como punto de partida para el análisis AS-IS de la AE basado en TOGAF.

Condición Identificada	Fuente de identificación	Fortaleza / Debilidad	Abordaje	Capacidad Por Cubrir
Conocimiento empírico	Encuesta	Debilidad	Definir y proponer	Negocio - Gestión del conocimiento
Relaciones con Cliente y proveedores basadas en confianza	Encuesta	Fortaleza	Revisar Proceso	Negocio - Gestión de Clientes y proveedores
Impacto ambiental relacionado con el hacer y no con el deber	Encuesta	Fortaleza	Revisar Proceso	Negocio - Modelo de sostenibilidad
Funciones y procesos no definidos	Encuesta	Debilidad	Definir y proponer	Negocio - Mapa de procesos
Baja estandarización de actividades y relaciones	Encuesta	Debilidad	Definir y proponer	Datos - Fuentes de Información
Baja toma de decisiones basadas en información concreta	Encuesta	Debilidad	Definir y proponer	Aplicaciones - Tableros de control
fricción tecnológica y sistemas de información muy incipientes	Encuesta	Debilidad	Definir y proponer	Aplicaciones - Habilitador tecnológico
Falta de tecnologías como habilitadores y facilitadores	Encuesta	Debilidad	Definir y proponer	Tecnología - Transformación Digital

Tabla 13. Artefacto análisis condiciones identificadas encuesta (elaboración propia).

Elementos identificados de situación actual frente a entrevistas orales

En la misma forma se realizaron entrevistas orales con los directores de la Ecorecuperadora y se recogieron como resumen los cuatro aspectos más relevantes identificados como debilidades (ver tabla 14) cada uno de ellos está relacionado con uno de los dominios de TOGAF, en líneas generales se comprueba que los resultados obtenidos por el instrumento son reconocidos por ellos, siendo coherentes con lo percibido interna y externamente por los demás actores, así mismo se identifican como los “puntos gruesos” a definir y los que ellos califican como mayores dolores para la compañía son conclusiones del instrumento.

Condición identificada	Fuente de identificación	Fortaleza / Debilidad	Abordaje	Capacidad por cubrir
Manualidad operativa	Entrevista directores	Debilidad	Definir y proponer	Negocio
Toma de decisiones basada en la intuición o la experiencia	Entrevista directores	Debilidad	Definir y proponer	Datos
Sistemas de información básicos sin reglas de negocio	Entrevista directores	Debilidad	Definir y proponer	Aplicaciones
Herramientas tecnológicas básicas o inexistentes	Entrevista directores	Debilidad	Definir y proponer	Tecnología

Tabla 14. Artefacto análisis condiciones entrevista (elaboración propia).

Modelo de Arquitectura Seleccionado (TOGAF) AS – IS

Para describir el estado actual (AS-IS) de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. bajo el marco TOGAF, basado en el levantamiento de información mediante entrevistas, visitas a instalaciones, revisión de documentos internos y análisis de la encuesta situacional aplicada a colaboradores y stakeholders, el análisis se estructura en los cuatro dominios principales de TOGAF: Negocio, Datos, Aplicaciones y Tecnología, identificando elementos clave, brechas, oportunidades de mejora y métricas derivadas de los datos recopilados.

Arquitectura de Negocio

A continuación, se describe la Arquitectura de negocio AS-IS de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., estructurada conforme a TOGAF y alineada con el alcance, objetivos y resultados del diagnóstico situacional, su propósito es representar de manera clara y trazable la situación actual del negocio, su modelo operativo, las capacidades existentes y los procesos clave, sirviendo como línea base para el análisis de brechas y la definición del estado objetivo (TO-BE).

Situación actual del Negocio

Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. es una PYME del sector de gestión integral de residuos que opera bajo un esquema funcional, con una estructura organizacional horizontal y alta dependencia del conocimiento empírico de sus colaboradores clave. La operación diaria se caracteriza por:

- Procesos mayoritariamente manuales, con bajo nivel de estandarización y documentación formal.

- Uso intensivo de herramientas ofimáticas (principalmente Excel y mensajería instantánea) para soportar actividades críticas del negocio.
- Limitada trazabilidad de la información operativa, financiera y logística.
- Dependencia de validaciones humanas para la toma de decisiones operativas (programación de rutas, cálculo de costos, cierres de servicio).
- Ausencia de un modelo integral que articule estrategia, procesos, capacidades y tecnología.

Desde la perspectiva TOGAF y toda la información levantada, la organización se encuentra en un nivel de madurez inicial en el dominio de negocio, donde los procesos existen y funcionan, pero no están formalmente gobernados ni alineados de forma explícita con los indicadores estratégicos.

Modelo de Negocio Actual

El modelo de negocio actual de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. se fundamenta en la prestación de servicios ambientales orientados a la gestión, recolección, valorización y disposición final de residuos para clientes industriales y comerciales (ver tabla 15), básicamente es un modelo de servicio con ingresos por compra/venta de residuos y disposición, pero con baja diferenciación tecnológica.

Componente	Situación Actual
Socios Clave	Gestores autorizados (alianzas para disposición final); proveedores informales de transporte. Brecha: Alianzas no estratégicas

Actividades Clave	Recolección, pesaje, separación y disposición de residuos; destrucción de mercancía. Brecha: Dependencia manual
Recursos Clave	18 empleados (experiencia empírica); 5 vehículos; bodegas en Funza. Brecha: Bajo uso de TI.
Propuesta de Valor	Soluciones integrales para residuos aprovechables y peligrosos, con cumplimiento normativo. Fortaleza: Impacto ambiental
Relación con Clientes	Comunicación vía WhatsApp y visitas; capacitaciones ambientales como valor agregado. Brecha: No automatizada
Canales	Directos (recolección en campo); sitio web básico inexistente y redes sociales básicas. Brecha: Limitado por manualidad.
Segmentos de Clientes	Industrias y comercios generadores de residuos (30% del total nacional,(DANE, (2023))). Brecha: Limitación a área de operación
Estructura de Costos	60% en transporte/logística; costos operativos no optimizados (promedio 3.2 en reducción de costos). Limitación: Gestión de Ingresos / Egresos sin inversión
Fuentes de Ingresos	Venta de materiales recuperados; tarifas por disposición y destrucción. Proyección CAGR 8.3%. Limitación: Diversificación

Tabla 15. Artefacto componentes modelo de negocio actual

Este modelo opera actualmente sin un soporte tecnológico integrado, lo que limita su escalabilidad, control y eficiencia. Es viable para operaciones actuales, pero no escalable, con riesgos en eficiencia y cumplimiento (sin trazabilidad digital).

Capacidades actuales de Negocio

Las capacidades actuales se clasifican en estratégicas, operativas y de soporte, con un nivel de madurez bajo (promedio 2/5, basado en encuesta situacional: 60% de respuestas indican "parcialmente definido") (ver tabla 16), se mide la madurez en una escala de 1-5 (1: inexistente, 5: optimizado).

Nivel	Capacidad	Descripción	Madurez Actual	Asociación con Sistemas de Información (SI)
Estratégico	Gestión de alianzas con gestores autorizados	Coordinación con proveedores para disposición final	3/5 (parcial, sin contratos digitales)	Ninguno (manual vía teléfono/Excel)
Operativo	Recolección y clasificación de residuos	Ejecución diaria de rutas y pesaje	2/5 (empírico, sin trazabilidad real-time)	Excel para rutas, WhatsApp para coordinación
Táctico	Administración financiera	Facturación y control de costos	2/5 (tercerizado, sin integración)	Software contable externo, Excel para reportes

Tabla 16. Artefacto capacidades de Negocio.

Se evidencia la ausencia de un modelo organizacional formalmente documentado, lo que genera superposición de funciones, ineficiencias operativas y reprocesos, las capacidades de negocio actualmente identificadas se analizan a partir de la estructura y funciones desempeñadas por los dieciocho (18) colaboradores que conforman la PYME evaluada, las capacidades actuales son funcionales para operaciones diarias pero inmaduras, con énfasis en autonomía humana (ver tabla 17).

Área	Funciones Principales	Rol	Nivel
Administrativa y Comercial	Dirigida por el director administrativo y comercial (Jaime Ardila). Responsable de la gestión financiera, administrativa, comercial, imagen corporativa y facturación.	Director Administrativo y Comercial (1)	Directivo
Logística y Operativa	Dirigida por el director logístico y de Presupuestos (Martin Amézquita). Responsable de planear rutas, gestionar personal, almacenamiento, control de inventarios, compra y venta de materiales, y presupuestos operativos.	Director Logístico y de Presupuestos / Representante Legal (1)	Directivo
Contabilidad y Finanzas	Función de apoyo externo para aspectos contables y tributarios.	Contador Externo (1)	Servicios Profesionales de Apoyo Externo
Legal	Función de apoyo externo para acompañamiento legal en asuntos contractuales y regulatorios.	Abogado Externo (1)	Servicios Profesionales de Apoyo Externo
Operación de Recolección	Ejecuta las rutas diarias de recolección de residuos.	Conductores (6) y Auxiliares de ruta (6)	Personal Operativo
Bodega / Almacenamiento	Recepción, clasificación, almacenamiento temporal y beneficiado (acondicionamiento) de materiales.	Auxiliares de bodega (2)	Personal Operativo

Tabla 17. Artefacto áreas y estructura organizacional actual.

Indicadores de Negocio

Basados en datos internos recopilados (reportes manuales de 2025), se miden de forma básica y no sistematizada (ver tabla 18).

Indicador	Descripción	Valor Actual	Fuente de Medición
Toneladas de residuos gestionados mensualmente	Volumen total de materiales recuperados y dispuestos	50-70 toneladas	Registros manuales en Excel (promedio de últimos 6 meses)
Tasa de cumplimiento normativo	Porcentaje de servicios que cumplen con regulaciones (Resolución 1407/2018)	85%	Reportes de auditorías internas (basados en 20 servicios muestreados)
Tiempo promedio de respuesta a solicitudes de clientes	Tiempo desde solicitud hasta programación de recolección	48-72 horas	Estimaciones de entrevistas (basado en 50 solicitudes mensuales)
Tasa de retención de clientes	Porcentaje de clientes recurrentes	70%	Lista de clientes en Excel (de 40 clientes activos)

Tabla 18. Artefactos indicadores de negocio.

Procesos As – Is (Modelo de Operación)

Los tres (3) procesos clave de la organización se ejecutan de manera predominante con actividad empírica y carecen de una estandarización formal, presentando tiempos promedio de gestión entre tres y cinco (3 y 5) días hábiles por servicio.

Dichos procesos se apoyan en sistemas de información básicos y no integrados, lo que evidencia brechas relevantes en automatización y control operativo, considerando que aproximadamente el 80 % de las actividades se realizan de forma manual, de acuerdo con los resultados del instrumento de diagnóstico aplicado.

Proceso 1: Registro de Solicitud

El proceso se inicia mediante contacto del cliente a través de llamada telefónica y/o correo electrónico, la solicitud es registrada de forma manual en hojas de cálculo (Excel), con un tiempo promedio de atención estimado entre dos y seis (2 y 6) horas. Este proceso se apoya en herramientas ofimáticas básicas (Gmail y Excel), sin mecanismos de integración ni controles automatizados, lo que genera un riesgo estimado de pérdida o inconsistencia de información en aproximadamente el 10% de los casos, a continuación, se expone el flujo gráfico del proceso (ver ilustración 32).

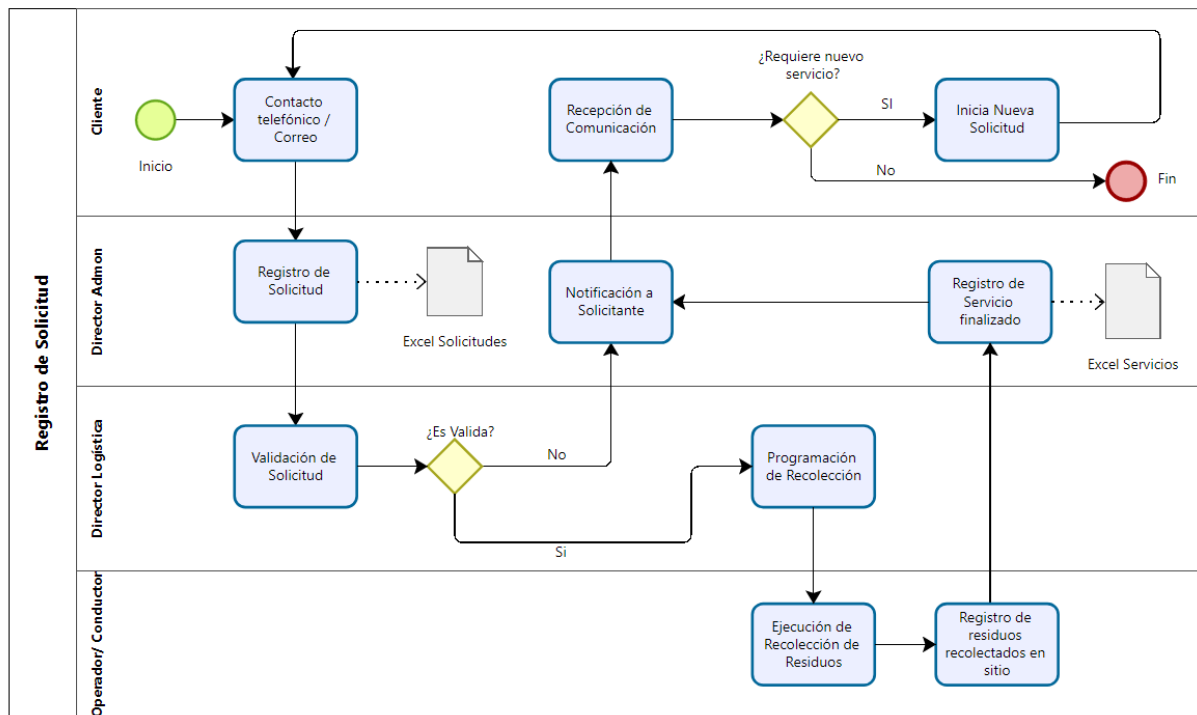


Ilustración 32. Proceso Registro de Solicitud. (Elaboración propia).

Proceso 2: Costes de Recolección

El cálculo de rutas y costos asociados a la recolección se realiza de manera manual mediante hojas de cálculo en Excel, con un tiempo promedio de procesamiento de aproximadamente cuatro a nueve (4 a 9) horas por solicitud, este proceso no cuenta con validaciones automáticas ni controles de consistencia, lo que genera duplicidad de

información y un margen de error estimado entre el 5% y el 10%. La dependencia de herramientas ofimáticas básicas limita la trazabilidad, la estandarización del cálculo y la confiabilidad de los resultados, a continuación, se expone el flujo grafico del proceso (ver ilustración 33).

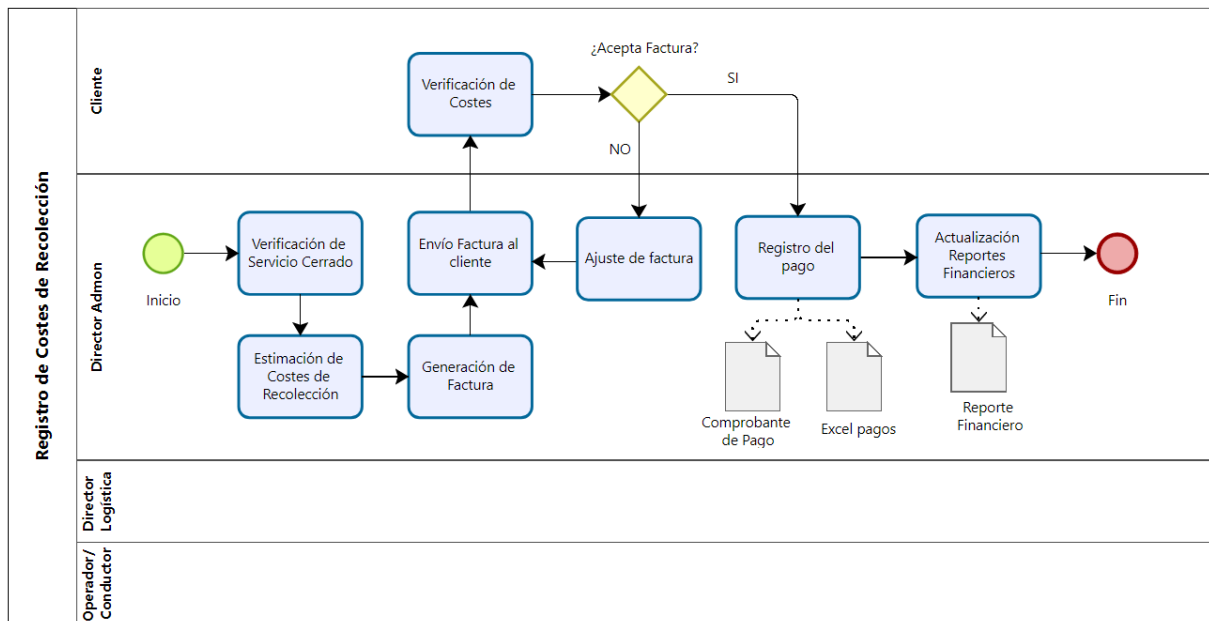


Ilustración 33. Proceso Costes de Recolección. (Elaboración propia).

Proceso 3: Colocación de residuos con proveedores

El proceso se inicia mediante contacto del director logístico con los proveedores / compradores, donde verifica el mejor costo de compra para cada material, dependiendo del valor ofertado se despacha la cantidad de material negociada con el proveedor, así mismo se tasa el valor que se pagara y la forma de pago, se alista el material en bodega y se despacha la ruta al centro de acopio del comprador, se realiza el registro de descarga del material del que se encuentra en bodega y se carga el registro del valor pagado para incluirlo en la contabilidad y ajustar los reportes financieros, el conductor confirma la entrega del material y el proveedor confirma el pago de los materiales, todo el proceso es registrado de manera manual con un tiempo promedio de atención estimado entre tres y

seis (3 y 6) horas, tiene las mismas condiciones de los otros procesos porque lo que existe un alto riesgo de error o inconsistencias en los registros. A continuación, se expone el flujo grafico del proceso (ver ilustración 34).

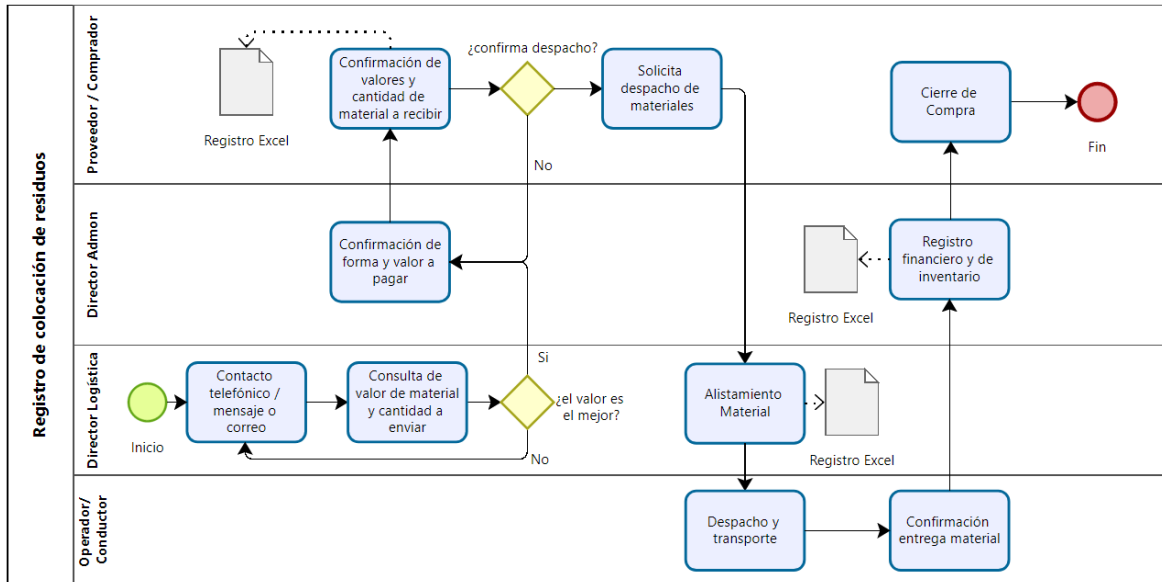


Ilustración 34. Proceso colocación de residuos. (Elaboración propia).

Arquitectura de Datos

La Arquitectura de Datos en el estado actual (AS-IS) describe la gestión, almacenamiento y flujo de información en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., alineada con los principios de TOGAF, este dominio revela una madurez baja (promedio general 3,3/5 del diagnóstico), caracterizada por datos no estructurados y ausencia de gobierno de datos, lo que genera ineficiencias operativas y riesgos en cumplimiento normativo.

Se identifica una dependencia de herramientas manuales, sin integración ni estándares, lo que contrasta con la necesidad de trazabilidad en el sector de residuos (Resolución 1407/2018) Minambiente & Sostenible, (2018). No existe gobierno de datos formal, exponiendo la organización a inconsistencias y decisiones no informadas.

Situación Actual de los Datos

Las principales características del estado actual de los datos son:

- Información distribuida en múltiples archivos Excel utilizados para el registro de clientes, servicios, costos, pagos y control operativo.
- Uso de correos electrónicos y WhatsApp como canales informales para el intercambio y validación de información crítica del negocio.
- Duplicidad recurrente de datos (clientes, valores, fechas, cantidades y servicios) debido a la inexistencia de un repositorio único.
- Falta de un modelo de datos definido que establezca relaciones, reglas y estructura de la información.
- Ausencia de controles de calidad del dato, validaciones automáticas o mecanismos de versionamiento.

Desde el marco TOGAF, esta situación corresponde a un nivel inicial de madurez en la Arquitectura de Datos, donde la información existe y se utiliza operativamente, pero no es gestionada como un activo estratégico ni gobernado.

Tipos de Datos Existentes

Los tipos de datos existentes son básicos y operativos, enfocados en el ciclo de gestión de residuos, pero sin una clasificación formal (ver tabla 19), de acuerdo con las preguntas de la encuesta relacionadas a los datos (1, 2, 3, 4, 5, 16, 17, 18, 19 y 20) y la entrevista realizada, se identifican categorías principales derivadas de actividades diarias:

- **Datos de Clientes:** Información básica como contactos, historial de servicios y ubicaciones (almacenada en Excel/WhatsApp; propensa a duplicidad).
- **Datos de Ventas:** Registros de transacciones por compra/venta de materiales aprovechables (volúmenes de cartón, plásticos), manuales en Excel, sin integración con contabilidad.
- **Datos de Pagos:** Detalles financieros (facturas, recibos, saldos), dispersos en correos y Excel, con seguimiento empírico (promedio 3,22 / 5 en manejo costo-eficiente).
- **Datos de Operaciones Básicas:** Incluye rutas de recolección, pesajes, inventarios y disposiciones (RESPEL), generados diariamente vía WhatsApp/manuales, sin estructura (promedio 3,26 / 5 en indicadores de desempeño: "No se reconocen directamente indicadores de desempeño operativo").

Tipo de Dato	Datos / Información	Fuentes Principales	Volumen/Actualización
Clientes	Nombres, direcciones, historial de servicios	Excel, WhatsApp	Bajo/Diario
Ventas	Transacciones de materiales, volúmenes	Excel, correo	Medio/Semanal
Pagos	Facturas, saldos pendientes	Excel, correo	Bajo/Mensual
Operaciones Básicas	Rutas, pesajes, disposiciones	WhatsApp, agendas manuales	Alto/Diario

Tabla 19. Artefacto tipos de datos existentes.

Fuentes de Datos Principales

En la clasificación según su origen (ver tabla 20) se estructuran a continuación

- **Internas:** Registros de clientes (Excel), inventarios de residuos (papel/Excel), reportes financieros (software contable externo).
- **Externas:** Normativas ambientales (sitios web gubernamentales), datos de proveedores (emails).

Fuente	Tipo de Datos	Volumen Estimado	Calidad Actual (Escala 1-5)
Excel de clientes	Datos comerciales (nombres, volúmenes)	40 registros activos	3/5 (actualizados mensualmente, pero manuales)
Registros de pesaje	Datos operativos (toneladas, tipos de residuos)	200 entradas mensuales	2/5 (papel inicial, transcrito a Excel, posibles errores de transcripción)
Emails (Gmail)	Datos de solicitudes y contratos	100-150 mensuales	2/5 (no centralizados, búsqueda manual)

Tabla 20. Artefacto fuentes de datos.

Uso Actual de la Información

El uso de la información en el estado AS-IS es predominantemente operativo y reactivo, orientado a resolver necesidades inmediatas del negocio. Las prácticas actuales identificadas son:

- Elaboración de reportes manuales en Excel, generalmente bajo solicitud específica.

- Consolidación de información de manera manual, con alto consumo de tiempo y riesgo de error.
- Toma de decisiones basada principalmente en la experiencia y el conocimiento tácito del personal clave.
- Uso mínimo de análisis histórico, indicadores de desempeño o análisis comparativo.

No se evidencia un uso sistemático de la información para apoyar la planeación estratégica, la optimización de costos o la mejora continua de los procesos.

Consideración Clave: Ausencia de Gobierno del Dato.

Un elemento transversal del estado AS-IS es la inexistencia de un modelo de gobierno del dato, actualmente:

- No se han definido responsables formales de los datos.
- No existen políticas de calidad, seguridad o integridad de la información.
- No hay lineamientos para la creación, modificación o eliminación de datos.
- La información no se gestiona como un activo organizacional.

Esta condición incrementa el riesgo de inconsistencias, reprocesos, errores operativos y decisiones basadas en información incompleta o poco confiable.

Arquitectura de Aplicaciones

Con base en el Análisis de situación actual (Diagnóstico), la arquitectura de aplicaciones As-Is de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., evidencia la ausencia de un

portafolio formal de aplicaciones empresariales y carecen de plataformas tecnológicas integradas que faciliten la automatización y la trazabilidad de sus operaciones, lo que se clasifica como una limitada integración tecnológica (debilidad identificada).

Inventarios de Aplicaciones y Sistemas de Información Actuales

Las aplicaciones y/o Sistemas de Información identificadas (ver tabla 21)

actualmente son:

Aplicaciones / Sistemas de Información	Detalle
<p>Microsoft Office 365 (Principalmente Excel).</p> <p>Es la herramienta fundamental utilizada para la gestión de datos operativos y financieros.</p>	<p>* Bases de datos de residuos: se usan para generar los certificados mensuales de materiales gestionados a los clientes.</p> <p>* Cuentas por cobrar y por pagar: se gestionan mediante hojas de cálculo de Excel.</p> <p>* Cuadre de vehículos: anteriormente se usaba Excel para calcular compras, ventas, utilidad, gastos y cuentas por pagar de los vehículos, aunque actualmente el director logístico maneja este flujo de caja diario de forma manual.</p>
<p>Microsoft Word / PDF</p>	<p>Elaboración de documentos, contratos e informes institucionales.</p>
<p>Plataforma de la DIAN</p>	<p>Utilizada por la contadora externa para administrar los impuestos, obtener información de facturación y generar la declaración de renta anual.</p>
<p>WhatsApp Business</p>	<p>Canal de comunicación inmediata con clientes, aliados y personal de campo.</p>
<p>Correo electrónico institucional (Gmail)</p>	<p>Utilizado para la parte administrativa, comercial, imagen corporativa y ofertas comerciales.</p> <p>Se utiliza principalmente una cuenta de Gmail, ya que el dominio profesional (ecorecuperadora.com) que intentaron implementar no funcionó.</p>

Google Drive	Uso administrativo para almacenamiento de documentos.
Software contable (tercero externo)	Gestión contable y tributaria, facturación y reportes financieros.
SIG Ambiental (registro manual en Excel)	Registro y trazabilidad de residuos recolectados.
Soporte de Ruta (Documento Físico)	Aunque es un formato físico, actúa como el sistema primario de registro transaccional. Se utiliza para dejar un soporte al cliente con la cantidad de material y el valor de compra, sirviendo también al director administrativo y comercial para la conciliación de cuentas por pagar. Ver Anexo C
Formatos de Residuos Peligrosos (RESPEL)	Aunque es un formato físico, actúa como el sistema primario de registro para residuos peligrosos, aunque es de poco uso debido a que la compañía inicio su operación en esta línea recientemente.

Tabla 21. Artefacto inventario de Aplicaciones / Sistemas de Información.

Algunos de sus usos más relevantes asociados a los roles se listan a continuación, donde se hace evidente su falta de integración:

- **Comercial:** Cotizaciones en Excel (diligenciamiento manual).
- **Logística:** Planificación de rutas en Excel (fórmulas básicas).
- **Operaciones:** Registro de pesaje en papel, transcrito a Excel (duplicidad de actividades).

Integración Actual

La integración actual es muy limitada, con transferencia manual de información entre herramientas y procesos, las preguntas analizadas asociadas a este capítulo (11, 12, 13, 14 y 15), indican promedio 3,3 / 5 en conexión de sistemas: "Los sistemas de información no facilitan el desarrollo de las actividades o son un habilitador", destacando fricción en interacciones, en el diagnóstico, se evidencia una alta manualidad (promedio

3,28 / 5 en reducción de tareas repetitivas: "Hay un alto nivel de manualidad en las actividades, pero no existe tecnología o sistemas que automaticen los procesos"), donde la información se transfiere verbalmente o copiando datos entre Excel, WhatsApp y correos.

- **Nula o Muy Limitada:** No hay APIs, interfaces o middleware; solo interacciones humanas (director logístico transfiere datos de WhatsApp a Excel manualmente).
- **Transferencia Manual de Información:** Procesos dependen de copiado manual (de correos a registros financieros), generando demoras y errores (promedio 3,24 / 5 en capacitaciones: "Dado el nivel de uso de tecnología no se reconoce este tipo de capacitaciones").

Esta condición incrementa los tiempos operativos y el riesgo de errores en la información utilizada por los procesos del negocio.

Problemas Actuales

Los problemas actuales derivan de la falta de integración y madurez, generando reprocesos, pérdida de información y dependencia de personas clave. Las preguntas y respuestas analizadas sobre este capítulo resaltan promedio (3,2 / 5) en herramientas suficientes: "Se tienen herramientas básicas, pero no suficientes para el desarrollo de funciones", con alto nivel de manualidad (ver tabla 22), estos problemas afectan la continuidad operativa y se detallan:

Problema	Descripción Actual	Madurez (Promedio/Variable)	Impacto en Operaciones
Reprocesos	Tareas manuales repetitivas entre herramientas.	3,28 / 3 (reducción de tareas)	Aumento de costos e ineficiencia.
Pérdida de Información	Datos no respaldados.	3,3 / 5 (conexión)	Errores operativos e incumplimientos.
Dependencia de Personas Clave	Conocimiento empírico no documentado.	3,24 / 5 (capacitaciones)	Vulnerabilidad ante ausencias.

Tabla 22. Artefacto problemas actuales de las aplicaciones.

En síntesis, el As-Is de las Aplicaciones revela un entorno básico y desconectado, sin integración, que genera problemas operativos.

Arquitectura Tecnológica

Este dominio cubre la infraestructura física y tecnológica que soporta los Sistemas de Información, la empresa opera con activos básicos en su nueva sucursal en Funza.

La Arquitectura Tecnológica en el estado actual (As-Is) describe la infraestructura física y digital que soporta las operaciones de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. este dominio revela una madurez baja (promedio general 3,3 / 5 del diagnóstico), caracterizada por recursos básicos y no escalables, con alta dependencia de herramientas personales y ausencia de entornos controlados, la infraestructura actual es mínima y no diferenciada, exponiendo la organización a riesgos de continuidad y eficiencia.

Se incluye el diagrama de tecnología para la arquitectura actual que incluye lo existente y muestra el registro manual y SI usados (ver ilustración 35).

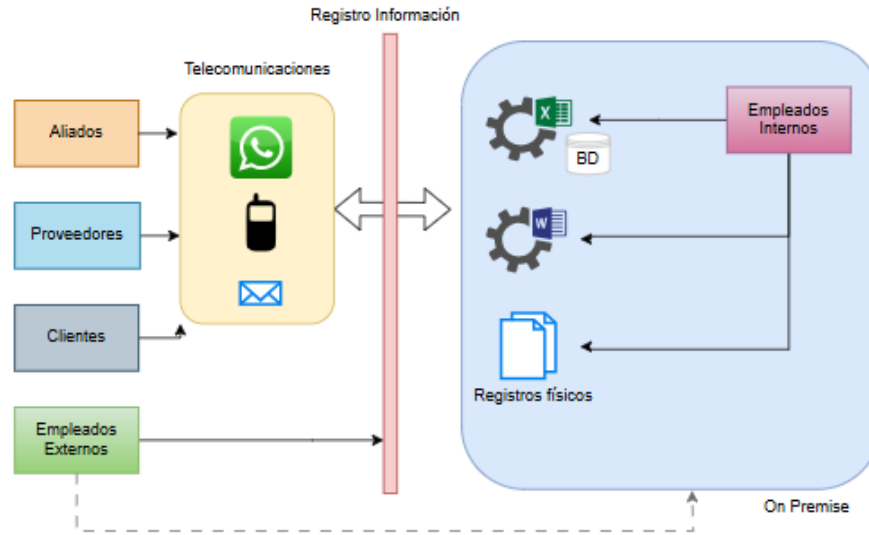


Ilustración 35. Diagrama tecnología existente (elaboración propia).

Inventario de Tecnología e Infraestructura Física Actual

Este inventario detalla la tecnología (hardware) e infraestructura física que soporta la operación actual de la compañía (ver tabla 23), los componentes tecnológicos identificados incluyen:

Activo	Unidades	Descripción	Estado Actual	Uso
Equipos de Cómputo (Computadores de escritorio)	3	Procesadores Intel i5, 8GB RAM, Windows 10	Funcionales, se encuentran actualizados en su software, estado general 8/10	Usados por el director Administrativo y Comercial para el desarrollo de funciones administrativas, operativas y comerciales.
Teléfonos celulares corporativos	8	Android básicos (Samsung A10)	Funcionales, se encuentran actualizados en su software, estado general 7/10	Herramientas básicas de comunicación entre el área Administrativa, Logística (vehículos), clientes y

				proveedores (llamadas, videollamadas y seguimientos).
Impresoras	2	Multifuncionales HP	Funcionales, se encuentran actualizadas en su software, estado general 8/10	Impresión de formatos y documentos.
Conexión a Internet	1	Proveedor local (fibra óptica)	Funcional, 500 Mb	Conexión a internet para desarrollo de funciones administrativas, operativas y comerciales.
Vehículos de recolección	5	Camiones Turbo (capacidad 5-10 toneladas)	Funcionales, estado general 8/10. (algunos cuentan con mantenimientos trimestrales; 3 con >100,000 km)	No se lleva un control preventivo (son más reparaciones correctivas que preventivas). Los vehículos deben tener una hoja de vida y un "Checklist" diario.
Bodegas	2	Espacios de almacenamiento (750 m ² cada una)	Funcionales (sin sensores de seguridad, iluminación básica)	Operativo (almacenaje de 20-30 toneladas/día)

Tabla 23. Artefacto inventario de tecnología e infraestructura física.

Riesgos Actuales

Los riesgos actuales surgen de la infraestructura mínima y no gestionada, generando exposición a fallos operativos y pérdidas, se resalta promedio (3,3 / 5) en conexión: "Los sistemas de información no facilitan el desarrollo de las actividades o son un habilitador", con alta manualidad, estos riesgos afectan la continuidad, con énfasis en la dependencia empírica (ver tabla 24).

Riesgo	Detalle
Pérdida de información	Datos efímeros en dispositivos personales sin respaldo centralizado, riesgo de borrado o fallos (promedio 3,28 / 5: "Hay un alto nivel de manualidad en las actividades").
Ausencia de Backups	Ausencia de rutinas automáticas de respaldo; datos dependen de copias manuales esporádicas (promedio 3,44 / 5: "Dado el uso de tecnología no se reconocen planes establecidos para su actualización o vigilancia tecnológica").
Dependencia de dispositivos personales	Operaciones ligadas a equipos individuales, vulnerable a pérdidas o averías (promedio 3,24 / 5: "Los actores reconocen su interacción a través de canales tradicionales").

Tabla 24. Artefacto riesgos Actuales de la Arquitectura Tecnológica.

Estos riesgos pueden materializar inestabilidad operativa, potencialmente incumpliendo normativas ambientales y falta de trazabilidad.

Gobierno y Gestión TI

El Gobierno y Gestión en el estado actual (As-Is) describe los mecanismos de control, roles y políticas que rigen la operación y la TI en Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., alineados con los principios de TOGAF, esta capacidad está relacionada con los demás dominios, revela una madurez baja (promedio general 3,3 / 5 del diagnóstico), caracterizada por una gestión informal y centralizada, sin estructuras formales de gobernanza, basado en el capítulo "Análisis de Situación Actual ("Negocio": promedio 3,37 / 5 en roles; "Datos": promedio 3,3/5 en documentación), se identifica un enfoque reactivo y empírico, que genera ineficiencias y riesgos en un sector regulado por normatividad ambiental (1076/2015) Minambiente & Sostenible, (2015).

Las principales características del estado AS-IS son (ver tabla 25):

Riesgo	Detalle
Inexistencia de un Modelo de Gobierno de TI	No se han definido estructuras, principios ni mecanismos que orienten la toma de decisiones tecnológicas alineadas con los objetivos del negocio.
Ausencia de roles y responsabilidades formales	No existen funciones claramente definidas para la Gestión de TI, Arquitectura, Datos, Aplicaciones o Seguridad de la Información.
Ausencia de Políticas y/o Lineamientos	No se cuenta con políticas documentadas relacionadas con uso de tecnología, gestión de información, seguridad, continuidad o adquisiciones tecnológicas.
Decisiones centralizadas	Las decisiones tecnológicas recaen en uno o pocos actores clave, basadas principalmente en la experiencia, urgencia operativa o disponibilidad inmediata de soluciones (reactividad total).

Tabla 25. Artefacto riesgos actuales en Gobierno y Gestión TI.

Modelo de Arquitectura Seleccionado (TOGAF) Brechas y Riesgos

Aspectos Generales

Desde una perspectiva transversal, Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. presenta brechas asociadas principalmente a la ausencia de un modelo formal de Arquitectura Empresarial y a un bajo nivel de madurez en gobierno organizacional y tecnológico. La operación actual depende en gran medida del conocimiento tácito del personal y de prácticas manuales, lo que limita la estandarización, la trazabilidad y la escalabilidad del negocio.

A continuación, se presentan las brechas generales identificadas (ver tabla 26), las necesidades asociadas y los riesgos que se derivan de esta situación.

Stakeholder	Necesidad	Descripción	Riesgo identificado	Brecha Identificada
Dirección	Alineación estratégica	Articular estrategia, procesos y tecnología	Desalineación organizacional	Ausencia de un modelo formal de Arquitectura Empresarial
Dirección	Continuidad operativa	Reducir dependencia del conocimiento individual	Pérdida de conocimiento crítico	Dependencia del conocimiento tácito
Dirección	Gobierno organizacional	Toma de decisiones estructurada	Decisiones reactivas y no estandarizadas	Bajo nivel de gobierno organizacional y de TI
Administrativo	Trazabilidad	Evidenciar procesos y controles	Riesgo regulatorio y reputacional	Baja trazabilidad organizacional

Tabla 26. Artefacto análisis de Brechas Generales de la AE.

Estas brechas generales constituyen el marco de referencia para el análisis detallado de los dominios específicos de la Arquitectura Empresarial.

Arquitectura de Negocio

En el dominio de negocio se identifican brechas relacionadas con la informalidad en la gestión de procesos, la ausencia de capacidades organizacionales claramente definidas y la falta de mecanismos sistemáticos de medición del desempeño. Aunque la empresa cuenta con referentes estratégicos definidos, estos no se encuentran plenamente traducidos en procesos estandarizados ni en capacidades formalizadas.

Se presentan las brechas identificadas en el dominio de negocio (ver tabla 27), evidenciando los riesgos asociados a la situación actual y las propuestas generales para el cierre de dichas brechas.

Capacidad de la Organización	Estado Actual	Situación propuesta	Riesgo identificado	Brecha Identificada	Propuesta cierre brecha
Gestión de procesos	Procesos ejecutados de forma empírica	Procesos documentados y estandarizados	Ineficiencias y reprocesos	Procesos no estandarizados	Documentación y estandarización de procesos
Planeación estratégica	Estrategia no traducida en capacidades	Capacidades alineadas a la estrategia	Desviación estratégica	Capacidades no formalizadas	Definición de mapa de capacidades
Gestión organizacional	Roles informales	Roles y responsabilidades definidos	Duplicidad de funciones	Falta de claridad en la compañía	Formalización de roles y funciones
Medición del desempeño	Indicadores sin seguimiento	KPIs monitoreados periódicamente	Decisiones poco informadas	Falta de control de indicadores	Definición y seguimiento de KPIs

Tabla 27. Artefacto análisis de Brechas del Dominio del Negocio.

Las brechas del dominio de negocio impactan directamente la eficiencia operativa y dificultan la alineación entre la estrategia organizacional y la operación diaria.

Mapa de Capacidades de Negocio

En el mapa de capacidades se presenta el nivel de madurez actual de Ecorecuperadora (ver ilustración 36) Ambiental S.A.S. y las acciones requeridas para fortalecer su arquitectura organizacional. La visualización permite identificar, por nivel estratégico, operativo y de soporte, qué capacidades deben crearse, mejorarse o ya cuentan con una base funcional mínima.

Acciones requeridas	Requiere creación	Requiere mejora	Tiene un nivel básico de madurez
Nivel 1 – Capacidades Estratégicas	Gestión Estratégica	Gestión Comercial	Modelo de Operación / Servicio
Nivel 2 – Capacidades Operativas	Gestión de Rutas	Gestión Documental	Gestión del Servicio Operativo
Nivel 3 – Capacidades de Soporte y TI	Gestión de Información	Aplicaciones Corporativas	Gobierno TI

Ilustración 36. Mapa de Capacidades de Negocio. (Elaboración propia).

Arquitectura de Datos

El análisis del dominio de datos evidencia brechas significativas en la gestión, calidad y trazabilidad de la información. Actualmente, los datos operativos, administrativos y de trazabilidad se encuentran dispersos en múltiples fuentes, principalmente registros manuales y archivos ofimáticos, sin un modelo de datos unificado ni políticas formales de gobierno de la información, las principales brechas identificadas en el dominio de datos (ver tabla 28), junto con los riesgos asociados y las propuestas generales para su cierre.

Fuente de Datos	Estado Actual	Situación propuesta	Riesgo identificado	Brecha Identificada	Propuesta cierre brecha
Información operativa	Datos dispersos en archivos y registros manuales	Datos centralizados y estructurados	Inconsistencias de información	Dispersión de datos	Centralización de datos
Información de trazabilidad	Registro manual y fragmentado	Trazabilidad completa del servicio	Incumplimiento normativo	Trazabilidad limitada	Implementación de controles de trazabilidad
Información administrativa	Sin estándares de calidad	Datos validados y confiables	Errores en reportes	Ausencia de estándares de calidad	Definición de criterios de calidad de datos
Gobierno de información	Sin responsables definidos	Gobierno de datos definido	Pérdida de información crítica	Gobierno de datos inexistente	Asignación de responsables y políticas

Tabla 28. Artefacto análisis de Brechas del Dominio de Datos.

Estas brechas limitan la capacidad de la empresa para tomar decisiones basadas en información confiable y cumplir de manera eficiente con los requerimientos regulatorios del sector ambiental.

Arquitectura de Aplicaciones

En el dominio de aplicaciones se evidencia una brecha estructural derivada de la ausencia de sistemas de información empresariales integrados que soporten los procesos del negocio. La operación depende en gran medida de herramientas ofimáticas, lo que incrementa la carga operativa, el riesgo de errores y las limitaciones para escalar el negocio, las brechas identificadas en el dominio de aplicaciones y los riesgos asociados (ver tabla 29).

Sistema de Información	Estado Actual	Situación propuesta	Riesgo identificado	Brecha Identificada	Propuesta cierre brecha
Gestión operativa	Uso de herramientas ofimáticas	Sistema de gestión integrado	Errores operativos	Procesos altamente manuales	Implementación de sistema de gestión
Gestión comercial	Seguimiento manual de clientes	Gestión centralizada de clientes	Pérdida de oportunidades	Ausencia de CRM	Implementación de herramienta CRM
Integración de información	Información aislada por proceso	Información integrada	Duplicidad de datos	Falta de integración de aplicaciones	Integración de sistemas
Soporte al crecimiento	Herramientas no escalables	Sistemas escalables	Bloqueo al crecimiento	Limitación tecnológica	Adopción de aplicaciones escalables

Tabla 29. Artefacto análisis de Brechas del Dominio de Aplicaciones.

Estas brechas afectan directamente la productividad y la capacidad de crecimiento sostenible de la organización.

Arquitectura de Tecnología

El dominio de tecnología presenta brechas relacionadas con la infraestructura de soporte, la seguridad de la información y la continuidad operativa. La infraestructura tecnológica actual cumple funciones básicas, pero no se encuentra diseñada para soportar un crecimiento estructurado ni una transformación digital progresiva, las brechas y riesgos identificados en el dominio tecnológico (ver tabla 30).

Tecnología Usada (Hw - Sw - Uso Específico)	Estado Actual	Situación propuesta	Riesgo identificado	Brecha Identificada	Propuesta cierre brecha
Infraestructura tecnológica	Infraestructura básica	Infraestructura escalable	Interrupciones operativas	Infraestructura limitada	Fortalecimiento de infraestructura

Seguridad de la información	Sin políticas de seguridad	Políticas y controles de seguridad	Pérdida o fuga de información	Falta de seguridad	Implementación de políticas de seguridad
Continuidad operativa	Sin planes de respaldo	Planes de contingencia definidos	Parálisis operativa	Ausencia de planes de continuidad	Definición de planes de respaldo
Planeación tecnológica	Tecnología no planificada	Tecnología alineada al negocio	Costos elevados futuros	Falta de planeación tecnológica	Planeación tecnológica alineada

Tabla 30. Artefacto análisis de Brechas del Dominio de Tecnología.

Se evidencia que Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. presenta un nivel bajo de madurez en Arquitectura Empresarial, caracterizado por una operación funcional pero altamente dependiente de prácticas manuales y conocimiento tácito. Las brechas identificadas en los dominios de negocio, datos, aplicaciones y tecnología generan riesgos significativos que afectan la eficiencia operativa, la trazabilidad de la información y la sostenibilidad del negocio.

Modelo de Arquitectura Seleccionado (TOGAF) TO - BE

A continuación, se presenta el Modelo To-Be para Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., el cual define la visión futura de la empresa en términos de negocio, información, aplicaciones y tecnología. Su construcción se basa en las brechas identificadas en el diagnóstico inicial, el análisis del As-Is y el análisis de brechas (Gaps) donde se evidenciaron procesos manuales, uso intensivo de Excel, falta de integración entre sistemas, limitada trazabilidad operativa y ausencia de herramientas digitales que soporten la toma de decisiones.

El Modelo To-Be propone una transición hacia una operación más estandarizada, digital y orientada a datos, ajustada a la realidad operativa y financiera de esta PYME del sector ambiental, incluye capacidades clave como la trazabilidad digital, centralización de datos, adopción de un ERP/CRM liviano, uso de aplicaciones móviles para la operación y fortalecimiento de la infraestructura tecnológica básica, en conjunto, este modelo establece una ruta clara y ejecutable para modernizar la operación, mejorar la eficiencia, asegurar el cumplimiento normativo y soportar el crecimiento sostenible de la compañía.

Arquitectura de Negocio

Teniendo en cuenta que la Ecorecuperadora funciona de manera empírica y muchos de los procesos manuales están levemente documentados o no cuentan con sistemas articulados, el primer paso en las definiciones de negocio está atada con la alineación de los interesados y el modelo de gestión estratégica, se establecen las capacidades básicas alineadas con el propósito y la dirección para poder bajar esas capacidades estratégicas al

nivel táctico y posteriormente operativo, se nombran en el artefacto a continuación las definiciones estratégicas de negocio (ver tabla 31).

Definición	Descripción	Objetivo Propuesto	Alineación de Negocio	Interesado
Misión	Ofrecer un portafolio de productos en aprovechamiento de residuos, generando valor diferenciado para nuestros clientes con procesos tecnológicos e innovadores	Expansión estructurada y crecimiento sostenible	Estratégico - Táctico	Directores – Dueños del negocio
Visión	En 2030 ser una empresa líder en gestión y valorización de residuos aprovechables contribuyendo con el medio ambiente, con innovación y responsabilidad social	Estandarización de gobierno corporativo	Estratégico	Dueños del Negocio
Propuesta de Valor	Garantizar gestión completa y responsable de residuos, disminuyendo el impacto ambiental para nuestra comunidad y vecinos	Reconocimiento	Estratégico	Comunidad, Actores de cadena de Valor, Entidades gubernamentales
Cadena de Valor	Procesos de soporte en tecnología y talento humano entrenado, con modelo de gerencia estratégico y procesos misionales centrados en la comercialización de los residuos	Estandarización de procesos y funciones	Estratégico – Táctico <i>Ver ilustración 36</i>	Comunidad, Actores de cadena de Valor, Entidades gubernamentales

Objetivos Estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar Capacidad de colocación de residuos • Certificación en normas ambientales • Alianzas con entidades de industria de economía circular 	Hoja de ruta de negocio	Estratégico	Dueños del Negocio
Estrategias Claves	<ul style="list-style-type: none"> • Marketing Verde • Alianzas Gubernamentales • Programa de sensibilización vecinos • Herramientas tecnológicas para gestión logística 	Hoja de ruta de negocio	Estratégico	Dueños del Negocio

Tabla 31. Artefacto definiciones estratégicas para negocio (elaboración propia).

Cadena de Valor

Para ello se incluye la construcción de la cadena de valor, referenciando los procesos estandarizados para una PYME de aprovechamiento de recursos y los procesos típicos de soporte y gestión estratégicas, que complementen el carácter corporativo y la atención al cliente (ver ilustración 37).

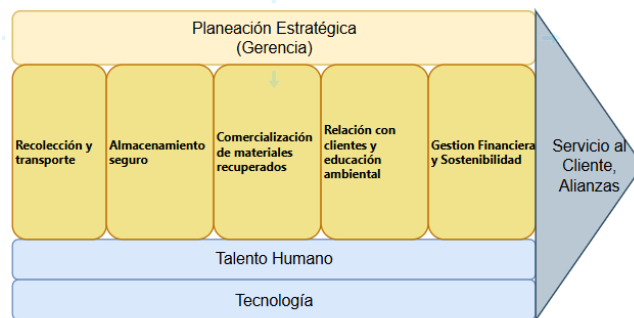


Ilustración 37. Cadena de Valor TO – BE (elaboración propia).

Modelo de Negocio

Con esta alineación el siguiente paso es el deseable correspondiente al modelo de negocio, donde deben ajustarse las capacidades atadas a la gestión de los terceros, tanto clientes como proveedores que fueron determinados en el AS-IS y cuyos procesos empíricos soporten el ingreso/egreso y la sostenibilidad financiera (ver tabla 32).

Definición	Descripción	Objetivo Propuesto	Alineación de Negocio	Interesado
Segmento Clientes	Nicho de Industria de recolección y colocación de residuos aprovechables	Ajuste en clientes y proveedores	Estratégico - Táctico	Directores – Dueños del negocio
Canales de Comunicación	Diversificación de canales de comunicación tradicionales	Aumento de alcance en cubrimiento de terceros	Estratégico	Dueños del negocio
Fuente de Ingreso	Diversificación en modelo financiero, inversiones, alianzas	Aumento de indicadores financieros y liquidez	Estratégico	Dueños del negocio
Estructura de Costo	Modificación de márgenes y colocación de productos, aumento de margen en recolección	Optimización de modelo financiero	Estratégico	Dueños del negocio

Tabla 32. Artefacto modelo de negocio (elaboración propia).

Capacidades Clave

En este paso se revisan las capacidades de negocio que son necesarias para la determinación de mantener tracción en el negocio y garantizar sostenibilidad, tanto en el proceso de recolección como en el proceso de colocación de materiales, así como las que

se necesitan para mantener alineados los modelos estratégicos de negocio con el deber ser y la prospección futura apuntando a la visión (ver tabla 33).

Definición	Descripción	Objetivo Propuesto	Alineación de Negocio	Interesado
Capacidades Clave en Colocación	Capacidades requeridas para aumentar volúmenes de venta o valores de ingreso financiero	Definir modelo de ventas centralizado, operación automatizada y centralización de innovación	Estratégico - Táctico	Directores – Dueños del negocio
Capacidades Clave en recolección	Capacidades requeridas para aumentar circulación de materiales y gestión de inventarios	Definir modelo de compras centralizado y gestión de inventarios	Estratégico	Dueños del negocio
Capacidades de Apoyo	Fortalecimiento de capacidades de soporte tecnológico y recurso humano, alianzas	Modelo de operación estructurado basado en funciones	Estratégico - Táctico	Directores – Dueños del negocio

Tabla 33. Artefacto capacidades del negocio (elaboración propia).

Procesos To - Be (Modelo de Operación)

Posteriormente al análisis de capacidades estratégicas se realiza el ajuste sobre los procesos existentes y la verificación de los deseables para el procesamiento, incluyendo automatismos y uso de sistemas de información para la ejecución de actividades que antes eran totalmente manuales y generaban errores o represamiento.

Proceso 1: Gestión de Solicitudes

Teniendo en cuenta la cadena de valor el proceso de recolección y el de almacenamiento se condensan en la gestión de solicitudes (ver ilustración 38), en este se

unifica el proceso de recolección de datos en CRM y el uso de un Sistema de información (en adelante SI) para la gestión de rutas y programación de despachos, el modelo de servicio ira migrando paulatinamente a atención personalizada a través de multicanal, por lo que la recepción de las solicitudes no solamente se hará por teléfono únicamente, también usando la página Web o las derivaciones a través de otros medio de comunicación como redes sociales.

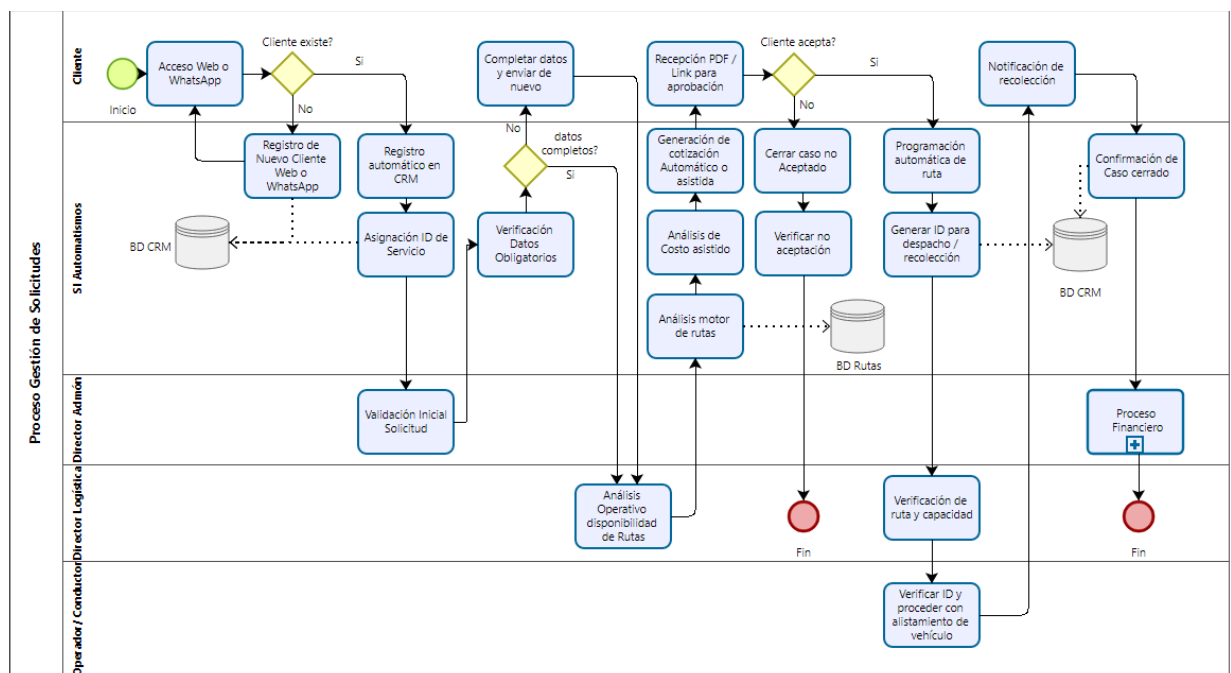


Ilustración 38. Proceso TO - BE Gestión de solicitudes (elaboración propia).

Proceso 2: Gestión de colocación de materiales

Para el proceso de comercialización de materiales se realiza la validación de las actividades relacionadas con la colocación (venta y distribución) de los residuos aprovechables, está directamente atado a la gestión de los proveedores o terceros que reciben el material, esta labor incluye el modelo de relacionamiento con el proveedor y la calificación de costo por tipo de material, para el estado deseable se incluyen

automatismos en los SI, que garanticen la reducción de errores o el procesamiento meramente manual, entendiendo que las condiciones de mercado para la colocación varían todos los días dependiendo de la disponibilidad de carga y tipo de material (ver Ilustración 39).

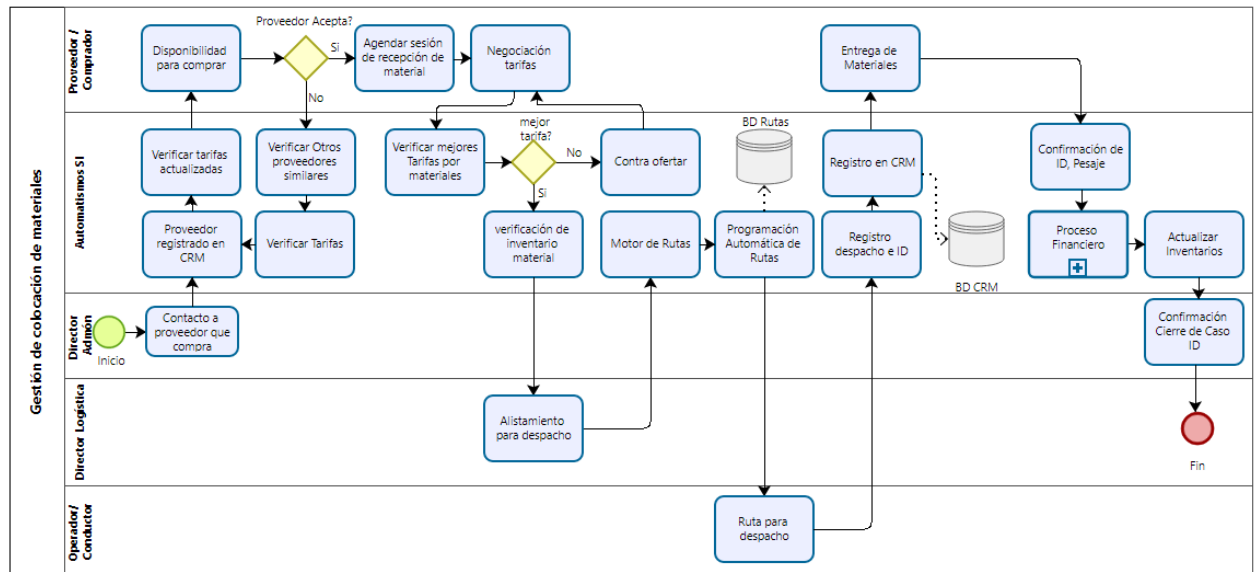


Ilustración 39. Proceso TO - BE Colocación de Residuos (elaboración propia).

Proceso 3: Gestión financiera

En el proceso de gestión financiera se incluye no solamente la colocación sino la recepción de materiales y el control existente de flujo de caja, en el negocio de la Ecorecuperadora la mayoría de la gestión financiera está caracterizada por la circulación de efectivo, no solo en el proceso típico de facturación de clientes y terceros, sino en el modelo de compra y venta de materiales, por lo que conductores y operarios tranzan directamente en puntos de expendio, generando puntos que no tienen control estricto de la gestión financiera, para el deseable la información financiera debe estar centralizada, ser controlable y soportada en documentos únicos y verificables (ver ilustración 40).

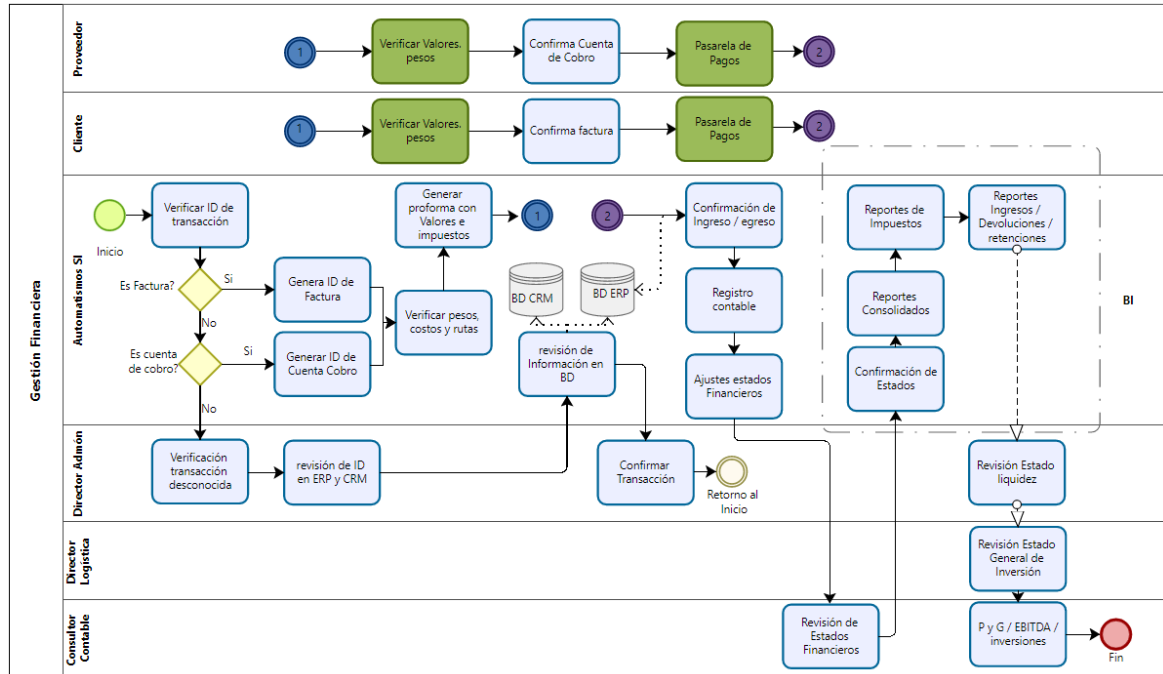


Ilustración 40. Proceso TO - BE Gestión financiera (elaboración propia).

Arquitectura de Datos

Para la arquitectura de datos de la Ecorecuperadora se establecen las fuentes de información que deben ser tratadas, así como los datos que deben tener ciertas características para su tratamiento, almacenamiento y análisis, para el estado deseable debe existir un modelo centralizado de datos, que permita la generación de tableros de control para toma de decisiones, generación de reportes e informes, control de variables de negocio y verificación de estados de KPIs en tiempo real.

Fuentes de información principales

En el proceso de identificación de las fuentes de información se determina cuáles son las entidades o variables más relevantes para el negocio, entre ellas las que generan

datos de mayor criticidad, atados al desempeño organizacional, la relación de terceros (clientes y proveedores), la gestión interna y la eficiencia operativa, es relevante incluir aquellas que pueden ser focalizadas o que pueden generar mayores réditos en un análisis para tableros de control o gobierno corporativo (ver tabla 34).

Fuente de información	Dato relevante	Necesidad del Dato	Modelo Arquitectura de datos
Cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Información de contacto • Valores de facturación • Tipos de producto • Ciclo de compra/venta • Volúmenes 	<ul style="list-style-type: none"> • Prospección de comportamiento • Contacto 	<ul style="list-style-type: none"> • Unicidad • Calidad • Trazabilidad
Proveedores / Aliados	<ul style="list-style-type: none"> • Información de contacto • Valores de facturación • Tipos de producto • Ciclo de compra/venta • Volúmenes 	<ul style="list-style-type: none"> • Prospección de comportamiento • Contacto 	<ul style="list-style-type: none"> • Unicidad • Calidad • Trazabilidad
Transacciones	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de operación • Identificar recurrencia • Tasas y volúmenes • Frecuencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de costos • Optimización de rutas • Optimización de costos 	<ul style="list-style-type: none"> • Unicidad • Completitud • Trazabilidad
Portafolio de Productos	<ul style="list-style-type: none"> • Producto y alcance • Modelo de entrega • Costos asociados • Cadena de producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de nicho • Expansión de clientes • Masificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplicidad • Flujo de producto • Datos relevantes

Tabla 34. Artefacto fuente de información principal de negocio (elaboración propia).

Modelo de gestión del dato

Para el deseable se define el modelo de gestión de los datos con los más relevantes para el procesamiento de las actividades y la generación de tableros de control a partir de analítica descriptiva, el modelo de arquitectura de datos puede evolucionar a un proceso predictivo de primer nivel o predictivo acompañado de IA (inteligencia artificial) en una segunda etapa (ver tabla 35).

Dato Capturado	Flujo de datos incluido	Proceso que Soporta	Relevancia / Propietario
Información de cliente	Ingesta, almacenamiento, analítica, depuración, eliminación	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión con el cliente • Gestión financiera • Recolección y colocación de materiales 	Alto / Dueño del negocio
Información de proveedores	Ingesta, almacenamiento, analítica, depuración, eliminación	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión con el cliente • Gestión financiera • Recolección y colocación de materiales 	Alto / Dueño del negocio
Registro de transacciones	Ingesta, analítica, eliminación	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión financiera • Recolección y colocación de materiales 	Alto / Dueño del negocio – director administrativo
Procesamiento de información	Limpieza, mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión con el cliente • Gestión financiera • Recolección y colocación de materiales 	Alto / Dueño del negocio – director administrativo – director logístico

Tabla 35. Artefacto modelo de gestión de los datos (elaboración propia).

Uso de datos

Se establece para el modelo deseable el uso que tendrá cada uno de los datos relevantes y su aporte a la gestión estratégica de la compañía, se determina también las condiciones de los datos, las decisiones que serán parte de su analítica y el nivel esperado de procesamiento para su uso (ver tabla 36).

Datos Capturados	Proceso que los Usa	Decisión Soportada	Nivel de análisis esperado
Georreferencia de Clientes (dato secundario - metadatos)	Recolección y colocación de materiales	Redistribución de rutas y horarios	Táctico - operativo
Volumen de facturación (dato maestro)	Gestión financiera	Inversión, desinversión	Estratégico
Eficiencia de rutas (metadatos)	Recolección y colocación de materiales	Redistribución de recursos, asignación de conductores	Táctico - operativo
Tipo de materiales y clientes que usan (dato maestro)	Recolección y colocación de materiales	Circulación de producto y control de inventario	Táctico - operativo
Clientes y proveedores - CRM (dato maestro)	Gestión financiera	Matriz de contactos y prospección comercial	Estratégico

Circulación de efectivo y deuda (dato maestro)	Gestión financiera	Control de indicadores financieros	Estratégico
Uso de máquinas y eficiencia de uso (metadatos)	Recolección y colocación de materiales	Verificación de procesos y velocidades de procesamiento de materiales	Táctico - operativo

Tabla 36. Artefacto uso de datos en los procesos (elaboración propia).

Arquitectura de Aplicaciones

Para la arquitectura de aplicaciones de la Ecorecuperadora se establecen las herramientas y sistemas de información que son requeridos para la operación y la gestión administrativa de las actividades y la relación con los terceros, así mismo cuales son los posibles niveles de automatización que pueden obtenerse, la integración de los datos relevantes y el modelo de gobierno de datos y el soporte para los procesos misionales de la compañía.

Mapa de aplicaciones

Se define en el mapa de aplicaciones aquellas que deben ser implementadas para cubrir las brechas de uso y las capacidades que presentan mayores áreas de mejora, dada la alta manualidad en el hacer de la Ecorecuperadora, la implementación de sistemas de información que consolidación los datos permitirá no solo la centralización de estos, también el análisis cuantitativo para la toma de decisiones y la verificación de indicadores y niveles frente a los objetivos estratégicos definidos (ver tabla 37).

Aplicación	Proceso que los Usa	Datos integrados	Nivel de automatización
CRM	Recolección y colocación de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Datos del Cliente • Datos de proveedores • Metadatos de proceso financiero • Metadatos de órdenes y registro 	Alto
ERP	Recolección y colocación de materiales Gestión financiera	<ul style="list-style-type: none"> • Datos del Cliente • Datos de proveedores • Metadatos de proceso financiero • Metadatos de órdenes y registro • Metadatos de movimiento de efectivo y deuda 	Alto
App móvil	Recolección y colocación de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Datos del Cliente • Datos de proveedores • Metadatos de gestión de rutas • Metadatos de órdenes y registro 	Alto
Página Web	Recolección y colocación de materiales Gestión financiera	<ul style="list-style-type: none"> • Datos del Cliente • Metadatos de proceso financiero • Metadatos de órdenes y registro 	Alto
Redes Sociales	Recolección y colocación de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Datos del Cliente • Metadatos de proceso financiero • Metadatos de órdenes y registro 	Alto
BI	Todos	<ul style="list-style-type: none"> • Metadatos de tipo de materiales • Metadatos de usos de maquina • Metadatos de proceso financiero • Metadatos de órdenes y registro 	Alto

Tabla 37. Artefacto mapa de aplicaciones de negocio (elaboración propia).

Modelo de Interoperabilidad e Integraciones

En el modelo de interoperabilidad se definen las integraciones necesarias entre sistemas de información para la consolidación de datos únicos y de gestión centralizada, es importante revisar que las dependencias entre aplicaciones estén basadas en los flujos de datos y no en condiciones compartidas para su operación, así mismo deben incluirse los principios de uso para el diseño de la arquitectura (ver tabla 38).

Aplicación	Integraciones	Dependencias	Principios de Uso
CRM	<ul style="list-style-type: none"> • Página Web • App Móvil 	<ul style="list-style-type: none"> • ERP • Redes Sociales 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo acoplamiento • Modularidad • Gestión Secuencial • Flujo de Información
ERP	<ul style="list-style-type: none"> • CRM • Página Web • App Móvil 	<ul style="list-style-type: none"> • BI 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo acoplamiento • Modularidad
App móvil	<ul style="list-style-type: none"> • CRM • ERP • Página Web 	<ul style="list-style-type: none"> • ERP • CRM 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo acoplamiento • Modularidad
Página Web	<ul style="list-style-type: none"> • App Móvil • Redes Sociales 	<ul style="list-style-type: none"> • ERP • CRM 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo acoplamiento • Modularidad

Redes Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Página Web • App Móvil 	<ul style="list-style-type: none"> • ERP • CRM 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo acoplamiento • Modularidad
BI	<ul style="list-style-type: none"> • CRM • ERP • Página Web • App Móvil • Redes Sociales 	<ul style="list-style-type: none"> • BI 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes de Información • Flujo de Información • Datos Maestros

Tabla 38. Artefacto modelo de interoperabilidad (elaboración propia).

Arquitectura de Tecnología

Para la arquitectura de tecnología de la Ecorecuperadora se incluyen las capacidades en hardware, software y maquinas que son requeridas para la optimización de los procesos de colocación y almacenamiento, entendiendo que la compañía en su día a día recolecta y procesa muchos materiales que solamente son apilados y no pre procesados, el cambio en el modelo de negocio permitiría acceder a nuevos mercados incluyendo el de colocación con proveedores que requieren materiales con mejor clasificación o pre tratados, así mismo la inclusión de nuevas tecnologías que soporten los sistemas de información mejora la interacción con los terceros, el control de los inventarios y la gestión financiera.

Infraestructura Base

Se incluyen las tecnologías que deben ser incluidas para los ajustes descritos en los demás dominios, las listadas son parte de las modificaciones requeridas para soportar nuevos sistemas de información o cambios en cómo hacer las cosas, para la Ecorecuperadora es importante que el modelo de negocio no evolucione solamente en

información sino en procesos más competitivos soportados en tecnología de punta (ver tabla 39).

Tecnología Incorporar	Tipo	Localización	Sistema Información que Soporta	Capacidad	Características
BD ERP	SW	Nube/SaaS	ERP	Táctica	Liviano, Modular Tipo Acceso (Dolibarr, Odoo, ZimaSoft) 5 licencias para funcionarios
BD CRM	SW	Nube/SaaS	CRM	Táctica	Liviano, Acceso Web, (Zoho, HubSpot, Pipedrive) 5 licencias para funcionarios
Servicios Web	SW	Nube/SaaS	Página Web	Táctica	Página COM Acceso y registro, publicada y con dominio registrado
App Móvil	SW	Nube/SaaS	App Móvil	Táctica	Herramienta genérica de acceso para programación, SaaS
Computador	HW	On Site	Todos	Operativo	Estación de trabajo, 16 GB RAM, 512 GB HDD, Wifi, Windows 11
Pantalla Industrial	HW	On Site	Todos	Operativo	Pantalla de monitoreo y tableros de control, industrial, 65 pulgadas, acceso BT y HDMI
BI	SW	Nube/SaaS	BI	Estratégica	Plataforma de Analítica en Nube, tableros personalizables, (Zoho Analytics, Qlik Sense, Tableau) 2 licencias

Tolva Mecanizada	Maquina	On Site	N/A	Operativo	Mezclador automatizado con separador de tamaños, 220 V, con filtro de cierre
Tablero Automatizar	Maquina	On Site	N/A	Operativo	Tablero de parada automática y emergencia
Triturador con separador magnético	Maquina	On Site	N/A	Operativo	Separador automático, 220 V, con cinta transportadora, magneto de techo
Compactador Plásticos	Maquina	On Site	N/A	Operativo	Compactador de 400 PSI/In, 1 m3, cinta transportadora

Tabla 39. Artefacto infraestructura base de operación (elaboración propia).

Principios y componentes tecnológicos

Para la tecnología que esta aplicada únicamente a sistema de información se definen las características del recurso, su principio de operación y cómo encaja con el modelo de arquitectura tecnológico definido (ver tabla 40), las maquinas del proceso logístico productivo solo aplican al principio de vigilancia tecnológica, dada su larga vida útil y su evolución de mercado de baja velocidad.

Recurso	Características	Principios de Operación	Modelo de Arquitectura Tecnológico
Base de Datos CRM	<ul style="list-style-type: none"> • Modular • Acceso Web • Integrable • Datos Maestros en línea 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad • Segregación • Alta Disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • SaaS con acceso desde BI y Apps integradas

Base de datos ERP	<ul style="list-style-type: none"> • Modular • Acceso Web • Integrable • Datos Maestros en línea 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad • Segregación • Alta Disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • SaaS con acceso desde BI y Apps integradas
BI	<ul style="list-style-type: none"> • Analítica • Tableros Básicos • Tableros Avanzados • Regresión • Integración Metadato 	<ul style="list-style-type: none"> • Independencia datos • Sensibilidad • Tiempo real 	<ul style="list-style-type: none"> • SaaS • Consumo Web • Escalable
Modelo SaaS/PaaS	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios en nube 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo regulado • Alta disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • HA • Backups
Telecomunicaciones / Internet	<ul style="list-style-type: none"> • Dedicado • Multicanal 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Escalable
Maquinas	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad • Mantenimiento en línea 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo nivel de atención operativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatismo • Control centralizado

Tabla 40. Artefacto principios tecnológicos (elaboración propia).

Se incluye el diagrama de tecnología para la arquitectura deseable con el diseño de las nuevas integradas (ver ilustración 41).

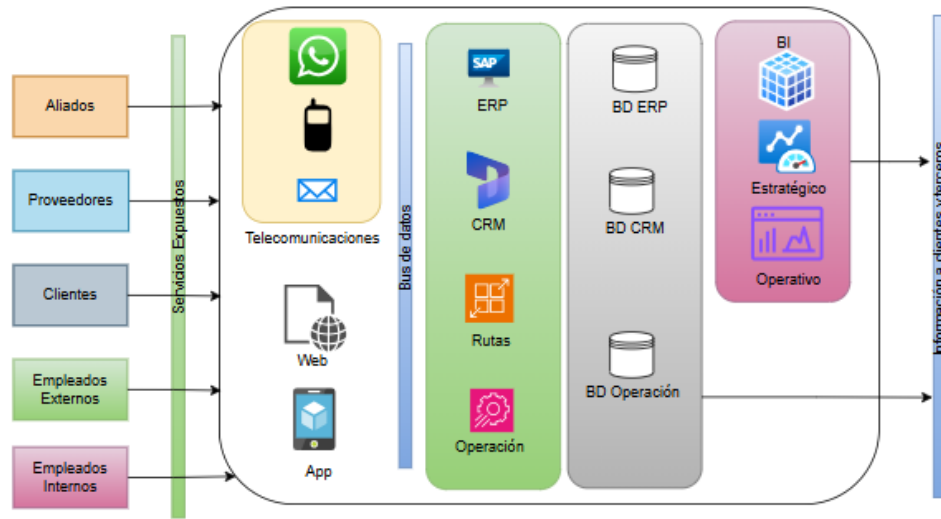


Ilustración 41. Diagrama tecnología propuesta TO-BE (elaboración propia).

Gobierno de TI

Se incluyen las capacidades transversales de Gobierno de Tecnologías y Sistemas de información (TI), teniendo en cuenta las condiciones propias de los competidores de mercado de la Ecorecuperadora, es importante precisar que los roles asociados a este gobierno son asumidos con el personal existente, hasta que se defina la inclusión de nuevas personas o capacidades de RR.HH. como parte de la evolución estratégica de la compañía (ver tabla 41).

Roles	Responsabilidades	Riesgo asociado	Proceso que soporta
CIO – tomador de decisiones	<ul style="list-style-type: none"> Vigilancia tecnológica Ejecución PETI Inclusión nuevas tecnologías Priorizar iniciativas 	<ul style="list-style-type: none"> Inversión controlada Bajo nivel de competencia Perdida de Mercado 	<ul style="list-style-type: none"> Todos

Consejo de vigilancia tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> Definición tecnologías priorizadas Modelo de operación optimizado 	<ul style="list-style-type: none"> Bajo nivel de competencia Perdida de Mercado 	<ul style="list-style-type: none"> Todos
Analistas TI	<ul style="list-style-type: none"> Implementación Iniciativas Verificar disponibilidad y estado tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> Indisponibilidad de servicios o procesos 	<ul style="list-style-type: none"> Todos
Consultor TI	<ul style="list-style-type: none"> Recomendar tecnología de mercados Verificar brechas entre modelo y TO BE de siguiente iteración de AE 	<ul style="list-style-type: none"> Desalineación estratégica con TI Obsolescencia tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> Todos

Tabla 41. Artefacto roles de gobierno TI (elaboración propia).

Cumplimiento

Se incluye el análisis de cumplimiento que debe ser aplicado a la Ecorecuperadora como parte de la gestión del gobierno TI (ver tabla 42).

Normativa	Responsabilidades	Riesgo asociado	Proceso que soporta
ISO14000	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de política y sus controles Ajustes de procesos y modelos de operación Gestión tecnológica 	Incumplimiento Normativo	Todos
ONU Economía Circular 3R	<ul style="list-style-type: none"> Regulación Actualizada Actualización procedimientos 	Incumplimiento Normativo	Todos

Decreto 670 de 2025	<ul style="list-style-type: none"> Actualización de modelo integrado de manejo de residuos y almacenamiento 	Incumplimiento Normativo	Todos
Conceptos de CRA y MinAmbiente	<ul style="list-style-type: none"> Actualización de modelo integrado de manejo de residuos y almacenamiento Cambios en políticas de comercialización y flujos de recolección y colocación 	Incumplimiento Normativo	Todos

Tabla 42. Artefacto cumplimiento normativo (elaboración propia).

Hoja de Ruta

Se define la hoja de ruta (roadmap) del plan de iniciativas que surgen de cada uno de los dominios y su consolidación para la verificación en la siguiente fase del plan de implementación, las iniciativas que surgen son verificadas a través del impacto que pueden generar en la Ecorecuperadora y su alineación con los ajustes definidos en el modelo de arquitectura empresarial, en este caso, la AE incluye estado o situación actual, el estado deseable y el camino definido para alcanzarlo, entendiendo que las actividades para toma de decisiones estarán basados en la inversión necesaria y el foco estratégico de cada iniciativa.

Fases

Se incluyen las fases requeridas para la arquitectura deseable, teniendo en cuenta el análisis de brechas y las condiciones de operación de la Ecorecuperadora, se incluye como insumo para la construcción posterior del plan de implementación (ver tabla 43).

Fase	Responsabilidades	Requiere Inversión	Requiere Cambios Organizacionales
Análisis de Estrategia y modelo de gobierno (fase cero)	Determinar cómo y que se debe hacer, con quienes y como se obtienen ganancias, como se hace rentable el negocio y donde se invertirá la rentabilidad	Si, ejercicio de diseño estratégico Replantear capacidades estratégicas Verificar alianzas	Si, repensar el negocio y su modelo de operación
Implementación de modelo de datos y fuentes de información consolidadas (fase uno)	Que información es relevante, como almacenar, donde almacenar y para que usar	Si, consultoría de datos, modelo de gobierno y arquitectura de datos, MDM, DAMA u otro	Si, donde se alojaran datos maestros, metadatos y uso en flujos de información.
Priorización de iniciativas y proyectos por impacto (fase dos)	Determinar que hacer primero en la implementación y su impacto (costo, alcance, riesgo)	Si, consultoría organizacional y/o PETI	Si, priorizar recursos y actividades de cada uno
Generar responsables y accionables RACI (fase tres)	Determinar quién debe hacer y cómo se medirá el accionable, resultados rápidos y critico	No, requiere ajuste de funciones y tareas asignadas	Si, ajustes del organigrama y funciones
Pruebas, demos, pilotos con poca inversión (fase cuatro)	Implementar pruebas o pilotos básicos para verificar cambios en procesos y uso de herramientas	Si, capacitación y herramientas en versiones preliminares	Si, ajustes en procedimientos y procesos, marcha blanca

Tabla 43. Artefacto fase de hoja de ruta (elaboración propia).

Ganancias rápidas – Victorias Tempranas

En el artefacto se resumen cuales se consideran victorias tempranas o ganancias rápidas, iniciativas que son fácilmente implementadas y pueden ajustar condiciones existentes para la Ecorecuperadora en mejoras significativas (ver tabla 44).

Ganancia	Iniciativa	Punto de dolor	Proceso que soporta
Reducción de tiempo de procesamiento de materiales	Cambio de organización de materiales, clasificados por tipo y necesidad de procesamiento (triturado, limpieza)	Gestión de almacenamiento e inventarios	Recolección y colocación de materiales
Relacionamiento con alianzas gubernamentales	Acercamiento a planes ambientales del municipio o gobernación, enrolamiento en planes de gestión ambiental	Diversificación de clientes y modelo de negocio, tecnología incipiente	Recolección y colocación de materiales Gestión financiera
Procesos adoptados y personal capacitado	Capacitación en modelo de servicio, gestión de Pymes con la Cámara de Comercio, formación básica	Procesos empíricos no estandarizados	Todos

Tabla 44. Artefacto ganancias tempranas (elaboración propia).

Iniciativas

Se incluyen las iniciativas identificadas del análisis de arquitectura y como pueden ser desarrolladas para su inclusión en el plan de implementación y el portafolio de proyectos que será ofertado a la Ecorecuperadora (ver tabla 45).

Iniciativa	Dominio Verificado	Brecha asociada	Incluir en desarrollo de
Modelo de gobierno de Datos, usando SW estándar liviano para actividades específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Aplicaciones • Tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta manualidad • Empirismo en procesos • Información desordenada y sin respaldo 	<ul style="list-style-type: none"> • PETI (ERP / CRM / App Móvil /BI) • Nuevos procesos • RACI

Automatización para procesamiento de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Negocio • Tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso incipiente de tecnología • Procesamiento manual 	<ul style="list-style-type: none"> • PETI (Maquinas nuevas) • RACI • Mejora de infraestructura
Digitalización de Clientes y proveedores/ aliados	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Aplicaciones • Tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Información duplicada • Uso de dispositivos personales 	<ul style="list-style-type: none"> • PETI (ERP / CRM / App Móvil /BI)
Alianzas estratégicas y diversificación de clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Negocio • Datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja inversión en tecnología • Modelo de negocio basado en referenciación (voz a voz) 	<ul style="list-style-type: none"> • RACI • Gobierno de TI
Automatización de proceso de inventarios, contratos y normas legales, contable e indicadores financieros	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Aplicaciones • Tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta manualidad • Empirismo en procesos • Información desordenada y sin respaldo 	<ul style="list-style-type: none"> • PETI (ERP / CRM / App Móvil /BI) • Nuevos procesos • RACI
Automatización de solicitudes de clientes y ventas, rutas automatizadas y seguimiento con GPS/IoT	<ul style="list-style-type: none"> • Datos • Aplicaciones • Tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Empirismo en procesos • Información desordenada y sin respaldo 	<ul style="list-style-type: none"> • PETI (ERP / CRM / App Móvil /BI) • Nuevos procesos • RACI

Tabla 45. Artefacto iniciativas y/o proyectos (elaboración propia).

Plan de Implementación y Portafolio

Este plan vincula directamente cada acción con hallazgos específicos del diagnóstico y el análisis estadístico de la encuesta aplicada, priorizando impactos en eficiencia operativa, trazabilidad y sostenibilidad para Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., una PYME con dieciocho (18) empleados y operaciones centradas en la gestión de residuos.

El plan sigue la metodología TOGAF, organizándose en fases de ejecución concretas y medibles:

- Fase Preliminar (preparación)
- Fase A (Visión de Arquitectura)
- Fases B-D (Arquitecturas de Negocio, Datos, Aplicaciones y Tecnología)
- Fase E (Oportunidades y Soluciones)
- *Fase F (Plan de Migración)*
- *Fase G (Implementación de Gobernanza)*
- *Fase H (Gestión del Cambio).*

Para el caso de la Ecorecuperadora al ser su primera iteración se utiliza un ciclo de fases A – E, el plan de implementación surge como evaluación de la fase E y cada acción se alinea con los dominios de Arquitectura Empresarial (AE) y se mide mediante KPIs derivados del diagnóstico, como reducción de manualidad operativa (de 3,28 / 5 a 4,5 / 5) y mejora en trazabilidad de datos (de 3,3 / 5 a 4,5 / 5). El portafolio incluye proyectos priorizados por impacto, con un enfoque realista para esta PYME.

El portafolio de proyectos se compone de 5 iniciativas clave, vinculadas a brechas del AS-IS y TO-BE:

- **Estandarización de Procesos (Dominio Negocio):** Hallazgo: Baja definición de roles y procesos (promedio 3,3 / 5)

Acción: Mapa de procesos y capacitaciones.
- **Centralización de Datos (Dominio Datos):** Hallazgo: Datos dispersos y manuales (promedio 3,26 / 5 en indicadores)

Acción: Base de datos unificada.
- **Adopción de ERP/CRM Liviano (Dominio Aplicaciones):** Hallazgo: Alta manualidad en aplicaciones y sistemas de información (promedio 3,28 / 5)

Acción: Implementación de herramienta integrada.
- **Mejora de Infraestructura TI (Dominio Tecnología):** Hallazgo: Recursos básicos no escalables (promedio 3,3/5).

Acción: Actualización hardware y seguridad.
- **Gobierno TI (Transversal):** Hallazgo: Ausencia de políticas (promedio 3,24/5 en capacitaciones).

Acción: Definición de roles y lineamientos.

Plan de Costos

El Plan de Costos se fundamenta en el diagnóstico AS-IS, que revela operaciones con costos no optimizados (promedio 3.2/5 en reducción de costos) y alta dependencia manual (transporte equivale al 60% de gastos, sin herramientas de optimización). Este plan prioriza inversiones estratégicas para Ecorecuperadora (ver tabla 46). El presupuesto total estimado es de COP 130-160 millones para 12-18 meses, distribuido en fases TOGAF: 40% en Fases B-D (arquitecturas clave), 30% en Fase F (migración) y 30% en Fase H (cambio). Se anticipa un ROI del 20-30% mediante automatización, alineado con el TO-BE (trazabilidad digital para cumplimiento normativo).

Categoría de Costos	Estimación (COP millones)	Descripción Ejecutiva	Acciones Clave	Medida de Impacto (KPI)
Personal y Capacitación	26'	Inversión en desarrollo humano para alinear roles y competencias con objetivos estratégicos, mitigando brechas en claridad funcional (promedio 3.3/5).	Contratación temporal de consultor AE (medio tiempo, 6 meses); talleres internos para 18 empleados usando plataformas accesibles.	Mejora en autonomía de empleados (de 3.58/5 a 4.5/5); ROI en productividad operativa.

Software y Aplicaciones	35'	Adopción de soluciones digitales escalables para reducir manualidad en aplicaciones (promedio 3.28/5 en tareas repetitivas).	Suscripción anual a ERP/CRM liviano (Odoo o Zoho, 10 usuarios); integración con herramientas gratuitas como Google Workspace.	Reducción de errores manuales en 15%; ahorro en tiempo logístico.
Hardware e Infraestructura	30'	Actualización de activos tecnológicos para soportar crecimiento, abordando recursos no escalables (promedio 3.3/5).	Renovación de 3 computadores; adquisición de 8 dispositivos móviles con GPS; mejora en conexión internet.	Mejora en planificación operativa (de 3.42/5 a 4.5/5); optimización de rutas en 20%.
Consultoría y Servicios Externos	25'	Soporte especializado para gobernanza y cumplimiento, cerrando brechas en documentación (promedio 3.3/5).	Auditoría normativa externa; desarrollo de políticas TI por freelance.	Cumplimiento normativo (Resolución 1407/2018) al 95%; mitigación de riesgos regulatorios.
Indirectos y Contingencias	15'	Reserva para imprevistos y sostenibilidad financiera.	Cobertura de inflación (5-7% anual) y mantenimiento.	Desviaciones presupuestarias <10%; fondo de contingencia activado solo si necesario.

Tabla 46. Artefacto plan de costos (elaboración propia).

Plan de Riesgos

El Plan de Riesgos se deriva del análisis de brechas en AS-IS, como dependencia de conocimiento empírico (debilidad identificada en encuesta, promedio 3.3/5 en roles) y

fricción tecnológica (3.3/5 en conexión de sistemas), que generan vulnerabilidades como errores operativos e incumplimientos normativos. Siguiendo TOGAF, se identifican riesgos por fase, evaluados en matriz, con estrategias de mitigación realistas para Ecorecuperadora (ver tabla 47).

Riesgo	Probabilidad / Impacto	Hallazgo / Vinculación a Fase	Estrategia de Mitigación	Responsable	KPI de Monitoreo
Resistencia al Cambio por Dependencia Empírica	Media / Alto	Procesos guiados por empirismo (promedio 3.28/5 en seguimiento de procesos). Vinculado a Fase H (Gestión del Cambio).	Capacitaciones graduales (4 sesiones iniciales) e involucramiento de empleados en pruebas piloto (app móvil para rutas).	Director Logístico	Encuesta de satisfacción post-implementación (>80% aceptación).
Sobrecostos por Implementación TI	Alta / Medio	Costos operativos no optimizados (3.2/5). En Fases D y E (Aplicaciones /Tecnología)	Presupuesto escalonado con revisiones trimestrales ; uso de proveedores locales y open-source para reducir 20% en adquisiciones.	Director Administrativo	Desviaciones presupuestarias <10%.
Pérdida de Datos durante Migración	Media / Alto	Datos dispersos sin backups (promedio 3.44/5 en actualización de datos).	Backups iniciales en cloud gratuito (Google Drive) y pruebas de	Consultor externo	Tasa de integridad de datos (>95%).

		Vinculado a Fase C (Datos).	migración en entornos sandbox.		
Incumplimiento Normativo Ambiental	Baja / Alto	Brecha en trazabilidad (3.26/5 en indicadores). En Fase G (Gobernanza).	Integración de reportes automáticos en ERP para Resolución 1407/2018; auditoría anual externa.	Director Logístico	Revisiones mensuales de cumplimiento .
Fallos en Infraestructura Básica	Media / Medio	Recursos no escalables (3.1/5 en flujo sin interrupciones). En Fase D (Tecnología).	Mantenimiento preventivo trimestral y redundancia básica (internet Backup).	Personal operativo	Desviaciones operativas <10%.

Tabla 47. Artefacto plan de riesgos (elaboración propia).

Cronograma de Implementación

El cronograma de implementación se estructura en fases alineadas con la metodología TOGAF, considerando un horizonte de 18 meses adaptándose a la realidad de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., una PYME con recursos limitados (presupuesto estimado entre COP 130 y 160 millones). Basado en las variables identificadas en el diagnóstico AS-IS y el TO-BE. El cronograma integra el Plan de Costos y el Plan de Riesgos previamente detallados. Se priorizan acciones de bajo costo inicial, como capacitaciones internas, para minimizar interrupciones operativas en un sector regulado por normativas ambientales (Res. 1407/2018).

El portafolio de proyectos (5 iniciativas clave) se integra en las fases, con responsables asignados (directores administrativos y logísticos como líderes, con apoyo externo para TI) (ver tabla 48). Se mide el progreso con KPIs del diagnóstico, como reducción de manualidad (de 3.28/5 a 4.5/5) y mejora en trazabilidad (de 3.3/5 a 4.5/5). El cronograma se detalla en el siguiente artefacto, con hitos mensuales y revisiones trimestrales.

Fase TOGAF	Descripción y Proyectos Integrados	Duración (Meses)	Costos Asociados (COP Millones)	Riesgos Mitigados	KPIs/Hitos
Preliminar (Preparación)	Definir gobernanza inicial: Identificar stakeholders (directores, empleados operativos) y principios AE. Proyecto: Gobierno TI (definir roles y políticas básicas para TI, basado en brecha de ausencia de lineamientos, promedio 3.24/5 en capacitaciones). Capacitación inicial a 18 empleados en procesos estandarizados.	Meses 1-2	10' (consultor externo para políticas; materiales de capacitación interna).	Resistencia al cambio (mitigado con talleres participativos); dependencia empírica (mitigado con documentación inicial).	Políticas TI aprobadas; 100% empleados capacitados. Mejora en roles (de 3.3/5 a 3.8/5).
A: Visión de Arquitectura	Desarrollar visión TO-BE: Alinear misión/visión con dominios AE. Proyecto: Estandarización de Procesos (mapa de procesos y roles, abordando brecha de funciones no definidas, promedio 3.3/5). Incluir análisis PESTEL/DOFA del diagnóstico.	Meses 3-4	15' (herramientas gratuitas como Lucidchart; sesiones internas).	Sobrecosto inicial (mitigado con herramientas open-source); baja adopción (mitigado con involucramiento o directivo).	Visión AE documentada; mapa de procesos validado. Reducción de solapamiento de funciones (de 3.18/5 a 4/5).

B-D: Arquitecturas de Negocio, Datos, Aplicaciones y Tecnología	Detallar dominios: B (Negocio: cadena de valor optimizada); C (Datos: centralización en base unificada); D (Aplicaciones/Tecnología: adopción ERP/CRM liviano como Odoos y mejora hardware). Proyectos: Centralización de Datos (migrar Excel a base compartida, brecha de datos dispersos, 3.3/5); Adopción ERP/CRM (integrar rutas y facturación, brecha manualidad 3.28/5); Mejora Infraestructura TI (actualizar 3 PCs y conexión, brecha recursos básicos 3.3/5).	Meses 5-10	45' (licencia Odoos básica ~20; hardware ~30; capacitación ~10; consultor TI ~20).	Pérdida de datos (mitigado con backups semanales); interrupciones operativas (mitigado con implementación por fases, pruebas en rutas piloto).	Arquitecturas detalladas; datos centralizados (80% migrados); ERP piloto en 50% operaciones. Mejora eficiencia (de 3.2/5 a 4.2/5).
E: Oportunidades y Soluciones	Priorizar soluciones: Evaluar proveedores (ej. Odoos local) y alianzas para trazabilidad (IoT básico en bodegas). Integrar proyectos transversales para sostenibilidad (brecha impacto ambiental 3.28/5).	Meses 11-12	20' (evaluaciones y pruebas; alianzas sin costo inicial).	Incompatibilidad técnica (mitigado con pruebas PoC); sobrecarga operativa (mitigado con rotación de equipos).	Soluciones priorizadas; PoC ERP exitoso. Alianza con 1 proveedor ambiental.
F: Plan de Migración	Ejecutar migración: Transferir datos a ERP; capacitar en apps móviles para rutas (brecha fricción tecnológica 3.3/5).	Meses 13-15	30' (migración datos ~15; apps móviles ~10; soporte externo ~15).	Errores en migración (mitigado con auditorías mensuales); resistencia usuario (mitigado con soporte on-site).	90% operaciones en ERP; trazabilidad digital en 70% rutas. Reducción costos operativos (de 3.2/5 a 4/5).

G: Implementación de Gobernanza	Establecer controles: Monitoreo KPIs y auditorías ambientales. Proyecto: Gobierno TI completo (políticas de seguridad y continuidad).	Meses 16-17	10' (herramientas de monitoreo gratuitas; auditorías internas).	Incumplimiento normativo (mitigado con checklists regulatorios); falta de adopción (mitigado con revisiones trimestrales).	Gobernanza operativa; auditoría inicial pasada. Cumplimiento normativo al 95%.
H: Gestión del Cambio	Monitorear y ajustar: Capacitaciones finales; medición ROI. Evaluar sostenibilidad (brecha innovación 3.34/5).	Mes 18	5' (evaluaciones y ajustes; incentivos internos).	Baja sostenibilidad (mitigado con métricas mensuales); desvío presupuestal (mitigado con buffer 10%).	ROI medido (20-30%); encuesta post-implementación (mejora general a 4.5/5).

Tabla 48. Artefacto cronograma de implementación (elaboración propia).

Plan Estratégico de Tecnologías de la Información (PETI)

El PETI tiene como propósito establecer una hoja de ruta realista, priorizada y viable para la implementación progresiva de la Arquitectura Empresarial propuesta para Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., alineando las capacidades tecnológicas con los objetivos estratégicos del negocio, las necesidades operativas identificadas en el diagnóstico AS-IS y el modelo objetivo TO-BE definido bajo el marco TOGAF.

Este PETI se construye considerando las limitaciones propias de esta PYME, priorizando inversiones de bajo costo, alto impacto y rápida adopción, minimizando riesgos operativos y garantizando beneficios tangibles para la organización.

El PETI se fundamenta en los siguientes principios:

- **Alineación Estratégica:** Toda iniciativa tecnológica debe soportar directamente los objetivos del negocio y la sostenibilidad ambiental.
- **Escalabilidad:** La implementación se realizará por fases, evitando cambios disruptivos.
- **Optimización de costos:** Priorización de herramientas SaaS, soluciones Cloud y automatización ligera.
- **Gestión del riesgo:** Control de dependencias operativas y resistencia al cambio.
- **Gobernanza simple:** Roles claros sin estructuras complejas de TI.

Portafolio de Iniciativas Estratégicas

El portafolio se estructura por **dominios de Arquitectura Empresarial**, vinculando cada iniciativa (ver tabla 49) con hallazgos del diagnóstico:

Dominio TOGAF	Iniciativa Estratégica	Hallazgo AS-IS Asociado
Negocio	Formalización de procesos críticos (recolección, costos, disposición).	Procesos empíricos, no documentados.
Datos	Estandarización y centralización de información operativa.	Información dispersa en Excel.
Aplicaciones	Implementación de herramientas de apoyo operativo (ERP ligero / CRM básico).	Ausencia de sistemas integrados.
Tecnología	Uso de infraestructura Cloud básica y herramientas colaborativas.	Dependencia de equipos locales.

Tabla 49. Artefacto PETI – Portafolio de iniciativas estratégicas (elaboración propia).

Beneficios Esperados

La ejecución del PETI permitirá a Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.:

- Mayor control y trazabilidad de sus operaciones
- Reducción de errores operativos
- Mejor toma de decisiones basada en datos
- Preparación para crecimiento y cumplimiento normativo
- Base sólida para transformación digital futura

El PETI propuesto se configura como un instrumento práctico, ejecutable y alineado con la situación actual de la PYME, permitiendo materializar la Arquitectura Empresarial diseñada bajo la metodología TOGAF, sin generar interrupciones operativas ni cargas financieras excesivas. Su implementación progresiva garantiza valor temprano y sostenibilidad en el tiempo.

Conclusiones y Recomendaciones

El presente capítulo sintetiza los principales resultados obtenidos a partir del desarrollo del modelo de Arquitectura Empresarial propuesto para Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., fundamentado en el análisis de la situación actual (AS-IS), la definición del estado objetivo (TO-BE) y la aplicación del marco de trabajo TOGAF. Las conclusiones permiten dar respuesta al problema de investigación y a los objetivos planteados, evidenciando el aporte del modelo diseñado frente a las brechas identificadas en los dominios de negocio y tecnología. Por su parte, las recomendaciones se orientan a fortalecer la implementación y sostenibilidad de la Arquitectura Empresarial propuesta, planteando acciones concretas y viables que contribuyen a la mejora organizacional, así como a la generación de oportunidades para futuras investigaciones y procesos de evolución empresarial.

Conclusiones

- La aplicación del marco TOGAF permitió estructurar de manera integral la situación actual de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., evidenciando que la organización opera con un nivel de madurez inicial en Arquitectura Empresarial, caracterizado por procesos empíricos, alta dependencia del conocimiento tácito y baja articulación entre estrategia, procesos y tecnología. El diagnóstico AS-IS, sustentado en el análisis estadístico de la encuesta aplicada y las entrevistas, permitió identificar brechas críticas en los dominios de Negocio, Datos, Aplicaciones y Tecnología, confirmando la ausencia de un modelo formal que oriente la toma de decisiones organizacionales.

- El análisis de brechas entre los estados AS-IS y TO-BE demostró que la principal limitación de la organización no es tecnológica, sino estructural y organizacional, especialmente en lo relacionado con la estandarización de procesos, definición de roles y gobierno de TI. Los resultados evidencian que la tecnología existente es funcional para la operación diaria, pero insuficiente para garantizar trazabilidad, escalabilidad y control, lo cual representa un riesgo significativo para una empresa que opera en un sector regulado ambientalmente.
- El modelo de Arquitectura Empresarial TO-BE propuesto constituye una solución viable y realista para una PYME, al priorizar la formalización de capacidades de negocio, la centralización de la información y la automatización liviana de procesos críticos. Este modelo no plantea una transformación disruptiva, sino una evolución progresiva que permite mejorar la eficiencia operativa, reducir reprocesos y fortalecer el cumplimiento normativo, alineándose con los objetivos estratégicos y la capacidad real de inversión de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S.
- El Plan de Implementación y Portafolio, articulado con el PETI, el Plan de Costos y el Plan de Riesgos, demuestra que la Arquitectura Empresarial puede ser aplicada de manera pragmática en organizaciones pequeñas, desmitificando su percepción como un enfoque exclusivo de grandes empresas. La estructuración por fases TOGAF, con un horizonte de 12 a 18 meses, permite controlar riesgos como la resistencia al cambio, los

sobrecostos y la pérdida de información, garantizando continuidad operativa y beneficios graduales.

- La investigación confirma que la Arquitectura Empresarial es un habilitador estratégico para la sostenibilidad y crecimiento de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S., al proporcionar un marco que integra negocio, tecnología y gobierno. La implementación del modelo propuesto fortalece la capacidad de la empresa para responder a exigencias regulatorias, mejorar la toma de decisiones basada en datos y sentar las bases para futuras iniciativas de transformación digital, innovación y expansión del negocio.

Recomendaciones

- Adoptar formalmente el modelo de Arquitectura Empresarial propuesto como marco de referencia organizacional, integrándolo a la gestión estratégica de la empresa. Se recomienda que la dirección de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. utilice los artefactos desarrollados (mapas de procesos, portafolio de iniciativas, PETI) como instrumentos vivos, actualizándolos periódicamente para mantener la alineación entre la estrategia y la operación.
- Priorizar la estandarización y documentación de los procesos críticos del negocio antes de profundizar en inversiones tecnológicas, enfocándose inicialmente en los procesos de recolección, gestión de costos y disposición final. Esta recomendación busca reducir la dependencia del conocimiento individual, facilitar la capacitación del personal y minimizar riesgos

operativos, garantizando que la tecnología implementada soporte procesos claramente definidos.

- Implementar de manera progresiva el Plan Estratégico de Tecnologías de Información (PETI), siguiendo el cronograma establecido y evitando la adopción simultánea de múltiples soluciones. Se recomienda iniciar con herramientas de bajo costo y rápida adopción, privilegiando soluciones Cloud y modelos SaaS, lo que permitirá controlar el gasto, reducir riesgos de obsolescencia y asegurar flexibilidad para el crecimiento futuro.
- Fortalecer el gobierno y la gestión de TI mediante la definición de roles, responsabilidades y políticas mínimas, sin generar estructuras complejas que no correspondan al tamaño de la organización. Se sugiere asignar responsables claros para la gestión de información, aplicaciones y cumplimiento normativo, estableciendo indicadores simples que permitan monitorear la efectividad del modelo implementado.
- Desarrollar un programa continuo de gestión del cambio y capacitación, orientado a consolidar la adopción del modelo TO-BE y reducir la resistencia identificada en el diagnóstico. La apropiación del modelo por parte de los colaboradores es clave para garantizar la sostenibilidad de la Arquitectura Empresarial, por lo que se recomienda integrar la capacitación como una actividad permanente y no como un evento aislado.

Recomendaciones para Futuras Líneas de Investigación y Proyectos

El presente trabajo de grado ha sentado las bases para la transformación organizacional y digital de Ecorecuperadora Ambiental S.A.S. mediante el diseño de un Modelo de Arquitectura Empresarial bajo el marco TOGAF. Sin embargo, como proceso de investigación aplicada, su desarrollo abre nuevas oportunidades que pueden ser abordadas en proyectos académicos y profesionales futuros. A continuación, se proponen 4 líneas de investigación y proyectos derivados que permitirían profundizar, validar y expandir los resultados aquí obtenidos:

Medición del impacto de la Arquitectura Empresarial en el desempeño organizacional

Justificación: El presente trabajo culmina con un plan de implementación. Un proyecto de investigación posterior podría retomar el caso después de la ejecución de las fases iniciales (por ejemplo, 18-24 meses después) para medir el impacto real de la AE. Utilizando los KPIs definidos (ver Tabla 18), se podría realizar un estudio que compare el desempeño pre y post implementación, validando los beneficios proyectados.

Alcance: Definir un marco de medición de efectividad de la AE. Recolectar datos cuantitativos y cualitativos después de la implementación para evaluar el retorno de la inversión (ROI), la mejora en la eficiencia operativa y la alineación estratégica.

Diseño e Implementación de un Modelo de Gobierno de Datos (Data Governance) para PYMES del Sector Ambiental

Justificación: El diagnóstico AS-IS evidenció una madurez baja en el dominio de datos (promedio 3,3/5), con información dispersa y ausencia de políticas de calidad. Si bien el modelo TO-BE propone la centralización, el siguiente paso lógico es diseñar e

implementar un modelo de gobierno de datos formal, adaptado a los recursos y la estructura de una PYME. Esto incluiría la definición de políticas de calidad, roles (data owners, data stewards), un catálogo de datos maestro y un ciclo de vida del dato.

Alcance: Investigar y adaptar marcos de gobierno de datos (como DAMA-DMBOK) al contexto de una PYME. Implementar un piloto de gobierno de datos para un proceso crítico (por ejemplo, la trazabilidad de residuos peligrosos “RESPEL”) y medir su impacto en la calidad de la información y la toma de decisiones.

Análisis de madurez y hoja de ruta para la adopción de principios de Industria 4.0 en la Gestión de Residuos

Justificación: La adquisición de maquinaria (trituradoras, compactadores) es una iniciativa planteada en el portafolio (ver Tabla 45). Un proyecto de investigación podría ir más allá, evaluando el nivel de madurez de la empresa para adoptar tecnologías propias de la Industria 4.0 (como mantenimiento predictivo de flota, simulación de procesos, o robots colaborativos para clasificación) y proponiendo una hoja de ruta específica para su incorporación.

Alcance: Aplicar un modelo de madurez de Industria 4.0 a la empresa. Realizar un análisis de viabilidad técnica y económica para la incorporación de tecnologías más avanzadas en la planta de procesamiento, considerando el contexto y las limitaciones de una PYME colombiana.

Arquitectura de soluciones para la trazabilidad basada en IoT y Blockchain en la cadena de gestión de residuos

Justificación: El análisis del sector (Marco Institucional) y la hoja de ruta TO-BE identifican el potencial del IoT y el Blockchain para la diferenciación competitiva y el

cumplimiento normativo. Sin embargo, el diseño de una solución de este tipo requiere un estudio profundo de arquitectura de software, selección de hardware (sensores, balanzas inteligentes), protocolos de comunicación y modelos de integración con el ERP propuesto.

Alcance: Diseñar una arquitectura de solución (utilizando, por ejemplo, el modelo C4 o diagramas UML) que detalle los componentes técnicos necesarios para implementar trazabilidad en tiempo real de la flota de recolección (IoT) y certificar la inmutabilidad de los registros de disposición final (Blockchain). El proyecto podría culminar con un prototipo funcional o un estudio de factibilidad técnica y económica.

Referencias

- Abdallah, A. (2021). Enterprise architecture measurement. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 99(6), 1265-1280.
- Acevedo, C., Marleny, Ossa, G., & Alexander, J. (2010). Elementos en el fortalecimiento de los mundos de producción de las pymes en Colombia desde la organización y las políticas. *Pensamiento & Gestión*, 28, 107-131.
- Antunes, G., Caetano, A., Bakhshandeh, M., Mayer, R., & Borbinha, J. (2013). Using Ontologies to Integrate Multiple Enterprise Architecture Domains. En W. Abramowicz (Ed.), *Business Information Systems Workshops. BIS 2013. Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 160). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41687-3_8
- Arango, S., M., L., E., J., Zapata, C., & J. (2010). Arquitectura Empresarial—Una Visión General". *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 9(16), 101-111,.
- Arango, S. M., Londoño, J. E., & Alvarez, U. K. (2012). Capacidades de negocio en el contexto empresarial". *Revista Virtual Universidad Católica del Norte [en línea]*, 35, 5-27,.
- Arroyo, E. (2015). Definición de principios de arquitectura para arquitectura empresarial de la organización. En *Hanbook T-1 de Ciencias de la tecnología de la información*, en *Revista ECORFAN* (pp. 35-44).
- Bonnet, M. J. A. (2009). *Measuring the effectiveness of enterprise architecture implementation* [[Master's thesis, Delft University of Technology].
https://filelist.tudelft.nl/TBM/Over%20faculteit/Afdelingen/Engineering%20Systems%20and%20Services/People/Professors%20emeriti/Jan%20van%20den%20Berg/MasterPhdThesis/Bonnet_FINAL_290109.pdf
- Busch, N. R. (2025). A systematic literature review of enterprise architecture: Current state and future trends. En *ACM Transactions on Management Information Systems*.
<https://dl.acm.org/doi/full/10.1145/3706582> ACM Digital Library.

- Canabal, R., Cabarcas, A., & Martelo, R. J. (2017). Aplicación de un esquema de arquitectura empresarial (TOGAF) para una pequeña empresa (PYME) utilizando aplicaciones colaborativas de Google. *Información tecnológica*, 28(4), 85-92.
- Cárdenas, M., & López, P. (2021). Big Data para la gestión predictiva de residuos industriales. *Revista de Ingeniería*, 42, 78-89.
- Cedeño, G. P. (2008). *Arquitectura empresarial*.
<http://www.ucipfg.com/Repositorio/MATI/MATI-04/BLOQUE-INICIAL/001.pdf>.
- DAD. (2025). *International Data Flows | Digital-Aided Design*. International Data Flows.
<https://internationaldataflows.com>
- DANE, D. A. N. (2023). Boletín técnico. En *Cuenta Ambiental y Económica de Flujos de Materiales de Residuos Sólidos* (p. 2022-2023).
<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/CAEFM-RS/bol-CAEFMRS-2023pr.pdf>
- Defense, U. S. D. (1994). *Technical Architecture Framework for Information Management (TAFIM)* (D. Defense, Ed.).
- Díaz Ayala, S. E. (2022). *Modelo metodológico de evaluación del nivel de implementación y madurez de una arquitectura empresarial, en el sector gobierno colombiano*.
- DODAF. (2025). *DODAF - DOD Architecture Framework Version 2.02—DOD Deputy Chief Information Officer*. <https://dodcio.defense.gov/library/dod-architecture-framework/>
- Dumitriu, D., & Popescu, M. A.-M. (2020). Enterprise Architecture Framework Design in IT Management. *Procedia Manufacturing*, 46, 932-940.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.05.011>
- Ettahiri, I. (2025). An overview towards the assessment and measurement of enterprise architecture dynamics. *Information Systems Frontiers*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050925004818/pdf?md5=0d1c24cc9c06edae6218b71c3393ebe8&pid=1-s2.0-S1877050925004818-main.pdf>

- Gomes, R. (2015). Resilience and enterprise architecture in SMEs. *JISTEM – Journal of Information Systems and Technology Management*, 12(3), 525-540.
- González, A. G., Rodríguez, L. L., Caballero, D. M., & Fonte, D. M. (2019). Herramientas para la gestión por procesos. *Cuadernos Latinoamericanos de administración*, 15(28).
- González-Campo, C. H., & Lozano-Oviedo, J. (2020). Propuesta para la definición de la arquitectura empresarial. *Dimensión empresarial*, 18(1), 105-128.
- Grant, R. M. (2016). *Contemporary strategy analysis* (9a ed.). John Wiley & Sons.
- Group, T. O. (2018). *TOGAF® Standard, Version 9.2*. The Open Group.
- Gutiérrez, J. (2022). IoT aplicado a la gestión de residuos peligrosos en Colombia. *Revista Ingenierías USBMed*, 13(1), 45-60.
- Hamidani, J. Y. (2025). Enterprise architecture for sustainable SME resilience. *Sustainability*, 17(15), 6688.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.
- Heyl, B. H. (2020). Towards an ontology of business-and process architecture based on a business model. *Journal of Business Architecture*, 12(4), 45-59.
- Iyamu, T. (2011). Enterprise Architecture as Information Technology Strategy. *2011 IEEE 13th Conference on Commerce and Enterprise Computing*, 82-88.
<https://doi.org/10.1109/CEC.2011.33>
- Jacobs, D., Kotzé, P., Merwe, A., & Gerber, A. (2010). *Enterprise Architecture for Small and Medium Enterprise Growth (SMEAG model)*.
- Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2017). *Exploring strategy: Text and cases* (11.a). Pearson Education. https://studylib.net/doc/26975215/exploring-strategy--text-and-cases---pdfdrive--?utm_source=chatgpt.com

- Korhonen, J. J., & Molnar, W. A. (2014). Enterprise Architecture as Capability: Strategic Application of Competencies to Govern Enterprise Transformation. *2014 IEEE 16th Conference on Business Informatics, 1*, 175-182. <https://doi.org/10.1109/CBI.2014.41>
- Kosanke, N., & Nell, J. G. (1997). Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus". *Proceedings of ICEIMT '97, International Conference on Enterprise Integration and Modeling Technology*, 235-243,.
- Kotusev, R. (2012). *A Comparison of the Top Four Enterprise Architecture Methodologies*. www.objectwatch.com.
- Lankhorst, M. (2005). *Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis*. Springer.
- Lankhorst, M., Proper, E., Jonkers, H., Haak, M. A., & Iacob, M.-E. (2017). *Enterprise architecture at work: Modelling, communication and analysis* (4th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53933-0>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1-55.
- López Tejada, V., & Pérez Guarachi, J. F. (2011). Técnicas de recopilación de datos en la investigación científica. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 10, 485.
- Luna, S. M. M. (2007). Manual práctico para el diseño de la Escala Likert. *Xihmai*, 2(4).
- Magoulas, T., Hadzic, A., Saarikko, T., & Pessi, K. (2012). Alignment in enterprise architecture: A comparative analysis of four architectural approaches. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 15(1), pp88-101.
- Martin, R., Robertson, E., Song, I. Y., Liddle, S. W., Ling, T. W., & Scheuermann, P. (2003). A Comparison of Frameworks for Enterprise Architecture Modeling. En eds (Ed.), *Conceptual Modeling—ER 2003. ER 2003. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 2813). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-39648-2_43

- Martínez, A. M., Cárdenas, M. L. S., & Robaina, D. A. (2015). Una aproximación hacia la evaluación del nivel de madurez de la arquitectura empresarial. *Revista Cubana de Ingeniería*, 6(3), 33-42.
- Mendoza-Zambrano, C., & Velásquez-Moreira, G. (2022). Revisión Sistemática: La Arquitectura Empresarial en las Organizaciones para la toma de decisiones con la Metodología TOGAF. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E47, 135-145.
- Minambiente. (2022). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos*.
- Minambiente, M., & Sostenible, D. (2015). Decreto 1076 de 26 de mayo de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Diario Oficial No, 49(510)*. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1076-de-26-de-mayo-de-2015/>
- Minambiente, M., & Sostenible, D. (2018). *Resolución 1407 de 2018. Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques*.
<https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1407-de-2018/>
- Morganwalp, J. M., & Sage, A. P. (2004). Enterprise Architecture Measures of Effectiveness. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 4(1), 81-94,.
- NATO. (2025). *NATO Architecture Framework, Version 4*. NATO.
https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_157575.htm
- Nkundla-Mgudlwa, S. (2017). A synthesis of enterprise architecture effectiveness constructs. *Proceedings of the 10th International Conference on Enterprise Systems, IS & e-Governance (ISECON2017)*. <https://www.scitepress.org/papers/2017/63210/63210.pdf>
- Nossa, J. J. R. (2021). *Desarrollo de un modelo de arquitectura empresarial TOGAF: Aplicación de entrevistas presenciales para el diagnóstico AS IS*.
<https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/511ada7c-a854-4629-8e4f-54906c1d2293/content>

- Offerman, T., Stettina, C. J., & Plaat, A. (2017). Business capabilities: A systematic literature review and a research agenda. *2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, 383-393,. <https://doi.org/10.1109/ICE.2017.8279911>.
- OpenGroup. (2025). *TOGAF* | www.opengroup.org. <https://www.opengroup.org/togaf>
- Orizondo, A. C. A. (2020). *Arquitectura de gobierno electrónico*.
- Pavón-González, Y., Ortega-González, Y. C., Abreu, M. B. I., Souchay-Alzugaray, S., & Cobiellas-Herrera, L. M. (2021). Método de modelado conceptual de procesos de negocio a niveles ontológico y situado con alcance de arquitectura empresarial. *Dyna*, 88(216), 227.
- Peña, A. (2021). Automatización en plantas de clasificación de residuos: Caso Colombia. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128876.
- Porter, M. E. (2008). *Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia (38a reimpresión)*. Grupo Editorial Patria.
https://utecno.files.wordpress.com/2014/05/las_5_fuerzas_competitivas-_michael_porter-libre.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Porter, M. E., & Millar, V. E. (1985). How Information Gives you Competitive". *Harvard Business Review*, 63(4), 149-160,.
- Rodríguez, M. M. C. (2020). *Identificación, caracterización y selección de marcos de trabajo de arquitectura empresarial*.
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. (2006). *Enterprise Architecture as Strategy: Creating a Foundation for Business Execution*. Harvard Business School Press.
- Sánchez Barrera, N. (2016). Análisis y soporte para el marco de arquitectura empresarial del Estado colombiano. *Revista Colombiana de Información Tecnológica*, 12(3), 25-36.
- Santamaría, F. J. P., Testal, J. F. R., & Loera, B. R. (2002). Preferencias por formatos de respuesta en cuestionarios para encuestas. *Metodología de encuestas*, 4(1), 63-74.

- Schekkerman, J. (2006). *Enterprise Architecture Good Practices Guide: How to Manage the Enterprise Architecture Practice*. Trafford Publishing.
- Scott, B. (2005). *An Introduction To Enterprise Architecture*. Authorhouse.
- Servicios Públicos Domiciliarios, S. (2023). *Informe sectorial de la actividad de aprovechamiento 2022*. <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-sectorial-actividad-de-aprovechamiento-2022.pdf>
- Servicios Públicos Domiciliarios, S. (2024). *Informe sectorial de la actividad de aprovechamiento 2023*. <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-Sectorial-de-la-Actividad-de-Aprovechamiento-2023.pdf>
- Shah, H., & El Kourdi, M. (2007). Frameworks for enterprise architecture. *It Professional*, 9(5), 36-41.
- Systems and software engineering—Architecture description. (2011). *ISO/IEC/IEEE, 42010*.
- Tamayo, & Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica: Fundamentos de investigación* (E. Limusa, Ed.). https://books.google.com.mx/booksid=BhymmEqkJwC&utm_source=chatgpt.com
- Velitchkov, I. (2008). Integration of IT strategy and enterprise architecture models. *Proceedings of the 9th international conference on computer systems and technologies and workshop for phd students in computing*, V-7.
- Vernadat, F. B. (1996). *Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications"*. Londres, Chapman & Hall.
- Weirich, H. (1982). The TOWS Matrix—A tool for situational analysis. *Long Range Planning*, 15(2), 54-66.
- Zachman. (2025). *The Zachman Framework Evolution*. Zachman International - FEAC Institute. <https://zachman-feac.com/the-zachman-framework-evolution>
- Zachman, J. (1987). A Framework for Information Systems Architecture. *The IBM Systems Journal*, 26(3), 454-470,.

Zachman, Z. (2021). *The Zachman Framework for Enterprise Architecture: The enterprise ontology*. <https://zachman-feac.com/>

Zarvić, N., & Wieringa, R. (2014). An integrated enterprise architecture framework for business-IT alignment. *Designing Enterprise Architecture Frameworks: Integrating Business Processes with IT Infrastructure*, 63(9), 1-9.

Anexo A. Instrumento realizado para recolección de Información

A continuación, pantallas tomadas del instrumento generado en Google Forms, donde se recolecto la información que soporta el análisis de situación actual:



Anexo B. Evidencia fotográfica tomada de las locaciones de la Ecorecuperadora

A continuación, evidencia tomada en las locaciones de la Ecorecuperadora, todas las imágenes bajo licencia y uso de sus dueños:



