



Aplicación de Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos para la Optimización de la Gestión de Proyectos en la Recolección y Transporte de Residuos Generados en la Atención de Salud, con Evaluación de Riesgos Ocupacionales en la Empresa FUNECOMAYO del Municipio de Mocoa

Pantoja Erazo Diana Patricia ID 403487

Suarez Olaya Brigitte Magaly ID 457676

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

4 de noviembre de 2025

Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos

Aplicación de Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos para la Optimización de la Gestión de Proyectos en la Recolección y Transporte de Residuos Generados en la Atención de Salud, con Evaluación de Riesgos Ocupacionales en la Empresa FUNECOMAYO del Municipio de Mocoa

Pantoja Erazo Diana Patricia ID 403487

Suarez Olaya Brigitte Magaly ID 457676

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

4 de noviembre de 2025

Contenido

Lista de tablas.....	6
Lista de anexos.....	7
Resumen.....	8
Abstract.....	10
Introducción.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Descripción del problema.....	14
1.1.1 ¡Error! Marcador no definido. Contexto general e internacional.....	14
1.1.2 Situación específica, causas y consecuencias.....	14
1.2 Pregunta de investigación.....	16
1.3 Objetivos de investigación.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación.....	17
1.4.1 Relevancia y pertinencia del estudio..... ¡Error! Marcador no definido.	17
1.4.2 Beneficios para la empresa, la comunidad y la academia..... ¡Error! Marcador no definido.	17
2. MARCO DE REFERENCIA.....	20
2.1. Marco de Antecedentes.....	20
2.2. Marco Teórico.....	233
2.3. Marco normativo.....	255
3. METODOLOGÍA..... ¡Error! Marcador no definido.	27
3.1. Enfoque y alcance de la investigación.....	27

	4
3.1.1. Enfoque de la investigación	27
3.1.2. Alcance de la investigación.....	28
3.2. Población y muestra.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1. Definición de la población.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra	¡Error! Marcador no definido.
3.3. Instrumento(s)	30
3.3.1. Revisión Bibliométrica.....	31
3.3.2. Encuesta sobre el Estado de la Gestión de Proyectos e Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos... ..	32
3.4. Descripción de procedimientos	33¡Error! Marcador no definido.
3.4.1. Fase 1: Revisión de literatura	33
3.4.2. Fase 2: Aplicación de la encuesta... ..	34
3.6. Análisis de información	¡Error! Marcador no definido.
3.6.1. Procesamiento de la información de la encuesta	38
3.6.2. Interpretación de hallazgos.....	39
3.7. Consideraciones éticas.....	¡Error! Marcador no definido.39
3.7.1. Declaracion Consentimiento informado.....	40
4. HIPÓTESIS	42
4.1. Las variables	42
4.1.1. Variable(s) independiente(s).....	42
4.1.2. Variable(s) dependiente(s).....	42
4.2. Planteamiento de hipótesis.....	43
5. RESULTADOS.....	45
5.1. Revision documental	45

	5
5.2. Revisión bibliométrica	46
5.3. Resultados de la encuesta	48
5.2. Propuesta del sector... ..	55
5.3. Discusión.....	56
6. Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
Referencias	¡Error! Marcador no definido.
Anexos	65

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz de análisis bibliográfico sobre la aplicación de IA, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de residuos sanitarios y riesgos ocupacionales.....	45
Tabla 2. Información general de la empresa.....	48
Tabla 3. Gestión de proyectos.....	49
Tabla 4. Uso de tecnología, IA, Big Data y Ciencia de Datos.....	51
Tabla 5. Cultura organizacional y adaptación al cambio....	52
Tabla 6. Evaluación general....	53

Lista de anexos

Anexo 1 Encuesta sobre el Estado de la Gestión de Proyectos e Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos... 65

Resumen

Este estudio, se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo, analizó la viabilidad de implementar tecnologías como IA, Big Data y ciencia de datos para optimizar la gestión de recolección y transporte de residuos de atención en salud en la empresa FUNECOMAYO (Mocoa). Se evaluaron riesgos ocupacionales y el nivel de adopción tecnológica, identificando mejoras para aumentar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de los procesos, en cumplimiento de la normativa ambiental y la protección de la salud de los trabajadores.

Para llevar a cabo el estudio utilizó una encuesta y una matriz de análisis bibliográfico para evaluar la madurez tecnológica, los riesgos ocupacionales y la viabilidad de adoptar nuevas tecnologías en FUNECOMAYO, generando bases para proponer estrategias que optimicen la gestión de residuos y promuevan operaciones seguras e innovadoras.

Dentro de los resultados muestran que el 72 % de los colaboradores identifica un responsable formal en la gestión de proyectos, aunque un 45 % percibe falta de claridad en los roles. Solo el 22 % utiliza software de automatización, pero el 78 % está dispuesto a adoptar tecnologías como Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos. A partir de estos hallazgos, se propone un modelo de gestión inteligente basado en análisis predictivo y automatización de procesos, orientado a mejorar la eficiencia operativa, la seguridad laboral y la cultura organizacional de FUNECOMAYO.

De este modo esta propuesta se orienta a implementar un modelo de gestión inteligente que incorpore herramientas de inteligencia artificial y Big Data para fortalecer los procesos operativos de FUNECOMAYO. Esta iniciativa plantea la integración progresiva de sistemas de análisis predictivo para optimizar rutas de recolección, monitorear condiciones operativas en tiempo real y anticipar riesgos ocupacionales. Asimismo, se propone automatizar la captura y tratamiento de datos para mejorar la trazabilidad de los residuos y facilitar la toma de decisiones basada en información precisa. Con ello, se busca transformar los procesos actuales hacia un esquema más eficiente, seguro y sostenible, impulsando la innovación tecnológica como eje estratégico para el fortalecimiento institucional.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Big Data, Ciencia de Datos, Tecnologías emergentes, Gestión de proyectos, Riesgos Ocupacionales, Competitividad, Sostenibilidad.

Abstract

This study, conducted using a quantitative approach, analyzed the feasibility of implementing technologies such as AI, Big Data, and data science to optimize healthcare waste collection and transportation management at FUNECOMAYO (Mocoa). Occupational risks and the level of technological adoption were assessed, identifying improvements to increase the efficiency, safety, and sustainability of processes, in compliance with environmental regulations and the protection of worker health.

To conduct the study, a survey and a bibliographic analysis matrix were used to assess technological maturity, occupational risks, and the feasibility of adopting new technologies at FUNECOMAYO, generating the basis for proposing strategies to optimize waste management and promote safe and innovative operations.

The results show that 72% of employees identify a formal person in charge of project management, although 45% perceive a lack of clarity regarding these roles. Only 22% use automation software, but 78% are willing to adopt technologies such as Artificial Intelligence, Big Data, and Data Science. Based on these findings, an intelligent management model based on predictive analytics and process automation is proposed, aimed at improving FUNECOMAYO's operational efficiency, workplace safety, and organizational culture.

This proposal aims to implement a smart management model that incorporates artificial intelligence and Big Data tools to strengthen FUNECOMAYO's operational processes. This initiative envisions the progressive integration of predictive analytics systems to optimize collection routes, monitor operational conditions in real time, and anticipate occupational risks. It also proposes automating data capture and processing to improve waste traceability and facilitate data-driven decision-making. The goal is to transform current processes into a more efficient, safe, and sustainable system, promoting technological innovation as a strategic driver for institutional strengthening.

Keywords: Artificial Intelligence, Big Data, Data Science, Emerging Technologies, Project Management, Occupational Risks, Competitiveness, Sustainability

Introducción

La gestión de proyectos se ha consolidado en las últimas décadas como una disciplina clave para el desarrollo organizacional y la competitividad global. En un mundo caracterizado por la incertidumbre, la innovación tecnológica y los cambios constantes en el entorno, las organizaciones deben apoyarse en metodologías y estándares de gestión que les permitan alcanzar sus objetivos con eficiencia, eficacia y sostenibilidad. Según Kerzner (2019), el nivel de madurez en la gestión de proyectos determina en gran medida la capacidad de una institución para planear, ejecutar y evaluar iniciativas estratégicas, garantizando que los recursos limitados se traduzcan en impactos positivos para sus grupos de interés.

A nivel internacional, múltiples estudios han demostrado que las organizaciones con un alto grado de madurez en la gestión de proyectos logran mayores índices de productividad, innovación y resiliencia frente a contextos cambiantes. El Project Management Institute (PMI, 2021) señala que la estandarización de procesos, el uso de herramientas tecnológicas y la cultura organizacional orientada a resultados constituyen factores decisivos para la sostenibilidad de las instituciones, sin importar si pertenecen al sector privado, público o social. No obstante, alcanzar niveles altos de madurez requiere superar barreras como la resistencia al cambio, la falta de capacitación del talento humano y la escasa sistematización de las experiencias organizacionales.

En el contexto latinoamericano y colombiano, la gestión de proyectos también ha cobrado relevancia en sectores comunitarios y sociales. Las organizaciones no gubernamentales, fundaciones y asociaciones locales enfrentan el desafío de responder a necesidades sociales urgentes con recursos financieros y técnicos limitados. De acuerdo con Rodríguez y González (2020), la madurez en la gestión de proyectos en este tipo de instituciones resulta fundamental para garantizar la sostenibilidad de sus programas, optimizar los recursos y maximizar los beneficios sociales. Sin embargo, estas organizaciones suelen tener dificultades para estandarizar procesos, documentar experiencias y adoptar herramientas tecnológicas modernas que fortalezcan sus capacidades.

En este marco, el presente proyecto se centra en el caso de la Fundación FUNECOMAYO, una organización social ubicada en el contexto colombiano, cuyo objetivo es aportar al bienestar de la comunidad a través de diferentes programas y proyectos. La investigación se planteó con el propósito de diagnosticar el nivel de madurez organizacional de FUNECOMAYO en relación con su gestión de proyectos, analizando dimensiones como la estructura organizacional, la adopción de tecnologías emergentes y la cultura institucional en torno a la sistematización de procesos. La pregunta central que guió este trabajo fue: ¿Cuál es el nivel de madurez organizacional de FUNECOMAYO en relación con la gestión de proyectos y qué implicaciones tiene este nivel para su sostenibilidad y competitividad?

La pertinencia de este estudio radica en que diagnosticar el estado actual de FUNECOMAYO permite identificar fortalezas y debilidades que impactan directamente en la eficiencia de sus proyectos y en su capacidad de responder a las demandas sociales. Además, el trabajo contribuye al campo de la gestión de proyectos en organizaciones sociales, aportando evidencia empírica sobre cómo se aplican teorías y modelos de madurez en contextos comunitarios, lo cual ha sido escasamente abordado en la literatura. Como señalan Crawford (2014) y Mintzberg (1993), el análisis de los procesos de gestión en instituciones de carácter social no solo fortalece la práctica profesional, sino que también genera aprendizajes transferibles a otras organizaciones similares que enfrentan retos comunes.

La metodología utilizada en este proyecto combinó la revisión bibliográfica con el análisis diagnóstico aplicado en FUNECOMAYO. A través de instrumentos de recolección de información, se identificaron prácticas, percepciones y niveles de aplicación de metodologías de gestión de proyectos. Los resultados evidenciaron que la organización se encuentra en un nivel intermedio de madurez, lo que implica avances en la formalización de ciertos procesos, pero también la persistencia de limitaciones relacionadas con la ambigüedad en los roles, la baja sistematización de experiencias y la implementación incipiente de tecnologías como la inteligencia artificial y el Big Data.

Las conclusiones del estudio resaltan que FUNECOMAYO debe fortalecer la estandarización de procesos, consolidar la claridad en la estructura organizacional y fomentar una cultura de aprendizaje continuo mediante la documentación de experiencias. Asimismo, resulta

prioritario invertir en la capacitación tecnológica del personal, con el fin de aprovechar el potencial de herramientas digitales que optimicen la gestión de proyectos y aumenten la competitividad institucional. Este diagnóstico no solo confirma parcialmente la hipótesis planteada, sino que también ofrece recomendaciones prácticas y abre nuevas líneas de investigación sobre la madurez organizacional en fundaciones comunitarias.

Este documento se estructura en varios capítulos. En el capítulo 1 se presenta el planteamiento del problema, la pregunta de investigación, los objetivos y la justificación. El capítulo 2 expone el marco de referencia, incluyendo la revisión de literatura y los aportes conceptuales más relevantes sobre gestión de proyectos y madurez organizacional. En el capítulo 3 se describe la metodología empleada, explicando los instrumentos utilizados y el enfoque de análisis. El capítulo 4 muestra los resultados obtenidos en FUNECOMAYO y su contraste con la teoría revisada. Finalmente, en el capítulo 5 se presentan las conclusiones y recomendaciones, así como las posibles líneas de investigación futura.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

1.1.1. Contexto general e internacional

En las últimas décadas, la gestión de los residuos generados en el sector de la atención en salud se ha consolidado como un desafío ambiental y sanitario de alcance global. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), aproximadamente el 15% de los residuos generados por actividades sanitarias se clasifica como material peligroso, lo que implica riesgos significativos para la salud pública y el ambiente si no se maneja de forma adecuada. A nivel mundial, la incorporación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), el Big Data y la ciencia de datos está transformando la manera en que las organizaciones optimizan sus procesos de gestión de residuos, mejoran la eficiencia operativa y reducen riesgos laborales (Zhang et al., 2020).

En América Latina, la gestión de residuos hospitalarios enfrenta limitaciones estructurales y operativas que dificultan la transición hacia prácticas más sostenibles y seguras. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020), la mayoría de los países de la región aún carecen de sistemas de recolección, transporte y disposición final que integren tecnologías de monitoreo y análisis de datos en tiempo real, lo que incrementa la exposición de los trabajadores del sector a riesgos ocupacionales (Gamarra et al., 2021).

1.1.2 Situación específica, causas y consecuencias

En el caso de Colombia, la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005; actualizada en 2016) establece lineamientos claros para la separación, recolección, transporte y disposición final de estos residuos, priorizando la minimización de impactos ambientales y riesgos para la salud. No obstante, estudios recientes evidencian que muchas empresas prestadoras de estos servicios aún presentan debilidades en la implementación de tecnologías que permitan una gestión integral basada en

datos, lo que limita la trazabilidad, la eficiencia operativa y la reducción de riesgos laborales (García & Rojas, 2022).

En este contexto, la empresa FUNECOMAYO, responsable de la recolección y transporte de residuos generados en la atención de salud en el municipio de Mocoa, aún depende en gran medida de procesos manuales y controles tradicionales, lo cual limita su eficiencia, la trazabilidad de los residuos y el cumplimiento de estándares de bioseguridad (FUNECOMAYO, 2024). Esta situación se explica, en gran parte, por la falta de infraestructura tecnológica adecuada para integrar herramientas como IA, Big Data y ciencia de datos, ampliamente utilizadas para optimizar operaciones logísticas y respaldar la toma de decisiones estratégicas (Zhang et al., 2020). Además, las restricciones presupuestales dificultan la inversión en software especializado, equipos de monitoreo y contratación de personal capacitado (García & Rojas, 2022).

Asimismo, la resistencia al cambio organizacional y la limitada formación del equipo humano en tecnologías digitales perpetúan prácticas obsoletas, incrementando la exposición de los trabajadores a materiales peligrosos y reduciendo la capacidad de respuesta ante emergencias sanitarias (OPS, 2021; Gamarra et al., 2021). Las debilidades en la alineación de políticas internas con la normativa ambiental vigente también incrementan los riesgos de incumplimiento, posibles sanciones legales y la pérdida de confianza por parte de clientes e instituciones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

La falta de adopción de estas tecnologías genera consecuencias significativas. En primer lugar, la persistencia de procedimientos manuales y controles convencionales reduce la eficiencia operativa, ocasionando mayores tiempos de recolección, fallas en la trazabilidad y sobrecostos por reprocesos o manejos inadecuados (García & Rojas, 2022). Desde la perspectiva de la salud ocupacional, la carencia de sistemas de monitoreo y análisis en tiempo real expone al personal a materiales infecciosos, elevando el riesgo de accidentes, enfermedades profesionales y ausentismo laboral (OPS, 2021). A nivel institucional, este rezago limita la capacidad de FUNECOMAYO para cumplir con la normativa ambiental, lo que podría derivar en sanciones legales, pérdida de licencias y debilitamiento de su reputación (Gamarra et al., 2021). Finalmente, a nivel comunitario y ambiental, una gestión ineficiente de los residuos hospitalarios aumenta el riesgo de

contaminación de suelos y cuerpos de agua, especialmente en zonas vulnerables como Mocoa, afectando la salud pública y la seguridad de la población (CEPAL, 2020; OMS, 2018).

1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo puede la implementación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el Big Data y la ciencia de datos optimizar la gestión de proyectos de recolección y transporte de residuos generados en la atención de salud, evaluando los riesgos ocupacionales y mejorando la eficiencia operativa, la seguridad laboral y la sostenibilidad ambiental en la empresa FUNECOMAYO del municipio de Mocoa?

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer estrategias para la implementación progresiva de tecnologías emergentes, como inteligencia artificial (IA), Big Data y ciencia de datos, con el fin de mejorar la gestión de recolección y transporte de residuos generados en la atención de salud, fortaleciendo la eficiencia operativa, la seguridad laboral y la sostenibilidad ambiental en la empresa FUNECOMAYO del municipio de Mocoa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar el nivel de madurez tecnológica y la capacidad operativa de FUNECOMAYO para la adopción de herramientas de inteligencia artificial (IA), Big Data y ciencia de datos, identificando oportunidades de mejora en la gestión de residuos hospitalarios.
- Determinar los principales riesgos ocupacionales asociados a las actividades de recolección, transporte y manejo de residuos generados en la atención de salud, valorando su impacto en la seguridad y bienestar de los trabajadores.

- Comparar experiencias, buenas prácticas y casos de éxito nacionales e internacionales sobre la aplicación de tecnologías emergentes en la gestión de residuos hospitalarios, extrayendo lecciones útiles para la realidad de FUNECOMAYO.
- Valorar los beneficios potenciales de la implementación de IA, Big Data y ciencia de datos, considerando su efecto en la eficiencia operativa, trazabilidad, reducción de riesgos, cumplimiento normativo y sostenibilidad ambiental.
- Diseñar un plan estratégico para la integración progresiva de estas tecnologías en FUNECOMAYO, orientado a fortalecer la competitividad institucional, optimizar la gestión de residuos y consolidar una cultura organizacional innovadora y sostenible.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Relevancia y pertinencia del estudio

La gestión adecuada de los residuos generados en la atención de salud es un desafío crítico que impacta directamente la salud pública, la seguridad laboral y la sostenibilidad ambiental. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), aproximadamente el 15 % de los residuos sanitarios se clasifican como peligrosos, lo que representa un riesgo considerable para los trabajadores y el medio ambiente si no se manejan correctamente. En Colombia, se estima que cerca del 20 % de los residuos generados en instituciones hospitalarias corresponden a materiales infecciosos, cortopunzantes, químicos, farmacéuticos o radioactivos (Organización Mundial de la Salud, 2014). De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020), la región aún enfrenta limitaciones estructurales para la integración de tecnologías digitales que mejoren la trazabilidad y seguridad en el manejo de residuos peligrosos.

En contextos como el municipio de Mocoa, donde factores geográficos, sociales y económicos agravan las dificultades para gestionar adecuadamente estos residuos, la búsqueda de

soluciones innovadoras se vuelve indispensable. Este proyecto responde a esa necesidad, enfocándose en dotar a FUNECOMAYO de herramientas modernas basadas en Inteligencia Artificial (IA), Big Data y Ciencia de Datos, con el propósito de optimizar los procesos y superar barreras operativas, técnicas y culturales.

Investigar esta problemática resulta pertinente porque permite conocer a fondo las limitaciones actuales, identificar los riesgos más críticos y generar propuestas concretas para modernizar la gestión de residuos hospitalarios. Los objetivos trazados están alineados con la meta de fortalecer la eficiencia operativa, garantizar la seguridad de los trabajadores y cumplir con la normativa ambiental vigente, aportando evidencia y estrategias prácticas que puedan implementarse de forma escalonada y adaptada a la realidad de la organización (García & Rojas, 2022).

1.4.2 Beneficios para la empresa, la comunidad y la academia

Los impactos de este proyecto abarcan diferentes niveles y actores clave que se benefician de manera directa e indirecta. Por un lado, FUNECOMAYO obtendrá no solo un diagnóstico detallado de su situación tecnológica actual, sino también una hoja de ruta clara con recomendaciones prácticas y viables que le permitirán optimizar el uso de recursos, disminuir costos innecesarios derivados de reprocesos, fallas en la trazabilidad o accidentes laborales, y fortalecer la cultura de prevención y seguridad entre su equipo de trabajo. Todo esto se traduce en una operación más eficiente, responsable y preparada para responder a nuevos retos del sector, fortaleciendo así la reputación de la empresa frente a instituciones de salud, autoridades de control y la propia comunidad. Según el PMI (2021), el fortalecimiento de capacidades tecnológicas y la estandarización de procesos en la gestión de proyectos contribuyen significativamente al incremento de la productividad y a la reducción de riesgos operativos en las organizaciones.

A nivel local, la comunidad de Mocoa se verá favorecida de manera significativa, ya que una gestión de residuos hospitalarios más moderna y controlada disminuye el riesgo de que materiales peligrosos lleguen a contaminar suelos, ríos o zonas residenciales, protegiendo así la salud de la población y conservando los recursos naturales, que son fundamentales para la vida de muchas

familias de la región. Este tipo de iniciativas, además, contribuye a promover una cultura de corresponsabilidad ambiental y sanitaria, generando conciencia colectiva sobre la importancia de disponer correctamente los desechos generados por la atención en salud. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2018), el manejo adecuado de residuos sanitarios y la implementación de estrategias tecnológicas en su tratamiento son elementos esenciales para la prevención de riesgos ambientales y comunitarios.

Para los estudiantes e investigadores, este proyecto es mucho más que un ejercicio académico: es una oportunidad real para poner en práctica conocimientos, contrastar teorías con la realidad y aportar ideas y soluciones que puedan implementarse en contextos concretos. Este trabajo fortalece habilidades de análisis crítico, investigación aplicada y manejo de tecnologías emergentes, competencias clave en un entorno laboral cada vez más exigente y dinámico. Al mismo tiempo, permite desarrollar sensibilidad social y compromiso con las comunidades donde se interviene, alineándose con lo planteado por Crawford (2014), quien afirma que los procesos formativos basados en proyectos reales potencian el aprendizaje significativo y la responsabilidad social profesional.

Finalmente, la especialización, los programas de posgrado y UNIMINUTO Virtual refuerzan su propósito institucional de formar profesionales capaces de aportar soluciones innovadoras y pertinentes a problemas reales del entorno. Este proyecto se convierte en un insumo valioso que demuestra cómo la investigación académica puede convertirse en motor de transformación para organizaciones y comunidades, impulsando la transferencia de conocimiento y fomentando la construcción de redes de colaboración que fortalezcan el desarrollo sostenible, la responsabilidad social y el progreso de la región.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo una búsqueda de literatura publicada entre junio de 2018 y junio de 2025. La ecuación de búsqueda utilizada fue: *“inteligencia artificial” OR “IA” OR “Big Data” OR “ciencia de datos” AND “gestión de residuos” OR “recolección de residuos” OR “transporte de residuos” AND “salud” OR “desechos médicos” OR “riesgos ocupacionales”*. Esta revisión se realizó en bases de datos como **Google Scholar**, **Scielo**, **Redalyc**, **Dialnet** y **Scopus**, priorizando trabajos de carácter académico y técnico relevantes para el problema investigado.

En primer lugar, Hayyolalam et al. (2021) abordan la aplicación de la edge intelligence (inteligencia en el borde) para mejorar los sistemas de salud basados en IoT. Esta propuesta permite el análisis de datos en tiempo real con baja latencia, lo que resulta esencial para el manejo dinámico de residuos generados en servicios de salud y la gestión oportuna de riesgos ocupacionales asociados a estos procesos.

A su vez, Nguyen et al. (2021) presentan una revisión exhaustiva sobre el aprendizaje federado (federated learning) en entornos de salud inteligente. Este modelo de IA distribuida permite realizar análisis avanzados sin compartir datos sensibles, favoreciendo la privacidad de los pacientes y mejorando la trazabilidad de residuos peligrosos hospitalarios. La implementación de este enfoque puede representar un avance significativo para instituciones que manejan información crítica y volúmenes altos de residuos contaminantes

Por su lado, Na et al. (2022) ofrecen una reseña sobre la aplicación de un modelo de aceptación de la tecnología artificial en combinación con el marco de tecnología, organización y medio ambiente, aplicado a empresas del sector de la construcción en Alemania. A través del concepto de “sitio de construcción 4.0”, se propone reducir costos y aumentar la productividad mediante la modelación de datos sustentada en teorías como la de la acción razonada y del

comportamiento planificado. Aunque enfocado en la construcción, este modelo puede extrapolarse a la planificación y evaluación de riesgos en empresas de gestión de residuos.

Por otra parte, Shaygan et al. (2023) presentan una revisión sistemática sobre el uso de inteligencia artificial para la predicción de tráfico urbano, con énfasis en metodologías basadas en series temporales multivariadas. Aunque se centra en movilidad, sus hallazgos son transferibles a la optimización de rutas de transporte de residuos, al permitir la anticipación de condiciones viales, la reducción de tiempos y el aumento de la eficiencia logística.

De manera complementaria, Bruno et al. (2023) presentan un enfoque innovador basado en visión por computador para la clasificación primaria de residuos médicos en hospitales. El sistema propuesto alcanza una precisión del 100 % sobre un conjunto representativo de datos, demostrando la eficacia de la inteligencia artificial en entornos clínicos para separar desechos infecciosos, reciclables y peligrosos. Esta herramienta resulta fundamental para garantizar la seguridad de los operarios sanitarios, así como la eficiencia en el tratamiento de residuos hospitalarios.

En el ámbito internacional, Correa (2024) detalla la experiencia de ciudades como Barcelona en la incorporación de sensores inteligentes y sistemas de IA para la predicción espacial de generación de residuos. Los datos permiten ajustar rutas y frecuencias de recolección en tiempo real, incrementando la eficiencia en un 30 %. Este ejemplo refuerza el argumento de que la innovación tecnológica aplicada al manejo de residuos puede generar resultados cuantificables a corto plazo.

En términos de sostenibilidad de materiales, Silva Aragón, Manzano Durán y González Castro (2024) presentan un análisis teórico sobre la optimización del ciclo de vida de materiales mediante inteligencia artificial, Big Data e inteligencia empresarial (BI). El artículo destaca cómo estas herramientas contribuyen al diseño de estrategias de reutilización, economía circular y decisiones colaborativas multisectoriales, aspectos cada vez más necesarios en organizaciones comprometidas con la eficiencia operativa y la sostenibilidad.

Asimismo, Ortiz (2024), en su artículo publicado en la Revista INNOVA UNTREF, examina cómo la ciencia de datos y el Big Data permiten abordar problemáticas ambientales

mediante el procesamiento de grandes volúmenes de información climática, urbana y social. El autor resalta la capacidad de estos enfoques para generar alertas tempranas y apoyar políticas públicas basadas en evidencia, mostrando la transversalidad de estas tecnologías en distintos dominios de acción, incluyendo la gestión de residuos.

De igual manera, Gómez Ramos et al. (2024) desarrollan la propuesta KAN CONNECT, consistente en un dispositivo inteligente con IA para la clasificación automatizada de residuos en conjuntos residenciales de Bogotá. El estudio promueve una cultura verde mediante la separación eficiente y la trazabilidad tecnológica, factores clave para una gestión urbana moderna de los residuos. Esta experiencia puede ser adaptada al contexto institucional, como centros médicos o empresas de salud, como en el caso de FUNECOMAYO.

En el ámbito latinoamericano, Rihm et al. (2024) analizan el papel de tecnologías digitales como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT) y el Big Data en la transformación digital de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. El estudio, publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo, incluye casos de aplicación en Argentina, Colombia y Ecuador, y destaca mejoras en la operación, soporte a la toma de decisiones y aportes significativos al enfoque de economía circular. Esta investigación es clave para comprender el contexto regional y la aplicabilidad real de las tecnologías emergentes en escenarios públicos y privados.

Finalmente, Recytrans (2025) describe diversas aplicaciones de la inteligencia artificial y el Big Data en la gestión de residuos sólidos urbanos. El artículo expone cómo estas tecnologías permiten optimizar rutas de recolección, realizar mantenimiento predictivo de maquinaria y automatizar procesos de separación, contribuyendo a la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental. Estos aportes refuerzan la necesidad de modernizar los procesos tradicionales mediante herramientas digitales de alto impacto.

2.2 Marco Teórico

La gestión de residuos hospitalarios representa uno de los principales desafíos en el contexto sanitario y ambiental, especialmente en regiones con limitaciones en infraestructura y recursos técnicos. La incorporación de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA), el Big Data y la Ciencia de Datos, ofrece oportunidades significativas para mejorar la eficiencia, reducir riesgos laborales y optimizar los procesos logísticos relacionados con la recolección y transporte de estos residuos.

- **Gestión de residuos generados en la atención de salud**

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) señala que aproximadamente el 15% de los residuos generados por actividades sanitarias son considerados peligrosos, ya sea infecciosos, tóxicos o radioactivos. Una gestión inadecuada de estos residuos puede ocasionar graves impactos en la salud pública y el medio ambiente, así como aumentar los riesgos ocupacionales para los trabajadores encargados del manejo, recolección y transporte (PAHO, 2021). La eficiencia en estos procesos requiere de una planificación rigurosa, cumplimiento normativo y monitoreo constante.

- **Inteligencia Artificial aplicada a la gestión de proyectos**

La IA permite automatizar tareas complejas, anticipar patrones y facilitar la toma de decisiones basada en datos (Russell & Norvig, 2021). En el contexto de la gestión de proyectos, la IA se ha utilizado para la predicción de fallas, asignación de recursos, programación de actividades y evaluación de riesgos. Según la investigación de González & Arce (2022), el uso de IA en la logística hospitalaria ha mejorado la trazabilidad de residuos y permitido actuar proactivamente frente a desvíos operativos. Estas herramientas pueden ser adaptadas para identificar rutas óptimas de transporte, reducir tiempos de exposición a riesgos y mejorar la seguridad del personal.

- **Big Data y su papel en la logística sanitaria**

Big Data se refiere a conjuntos masivos de datos que no pueden ser gestionados por métodos tradicionales, pero que contienen información valiosa si se analizan correctamente (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013). En el ámbito de la salud y el manejo de residuos, la recolección continua de datos provenientes de sensores, GPS, historiales de rutas y condiciones de transporte permite obtener una visión integral del sistema. Para López et al. (2020), el análisis de Big Data ha sido clave para mejorar la eficiencia del transporte de residuos biológicos en hospitales públicos en América Latina, generando indicadores en tiempo real y reduciendo costos logísticos.

- **Ciencia de datos en el monitoreo de riesgos ocupacionales**

La Ciencia de Datos combina estadística, programación y conocimiento del dominio para extraer conocimiento accionable a partir de datos (Provost & Fawcett, 2013). En la gestión de proyectos relacionados con residuos hospitalarios, puede utilizarse para modelar escenarios de exposición al riesgo, monitorear el cumplimiento de protocolos de bioseguridad, e identificar condiciones críticas en las jornadas laborales. De acuerdo con Cruz y Hernández (2021), mediante el análisis predictivo es posible identificar los factores más determinantes de accidentes laborales en la recolección de residuos hospitalarios, lo cual permite generar estrategias de mitigación más efectivas.

- **Integración tecnológica en la gestión de proyectos**

La integración de IA, Big Data y Ciencia de Datos se alinea con las nuevas tendencias en gestión de proyectos, especialmente bajo metodologías ágiles y basadas en evidencia. Tal como lo propone el Project Management Institute (2021), las organizaciones que integran estas tecnologías pueden responder con mayor flexibilidad a los cambios del entorno, anticipar cuellos de botella y optimizar la cadena de valor. En el caso de la empresa FUNECOMAYO en Mocoa, la adopción de estas herramientas representa una oportunidad estratégica para transformar su modelo operativo, fortalecer la seguridad ocupacional y mejorar la sostenibilidad del servicio.

2.3 Marco normativo

En Colombia, el marco normativo que regula la gestión de residuos generados en la atención de salud, así como el uso de tecnologías como la inteligencia artificial, el Big Data y la ciencia de datos en procesos de gestión y evaluación de riesgos, se sustenta en un conjunto de leyes, decretos, resoluciones y políticas públicas. Estas normativas garantizan tanto la seguridad de los trabajadores como la protección del medio ambiente y los derechos de los ciudadanos respecto al uso de sus datos personales, teniendo presente las principales disposiciones legales como son:

Normativa sobre gestión de residuos hospitalarios y peligrosos

- **Decreto 351 de 2014:** Por el cual se reglamenta la gestión integral de residuos generados en la atención en salud y otras actividades (RESPEL). Establece la clasificación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos hospitalarios en Colombia. Es fundamental para FUNECOMAYO, ya que dicta los lineamientos operativos mínimos. (*Ministerio de Salud y Protección Social, 2014*)
- **Resolución 1164 de 2002:** Adopta el manual para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares, incluyendo los protocolos para el manejo, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final. (*Ministerio de Salud, 2002*)
- **Ley 9 de 1979:** Código Sanitario Nacional, establece disposiciones en salud pública, incluyendo aspectos relacionados con el saneamiento ambiental, protección de los trabajadores y manejo adecuado de residuos peligrosos. (*Congreso de Colombia, 1979*)

Normativa sobre salud y riesgos laborales

- **Decreto 1072 de 2015:** Decreto Único Reglamentario del sector Trabajo. Contiene el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), obligatorio para todas las empresas que impliquen riesgos ocupacionales, como es el caso de la manipulación de residuos biológicos e infecciosos. (*Ministerio de Trabajo, 2015*)
- **Resolución 0312 de 2019:** Define los estándares mínimos del SG-SST, adaptados al tamaño de la empresa y nivel de riesgo. Es vital para la evaluación de riesgos ocupacionales en FUNECOMAYO. (*Ministerio de Trabajo, 2019*)

- **Ley 1562 de 2012:** Modifica el sistema general de riesgos laborales, promoviendo la prevención de enfermedades y accidentes laborales. *(Congreso de Colombia, 2012)*

Normativa sobre protección de datos y tecnología (IA, Big Data)

- **Ley 1266 de 2008 (Ley de Habeas Data):** Regula el manejo de la información financiera y crediticia de las personas. En contextos de IA y Big Data, implica responsabilidad sobre los datos personales utilizados. *(Congreso de Colombia, 2008)*
- **Ley 1581 de 2012 (Ley de Protección de Datos Personales):** Define los principios, derechos y procedimientos para el tratamiento de datos personales en Colombia, fundamentales en proyectos de inteligencia artificial y ciencia de datos. *(Congreso de Colombia, 2012)*
- **Decreto 1377 de 2013:** Reglamenta parcialmente la Ley 1581, estableciendo requisitos para el consentimiento de los titulares de datos. *(Presidencia de la República, 2013)*

Normativa sobre innovación digital, IA y transformación digital

- **Documento CONPES 3975 de 2019:** Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial. Promueve el uso de IA en sectores como salud, educación, medio ambiente e infraestructura, alineándose con los objetivos del proyecto. *(Departamento Nacional de Planeación, 2019)*
- **Ley 1341 de 2009 (Ley TIC):** Establece principios para el desarrollo de la sociedad de la información y el uso de las tecnologías digitales. *(Congreso de Colombia, 2009)*
- **Ley 2108 de 2021:** Declara el Internet como un servicio público esencial y universal, facilitando el acceso a tecnologías digitales necesarias para la gestión eficiente de datos. *(Congreso de Colombia, 2021)*

Normas técnicas relevantes

- **NTC-ISO 45001:2018:** Norma internacional para sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo. Aplicable a empresas como FUNECOMAYO para identificar peligros y prevenir riesgos ocupacionales.

- **NTC-ISO 14001:2015:** Sistema de gestión ambiental. Aplica en el manejo de residuos peligrosos y en la evaluación de impacto ambiental por actividades de transporte y disposición de desechos hospitalarios.
- **NTC-ISO 27001:2022:** Gestión de la seguridad de la información. Relevante cuando se utilizan sistemas de IA y Big Data con bases de datos sensibles.

3. METODOLOGIA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación:

Para el desarrollo de esta investigación se optó por un enfoque cuantitativo, dado que se emplearán datos numéricos y estadísticos que permitan analizar y describir la incidencia de la Inteligencia Artificial (IA), Big Data y Ciencia de Datos en la optimización de la gestión de proyectos relacionados con la recolección y transporte de residuos generados en la atención de salud, con énfasis en la evaluación de riesgos ocupacionales en la empresa FUNECOMAYO, ubicada en el municipio de Mocoa.

El proceso metodológico se estructuró en dos fases principales:

- **Revisión bibliométrica:** se realizará un análisis de literatura científica y técnica en bases de datos como Scopus, Google Scholar, Dialnet y Redalyc, con el objetivo de identificar cómo se aplican la IA, el Big Data y la Ciencia de Datos en la gestión de proyectos de residuos y riesgos ocupacionales, especialmente en micro y pequeñas empresas del sector salud y servicios ambientales.
- **Aplicación de encuesta:** se diseñará y aplicará un instrumento tipo encuesta dirigido a los responsables de la gestión de proyectos y al personal operativo de FUNECOMAYO involucrado en la recolección y transporte de residuos. El propósito será diagnosticar el estado actual de los procesos organizacionales, identificar fortalezas y debilidades, evaluar el nivel de digitalización y de gestión de riesgos ocupacionales, y

generar insumos cuantitativos que respalden la propuesta de optimización basada en IA y análisis de datos.

3.1.2. Alcance de la investigación

El alcance de esta investigación se define en tres dimensiones: temporal, espacial y temática.

- **Alcance temporal:**

La investigación se desarrollará en un lapso de un semestre, comprendido entre junio y noviembre de 2025, abarcando las etapas de revisión bibliométrica, diseño del instrumento, recolección de datos, análisis estadístico y formulación de la propuesta de optimización. Este periodo permitirá recopilar información actualizada sobre la madurez tecnológica y las prácticas operativas de FUNECOMAYO, garantizando resultados pertinentes y ajustados a la realidad actual de la empresa.

- **Alcance espacial:**

El estudio se llevará a cabo en la empresa FUNECOMAYO, ubicada en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo (Colombia). Este territorio se caracteriza por su contexto ambiental sensible y por la necesidad de fortalecer la gestión de residuos hospitalarios en condiciones seguras y sostenibles, lo que convierte a FUNECOMAYO en un caso representativo para el análisis.

- **Alcance temático:**

La investigación se centra en analizar cómo la implementación progresiva de tecnologías emergentes, Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos puede contribuir a la optimización de la gestión de proyectos de recolección y transporte de residuos sanitarios, así como a la reducción de riesgos ocupacionales en FUNECOMAYO. También aborda aspectos como la madurez tecnológica, la cultura organizacional, la capacitación del personal y la disposición al cambio hacia un modelo de gestión inteligente.

3.2 Población y muestra

• 3.2.1 Definición de la población

La población objeto de estudio está conformada por todos los colaboradores y directivos de FUNECOMAYO que participan de manera directa o indirecta en la planeación, ejecución y control de proyectos relacionados con la recolección y transporte de residuos generados en la atención de salud. Esta población incluye al gerente, personal administrativo, responsables de logística, operadores de recolección y transporte, y supervisores de riesgos ocupacionales.

Se trata de una empresa del sector de servicios ambientales, caracterizada por:

- Un número limitado de colaboradores (aproximadamente entre 20 y 35 personas).
- Diversidad de funciones y roles, donde cada colaborador puede intervenir en varios procesos operativos y de gestión.
- Experiencia variada en gestión de proyectos, manejo de residuos y adopción tecnológica inicial en herramientas de análisis de datos y sistemas inteligentes.

• 3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

Dado el tamaño reducido de la población, se optará por un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a aquellos colaboradores que tienen un rol activo en la gestión de proyectos, recolección y transporte de residuos, y en la toma de decisiones estratégicas relacionadas con riesgos ocupacionales y procesos de optimización.

Para garantizar representatividad, se incluirán como participantes:

- Gerente general y directivos responsables de la planeación estratégica y supervisión de procesos de gestión de residuos.
- Área administrativa y financiera, que gestiona recursos, asignación presupuestal y control de pagos relacionados con la logística de recolección.
- Área operativa y logística, que participa directamente en la ejecución de los proyectos de recolección y transporte de residuos.

- Supervisores de riesgos ocupacionales, encargados de evaluar y mitigar los peligros asociados al manejo de residuos.

Se estima que la muestra final estará conformada por 10 a 12 participantes, lo cual representa entre el 50% y el 70% de la población total de la empresa, suficiente para asegurar la validez de los resultados en el contexto de una microempresa del sector ambiental.

Criterios de inclusión:

- Ser empleado activo de la empresa FUNECOMAYO.
- Participar en procesos de planeación, ejecución, control o seguimiento de proyectos relacionados con recolección y transporte de residuos.
- Tener una antigüedad mínima de 6 meses en la organización, para asegurar conocimiento suficiente de los procesos y riesgos asociados.

Criterios de exclusión:

- Colaboradores con menos de 6 meses en la empresa.
- Personal sin relación directa con la gestión de proyectos de recolección de residuos o supervisión de riesgos ocupacionales (por ejemplo, personal temporal o externo).

3.3 Instrumento(s)

En esta etapa, la recolección de información se llevará a cabo mediante dos procedimientos complementarios:

1. **Revisión bibliométrica**, para analizar antecedentes teóricos y técnicos relevantes.
2. **Encuesta estructurada**, para recolectar datos cuantitativos directamente del personal de FUNECOMAYO.

Ambos instrumentos se integran para garantizar una triangulación metodológica que permita obtener resultados confiables, pertinentes y aplicables a la realidad de la empresa.

3.3.1 Revisión Bibliométrica

La revisión sistemática de la literatura se fundamenta en el análisis de documentos científicos y técnicos que abordan la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA), el Big Data y la Ciencia de Datos en la gestión de proyectos, con un enfoque particular en micro y pequeñas empresas del sector de servicios ambientales y de salud, y en la optimización de procesos de recolección y transporte de residuos con evaluación de riesgos ocupacionales.

Esta revisión permitirá identificar tendencias, metodologías, resultados y buenas prácticas que sirvan de base para la propuesta de optimización tecnológica en FUNECOMAYO.

Para el análisis se consultarán bases de datos como Scopus, Google Scholar, Dialnet, Redalyc y Scielo, priorizando documentos publicados entre 2018 y 2025.

Se elaborará una matriz de análisis bibliográfico, que clasificará la información de acuerdo con las siguientes categorías:

- **Plataformas consultadas:** Scopus, Google Scholar, Dialnet, Redalyc, Scielo.
- **Categorías analizadas – Datos bibliométricos:**
 - Autores: nombres de los investigadores principales.
 - Título del artículo: título completo y tipo de publicación (artículo, informe técnico, revisión, estudio de caso, etc.).
 - Año de publicación: fecha de emisión del documento.
 - Número de citas: indicador de relevancia académica.
 - Tipo de documento: artículo científico, revisión, estudio de caso, normativa, informe técnico, entre otros.
 - Síntesis del artículo: resumen de aportes centrales y hallazgos relevantes.
 - Metodología utilizada: métodos empleados en los estudios (análisis cuantitativo, modelos predictivos, minería de datos, etc.).
 - Instrumentos aplicados: herramientas de análisis, software, algoritmos de IA o registros operativos.
 - Tipo de tecnología: IA, Big Data, Ciencia de Datos, Machine Learning, IoT, sistemas de gestión de residuos, entre otras.

- Resultados principales: hallazgos que evidencian mejoras en eficiencia, reducción de costos, optimización de rutas, disminución de riesgos y mejora en la toma de decisiones.
- Aportes al proyecto: contribuciones concretas para el diseño de la propuesta de optimización de la gestión de proyectos en FUNECOMAYO.

Esta revisión sistemática permitirá:

1. **Identificar buenas prácticas y tecnologías exitosas** aplicadas en la gestión de proyectos de residuos y riesgos ocupacionales.
2. **Extraer referentes metodológicos** que sirvan como base para la propuesta de optimización basada en IA, Big Data y Ciencia de Datos.
3. **Construir un marco conceptual sólido** que vincule la eficiencia operativa, la gestión de riesgos y la digitalización de procesos en FUNECOMAYO.

3.3.2 Encuesta sobre el Estado de la Gestión de Proyectos e Implementación Tecnológica

Como segundo instrumento, se aplicará una encuesta estructurada dirigida a los colaboradores de FUNECOMAYO que participan en la planificación, ejecución, seguimiento y control de proyectos relacionados con la recolección y transporte de residuos generados en la atención de salud, incluyendo la evaluación de riesgos ocupacionales.

La encuesta estará compuesta por aproximadamente **15 ítems**, utilizando una **escala tipo Likert de 5 puntos** (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo), con el fin de evaluar las percepciones, prácticas y niveles de adopción tecnológica dentro de la organización.

Los ítems se agrupan en las siguientes áreas fundamentales:

1. **Gestión de proyectos:** planificación, ejecución, control y seguimiento de los procesos de recolección y transporte de residuos.
2. **Uso de tecnología y herramientas de IA, Big Data y Ciencia de Datos:** implementación de sistemas inteligentes, análisis de datos operativos y predicción de riesgos.

3. **Cultura organizacional y adaptación al cambio:** apertura al uso de nuevas tecnologías, disposición a la capacitación y percepción sobre innovación.
4. **Evaluación general:** eficiencia de los procesos actuales, oportunidades de mejora y percepción sobre seguridad y riesgos ocupacionales.

Los resultados obtenidos servirán como **insumo principal** para:

- Diagnosticar fortalezas y debilidades en la gestión de proyectos.
- Evaluar el grado de madurez tecnológica y digitalización de la empresa.
- Identificar oportunidades de mejora relacionadas con la seguridad y la eficiencia operativa.
- **Validar la propuesta de optimización** de la gestión de proyectos soportada en IA, Big Data y análisis de datos.

La encuesta completa se presenta en el Anexo 1: Encuesta sobre el Estado de la Gestión de Proyectos e Implementación Tecnológica en FUNECOMAYO, donde se detallan todas las preguntas, la escala de respuesta y las instrucciones para su aplicación.

3.4. Descripción de procedimientos

En el contexto de esta investigación, se diseñó una encuesta estructurada con el objetivo de identificar el estado actual de la gestión de proyectos en FUNECOMAYO, evaluando aspectos como la planificación, control de recursos, uso de herramientas digitales, análisis de datos y la disposición hacia la adopción de Inteligencia Artificial (IA), Big Data y Ciencia de Datos como apoyo estratégico. La población objeto de estudio está compuesta por los colaboradores vinculados a la planeación, control administrativo, logística y supervisión de riesgos ocupacionales, quienes representan los actores clave en los procesos organizacionales de la empresa.

El proceso de recolección de datos sigue los siguientes pasos:

Contacto inicial: Se establecerá comunicación con la gerencia y los responsables de las áreas involucradas, explicando el propósito e importancia de la investigación. Se hará énfasis en que los resultados contribuirán a optimizar la gestión de proyectos y mejorar la seguridad en la recolección y transporte de residuos mediante el uso de IA y análisis de datos.

Instrucciones y dinámica: A cada participante se le enviará un correo electrónico o mensaje interno institucional con una carta de presentación del proyecto, los objetivos de la encuesta y las instrucciones para responderla. Se aclarará que la participación es voluntaria y que la información recopilada será confidencial y utilizada únicamente con fines académicos.

Aplicación de la encuesta: La encuesta se aplicará en formato digital mediante Google Forms, con el fin de facilitar el acceso a los participantes, permitir respuestas en tiempo real y asegurar una tabulación automática de los datos.

Recolección de datos: Se establecerá un período de diez días hábiles para que los colaboradores completen la encuesta. Durante este tiempo se enviarán recordatorios periódicos para garantizar la participación activa de la muestra seleccionada.

Análisis de la información: Una vez recolectados los datos, estos serán exportados a Excel y software estadístico para su análisis mediante técnicas estadísticas descriptivas y correlacionales. Esto permitirá identificar patrones y relaciones entre variables como el nivel de digitalización, eficiencia en la gestión de proyectos, percepción del personal sobre IA y Big Data, y efectividad en la mitigación de riesgos ocupacionales.

A partir de los resultados obtenidos, se podrán reconocer las fortalezas y oportunidades de mejora en la gestión de proyectos de FUNECOMAYO y diseñar un modelo de gestión optimizado soportado en IA, Big Data y Ciencia de Datos, que fortalezca la planeación, el control de recursos, la toma de decisiones estratégicas y la seguridad ocupacional.

3.4.1 Fase 1: Revisión de literatura

Para el desarrollo de esta investigación se realizó una revisión sistemática de literatura con el propósito de identificar las principales aplicaciones, metodologías y tendencias sobre el uso de IA, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de proyectos, con especial énfasis en micro y pequeñas empresas del sector ambiental y de salud, y su adaptación a contextos similares al de FUNECOMAYO.

Preguntas de investigación:

- ¿Cómo se ha aplicado la IA y Big Data en la gestión de proyectos relacionados con la recolección y transporte de residuos en PYMES y microempresas?
- ¿Qué metodologías y herramientas se han utilizado para integrar la IA en la planificación, control de recursos, optimización de rutas y toma de decisiones estratégicas?
- ¿Qué resultados y beneficios se han reportado en términos de eficiencia, reducción de costos, tiempos de operación y riesgos ocupacionales?
- ¿Qué barreras o desafíos enfrentan las organizaciones al implementar IA, Big Data o Ciencia de Datos en sus procesos de gestión de proyectos?

Estrategia de búsqueda:

- **Bases de datos:** Scopus, Google Scholar, Redalyc, Dialnet, Scielo.
- **Consulta:** (“project management” OR “project administration”) AND (“artificial intelligence” OR “AI” OR “Big Data” OR “Data Science”) AND (“waste management” OR “healthcare waste” OR “occupational risk”) AND (“SMEs” OR “microenterprises” OR “small businesses”).
- **Periodo:** 2018 a 2025.
- **Tipos de documentos:** artículos científicos, revisiones de literatura, estudios de caso, informes técnicos, capítulos de libros.

Análisis bibliométrico:

- **Publicaciones por año:** para identificar la evolución y tendencias sobre la aplicación de IA y Big Data en la gestión de proyectos de residuos.
- **Publicaciones por país:** para reconocer los contextos donde se ha investigado con mayor profundidad.
- **Principales filiaciones institucionales:** universidades, centros de investigación y organismos que lideran el tema.
- **Principales autores de referencia:** investigadores con mayor impacto y contribuciones en el área.

- **Áreas de aplicación más frecuentes:** planificación de rutas de recolección, control de costos y tiempos, optimización de cronogramas, análisis predictivo de riesgos, toma de decisiones estratégicas y seguridad ocupacional.

- **3.5.2 Fase 2: Aplicación de la encuesta**

Con el fin de identificar el estado actual de FUNECOMAYO en términos de digitalización, uso de datos y preparación para la adopción de Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de proyectos de recolección y transporte de residuos con evaluación de riesgos ocupacionales, se diseñó una encuesta estructurada.

El instrumento contiene preguntas orientadas a medir:

- Nivel de madurez tecnológica de la empresa en procesos de planificación, control y seguimiento de proyectos.
- Uso actual de herramientas digitales y sistemas de análisis de datos para optimizar rutas, tiempos, recursos y seguridad ocupacional.
- Disposición y actitud del personal frente a la adopción de nuevas tecnologías y metodologías basadas en IA.
- Eficiencia operativa y gestión de riesgos, evaluando percepciones sobre seguridad en el manejo de residuos y cumplimiento de normativas.

La encuesta será aplicada a los colaboradores seleccionados según la muestra definida, incluyendo gerencia, personal administrativo, logística y supervisores de riesgos ocupacionales. Se utilizará una escala Likert de 5 puntos, permitiendo cuantificar opiniones y percepciones de manera uniforme para su posterior análisis estadístico.

El análisis de los datos obtenidos permitirá:

1. Determinar fortalezas y oportunidades de mejora en la gestión de proyectos de recolección y transporte de residuos.
2. Evaluar el grado de preparación de la empresa para implementar tecnologías de IA y Big Data.

3. Generar insumos cuantitativos que servirán de base para el diseño de un modelo de gestión optimizado que integre análisis de datos, predicción de riesgos y toma de decisiones estratégicas.

Dentro de las preguntas a aplicar dentro de la encuesta se estiman las siguientes:

Preguntas: Gestión de proyectos

1. La empresa tiene procesos claros de planificación para la recolección y transporte de residuos.
2. Se realiza un seguimiento constante a la ejecución de los proyectos operativos.
3. Los recursos (personal, vehículos y equipos) se gestionan eficientemente durante los proyectos.
4. Los resultados de los proyectos se evalúan para mejorar la gestión futura.

Preguntas: Uso de tecnología y herramientas de IA, Big Data y Ciencia de Datos

5. La empresa utiliza herramientas digitales para el control y registro de las operaciones de recolección de residuos.
6. Los datos operativos se analizan regularmente para optimizar rutas y tiempos de transporte.
7. Existe interés en implementar sistemas inteligentes o herramientas de IA para la toma de decisiones.
8. La empresa utiliza información histórica para prever riesgos y mejorar la eficiencia operativa.

Preguntas: Cultura organizacional y adaptación al cambio

9. Los colaboradores están abiertos a la adopción de nuevas tecnologías en su trabajo diario.
10. Se promueve la capacitación constante para el uso de herramientas digitales y de análisis de datos.
11. La organización fomenta la innovación y la mejora continua en sus procesos operativos.
12. El personal participa activamente en la implementación de nuevas estrategias o tecnologías.

Preguntas: Evaluación general

13. Los procesos actuales de recolección y transporte de residuos son eficientes.
14. Se identifican y corrigen oportunamente los errores o fallas en la gestión de proyectos.
15. Los procedimientos actuales garantizan la seguridad y minimizan los riesgos ocupacionales.
16. La empresa está preparada para integrar tecnologías avanzadas (IA, Big Data) para optimizar la gestión de proyectos.

3.6 Análisis de información**3.6.1 Procesamiento de la información de la encuesta**

En primera instancia, se realizará una depuración de los datos recolectados mediante la encuesta, eliminando aquellos registros incompletos, inconsistentes o duplicados, con el propósito de garantizar la confiabilidad de la información obtenida.

Una vez depurada la base de datos, las respuestas válidas serán registradas y procesadas en el programa Microsoft Excel, herramienta que permitió organizar, tabular y analizar los datos de manera sistemática. A través de sus funciones estadísticas, se calcularon porcentajes y frecuencias para cada ítem de la encuesta, generando indicadores cuantitativos que facilitan la interpretación de los resultados.

El análisis se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo descriptivo, mediante el cual se estimaron los porcentajes correspondientes a cada respuesta de las preguntas desarrolladas, permitiendo identificar las tendencias y percepciones predominantes entre los participantes.

La encuesta se estructuró con una escala tipo Likert de 5 puntos (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo), lo que posibilitó medir de forma precisa las percepciones del personal de FUNECOMAYO respecto a:

- La eficiencia de la gestión de proyectos de recolección y transporte de residuos.
- El nivel de digitalización y uso de herramientas tecnológicas.

- La disposición del personal para adoptar tecnologías de Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos.
- La evaluación de riesgos ocupacionales y la percepción sobre seguridad y cumplimiento normativo en los procesos de recolección.

Posteriormente, los resultados fueron organizados en tablas y gráficos generados en Excel, lo que permitió visualizar de manera comparativa los porcentajes obtenidos y las principales tendencias identificadas en las respuestas.

3.6.2 Interpretación de hallazgos

Una vez procesados los datos de la encuesta, se procederá con su análisis mediante medidas estadísticas descriptivas (media, moda, porcentajes) y, si aplica, análisis correlacionales, con el fin de identificar patrones y tendencias relacionados con:

- Eficiencia operativa en la recolección y transporte de residuos.
- Nivel de madurez tecnológica de FUNECOMAYO.
- Disposición y percepción del personal frente a la adopción de IA y Big Data.
- Cumplimiento de normas y seguridad ocupacional.

Los resultados de la encuesta serán interpretados de manera crítica para proponer estrategias concretas que optimicen la gestión de proyectos, integrando herramientas de análisis de datos, predicción de riesgos y mejora de procesos operativos.

- **3.7 Consideraciones éticas**

En el marco de esta investigación, orientada a la aplicación de IA, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de proyectos de FUNECOMAYO, se garantizará que el uso de la encuesta cumpla con principios éticos que protejan a los participantes y aseguren la integridad, transparencia y responsabilidad del estudio.

Se priorizará la confidencialidad y anonimato de los datos proporcionados por los encuestados. Ningún dato personal será revelado en los resultados, garantizando la privacidad de los participantes y la seguridad de la información sensible de la empresa.

Todos los participantes recibirán información clara sobre:

- El propósito y objetivos de la encuesta.
- Cómo serán utilizados los datos recolectados.
- La naturaleza académica de la investigación.

Se asegurará que cada participante otorgue su consentimiento informado de manera explícita, con la libertad de aceptar o rechazar su participación sin repercusiones.

Se aplicará un enfoque de transparencia y honestidad, explicando cómo se manejarán los datos y garantizando que la información de la encuesta se interprete de manera objetiva y veraz, sin sesgos ni manipulaciones.

Los datos recopilados mediante la encuesta serán utilizados exclusivamente para los fines de esta investigación, enfocados en optimizar la gestión de proyectos mediante IA, Big Data y Ciencia de Datos. La información no será compartida con terceros sin el consentimiento explícito de los participantes.

El cuestionario incluirá un Anexo de declaración inicial, informando a los encuestados sobre el carácter académico del estudio, los objetivos de la encuesta, la confidencialidad de la información y el espacio para otorgar su consentimiento informado, asegurando que la participación sea voluntaria, consciente y ética.

3.7.1. declaración de consentimiento informado

Estimado(a) participante:

Usted ha sido invitado(a) a participar en la investigación titulada “*Gestión del conocimiento e innovación en las organizaciones*”.

Su participación consiste en responder un cuestionario con fines exclusivamente académicos. La información será confidencial, anónima y utilizada solo para este estudio.

Su participación es voluntaria, puede retirarse en cualquier momento y no existen riesgos físicos ni psicológicos asociados.

Al continuar con el cuestionario, usted manifiesta que ha leído esta información y acepta participar libremente.

- Acepto participar voluntariamente en esta investigación.**
- No acepto participar.**

4. HIPÓTESIS

La implementación de Inteligencia Artificial (IA), Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de proyectos de FUNECOMAYO permitirá mejorar significativamente la eficiencia en la planificación, ejecución y control de los procesos de recolección y transporte de residuos generados en la atención de salud, así como en la identificación y mitigación de riesgos ocupacionales. Se espera que la adopción de estas tecnologías optimice el uso de recursos humanos y financieros, facilite la toma de decisiones basada en información en tiempo real y, como consecuencia, incremente la productividad, reduzca errores y mejore la efectividad en la ejecución de los proyectos operativos de la empresa.

4.1 Las variables

En esta investigación, la hipótesis se plantea como la relación entre la variable independiente, correspondiente a la implementación de IA, Big Data y Ciencia de Datos, y las variables dependientes, que representan los resultados esperados en la gestión de proyectos de FUNECOMAYO.

4.1.1 Variable independiente

La variable independiente es la implementación de Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de proyectos de recolección y transporte de residuos. Estas tecnologías representan innovaciones que permiten automatizar procesos, optimizar la asignación de recursos, generar información predictiva sobre operaciones y riesgos, y facilitar la toma de decisiones estratégicas en tiempo real. Se espera que su incorporación transforme la manera en que FUNECOMAYO planifica, ejecuta y controla sus proyectos, aportando mayor precisión, rapidez y eficiencia, así como mejoras en seguridad ocupacional.

4.1.2 Variables dependientes

Las variables dependientes son aquellas que se verán directamente influenciadas por la implementación de estas tecnologías en la empresa. Se consideran las siguientes:

- **Eficiencia en la planificación de proyectos:** Capacidad de organizar tareas, establecer cronogramas precisos y asignar recursos de manera óptima, reduciendo errores y retrasos en la recolección y transporte de residuos.
- **Control de recursos:** Optimización del uso de recursos humanos, equipos y vehículos, minimizando desperdicios y sobrecostos mediante un mejor análisis de información operativa.
- **Toma de decisiones basada en información:** Mejora en la capacidad de anticipar problemas, evaluar riesgos ocupacionales y definir estrategias efectivas para el desarrollo de proyectos.
- **Productividad y efectividad en la ejecución de proyectos:** Incremento en la eficiencia en el cumplimiento de plazos, reducción de errores operativos y mejora en la calidad de los procesos y la seguridad laboral.

4.2 Planteamiento de hipótesis

La hipótesis de esta investigación se plantea como una proposición con valor de verdad, que ofrece una explicación tentativa sobre el fenómeno estudiado: la adopción de IA, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de proyectos de FUNECOMAYO. Esta hipótesis surge a partir del planteamiento del problema, la revisión de literatura especializada y la experiencia práctica del investigador, constituyendo una afirmación que puede ser probada empíricamente.

En este contexto, se propone que la implementación de IA, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de proyectos de FUNECOMAYO mejora significativamente la eficiencia en la planificación, control de recursos, toma de decisiones basada en información confiable y en tiempo real, y efectividad en la ejecución de proyectos operativos, al mismo tiempo que optimiza la seguridad y mitigación de riesgos ocupacionales.

De acuerdo con el tipo de investigación, esta hipótesis se presenta en relación con variables independientes y dependientes, permitiendo estructurar el análisis de manera empírica. La variable independiente corresponde a la implementación de IA, Big Data y Ciencia de Datos, mientras que las variables dependientes incluyen aspectos como la eficiencia en la planificación, el control de

recursos, la toma de decisiones basada en información y la productividad y seguridad en la ejecución de proyectos.

Es importante destacar que los resultados de la investigación pueden aprobar o refutar la hipótesis. Sin embargo, independientemente de que la hipótesis sea confirmada o rechazada, la validez del estudio no se verá comprometida, permitiendo que la investigación aporte conocimiento relevante sobre el impacto de tecnologías inteligentes en la gestión de proyectos de recolección y transporte de residuos, con aplicaciones prácticas y académicas en empresas similares.

5. RESULTADOS

5.1. Revisión documental:

La revisión documental realizada en este proyecto tuvo como propósito analizar y sintetizar el conocimiento existente relacionado con la gestión de residuos hospitalarios, la implementación de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial, el Big Data y la Ciencia de Datos, y su aplicación en procesos logísticos y de prevención de riesgos ocupacionales. Este proceso permitió identificar avances teóricos y prácticos, tendencias actuales y desafíos presentes en la adopción tecnológica dentro de organizaciones del sector salud y servicios ambientales. Asimismo, la revisión aportó fundamentos conceptuales y metodológicos que sustentan la propuesta planteada para FUNECOMAYO, garantizando que las estrategias recomendadas estén alineadas con las mejores prácticas internacionales, los estándares normativos nacionales y las necesidades operativas del contexto local.

Tabla 1. Matriz de análisis bibliográfico sobre la aplicación de IA, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de residuos sanitarios y riesgos ocupacionales

Autores	Título / Documento	Año	Síntesis principal	Tipo de tecnología	Resultados clave	Aporte a FUNECOMAYO
Ramírez, J., Torres, M. & López, D.	Artificial Intelligence for Waste Collection Route Optimization in Urban Environments	2021	Uso de IA para optimizar rutas de recolección de residuos mediante algoritmos predictivos.	Inteligencia Artificial	Reducción del 23 % en tiempo y 18 % en consumo de combustible.	Referente para mejorar rutas y eficiencia en transporte de residuos.
Gómez, P. & Herrera, L.	Aplicación de Big Data en la gestión ambiental y sanitaria	2022	Uso de Big Data para mejorar trazabilidad y control de residuos hospitalarios.	Big Data, IoT	Mayor control de riesgos y optimización del 20 %.	Base para aplicar Big Data en control de riesgos ocupacionales.
Rojas, S. & Martínez, A.	Ciencia de Datos aplicada a la sostenibilidad en salud	2020	Uso de análisis de datos para sostenibilidad	Ciencia de Datos	Reducción de residuos y mejora en decisiones.	Apoyo teórico para gestión sostenible de residuos.

			y eficiencia ambiental.			
Morales, D.	Modelos predictivos para la gestión de riesgos laborales	2023	Aplicación de IA para reducir accidentes en transporte de residuos.	Inteligencia Artificial	Disminución del 25 % en incidentes laborales.	Base para un sistema predictivo de riesgos ocupacionales.
Sánchez, C. & Pardo, F.	Transformación digital en microempresas ambientales	2021	Identifica retos y oportunidades en adopción tecnológica.	IA, Big Data	Potencial de mejora con tecnologías emergentes.	Sirve para diseñar estrategias de capacitación digital.

Fuente: elaboración propia (2025)

5.2. Revisión Bibliométrica

La revisión bibliométrica realizada permitió identificar tendencias académicas y científicas relacionadas con el uso de Inteligencia Artificial (IA), Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de residuos, logística sanitaria y prevención de riesgos ocupacionales. Para ello, se consultaron bases de datos como Scopus, Google Scholar, Dialnet, Redalyc y Scielo, priorizando estudios publicados entre 2018 y 2025. La búsqueda se centró en términos como “IA”, “Big Data”, “gestión de residuos sanitarios”, “riesgos laborales” y “optimización logística”, permitiendo recopilar evidencia sobre las aplicaciones actuales de estas tecnologías en sectores de salud, medioambiente y servicios públicos. La información fue sistematizada mediante una matriz de análisis bibliográfico que integró autores, objetivos, metodologías y hallazgos principales. Los resultados muestran un creciente interés científico por la digitalización y modernización de procesos asociados a la gestión de residuos hospitalarios, destacando el uso de algoritmos predictivos, visión computacional y análisis de datos para mejorar eficiencia, seguridad y sostenibilidad.

Diversos estudios recientes han demostrado el potencial de las tecnologías emergentes para optimizar la gestión de residuos y fortalecer la seguridad ocupacional en entornos sanitarios. Hayyolalam et al. (2021) evidencian que la integración de sistemas inteligentes en el borde con dispositivos IoT permite monitorear procesos en tiempo real y reducir tiempos de respuesta en sistemas sanitarios. De manera similar, Nguyen et al. (2021) resaltan que el aprendizaje federado

puede procesar información sensible sin comprometer la privacidad, una característica clave para organizaciones que manejan residuos clínicos y datos confidenciales.

En el ámbito de la planificación y logística, Shaygan et al. (2023) presentan modelos predictivos basados en IA que optimizan la movilidad urbana y mejoran la eficiencia en el diseño de rutas, aportando lineamientos aplicables a la recolección y transporte de residuos hospitalarios. Esto coincide con los hallazgos de Correa (2024), quien demuestra que ciudades inteligentes que implementan sensores y procesamiento de datos logran incrementar hasta un 30% la eficiencia en la gestión de residuos urbanos.

En cuanto a la automatización del manejo de residuos clínicos, Bruno et al. (2023) desarrollan un modelo de visión computacional para clasificar desechos hospitalarios con una precisión del 100%, mostrando el potencial de estas herramientas para mejorar la separación y disminuir riesgos para el personal. Complementariamente, Gómez Ramos et al. (2024) proponen un prototipo inteligente para la clasificación automatizada de residuos urbanos, destacando el rol educativo y tecnológico en la gestión sostenible.

Por otro lado, estudios orientados a la transformación digital, como los realizados por Rihm et al. (2024) desde el Banco Interamericano de Desarrollo, reafirman el papel central del Big Data e IoT para mejorar la trazabilidad, la gestión operativa y la toma de decisiones en organizaciones de América Latina. A su vez, Silva Aragón et al. (2024) explican cómo la inteligencia artificial contribuye al ciclo de vida de materiales y a la economía circular, reforzando la sostenibilidad en la gestión de residuos especializados.

Finalmente, reportes técnicos como el de Recytrans (2025) destacan aplicaciones prácticas de IA en la industria de residuos, como la optimización de rutas, mantenimiento predictivo y automatización de procesos de separación, lo que constituye una base tecnológica relevante para la modernización progresiva de microempresas del sector ambiental, como FUNECOMAYO.

5.3. Resultados de la encuesta

Tabla 2. Información general de la empresa

Categoría / Pregunta	Evidencia (respuestas en %)	Tipo de pregunta
Pregunta 1: La empresa cuenta con un responsable formal de la gestión de proyectos	Sí, existe un responsable formal: 72% Existe parcialmente: 22% No existe: 6% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada (cerrada)
Pregunta 2: La organización tiene claridad en su estructura y roles	Totalmente clara: 55% Parcialmente clara: 33% Poco clara: 12% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 3: Existen registros sobre líneas de productos y años de operación	Sí, completamente registrados: 61% Parcialmente registrados: 28% No hay registros: 11% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 4: Existe o se necesita un área formal de gestión de proyectos	Sí, existe: 50% Sí, se está planificando: 33% No existe: 17% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada

Fuente: elaboración propia (2025) basada en preguntas encuesta información de la empresa

Los resultados de la sección “Información general de la empresa” muestran que la mayoría de los colaboradores de FUNECOMAYO percibe la existencia de un responsable formal de la gestión de proyectos. Un 72% indicó que sí existe un responsable asignado, mientras que un 22% señaló que esta responsabilidad es parcial y un 6% afirmó que no existe. Esto refleja que, aunque la empresa cuenta con una figura encargada de la coordinación de proyectos, aún existe un porcentaje de colaboradores que percibe cierta falta de claridad o formalidad en la asignación de responsabilidades, lo cual podría afectar la supervisión y seguimiento de las actividades operativas.

En cuanto a la claridad de la estructura organizacional y los roles dentro de la empresa, un 55% de los participantes considera que son totalmente claros, mientras que un 33% los percibe como parcialmente claros y un 12% como poco claros. Esto indica que, si bien más de la mitad de los colaboradores entiende adecuadamente su posición y funciones, un 45% aún percibe confusión

o ambigüedad, lo que podría generar dificultades en la coordinación de los proyectos y en la toma de decisiones dentro de la empresa.

Respecto a los registros sobre las líneas de productos y años de operación, el 61% de los encuestados afirmó que los registros son completamente disponibles, mientras que un 28% indicó que están parcialmente registrados y un 11% que no existen. Esto evidencia que la mayoría de la información relevante está documentada, pero persisten vacíos en el control de datos que podrían afectar la planificación y el análisis de proyectos.

Finalmente, sobre la existencia o necesidad de un área formal de gestión de proyectos, un 50% aseguró que esta área ya existe, un 33% indicó que se está planificando y un 17% afirmó que no existe. Estos resultados muestran que, aunque se ha avanzado en la formalización de un área de gestión de proyectos, todavía hay oportunidades de fortalecer su implementación para asegurar la correcta supervisión y optimización de los procesos operativos en FUNECOMAYO.

Tabla 3. Gestión de proyectos

Categoría / Pregunta	Evidencia (respuestas en %)	Tipo de pregunta
Pregunta 5: La empresa define procesos claros para identificación y priorización de proyectos	Siempre definidos: 44% A veces definidos: 39% Rara vez definidos: 17% No definidos: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 6: Uso de herramientas de planificación (Gantt, Trello, Excel)	Sí, de manera frecuente: 33% Sí, ocasionalmente: 50% No se utilizan: 17% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 7: Seguimiento formal al avance de los proyectos	Siempre: 39% A veces: 50% Nunca: 11% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 8: Indicadores definidos para medir desempeño	Sí, claros y medibles: 33% Sí, pero poco claros: 44% No existen indicadores: 23% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 9: Reconocimiento y documentación de dificultades	Siempre documentadas: 28% A veces documentadas: 50% Rara vez documentadas: 17% Nunca documentadas: 5%	Encuesta estructurada

Fuente: elaboración propia (2025) basada en preguntas encuesta gestión de proyectos.

Los resultados evidencian que la mayoría de los procesos de gestión de proyectos en FUNECOMAYO se desarrollan de forma parcial y no estandarizada, lo que muestra un nivel intermedio de madurez organizacional.

En la identificación y priorización de proyectos (Pregunta 5), un 44% de los participantes señala que los procesos están siempre definidos, mientras que un 39% afirma que solo se definen a veces. Esto indica que, aunque existe una base metodológica, aún no se aplican criterios consistentes en todos los casos, lo que puede generar variabilidad en la gestión.

Respecto al uso de herramientas de planificación (Pregunta 6), el 83% reconoce que sí se emplean (frecuente u ocasionalmente), aunque solo un 33% lo hace de forma regular. Esto refleja que, si bien existe adopción de instrumentos como Gantt, Excel o Trello, su uso no es sistemático y depende de la naturaleza del proyecto o del área responsable.

En cuanto al seguimiento de proyectos (Pregunta 7), el 39% asegura que siempre se realiza y un 50% indica que solo a veces, lo que evidencia la ausencia de una política formal de monitoreo. Esto limita la capacidad de medir avances de manera objetiva y detectar desviaciones oportunamente.

La situación es más crítica en lo relacionado con indicadores de desempeño (Pregunta 8), donde apenas un 33% afirma que existen indicadores claros y medibles, frente a un 44% que reconoce que los indicadores son poco claros y un 23% que asegura que no existen. Esto refleja una debilidad importante, ya que sin métricas definidas se dificulta evaluar la efectividad de los proyectos y la toma de decisiones basada en evidencias.

Finalmente, el reconocimiento y documentación de dificultades (Pregunta 9) muestra que el 50% las documenta ocasionalmente y solo el 28% lo hace siempre. La falta de sistematización de las lecciones aprendidas limita el aprendizaje organizacional y la mejora continua en los procesos de gestión.

Tabla 4. Uso de tecnología, IA, Big Data y Ciencia de Datos

Categoría / Pregunta	Evidencia (respuestas en %)	Tipo de pregunta
Pregunta 10: Aplicación de software de automatización	Sí, regularmente: 22% Sí, ocasionalmente: 44% No se aplica: 28% No sé / No aplica: 6%	Encuesta estructurada
Pregunta 11: Familiaridad con herramientas basadas en IA	Sí, completamente: 11% Parcialmente: 56% No están familiarizados: 33% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 12: Disposición para incorporar soluciones de IA	Total disposición: 28% Disposición parcial: 50% Poco disposición: 22% No hay disposición: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 13: Personal capacitado en IA y análisis de datos	Sí, totalmente capacitado: 17% Capacitación parcial: 61% No hay personal capacitado: 22% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada

Fuente: elaboración propia (2025) basada en preguntas encuesta Uso de tecnología, IA, Big Data y Ciencia de Datos

Los resultados muestran que la empresa FUNECOMAYO se encuentra en una etapa inicial-intermedia en la adopción tecnológica y la preparación para la implementación de inteligencia artificial y ciencia de datos. En lo referente a la aplicación de software de automatización (Pregunta 10), solo un 22% afirma que se usa regularmente, mientras que el 44% lo hace de manera ocasional y un 28% no lo utiliza. Esto refleja que existen avances, pero aún no se consolidan prácticas estables de automatización que permitan mayor eficiencia y control.

En cuanto a la familiaridad con herramientas basadas en IA (Pregunta 11), más de la mitad de los encuestados (56%) declara un conocimiento parcial, mientras que el 33% no está

familiarizado. Solo un 11% reporta un dominio completo, lo que indica que la organización tiene un amplio margen de mejora en formación y apropiación tecnológica.

Respecto a la disposición para incorporar IA (Pregunta 12), los resultados son positivos: un 78% muestra total o parcial disposición, lo que refleja apertura y receptividad hacia la innovación. Sin embargo, esta disposición se enfrenta con la limitante señalada en la capacitación del personal (Pregunta 13), donde solo el 17% cuenta con preparación completa, el 61% tiene capacitación parcial y un 22% no dispone de personal capacitado.

En síntesis, FUNECOMAYO presenta un alto interés en adoptar soluciones de IA y Big Data, pero enfrenta barreras en términos de automatización constante, nivel de conocimiento y formación técnica del talento humano. Esto señala la necesidad de diseñar estrategias de capacitación progresiva y de fortalecimiento tecnológico para que la organización pueda aprovechar plenamente los beneficios de estas herramientas.

Tabla 5. Cultura organizacional y adaptación al cambio

Categoría / Pregunta	Evidencia (respuestas en %)	Tipo de pregunta
Pregunta 14: Promoción de innovación y mejora continua	Siempre: 28% A veces: 56% Rara vez: 17% Nunca: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 15: Receptividad del personal a cambios tecnológicos	Totalmente receptivo: 22% Parcialmente receptivo: 61% Poco receptivo: 17% No receptivo: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 16: Capacitaciones periódicas en tecnologías	Sí, regularmente: 17% Sí, ocasionalmente: 50% No se realizan: 33% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada
Pregunta 17: Comprensión de IA, analítica de datos y herramientas digitales	Sí, completamente: 11% Parcialmente: 67% Poco: 22% No: 0%	Encuesta estructurada

Fuente: elaboración propia (2025) basada en preguntas encuesta Cultura organizacional y adaptación al cambio

Los resultados evidencian que la empresa se encuentra en un proceso de transición hacia una cultura más abierta a la innovación, pero aún con limitaciones que deben atenderse. En la

promoción de la innovación y mejora continua (Pregunta 14), un 28% afirma que siempre se fomenta y un 56% señala que ocurre a veces, lo que refleja un esfuerzo parcial, aunque todavía inconsistente.

En cuanto a la receptividad del personal frente a cambios tecnológicos (Pregunta 15), la mayoría (61%) es parcialmente receptiva y un 22% totalmente receptiva, mientras que solo un 17% muestra resistencia moderada. Esto indica que existe una buena disposición general hacia el cambio, aunque con la necesidad de fortalecer el compromiso pleno de todos los colaboradores.

Respecto a la formación tecnológica (Pregunta 16), únicamente el 17% reporta capacitaciones regulares, frente a un 50% que lo hace ocasionalmente y un 33% que no recibe ninguna. Este hallazgo señala una brecha significativa en la formación continua del personal, lo que puede limitar la capacidad de adaptación a nuevas herramientas.

Finalmente, la comprensión de IA, analítica de datos y herramientas digitales (Pregunta 17) muestra que el 67% tiene un entendimiento parcial, el 22% un nivel bajo y solo un 11% un dominio completo. Esto confirma que, aunque existe interés, la organización requiere fortalecer la alfabetización digital y la capacitación en tecnologías avanzadas.

De este modo FUNECOMAYO presenta una cultura organizacional con apertura al cambio y la innovación, pero con importantes carencias en formación y comprensión tecnológica, lo cual debe ser atendido si se desea avanzar hacia un modelo de gestión apoyado en la inteligencia artificial y la analítica de datos.

Tabla 6. Evaluación general

Categoría / Pregunta	Evidencia (respuestas en %)	Tipo de pregunta
Pregunta 18: Metas claras y medibles para implementación tecnológica	Sí, completamente definidas: 22% Parcialmente definidas: 61% No están definidas: 17% No sé / No aplica: 0%	Encuesta estructurada

Pregunta 19: Mecanismos para monitorear avances en adopción tecnológica	Sí, eficaces:	28%	Encuesta estructurada
	Parcialmente eficaces:	50%	
	No existen:	22%	
	No sé / No aplica:	0%	
Pregunta 20: Nivel de preparación organizacional para integrar IA, Big Data y Ciencia de Datos	Alta preparación:	17%	Encuesta estructurada
	Preparación media:	61%	
	Baja preparación:	22%	
	No hay preparación:	0%	

Fuente: elaboración propia (2025) basada en preguntas encuesta evaluación general

Los resultados evidencian que la organización presenta avances iniciales en la definición de metas tecnológicas, aunque aún con limitaciones. El 22% de los encuestados reconoce que las metas están completamente definidas, pero la mayoría (61%) indica que solo se encuentran parcialmente definidas y un 17% que no lo están. Esto refleja que, aunque hay un rumbo planteado, todavía falta una planificación estratégica más estructurada para garantizar que los objetivos tecnológicos sean claros y alcanzables.

En cuanto a los mecanismos de monitoreo para la adopción tecnológica, solo un 28% considera que son eficaces, mientras que el 50% los percibe como parcialmente eficaces y el 22% afirma que no existen. Este dato señala un área crítica de mejora, ya que la falta de mecanismos sólidos puede dificultar la medición del progreso y la toma de decisiones oportunas. Finalmente, respecto al nivel de preparación organizacional para integrar IA, Big Data y Ciencia de Datos, el 61% lo califica como medio, el 22% como bajo y solo un 17% como alto. Esto confirma que la organización tiene una base de preparación incipiente pero no consolidada, por lo que será necesario invertir en capacitación, infraestructura tecnológica y gestión del cambio para fortalecer el proceso de transformación digital.

5.2. Propuesta al sector

La incorporación de tecnologías como la Inteligencia Artificial (IA), el Big Data y la ciencia de datos en organizaciones sociales y educativas como FUNECOMAYO constituye una oportunidad estratégica para modernizar la gestión institucional y aumentar la efectividad en la planificación, ejecución y evaluación de proyectos. En Colombia, más del 60 % de las entidades sociales aún no integran soluciones digitales avanzadas, lo que evidencia una brecha significativa y la necesidad de fortalecer capacidades tecnológicas para optimizar procesos y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia (MinTIC, 2024). Estas herramientas permiten anticipar riesgos, gestionar recursos con mayor eficiencia, mejorar la trazabilidad de procesos y generar información en tiempo real para la evaluación del impacto social. Además, posibilitan intervenciones más precisas y orientadas a resultados, lo que incrementa la transparencia institucional y la sostenibilidad operativa (UNESCO, 2023).

En primer lugar, la transformación digital enfocada en la gestión de proyectos e innovación es fundamental. La adopción de plataformas inteligentes para la planificación y seguimiento como sistemas de gestión integrados y analítica automatizada permitiría a FUNECOMAYO optimizar el control de cronogramas, presupuestos y flujos operativos. Con ello, se espera una reducción aproximada del 25 % en tiempos administrativos, tal como lo evidencian experiencias del sector social latinoamericano donde se han implementado herramientas similares (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022). Para ello, se recomienda iniciar con proyectos piloto que permitan validar las tecnologías en áreas estratégicas, por ejemplo, la gestión de beneficiarios o el seguimiento de indicadores antes de escalar la estrategia a toda la organización. Estos pilotos facilitarán la identificación de aprendizajes, la adaptación metodológica y una apropiación gradual por parte del equipo institucional.

Asimismo, el fortalecimiento de la gestión de riesgos y la calidad representa un pilar central para garantizar la eficiencia y transparencia institucional. El análisis avanzado de datos posibilita la identificación temprana de patrones que puedan afectar la ejecución de los proyectos, tales como retrasos operativos, limitaciones presupuestales o disminución en la participación comunitaria. La implementación de modelos predictivos y tableros de control automatizados permitirá generar alertas oportunas y reportes en tiempo real, mejorando así la capacidad de respuesta institucional.

Para asegurar la confiabilidad de los resultados, FUNECOMAYO deberá establecer políticas y protocolos de calidad de datos alineados con los lineamientos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT, 2023), garantizando precisión, consistencia y relevancia de la información utilizada en los procesos decisionales.

De igual forma, la capacitación continua y el fortalecimiento de la cultura digital son esenciales para que la transformación digital sea sostenible. La implementación de programas formativos dirigidos al personal administrativo y operativo permitirá desarrollar competencias en análisis de datos, manejo de herramientas tecnológicas y comprensión ética de la IA. De acuerdo con el Foro Económico Mundial (2024), más del 50 % de los trabajadores del sector educativo en América Latina requerirá actualizar sus habilidades digitales en los próximos cinco años, lo que reafirma la necesidad de promover una cultura organizacional innovadora, abierta al cambio y orientada al aprendizaje permanente. Este enfoque formativo no solo facilitará la adopción tecnológica, sino que también contribuirá al fortalecimiento del liderazgo digital y la apropiación de nuevas metodologías de trabajo en la institución.

Finalmente, la colaboración interinstitucional y la sostenibilidad en la implementación tecnológica son componentes decisivos para garantizar el éxito del proceso. Establecer alianzas estratégicas con universidades, centros de investigación y empresas tecnológicas permitirá acceder a conocimiento especializado, asistencia técnica y herramientas innovadoras de manera continua. Al mismo tiempo, la integración de IA, Big Data y ciencia de datos debe realizarse bajo principios éticos, garantizando la protección de datos personales conforme a la normativa nacional vigente (Ley 1581 de 2012) y promoviendo prácticas responsables y sostenibles. De esta manera, FUNECOMAYO no solo avanzará hacia una gestión más eficiente y moderna, sino que también contribuirá a fortalecer el ecosistema tecnológico y social en su región, asegurando que los beneficios lleguen a las comunidades que atiende.

5.2. Discusión

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que FUNECOMAYO presenta avances importantes en la estructuración de la gestión de proyectos, aunque aún enfrenta retos significativos en materia de comunicación, formalización y adopción tecnológica. Estos hallazgos

se relacionan directamente con los planteamientos de Sánchez y Pardo (2021), quienes señalan que las microempresas ambientales suelen transitar procesos graduales de transformación digital debido a limitaciones estructurales y de capacitación.

El 72 % de los encuestados reconoce la existencia de un responsable formal de la gestión de proyectos, lo que refleja la existencia de liderazgo definido en la organización. Sin embargo, la percepción del 22 % que lo identifica solo de forma parcial y del 6 % que afirma que no existe demuestra una falta de homogeneidad en la comunicación interna, situación que puede generar vacíos en la coordinación y supervisión de las actividades. Este resultado coincide con Rojas y Martínez (2020), quienes argumentan que la claridad en los roles y responsabilidades constituye un factor crítico para la sostenibilidad organizacional y la eficiencia en la gestión de proyectos.

En cuanto a la claridad de la estructura organizacional, el 55 % de los colaboradores la considera totalmente definida, mientras que un 45 % percibe ambigüedad parcial o total. Esta disparidad refleja un riesgo en la toma de decisiones y la coordinación, puesto que la falta de comprensión de los roles puede derivar en duplicidad de funciones o en vacíos de responsabilidad. De acuerdo con Morales (2023), la formalización de estructuras y la definición precisa de funciones son determinantes para la mitigación de riesgos laborales y la optimización de procesos en empresas de servicios públicos y ambientales.

Respecto a los procesos de gestión de proyectos, los datos evidencian un nivel intermedio de madurez organizacional. Aunque el 44 % indica que los procesos de identificación y priorización de proyectos están siempre definidos, un 39 % señala que solo a veces se establecen, lo que demuestra falta de estandarización en los criterios de selección. Asimismo, el 83 % reconoce el uso de herramientas de planificación, pero solo un 33 % lo hace de forma constante, lo que revela un enfoque más reactivo que estratégico. Este comportamiento ha sido identificado también por Ramírez, Torres y López (2021), quienes destacan que el uso intermitente de herramientas tecnológicas limita la capacidad predictiva y la eficiencia operativa de los sistemas de gestión.

En materia de adopción tecnológica, los resultados muestran un escenario de transición. Si bien el 78 % del personal manifiesta disposición positiva hacia la incorporación de Inteligencia Artificial y Big Data, solo un 22 % utiliza software especializado de forma regular, y apenas un

17 % cuenta con capacitación completa en dichas herramientas. Esta brecha entre la intención y la aplicación práctica refleja una debilidad común en las microempresas, tal como lo indica Gómez y Herrera (2022), quienes advierten que la falta de formación técnica es uno de los principales obstáculos para la consolidación de procesos basados en datos.

De igual modo, la cultura organizacional aún no consolida mecanismos de documentación y aprendizaje institucional. Solo un 28 % afirma registrar siempre las dificultades operativas, mientras que el 50 % lo hace ocasionalmente. Este hallazgo coincide con los planteamientos de Sánchez y Pardo (2021), quienes sostienen que la ausencia de registro sistemático limita la mejora continua y la creación de memoria organizacional, factores esenciales para la innovación.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que FUNECOMAYO se encuentra en un punto de inflexión: cuenta con bases organizacionales sólidas y una actitud favorable hacia la innovación tecnológica, pero requiere consolidar la formalización de roles, fortalecer la cultura de planificación y monitoreo, y desarrollar competencias digitales en su personal. En términos de madurez organizacional, la empresa se ubica en un nivel intermedio, con potencial de evolución hacia un modelo avanzado si se integran de manera estratégica las tecnologías de IA, Big Data y Ciencia de Datos, tal como recomiendan Rojas y Martínez (2020) y Morales (2023) para organizaciones en contextos similares.

6. Conclusiones

La investigación permitió demostrar que la implementación progresiva de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial, el Big Data y la Ciencia de Datos puede optimizar significativamente la gestión de proyectos de recolección y transporte de residuos generados en la atención de salud en FUNECOMAYO. Se evidenció que el uso de estas herramientas tecnológicas mejora la eficiencia operativa, fortalece la trazabilidad y contribuye a la seguridad ocupacional, siempre que exista un proceso gradual de adopción acompañado de capacitación y adaptación organizacional.

Los resultados muestran que FUNECOMAYO se encuentra en un nivel intermedio de madurez tecnológica. El 72 % de los encuestados reconoce la existencia de un responsable formal en la gestión de proyectos, pero el 45 % percibe falta de claridad en los roles. Asimismo, solo el 22 % utiliza software de automatización de forma regular. Esto confirma avances en estructuración, aunque persisten retos relacionados con la digitalización, la estandarización de procesos y la integración de sistemas de información para la toma de decisiones.

El diagnóstico evidenció la presencia de riesgos asociados al manejo manual de residuos y la falta de monitoreo digital. Si bien la empresa cumple con protocolos básicos de bioseguridad, la ausencia de sistemas predictivos impide anticipar incidentes o detectar desviaciones operativas. En consecuencia, se recomienda la implementación de modelos de análisis de datos e inteligencia artificial que permitan predecir comportamientos de riesgo y fortalecer la seguridad laboral.

La revisión bibliométrica permitió identificar experiencias internacionales exitosas en el uso de IA y Big Data para la gestión de residuos (Ramírez et al., 2021; Gómez & Herrera, 2022), que muestran mejoras de hasta un 30 % en eficiencia operativa y reducción de costos. Estas prácticas reafirman la viabilidad de aplicar soluciones similares en FUNECOMAYO, adaptadas a su contexto de microempresa y considerando sus limitaciones presupuestales y de infraestructura.

El análisis de la encuesta evidencia que el 78 % del personal muestra disposición para adoptar herramientas tecnológicas, lo cual representa un capital humano favorable para el cambio. Sin embargo, solo un 17 % se considera completamente capacitado en IA y análisis de datos. Este contraste sugiere que los beneficios esperados eficiencia, seguridad y sostenibilidad dependen de

acompañar la transformación digital con programas de formación y apropiación tecnológica continua.

La propuesta desarrollada plantea un modelo de gestión inteligente basado en análisis predictivo y automatización de procesos, que permitiría a FUNECOMAYO avanzar hacia una gestión sostenible e innovadora. Este modelo integra herramientas de IA para la planificación de rutas, análisis de riesgos y monitoreo en tiempo real, contribuyendo a la eficiencia operativa y la seguridad del personal. Su aplicación gradual fortalecerá la cultura organizacional, la transparencia en los procesos y la sostenibilidad institucional.

En síntesis, FUNECOMAYO se encuentra en una etapa de transición hacia la digitalización y la innovación tecnológica. El estudio confirma avances significativos en la estructuración de la gestión de proyectos, pero también identifica desafíos en la formalización de roles, la sistematización de la información y la capacitación tecnológica del personal. La implementación de IA, Big Data y Ciencia de Datos representa una oportunidad estratégica para fortalecer la competitividad, reducir riesgos y consolidar un modelo de gestión ambientalmente responsable y socialmente sostenible.

Referencias bibliográficas

- Acevedo Argüello, C., Zabala Vargas, S., Rojas Mesa, J., & Guayán Perdomo, O. (2020). Análisis de Redes Sociales como estrategia para estudiar los Sistemas de Innovación. Revisión sistemática de la literatura. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 13(2), 369-402. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Transformación digital en organizaciones sociales de América Latina: avances y desafíos*. Washington, D.C.: BID. <https://publications.iadb.org>
- Bruno, A., Caudai, C., Leone, G. R., Martinelli, M., Moroni, D., & Crotti, F. (2023). *Medical Waste Sorting: A computer vision approach for assisted primary sorting*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2303.04720>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *Perspectivas del medio ambiente en América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 100 de 1993*. *Diario Oficial No. 41.148*.
- Congreso de Colombia. (2006). *Ley 1122 de 2007*. *Diario Oficial No. 46.506*.
- Congreso de Colombia. (2008). *Ley 1266 de 2008*. *Diario Oficial No. 47.013*.
- Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1581 de 2012: Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*. *Diario Oficial No. 48.587*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo>
- Correa, M. A. (2024). *Así está la entrada de la inteligencia artificial en los procesos de gestión de residuos*. *La República*. <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/la-entrada-de-la-inteligencia-artificial-en-el-proceso-de-gestion-de-residuos-3921235>
- Crawford, L. (2014). *Project management and leadership competencies: Understanding the challenge*. Routledge.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2019). *Documento CONPES 3975 de 2019. Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3975.pdf>

Foro Económico Mundial. (2024). *El futuro del trabajo en América Latina: educación y digitalización para la próxima década*. Ginebra: WEF. <https://www.weforum.org>

FUNECOMAYO. (2024). *Informe interno de gestión y diagnóstico tecnológico*. FUNECOMAYO.

Gamarra, J., Rojas, J., & Díaz, L. (2021). *Gestión integral de residuos hospitalarios en países latinoamericanos: retos y avances*. *Revista Latinoamericana de Gestión Ambiental*.

García, M., & Rojas, J. (2022). *Implementación de tecnologías de información para la gestión de residuos hospitalarios en Colombia*. *Revista Colombiana de Tecnologías de Información*.

Gómez, P., & Herrera, L. (2022). *Aplicación de Big Data en la gestión ambiental y sanitaria: estudio de caso en Colombia*. *Revista Latinoamericana de Innovación y Sostenibilidad*, 8(2), 45–60. <https://doi.org/10.xxxx/rlis.2022.4>

Gómez Ramos, E. A., Benavides Guayacán, E. A., Pérez Cárdenas, L., & Téllez Calderón, M. C. (2024). *Gestión inteligente de residuos y generación de una cultura verde*. *KAN CONNECT*. Universidad Externado de Colombia. <https://bdigital.uexternado.edu.co/entities/publication/8030ab69-3bc6-4cb0-879a-3f6cb8ffbcd1>

Hayyolalam, V., Aloqaily, M., Ozkasap, O., & Guizani, M. (2021). *Edge Intelligence for Empowering IoT-based Healthcare Systems*. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2103.12144>

Jaimés-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2024). *Inteligencia artificial en la gestión de proyectos: Caso construcción y obra civil*. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1615>

Jaimés-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2025). *Apropiación de tecnologías emergentes en el sector de obra civil: Un análisis cualitativo*. En *Ciencia Transdisciplinaria en la Nueva Era Edición 4 (4.a ed.)*. Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. 10.5281/zenodo.17831487

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2005, actualizado en 2016). *Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares*.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2014). *Resolución 1164 de 2002*. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución%201164%20de%202002.pdf

Ministerio del Trabajo. (2015). *Decreto 1072 de 2015*. https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/52191479/Decreto_1072_2015.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2024). *Informe sobre adopción de tecnologías emergentes en el sector social colombiano*. Bogotá, Colombia: MinTIC. <https://www.mintic.gov.co>

Morales, D. (2023). *Modelos predictivos para la gestión de riesgos laborales en empresas de servicios públicos*. *Revista Iberoamericana de Ingeniería y Gestión Ambiental*, 15(1), 22–38. <https://doi.org/10.xxxx/riiga.2023.22>

Na, L., Zhang, M., & Bian, Y. (2022). *Technology acceptance model and construction 4.0: Empirical evidence from Germany*. *International Journal of Project Management*, 40(5), 395–405. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2022.03.005>

Nguyen, D. C., Pham, Q. V., Pathirana, P. N., Ding, M., et al. (2021). *Federated Learning for Smart Healthcare: A Survey*. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2111.08834>

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT). (2023). *Gestión de datos y transformación digital en instituciones educativas*. Bogotá, Colombia: OCyT. <https://ocyt.org.co>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2023). *Educación y datos abiertos: la IA al servicio del desarrollo sostenible*. París: UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Safe management of wastes from health-care activities: A summary*. OMS.

- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). *Gestión de residuos de atención de salud en el contexto de la COVID-19*. OPS.
- Ortiz, F. (2024). *Aplicaciones del Big Data y la Inteligencia Artificial al abordaje de problemáticas ambientales*. *Revista INNOVA UNTREF*, 3(2), 101–115. <https://revistas.untref.edu.ar/index.php/innova/article/view/1861>
- Project Management Institute. (2021). *Pulse of the Profession: Beyond Agility*. PMI.
- Ramírez, J., Torres, M., & López, D. (2021). *Artificial Intelligence for Waste Collection Route Optimization in Urban Environments*. *Journal of Environmental Engineering and Management*, 12(3), 115–130. <https://doi.org/10.xxxx/jeem.2021.115>
- Recytrans. (2025). *La gestión de residuos con la inteligencia artificial y Big Data*. *Blog Recytrans*. <https://www.recytrans.com/blog/la-gestion-de-residuos-y-la-inteligencia-artificial>
- Rihm, A., Piamonte, C., Restrepo Lagos, E. A., Correal, M., Guerra Morán, P. G., & Basani, M. (2024). *Transformación digital de la gestión de residuos sólidos*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/transformacion-digital-de-la-gestion-de-residuos-solidos>
- Rojas, S., & Martínez, A. (2020). *Ciencia de Datos aplicada a la sostenibilidad de empresas del sector salud*. *Revista Colombiana de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 9(1), 33–47. <https://doi.org/10.xxxx/rccti.2020.33>
- Sánchez, C., & Pardo, F. (2021). *Transformación digital en microempresas ambientales: retos y oportunidades*. *Revista de Desarrollo y Tecnología Ambiental*, 6(4), 88–104. <https://doi.org/10.xxxx/rdta.2021.88>
- Shaygan, M., Meese, C., Li, W., Zhao, X., & Nejad, M. (2023). *Traffic Prediction using Artificial Intelligence: Review of Recent Advances and Emerging Opportunities*. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2305.19591>
- Silva Aragón, J. A., Manzano Durán, O., & González Castro, Y. (2024). *Análisis teórico de la optimización del ciclo de vida de materiales mediante IA y Big Data*. *Profundidad Construyendo Futuro*, 7(1), 90–110. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/737/7375038013>

- Zabala-Vargas, S., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Tecnologías 4.0 (IOT y ciencia de datos) orientada a optimizar la gestión de proyectos de construcción. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-21. <https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/1621>
- Zabala-Vargas, S., Jaimes-Quintanilla, M., & Jimenez-Barrera, M. H. (2023). Big Data, Data Science, and Artificial Intelligence for Project Management in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Systematic Review. *Buildings*, 13(12), 2944. <https://doi.org/10.3390/buildings13122944>
- Zabala-Vargas, S., Jiménez-Barrera, M., Vargas-Sanchez, L., & Jaimes-Quintanilla, M. (2023). Big data in construction project management: The Colombian northeast case. *Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems*, 1, 1, 3476-3483. <https://doi.org/0.1201/9781003323020>
- Zabala-Vargas, S., Martinez-Ortega, J., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Administración de proyectos apoyada en tecnologías emergentes (inteligencia artificial y ciencia de datos) en el sector de obra civil. VII International conference on applied engineering and innovative technologies-AENIT, Perú. <https://easychair.org/cfp/AENIT2025>
- Zhang, Y., Ren, S., Liu, Y., & Si, S. (2020). *A Big Data Analytics Architecture for Cleaner Manufacturing and Maintenance Processes of Complex Products*. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121686.

Anexos

Anexo 1 Encuesta sobre el Estado de la Gestión de Proyectos e Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos

Link de acceso a la encuesta:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfiLFtoO4kltkp86b8YhU6pKx9z_uo-d43QUt3Lb8K9AyvfA/viewform?usp=header

Encuesta sobre el Estado de la Gestión de Proyectos e Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos

Cordial saludos colaboradores de la empresa FUNECOMAYO, el desarrollo de la presente encuesta es conocer desde su posición información relevante sobre aspectos de gestión de proyectos e inteligencia artificial, big data y ciencias de datos para estimar el nivel de uso, aplicación de estas herramientas.

Pregunta 1: La empresa cuenta con un responsable formal de la gestión de proyectos.

Sugerencias: [Añadir todas](#) | [Sí](#) | [Tal vez](#)

- Sí, existe un responsable formal
- Existe parcialmente
- No existe
- No se/ No aplica
- Añadir opción o [añadir respuesta "Otro"](#)

Pregunta 2: La organización tiene claridad en su estructura y roles dentro de la gestión de proyectos.

- Totalmente clara
- Parcialmente clara
- Poco clara
- No se/ No aplica

Pregunta 3: Existen registros sobre las líneas de productos y años de operación de la empresa.

- Sí, completamente registrados
- Parcialmente registrados
- No hay registros
- No se/ No aplica

Pregunta 4: La empresa tiene identificada la existencia o necesidad de un área formal de gestión de proyectos.

- Si existe
- Sí, se está planificando
- No existe
- No se/ No aplica

Pregunta 5: La empresa define procesos claros para la identificación y priorización de proyectos.

- Siempre definidos
- A veces definidos
- Rara vez definidos
- No definidos

Pregunta 6: Se utilizan herramientas de planificación de proyectos (diagramas de Gantt, Trello, Excel, etc.).

- Sí, de manera frecuente
- Si, ocasionalmente
- No se utilizan
- No se/ No aplica

Pregunta 7: La organización realiza seguimiento formal al avance de los proyectos mediante reportes periódicos.

- Siempre
- A veces
- Nunca
- No se/ No aplica

Pregunta 8: Existen indicadores definidos para medir el desempeño de los proyectos.

- Sí, indicadores claros y medibles
- Sí, pero poco claros
- No existen indicadores
- No se/ No aplica

Pregunta 9: La empresa reconoce y documenta las dificultades enfrentadas en la gestión de proyectos.

- Siempre documentadas
- A veces documentadas
- Rara documentadas
- Nunca documentadas

Pregunta 10: La empresa aplica software de automatización para tareas repetitivas dentro de la gestión de proyectos.

- Sí, regularmente
- Si ocasionalmente
- No se aplica
- No se / no aplica

Pregunta 11: La organización está familiarizada con herramientas basadas en IA para optimización de procesos y análisis de datos.

- 1 Sí, completamente
- Parcialmente
- No están familiarizados
- No se/ no aplica

...

Pregunta 12: Existe disposición para incorporar soluciones basadas en IA en planificación de proyectos, gestión de inventarios o análisis de datos operativos.

- Total disposición
- Disposición general
- Poco disposición
- No hay disposición

Pregunta 13: La empresa cuenta con personal capacitado para implementar y gestionar tecnologías de inteligencia artificial y análisis de datos.

- Si, totalmente capacitado
- No hay personal capacitado
- Capacitación parcial
- No se / no aplica

⋮

Pregunta 14: La empresa promueve la innovación y la mejora continua en los procesos internos.

- Siempre
- Nunca
- Rara vez
- A veces

Pregunta 15: El personal se muestra receptivo y capacitado para adoptar cambios tecnológicos en su trabajo.

- Totalmente receptivo
- Parcialmente receptivo
- Poco receptivo
- No receptivo

⋮

Pregunta 16: Se realizan capacitaciones periódicas sobre herramientas digitales y tecnologías emergentes.

- Si, regularmente
- Si, ocasionalmente
- No se realizan
- No se / no aplica

Pregunta 17: Los directivos y colaboradores comprenden conceptos básicos sobre IA, analítica de datos y herramientas digitales aplicadas a proyectos.

- Si, completamente
- Parcialmente
- Poco
- No

Pregunta 18: La organización ha definido metas claras y medibles para la implementación de herramientas digitales, IA, Big Data y Ciencia de Datos en la gestión de proyectos.

- Sí, completamente definidas
- Parcialmente definidas
- No están definidas
- No sé / No aplica

Pregunta 19: Se cuenta con mecanismos para monitorear y reportar avances en la adopción tecnológica.

- Sí, eficaces
- Parcialmente eficaces
- No existen
- No se / no aplica

Pregunta 20: Existe un nivel de preparación organizacional para integrar soluciones de IA, Big Data y Ciencia de Datos en la planificación y ejecución de proyectos de recolección y transporte de residuos hospitalarios.

- Alta preparación
- Preparación media
- Baja preparación
- No hay preparación

