



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS

**Análisis estratégico de un modelo de inteligencia de negocios para el fortalecimiento
de la gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos en empresas de servicios
públicos de acueducto y alcantarillado en la costa Caribe Colombiana**

María Stella Hernández Ramos

Universidad Santo Tomás -Medellín

Maestría en Inteligencia de Negocios

2026

Análisis estratégico de un modelo de inteligencia de negocios para el fortalecimiento de la gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos en empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la costa Caribe Colombiana

María Stella Hernandez Ramos

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

Magister en Inteligencia de Negocios

Eduardo Nicolás Cueto Fuentes

Asesor

Magister en economía

Universidad Santo Tomás, Medellín

Maestría en Inteligencia de Negocios

2026

Dedicatoria

A mi hijo, que llegó a mi vida para darle un nuevo significado a cada sueño, cada esfuerzo y cada meta. Tu llegada, justo al culminar este camino, se convirtió en la inspiración más hermosa para cerrar este capítulo y comenzar uno nuevo.

A mi esposo, quien ha estado durante este proceso, por su amor, comprensión y apoyo constante y por compartir conmigo cada desafío y cada logro.

A mis padres, por ser mi raíz, por sus enseñanzas, su amor y por guiarme siempre en cada etapa de mi vida. Este peldaño que escalo también es fruto de todo lo que me han enseñado.

A mi hermana Nathalia, por estar presente en mi vida, compartiendo conmigo tantos momentos y siendo parte de este camino.

Y a mí, por no rendirme, por perseverar aun en los momentos difíciles y por tener el valor de seguir creciendo y construyendo mis sueños. Hoy reconozco y celebro el esfuerzo que me permitió llegar hasta aquí.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Santo Tomás y al programa de Maestría en Inteligencia de Negocios, por brindar las herramientas académicas, metodológicas y el acompañamiento para el desarrollo del presente trabajo de grado.

A mi asesor de tesis, Eduardo Cueto, por su orientación, disposición y aportes conceptuales y metodológicos, fundamentales para el fortalecimiento de esta investigación.

A los profesionales de las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado que participaron de manera voluntaria en las entrevistas realizadas, por compartir generosamente su tiempo, su experiencia y su conocimiento del sector, insumo indispensable en la elaboración del diagnóstico y la construcción del modelo conceptual propuesto.

A mis compañeros de esta maestría, por el intercambio constante de ideas, el trabajo colaborativo y el apoyo solidario a lo largo de este proceso académico.

Contenido

Dedicatoria.....	3
Agradecimientos	4
Contenido.....	5
Lista de tablas	8
Lista de ilustraciones.....	9
Resumen.....	11
Abstract	11
Introducción	12
1. Planteamiento Del Problema.....	16
1.1 Pregunta Problema	23
2. Objetivos	24
2.1 Objetivo General.....	24
2.2 Objetivos Específicos.....	24
3. Justificación	25
4. Marco Teórico	28
4.1 Marco Conceptual.....	28
4.2 Marco Contextual.....	35
4.3 Marco Legal Y Normativo	43
4.4 Marco Teórico	48

5. Diseño Metodológico.....	54
5.2 Tipo y nivel de investigación.....	54
5.3 Definición y operacionalización de categorías	54
5.4 Población y muestra.....	56
5.5 Tipo de diseño	56
5.6 Supuestos de la investigación	57
5.7 Técnicas e instrumentos de recolección de la información	57
5.8 Plan de análisis de la información	58
6. Presentación Y Análisis De Resultados	60
6.1 Caracterización de los participantes.....	60
6.2 Diagnóstico de la gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos	
63	
6.3 Análisis estratégico de modelos, arquitecturas y buenas prácticas de	
Inteligencia de Negocios.....	81
6.4 Diseño del Modelo Conceptual de Inteligencia de Negocios para el	
fortalecimiento de la gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos	95
7. Análisis y Discusión	106
7.1 Fragmentación de la información y ausencia de una fuente única de verdad. 106	
7.2 Problemas de coordinación e interoperabilidad entre áreas.....	108
7.3 Retrasos en la liquidación contractual asociados a debilidades documentales	109

7.4	Dependencia de herramientas tradicionales y limitada madurez analítica	111
7.5	Implicaciones para el diseño del modelo de inteligencia de negocios.....	114
7.6	Análisis estratégico de modelos, arquitecturas y buenas prácticas de Inteligencia de Negocios.....	115
8.	Conclusiones	123
9.	Recomendaciones	126
10.	Referencias.....	128
11.	Anexos	134

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz de Evaluación de factores internos EFI Gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos de acueducto y alcantarillado	19
Tabla 2. Leyes, normas y compendios normativos	47
Tabla 3. Necesidades identificadas durante el diagnóstico y criterios para el análisis de modelos de Inteligencia de Negocios	84
Tabla 4. <i>Comparación de los modelos analizados</i>	89
Tabla 5. Relación entre las principales necesidades identificadas durante el diagnóstico y los componentes estratégicos seleccionados para el diseño del modelo conceptual de inteligencia de negocios.....	95
Tabla 6. Responsabilidades por actor	103
Tabla 7. <i>Relación entre las problemáticas identificadas en el diagnóstico y los beneficios esperados</i>	104
Tabla 8. <i>Necesidades identificadas durante el diagnóstico y criterios para el análisis de modelos de Inteligencia de Negocios</i>	116
Tabla 9. <i>Aportes de cada enfoque y su relación con las necesidades identificadas en el diagnóstico</i>	121

Lista de ilustraciones

Ilustración 1.....	61
Ilustración 2.....	62
Ilustración 3.....	63
Ilustración 4.....	64
Ilustración 5.....	64
Ilustración 6.....	66
Ilustración 7.....	67
Ilustración 8.....	67
Ilustración 9.....	68
Ilustración 10.....	69
Ilustración 11.....	70
Ilustración 12.....	71
Ilustración 13.....	72
Ilustración 14.....	73
Ilustración 15.....	75
Ilustración 16.....	76
Ilustración 17.....	76
Ilustración 18.....	77
Ilustración 19.....	78
Ilustración 20.....	79
Ilustración 21.....	80
Ilustración 22.....	97

	10
Ilustración 23	101
Ilustración 24	106
Ilustración 25	107
Ilustración 26	108
Ilustración 27	109
Ilustración 28	110
Ilustración 29	111
Ilustración 30	111
Ilustración 31	112
Ilustración 32	113

Resumen

El estudio examina un problema recurrente en la administración de proyectos de acueducto y alcantarillado: la información necesaria para controlar la ejecución y completar el cierre se encuentra distribuida entre aplicaciones, archivos y dependencias que no siempre intercambian datos. Esta condición obliga a realizar conciliaciones manuales, retrasa la preparación de reportes y dificulta construir una visión confiable del estado de cada proyecto. La investigación, de enfoque cualitativo y alcance exploratorio-descriptivo, combinó entrevistas semiestructuradas con una Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI) para caracterizar las prácticas actuales y reconocer las principales brechas. Con base en ese diagnóstico se compararon enfoques de arquitectura, gobierno de datos y analítica, y posteriormente se estructuró una propuesta conceptual de inteligencia empresarial. Los hallazgos indican que el desafío central no es producir más datos, sino conectarlos, homologar criterios y convertirlos en información útil para la gestión. La propuesta articula integración de fuentes, repositorio analítico, gobierno y calidad de datos, métricas, analítica y tableros de monitoreo, con el fin de mejorar la trazabilidad, disminuir conciliaciones repetitivas y ofrecer evidencia oportuna para las decisiones administrativas.

Abstract

This study examines a recurring administrative problem in water supply and sewerage projects: the information required to control execution and complete project closure is scattered across applications, files, and organizational units that do not always exchange data. As a result, teams rely on manual reconciliation, reporting takes longer, and it becomes difficult to obtain a consistent view of project status. A qualitative, exploratory-descriptive design was used. Semi-

structured interviews and an Internal Factor Evaluation (IFE) matrix were combined to characterize current practices and identify the most relevant gaps. The diagnostic findings were then contrasted with data architecture, data governance, and analytics approaches in order to develop a conceptual business intelligence proposal. The evidence indicates that the central challenge is not a shortage of data, but the limited ability to connect sources, standardize criteria, and transform available records into useful management information. The proposed model combines source integration, an analytical repository, data governance and quality rules, performance metrics, analytics, and monitoring dashboards. Its intended contribution is to improve traceability, reduce repetitive reconciliation work, and provide timely evidence for administrative decision-making.

Keywords: Business intelligence; administrative management; project management; project monitoring and closure; public utility companies.

Introducción

Los servicios públicos de abastecimiento de agua y alcantarillado representan una base en el desarrollo social, económico y ambiental de las poblaciones, especialmente en contextos urbanos y periurbanos donde la demanda de infraestructura hidráulica crece de manera sostenida. En Colombia, las empresas responsables de estos servicios, se enfrentan al desafío permanente de planificar, ejecutar y controlar proyectos de inversión que garanticen la continuidad, calidad y sostenibilidad del suministro de agua potable y del saneamiento básico, bajo un contexto regulatorio estricto y un alto nivel de escrutinio por parte de los entes de control. (Congreso de la República de Colombia, 1994).

Ante este escenario, la dirección y administración de proyectos de infraestructura no se limita a la ejecución técnica de las obras, sino que requiere procesos administrativos robustos que aseguren el seguimiento integral y el cierre apropiado de los proyectos. Estas etapas son críticas para la articulación de datos y soportes de carácter técnico, financiero, contractual y documental, así como para la presentación transparente de resultados y responsabilidades, la transparencia de la gestión institucional y la producción de conocimiento acumulado en la organización (PMI, 2021). Aun así, en las organizaciones responsables de operar los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado persisten falencias en la administración de las actividades asociadas al control y a la terminación administrativa de los proyectos, asociadas sobre todo a la distribución de la información entre diversas fuentes, la baja capacidad de intercambio entre sistemas, los registros duplicados y la limitada estandarización de indicadores. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2024)

Si bien operadores del sector han avanzado en la adopción de soluciones tecnológicas y en la formalización de estructuras de planificación y supervisión, dichos esfuerzos no siempre se traducen en una gestión integrada de la información. En muchos casos, los sistemas existentes operan de manera aislada y se orientan sobre todo a la observancia normativa y al reporte, más que al análisis estratégico y al proceso decisorio sustentado en datos. (Davenport & Harris, *Competing on analytics: The new science of winning* (Updated ed.), 2017),

Ante este escenario, la inteligencia empresarial (BI) emerge como un enfoque estratégico capaz de articular datos dispersos, fortalecer la trazabilidad, automatizar reportes y generar información analítica pertinente para la gestión administrativa de los proyectos (Sharda, Delen, & Turban, 2018). Aun así, su implementación en el sector de acueducto y alcantarillado ha sido limitada y, en la mayoría de los casos, carece de modelos conceptuales que orienten su adopción

de manera coherente con los procesos administrativos, la cultura institucional y las exigencias regulatorias del sector.

A partir de esta situación, la investigación analiza estratégicamente un modelo de inteligencia empresarial que pueda responder a las necesidades administrativas presentes en el seguimiento y la culminación de proyectos de acueducto y alcantarillado en el Caribe colombiano. El interés no se limita a seleccionar una plataforma tecnológica; se busca definir una estructura de gestión de la información que conecte fuentes dispersas, establezca criterios comunes para los datos y facilite su uso analítico en los distintos niveles de decisión.

Como parte del análisis estratégico, se integra la Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI), la cual hace posible reconocer capacidades favorables y falencias internas vinculadas con la gestión de la información, la estructura organizacional, la cultura institucional y el uso de herramientas tecnológicas. Los resultados muestran que, aunque las empresas del sector cuentan con capacidades favorables técnicas y normativas consolidadas, persisten falencias estructurales en la integración de datos, la trazabilidad del cierre administrativo y el uso analítico de la información, lo que refuerza la pertinencia del modelo propuesto. (David F. R., 2013)

Los resultados obtenidos indican que las principales dificultades administrativas no provienen de una carencia absoluta de información. El problema se concentra en la forma en que los datos se encuentran distribuidos entre sistemas, en la débil conexión entre aplicaciones, en la necesidad de construir informes manualmente y en el uso todavía limitado de la información con fines analíticos. También se reconocieron oportunidades para fortalecer el gobierno de datos, uniformar los indicadores y conectar las fuentes institucionales. Con estos elementos y el contraste de arquitecturas y buenas prácticas de inteligencia empresarial se formuló un modelo

conceptual que combina componentes tecnológicos, organizacionales y de gobierno de datos para apoyar las decisiones y hacer más eficiente el seguimiento y cierre de proyectos.

El documento se organiza en once capítulos. Inicialmente se expone el problema de investigación y se formula la pregunta que orienta el estudio; a continuación, se exponen los objetivos y la justificación. El cuarto capítulo reúne los referentes conceptuales, contextuales, normativos y teóricos asociados a la inteligencia empresarial y la administración de proyectos en el sector de acueducto y alcantarillado. Posteriormente se describe el diseño metodológico y se exponen los resultados del diagnóstico. Los capítulos siguientes desarrollan el análisis estratégico de enfoques y diseños de arquitectura, la propuesta conceptual y la discusión de los resultados. El trabajo finaliza con las conclusiones, las recomendaciones, las referencias consultadas y los anexos que soportan el proceso investigativo.

Finalmente, esta investigación busca aportar un referente conceptual que sirva como referencia para las decisiones estratégicas en materia de inteligencia empresarial, contribuyendo al desarrollo de la capacidad de gestión administrativa de los proyectos, el fortalecimiento de la transparencia de la gestión institucional y el aprovechamiento del conocimiento acumulado en la organización en organizaciones responsables de operar los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado. Con ello, el estudio se alinea con los lineamientos de modernización digital, gobierno de los datos y gestión sustentada en evidencia en la actualidad orientan la modernización del sector público en Colombia. (Departamento Nacional de Planeación, 2019)

1. Planteamiento Del Problema

La administración de las actividades asociadas al control y a la terminación administrativa de los proyectos representa una fase crítica dentro de la trayectoria completa de los proyectos, ya que en ella se consolidan los resultados técnicos, financieros, contractuales y documentales necesarios para evaluar el desempeño, asegurar la trazabilidad y el logro de los objetivos institucionales (KERZNER, 2017); (PMI, 2021). Asimismo, en sectores intensivos en inversión y altamente regulados, como el de acueducto y alcantarillado, esta fase resulta determinante para la transparencia, la eficiencia de la operación y la sostenibilidad de la organización (OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2012); (Flyvbjerg B. , 2014)

En el caso colombiano, los proyectos destinados al abastecimiento de agua potable y al saneamiento se desarrollan dentro de un esquema regulatorio e institucional exigente, en el que la correcta utilización de los recursos públicos debe demostrarse junto con el avance de las metas de cobertura, continuidad y calidad del servicio. Su ejecución puede canalizarse mediante varios arreglos institucionales. Entre ellos se encuentran los Planes Departamentales de Agua (PDA), que reciben recursos del Sistema General de Participaciones (SGP), y las inversiones directas de las Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios (ESP), cuya naturaleza puede ser pública, privada o mixta, de conformidad con la Ley 142 de 1994 (Congreso de la República de Colombia, 1994). La estructura financiera del sector también combina apropiaciones del Presupuesto General de la Nación, aportes territoriales, recursos del Sistema General de Regalías y operaciones de crédito. Estas alternativas se encuentran reguladas, entre otras disposiciones, por la Ley 1176 de 2007, la Ley 2056 de 2020 y el Decreto 1077 de 2015 (Congreso de la República de Colombia, 2007); (Congreso de la República de Colombia, 2020); (Presidencia de la República de Colombia, 2015).

La concurrencia de varias fuentes de financiación incrementa las exigencias de planeación, control y reporte, porque obliga a conciliar información técnica, financiera y contractual a lo largo de la ejecución. Por ello, el monitoreo y la finalización administrativa no deben entenderse como trámites aislados: son mecanismos mediante los cuales se verifica el uso de los recursos, se documentan responsabilidades y se mantiene la continuidad institucional de las inversiones. Pese a este marco, diferentes evaluaciones oficiales continúan señalando debilidades en la administración de proyectos de acueducto y saneamiento. El Informe Final de Auditoría al Proceso de Gestión de la Política de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio reporta limitaciones en la planeación, supervisión y evaluación sectorial, además de problemas de coordinación interna que reducen la capacidad de control sobre las inversiones (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), 2026)

En esa misma línea, el Informe Nacional Preventivo de Monitoreo a los Recursos del Sistema General de Participaciones para Agua Potable y Saneamiento Básico, con información a septiembre de 2025, documenta diferencias en los registros presupuestales, niveles reducidos de ejecución y errores de clasificación o destinación de recursos en diversas entidades territoriales. Estas situaciones dieron lugar a alertas sobre la administración del SGP-APSB y muestran que las debilidades no se concentran únicamente en la ejecución física, sino también en los procedimientos de control, documentación y cierre de las inversiones financiadas con recursos públicos (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), 2025)

De otro lado, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios ha identificado de manera reiterada limitaciones relacionadas con la distribución de la información entre diversas fuentes, inconsistencias en los reportes al Sistema Único de Información (SUI), brechas entre la ejecución física y financiera de los proyectos y falencias en la administración documental de las

empresas prestadoras. Estas deficiencias limitan el acceso a información integrada, consistente y disponible en el momento requerido, lo que dificulta la evaluación del comportamiento de los proyectos, la trazabilidad de su ejecución y el apropiado finalización administrativa y contractual, afectando la eficiencia de la gestión y la transparencia en la utilización de los fondos públicos (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2024)

En el Caribe colombiano, la administración de los proyectos de acueducto y alcantarillado reproduce varios de los retos observados a escala nacional. La alta participación de fondos públicos, las particularidades territoriales, las necesidades de ampliación y renovación de infraestructura y la intervención de numerosas entidades hacen que la información del proyecto se genere y administre desde diferentes frentes. Esa diversidad institucional aumenta la necesidad de contar con mecanismos que conecten los datos producidos durante la formulación, ejecución, supervisión y cierre de las inversiones.

Dentro de este escenario, las empresas prestadoras de la región Caribe afrontan dificultades recurrentes para reunir en forma coherente los datos y soportes de carácter técnico, financiero, contractual y documental de cada proyecto. A ello se suman problemas para reconstruir la trazabilidad de las actuaciones y para completar oportunamente los requisitos de la finalización administrativa y contractual. Los informes sectoriales de seguimiento y control muestran que estas condiciones reducen la capacidad de evaluar el desempeño de las inversiones, debilitan el control sobre los recursos y dificultan que las decisiones se sustenten en información completa y actualizada.

Con el fin de identificar y analizar estas dificultades desde una perspectiva interna, se aplicó una Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI), herramienta del modelo de planificación estratégica que hace posible reconocer, ponderar y evaluar las principales

capacidades favorables y falencias de una organización. Esta matriz se construye a partir de la identificación de factores internos clave, a los cuales se les asigna un peso relativo según su importancia para el éxito organizacional, y una clasificación que refleja el desempeño actual de cada factor. El resultado de la matriz corresponde a una puntuación total que posibilita determinar la posición interna de la organización y orientar la formulación de decisiones estratégicas a partir de sus capacidades y restricciones reales (David F. , 2013)

La matriz EFI se construyó mediante una rúbrica con dos componentes. El primero corresponde a la importancia relativa de cada factor, expresada mediante un peso entre 0 y 1 cuya suma total equivale a 1. El segundo corresponde a la valoración del desempeño observado, medida en una escala de 1 a 4, donde los valores inferiores representan mayor debilidad y los superiores un mejor desempeño. La valoración fue realizada por profesionales con experiencia en proyectos y procesos administrativos de empresas prestadoras del Caribe, entre ellas Veolia Montería, Aguas de Cartagena y el Plan Departamental de Agua de Bolívar. De esta forma se incorporó al diagnóstico una lectura sustentada en la experiencia directa del sector.

Los factores incluidos en la evaluación se definieron a partir de la revisión de las tareas administrativas asociadas a el seguimiento y la finalización de proyectos y de la experiencia de los profesionales participantes. La selección reúne aspectos de manejo de información, procedimientos internos, capacidades institucionales y observancia de requisitos regulatorios. En conjunto, estos elementos sirvieron como insumo para estructurar la Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI).

Tabla 1. Matriz de Evaluación de factores internos EFI Administración de las tareas de control durante la ejecución y de finalización de proyectos de acueducto y alcantarillado

Factores internos clave	Importancia ponderación %	Clasificación evaluación	Valor
-------------------------	------------------------------	-----------------------------	-------

Fortalezas				
1.	Existencia de lineamientos normativos claros para el cierre contractual (actas, liquidación, informes finales)	8%	4,0	0,3
2.	Experiencia técnica del personal en la ejecución de proyectos de APSB	7%	3,0	0,2
3.	Disponibilidad y uso diferencial de sistemas institucionales para el seguimiento financiero y presupuestal de los proyectos	7%	3,7	0,3
4.	Acompañamiento de interventorías y supervisiones externas en los proyectos	6%	3,3	0,2
5.	Disponibilidad de información contractual y financiera histórica en repositorios institucionales	5%	3,3	0,2
Debilidades				
1.	Fragmentación de la información entre los sistemas financiero, técnico, contractual y documental	11%	1,0	0,1
2.	Ausencia de un modelo integrado para el seguimiento y cierre de proyectos	10%	2,0	0,2
3.	Brechas entre la ejecución física y la ejecución financiera de los proyectos	6%	1,7	0,1
4.	Retrasos recurrentes en los procesos de liquidación contractual	9%	2,0	0,2
5.	Debilidades en la gestión documental y en la trazabilidad de los expedientes de cierre	7%	1,3	0,1
6.	Limitada capacidad de análisis de datos para la toma de decisiones oportunas	6%	1,0	0,1
7.	Dependencia de reportes manuales y reprocesos administrativos	7%	1,7	0,1
8.	Inconsistencias y falta de completitud en la información reportada por la interventoría y la supervisión de los proyectos	5%	2,0	0,1
9.	Resistencia al uso de herramientas digitales para el reporte y seguimiento de la información de proyectos	6%	1,3	0,1
TOTAL		100%	2,2	

Nota: Elaboración propia

Los resultados obtenidos a partir de la Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI) aplicada a las empresas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, arrojaron un puntaje global de 2,2, valor que se ubica por debajo del promedio de referencia (2,5). Este resultado indica una posición interna débil, caracterizada por la existencia de capacidades institucionales relevantes que, sin embargo, no logran compensar las falencias estructurales vinculadas con la

gestión administrativa del seguimiento de la ejecución y cierre de los proyectos (David F. R., 2013).

Entre las capacidades favorables más relevantes se destaca la existencia de lineamientos normativos claros para la liquidación y cierre contractual, que obtuvo una de las calificaciones más altas dentro de la matriz (0,3). Este factor muestra que el sector cuenta con un entorno normativo definido que establece los requisitos para el proceso de liquidación contractual, la elaboración de actas, informes finales y el cumplimiento de las obligaciones administrativas vinculadas con el cierre de los proyectos. La presencia de estos lineamientos representa un soporte institucional importante para favorecer la transparencia y la rendición de cuentas; no obstante, su efectividad depende de la capacidad de las organizaciones para operativizarlos de manera sistemática y articulada dentro de sus procesos internos (PMI, 2021).

De igual manera, la experiencia técnica del personal y el acompañamiento de interventorías y supervisiones externas (ambas con un valor de 0,2) representan capacidades favorables relevantes al aportar control técnico, verificación del cumplimiento contractual y validación externa de la ejecución de los proyectos. Aun así, estas capacidades suelen concentrarse en la fase de ejecución, y su impacto se ve limitado cuando la información generada no se consolida adecuadamente durante el cierre administrativo y contractual, lo cual es un problema recurrente en proyectos de infraestructura pública compleja (KERZNER, 2017).

En cambio, la matriz muestra que las falencias tienen un peso determinante en el desempeño interno de las empresas evaluadas. La distribución de la información entre diversas fuentes entre los sistemas financiero, técnico, contractual y documental (0, 1), identificada como una de las falencias más críticas, refleja la ausencia de esquemas de capacidad de intercambio entre sistemas y estandarización de datos. Esta situación obliga a realizar búsquedas manuales de

información en varias fuentes, aumenta los repeticiones, conciliaciones y ajustes administrativos y dificulta la trazabilidad integral de los proyectos, especialmente ante requerimientos de organismos de control y vigilancia (KERZNER, 2017).

Asimismo, la ausencia de un modelo integrado para el control del avance durante la ejecución y finalización de los proyectos (0, 2), junto con las brechas entre la ejecución física y financiera (0, 1), pone de relieve restricciones en los mecanismos de supervisión y control. Estas falencias afectan la evaluación del comportamiento de los proyectos, generan retrasos en los procesos de proceso de liquidación contractual y restringen el proceso decisorio basada en información consistente y disponible oportunamente, situación ampliamente documentada en la literatura sobre dirección y administración de proyectos de infraestructura (Flyvbjerg B. , 2014).

Además, la dependencia de informes elaborados manualmente (0, 1), las inconsistencias en la información reportada por interventorías y supervisiones (0, 1) y la resistencia del personal al uso de herramientas digitales (0, 1) refuerzan un modelo de gestión reactivo, basado más en el cumplimiento formal que en el análisis estratégico de la información. Estas falencias limitan el aprovechamiento de los datos disponibles y dificultan la integración de enfoques avanzados de análisis, como los modelos de inteligencia empresarial, los cuales requieren información estructurada, consistente y oportuna para generar valor (Davenport & Harris, *Competing on analytics: The new science of winning* (Updated ed.), 2017)

Considerados en conjunto, los resultados de la Matriz EFI indican que el núcleo del problema no es la inexistencia de datos ni la carencia de reglas, sino la dificultad de las organizaciones para conectar la información disponible, interpretarla y convertirla en insumos útiles para administrar el avance y la terminación de los proyectos. Este hallazgo justifica examinar, desde una perspectiva estratégica, un esquema de inteligencia empresarial aplicable a

los operadores de acueducto y alcantarillado de la costa Caribe colombiana, de modo que la gestión pueda apoyarse en datos articulados, consistentes y oportunos (Davenport & Harris, *Competing on analytics: The new science of winning* (Updated ed.), 2017); (PMI, 2021).

1.1 Pregunta Problema

A partir de este diagnóstico, la investigación se orienta por la siguiente pregunta: ¿De qué manera un esquema de inteligencia empresarial puede mejorar la administración de las actividades de control y finalización de proyectos en las organizaciones prestadoras de acueducto y alcantarillado de la costa Caribe colombiana?

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Evaluar estratégicamente un esquema de inteligencia empresarial que contribuya a mejorar la administración de las actividades de control de la ejecución y finalización de proyectos en organizaciones prestadoras de acueducto y alcantarillado de la costa Caribe colombiana.

2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar la situación actual de la administración durante el control de la ejecución y la finalización de los proyectos, reconociendo los circuitos de información, las herramientas empleadas, las restricciones de operación y las brechas de trazabilidad mediante revisión documental y entrevistas exploratorias.

2. Examinar enfoques, arquitecturas y prácticas de inteligencia empresarial aplicables a la administración organizacional y de proyectos, con énfasis en los componentes tecnológicos y de gestión que resulten pertinentes para el contexto estudiado.

3. Formular un esquema conceptual de inteligencia empresarial orientado a mejorar las tareas administrativas asociadas al control y la finalización de los proyectos, e incluir lineamientos estratégicos que faciliten su adopción gradual en organizaciones de acueducto y alcantarillado.

3. Justificación

La administración de las actividades asociadas al control y a la terminación administrativa de los proyectos en las organizaciones responsables de operar los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado representa un componente fundamental para asegurar transparencia, eficiencia de la operación, seguimiento documental y observancia normativa. Estos procesos posibilitan verificar la correcta ejecución técnica y financiera de los proyectos, articular la información requerida en auditorías y fortalecer el proceso decisorio sustentada en evidencia dentro de las organizaciones (Project Management Institute, 2021); (KERZNER, 2017). En sectores altamente regulados y con alta inversión pública, como el de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, la apropiada gestión de estas etapas es determinante para la presentación transparente de resultados y responsabilidades, la eficiencia en la utilización de los recursos y la continuidad y sostenibilidad institucional (OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2012).

A pesar de los avances institucionales, el contexto colombiano todavía presenta brechas que afectan la oportunidad y confiabilidad del control administrativo de los proyectos del sector. Diversos reportes oficiales describen diferencias en la información reportada, dificultades para conciliar datos técnicos y financieros y debilidades en los mecanismos utilizados para vigilar las inversiones en agua potable y saneamiento (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2024); (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), 2025).

Entre las situaciones que se repiten con mayor frecuencia aparecen los datos distribuidos en plataformas que no se comunican entre sí, los registros repetidos, la falta de criterios homogéneos para construir indicadores y las limitaciones del control documental. Estas

condiciones obligan a repetir tareas de verificación y conciliación, aumentan la posibilidad de inconsistencias y hacen que parte del conocimiento quede concentrado en personas o archivos aislados. Como consecuencia, disminuye la capacidad institucional para ejecutar y cerrar proyectos con eficiencia y para responder a las exigencias de regulación y control (Davenport & Harris, *Competing on analytics The new science of winning*, 2017); (Sharda, Delen, & Turban, 2018).

Este escenario hace pertinente analizar el aporte de la inteligencia empresarial (Business Intelligence, BI). En este trabajo se entiende como un conjunto articulado de métodos, arquitecturas y herramientas que permite convertir grandes volúmenes de datos en información interpretable para orientar decisiones dentro de la organización (Sharda, Delen, & Turban, 2018). Aplicado al problema estudiado, el BI puede conectar datos originados en distintas aplicaciones, automatizar parte de la elaboración de reportes y estructurar métricas comparables. Con ello se amplía la capacidad para examinar la situación de los proyectos con mayor oportunidad y para sustentar decisiones en evidencia (Davenport & Harris, *Competing on analytics: The new science of winning* (Updated ed.), 2017)

Bajo esta perspectiva, un enfoque de inteligencia empresarial puede servir como capa de articulación entre sistemas transaccionales, depósitos documentales y plataformas de dirección de proyectos. La integración de estas fuentes permitiría seguir con mayor precisión la historia de cada actuación, disminuir conciliaciones repetitivas y reforzar los mecanismos de control. Además, los paneles de gestión, las métricas estratégicas y las alertas pueden ofrecer una lectura conjunta del avance del proyecto y de sus riesgos (Watson & Wixom, 2007).

La pertinencia del estudio radica en una necesidad práctica del sector: sustituir la consulta fragmentada de archivos y aplicaciones por una forma de gestión capaz de relacionar los datos y

utilizarlos con fines analíticos. El aporte propuesto no parte del supuesto de que todas las organizaciones poseen el mismo nivel tecnológico; por ello, se plantea una estructura conceptual modular cuyos componentes puedan incorporarse de manera gradual, de acuerdo con los recursos, capacidades y prioridades de cada empresa.

Los beneficiarios directos serán las áreas administrativas y de proyectos de las empresas prestadoras, que podrán adoptar lineamientos estratégicos derivados del modelo conceptual de BI para fortalecer la capacidad de intercambio entre sistemas de sus sistemas, fortalecer el seguimiento documental y fortalecer los procesos de cierre administrativo de los proyectos. A nivel institucional, el estudio aporta al fortalecimiento de prácticas alineadas con los lineamientos de modernización digital, gobierno de datos y gestión sustentada en evidencia promovidos por el Estado colombiano (Departamento Nacional de Planeación, 2019).

De manera indirecta, también se benefician los usuarios y comunidades, dado que una gestión administrativa más robusta y basada en datos favorece una ejecución más eficiente de los proyectos de infraestructura, lo cual puede traducirse en una prestación más confiable y sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento básico (OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2012).

El estudio, además, posee relevancia académica y aplicada porque integra problemas de administración de proyectos con conceptos de inteligencia empresarial en un sector donde la información proviene de numerosas fuentes y actores. La propuesta no se limita a describir las dificultades existentes; organiza los hallazgos del diagnóstico y los traduce en criterios para un modelo conceptual que pueda orientar posteriores ejercicios de diseño, validación e implementación.

4. Marco Teórico

4.1 Marco Conceptual

El marco conceptual reúne tres ejes que permiten interpretar el problema: dirección de proyectos, gobierno de los datos e inteligencia empresarial. La relación entre estos ejes sirve para explicar tanto las dificultades de administración observadas como las posibilidades de utilizar la información de manera más estratégica. A continuación, se precisan los conceptos que sustentan la construcción de la propuesta.

La dirección de proyectos constituye el primer referente, porque proporciona criterios para organizar una iniciativa desde su planeación hasta su terminación. En términos operativos, supone aplicar conocimientos, competencias, métodos y herramientas para coordinar la planificación, la ejecución, el control y el cierre, procurando alcanzar objetivos definidos dentro de restricciones de alcance, plazo, costo y calidad (PMI, 2021). En sectores con alta participación de inversión pública, como el de agua y saneamiento, una dirección adecuada también contribuye a utilizar los recursos con mayor disciplina, documentar la ejecución y demostrar el logro de las metas institucionales.

La trayectoria de un proyecto puede organizarse en etapas que van desde su formulación inicial hasta la terminación. De manera general, esas etapas comprenden inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Cada una responde a propósitos distintos y ordena actividades específicas necesarias para alcanzar los resultados previstos (Kerzner, 2017). Entender esta secuencia facilita estructurar los procedimientos administrativos y operativos que acompañan la ejecución del proyecto.

Dentro de este ciclo, la fase de monitoreo de proyectos cumple una función crucial, pues en esta se realiza el seguimiento sistemático del avance físico, financiero y contractual de las

actividades planificadas. El monitoreo contempla la recopilación, análisis y reporte continuo de información sobre el rendimiento del proyecto, para identificar posibles desviaciones respecto a lo planificado y adoptar acciones correctivas de manera pertinente (PMI, 2021), es así como el monitoreo ayuda a Optimizar los mecanismos de seguimiento y asegurar la consecución de los objetivos.

Complementariamente, la fase de cierre de un proyecto constituye el punto culminante del proceso, en el cual se verifican los resultados y se formaliza su conclusión, en esta fase se encuentra la revisión de los entregables, la validación de los resultados alcanzados y la generación de informes finales que documenten el desempeño del proyecto (Kerzner, 2017). De igual modo, el cierre de un proyecto es clave porque posibilita documentar lecciones aprendidas que fortalecen la planificación, ejecución y control de próximos proyectos.

Para efectos de esta investigación interesa especialmente la finalización administrativa de proyectos, debido a que es aquí donde se consolida y verifica la documentación técnica, financiera y contractual que respalda la ejecución de la iniciativa, aquí se incluyen actividades como la elaboración de actas de liquidación, la articulación de informes finales, la verificación de observancia de las obligaciones contractuales y el archivo de los documentos asociados a el proyecto. Este proceso resulta esencial para asegurar la capacidad de rastrear el origen y evolución de la información y facilitar la transparencia ante los organismos de control.

El seguimiento requiere, además, mecanismos que permitan resumir el comportamiento del proyecto. Desde esta perspectiva, los indicadores prioritarios de desempeño (KPIs) posibilitan representar mediante variables medibles aspectos relevantes de la ejecución y del logro de los objetivos. Su valor para la gestión no se sitúa únicamente en producir cifras, sino en facilitar la comparación entre lo esperado y lo alcanzado, detectar situaciones que requieren atención y

aportar pone de relieve para las decisiones administrativas. En el modelo desarrollado posteriormente en esta investigación, esta lógica posibilita vincular los indicadores con aspectos físicos, financieros, contractuales y documentales de los proyectos.

La utilidad de esos indicadores depende, sin embargo, de la información que los alimenta, por esta razón, la **gestión documental** constituye un componente relevante del seguimiento y cierre. Su función comprende la organización, conservación, localización y recuperación de los documentos generados por la organización durante la ejecución de sus procesos. Aplicada a los proyectos, posibilita mantener disponibles los soportes necesarios para demostrar actuaciones, verificar obligaciones y reconstruir decisiones.

Ligado a lo anterior se encuentra el concepto de **trazabilidad de la información**, entendiendo desde este contexto como la posibilidad de seguir el recorrido de un dato o documento desde su origen, pasando por sus modificaciones y usos, hasta su estado o ubicación final. Esta capacidad resulta especialmente importante en proyectos financiados con recursos públicos, donde posteriormente puede ser necesario establecer quién produjo determinada información, cuándo fue registrada, qué modificaciones tuvo y qué actuación contractual o administrativa respalda.

Uno de los problemas que puede limitar esa trazabilidad es la dispersión de información entre diferentes herramientas. Las organizaciones suelen utilizar **sistemas de información** especializados para atender necesidades financieras, contractuales, documentales, técnicas o administrativas. La existencia de varias plataformas no representa por sí misma una dificultad; el problema aparece cuando los datos generados por ellas no pueden relacionarse adecuadamente y deben ser consolidados mediante procedimientos manuales.

Esta situación conduce al concepto de **interoperabilidad**, entendido en este trabajo como la capacidad de diferentes sistemas para intercambiar información de forma que esta pueda ser

utilizada conjuntamente. Cuando esa articulación es insuficiente, pueden generarse registros duplicados, diferencias entre fuentes y actividades repetitivas de articulación. Como consecuencia, la organización puede disponer de abundante información y, al mismo tiempo, enfrentar dificultades para disponer de una visión integrada del estado de sus proyectos.

En este contexto, cobra relevancia el concepto de **inteligencia de negocios** o Business Intelligence (BI), el cual se refiere al conjunto de herramientas, tecnologías y metodologías dirigidas a recopilar, integrar y analizar datos provenientes de distintas fuentes para apoyar la adopción de decisiones organizacionales (Sharda, Delen & Turban, 2018). Aplicado al seguimiento de la ejecución y cierre de los proyectos, este enfoque permitiría pasar de la consulta independiente de varios registros hacia una lectura integrada de variables administrativas relevantes, es así como la información técnica, contractual, financiera y documental podría relacionarse para disponer de una perspectiva más completa del desempeño y de las condiciones necesarias para avanzar hacia el cierre.

La analítica de datos complementa este enfoque al permitir examinar la información disponible para reconocer comportamientos, tendencias, desviaciones o relaciones que no siempre resultan evidentes mediante la revisión individual de documentos y reportes. Su aporte al modelo planteado consiste, por tanto, en ampliar el uso de los datos: no solamente conservarlos como registro de lo ejecutado, sino emplearlos para comprender el desempeño y anticipar situaciones que puedan afectar la gestión.

Para lograr esta integración, los sistemas de BI pueden apoyarse en un **data warehouse** o almacén de datos. En el contexto de la presente investigación, su utilidad consiste en disponer de un repositorio donde pueda reunirse información histórica procedente de diferentes sistemas organizacionales, manteniéndola disponible para consultas y análisis posteriores. De esta forma,

se busca reducir la dependencia de búsquedas independientes y facilitar una visión consolidada del estado de los proyectos. El documento original presenta el *data warehouse* precisamente como un repositorio destinado a integrar información de distintas fuentes.

Para alimentar estos repositorios de datos se emplean procesos conocidos como ETL (Extract, Transform, Load), los cuales posibilitan extraer datos desde fuentes heterogéneas, transformarlos para asegurar su consistencia y calidad, y cargarlos posteriormente en el sistema de almacenamiento. Estos procesos son esenciales para garantizar que los datos sobre los que se basan los análisis tengan calidad y estén debidamente organizados.

Una vez consolidada, la información puede presentarse mediante paneles de gestión o dashboards, y en vez de revisar extensos conjuntos de registros por separado, estos instrumentos posibilitan visualizar indicadores y variables relevantes de forma conjunta, facilitando la identificación de tendencias, desviaciones y aspectos que requieren intervención. Su finalidad dentro de este estudio es acercar la información analítica a los responsables del seguimiento y permitir que distintos niveles de la organización consulten la situación de los proyectos según sus necesidades.

El uso de estas soluciones tecnológicas aporta al desarrollo de un proceso decisorio sustentado en datos, enfoque que promueve el uso sistemático de información analítica para apoyar la planificación y gestión organizacional. Este enfoque posibilita reducir la incertidumbre en los procesos de decisión y fortalecer la eficiencia de la administración de los recursos disponibles (Davenport & Harris, 2017).

Aun así, integrar información tecnológicamente no garantiza por sí mismo que esta sea apropiada para el análisis. Por ello, el modelo también requiere considerar la **gobernanza de datos**, entendida como el conjunto de reglas, responsabilidades y procedimientos mediante los

cuales una organización orienta la administración de su información. Desde esta perspectiva, se hace necesario definir quién es responsable de los datos, bajo qué criterios deben registrarse, cómo se valida su uso y qué condiciones deben cumplirse para preservar su disponibilidad y seguridad.

Dentro de la gobernanza adquiere especial relevancia la **calidad de los datos**, para que un indicador o tablero pueda apoyar una decisión, la información utilizada debe reunir condiciones suficientes de precisión, completitud, consistencia y actualización. De lo contrario, la integración tecnológica podría limitarse a reunir en un mismo lugar inconsistencias que previamente se encontraban distribuidas entre diferentes sistemas. Por esta razón, calidad y gobernanza constituyen condiciones necesarias para que una iniciativa de inteligencia empresarial genere información confiable.

La integración de estas capacidades se relaciona con procesos de **transformación digital**, entendidos en esta investigación como cambios organizacionales apoyados en tecnologías digitales para fortalecer la gestión de la información y la forma en que se llevan a cabo determinados procesos. El interés no radica exclusivamente en sustituir procedimientos manuales por herramientas tecnológicas, sino en aprovecharlas para reorganizar flujos de información y fortalecer la capacidad analítica de la organización.

En este marco, la **automatización de procesos** puede disminuir la intervención manual en actividades que son repetitivas y están relacionadas con la preparación, consolidación o actualización de la información, esto puede contribuir a reducir errores derivados de la manipulación sucesiva de datos y permitir que los profesionales concentren mayor atención en tareas de análisis y gestión.

A su vez, la información organizada durante el desarrollo y finalización de los proyectos puede convertirse en un activo para la gestión del conocimiento. Los datos históricos, los

resultados obtenidos y las experiencias documentadas pueden ser reutilizados para orientar proyectos posteriores, identificar situaciones recurrentes y fortalecer procedimientos institucionales. Con ello, el cierre de un proyecto no representa solamente la terminación de una iniciativa, sino también una oportunidad para conservar conocimiento que pueda ser aprovechado por la organización.

Estas prácticas adquieren especial importancia en el ámbito de las instituciones públicas, donde conceptos como la transparencia de la gestión institucional y la presentación transparente de resultados y responsabilidades son principios fundamentales de la gestión pública, debido a que exigen que la información asociada a la gestión institucional pueda ser localizada, comprendida y utilizada para explicar las actuaciones y decisiones adoptadas; una estructura de información trazable favorece tanto el control interno como la respuesta frente a organismos de vigilancia y demás actores interesados.

En Colombia, estos principios tienen una aplicación particular en las organizaciones prestadoras de servicios públicos domiciliarios, cuyo marco general se sitúa regulado, entre otras disposiciones, por la Ley 142 de 1994, lo que conlleva a que los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado requieren la gestión permanente de infraestructura e inversiones destinadas a asegurar la prestación de servicios esenciales a la población.

El servicio de acueducto involucra actividades asociadas con la captación, tratamiento y distribución de agua para consumo humano, mientras que el alcantarillado comprende procesos asociados a la recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales y pluviales. El desarrollo y mantenimiento de la infraestructura requerida para estos servicios implica inversiones y proyectos que deben ser planificados, ejecutados, monitoreados y controlados.

Por esta razón, el sector se sitúa sometido a diferentes mecanismos institucionales de seguimiento y control sobre las inversiones y sobre el desempeño de los servicios. La disponibilidad de sistemas de monitoreo y de información sectorial proporciona una base importante para esas funciones; sin embargo, su aprovechamiento depende de la capacidad de las organizaciones para relacionar la información producida durante las distintas etapas de los proyectos.

En síntesis, los conceptos desarrollados muestran que la situación problemática analizada en esta investigación se sitúa en la intersección entre **gestión de proyectos, administración de información e inteligencia empresarial**. El seguimiento y cierre administrativo requiere documentos trazables, datos consistentes, indicadores pertinentes y mecanismos que permitan integrar información procedente de distintas fuentes. Bajo esta lógica, la inteligencia empresarial constituye el marco que posibilita articular dichas capacidades y proporciona la base conceptual para el modelo que se lleva a cabo posteriormente en la investigación.

4.2 Marco Contextual

En el ámbito internacional, la literatura revisada ha muestra que la integración de analítica de datos, inteligencia empresarial y prácticas de gestión dirigidas a resultados ha contribuido a fortalecer la adopción de decisiones en diferentes tipos de organizaciones. Aun así, los estudios presentan alcances distintos y, en general, abordan por separado aspectos tecnológicos, organizacionales o estratégicos que en esta investigación se analizan de manera articulada.

En Eslovenia y Portugal, se desarrolló la investigación titulada “Towards business intelligence systems success: Effects of maturity and culture on analytical decision making”. Esta utilizó una metodología cuantitativa basada en encuestas a 181 organizaciones medianas y grandes, empleando modelos de ecuaciones estructurales para el análisis de los datos. Los principales

resultados demuestran que la madurez de los sistemas de Inteligencia Empresarial (BI) está estrechamente vinculada a la calidad de la información y que una cultura analítica organizacional es vital para el uso efectivo de los datos en la adopción de decisiones (Popovič A. , Hackney, Coelho, & Jaklič, 2012). Para el presente trabajo de grado, este estudio resulta relevante porque demuestra que la incorporación tecnológica, por sí sola, no garantiza mejores decisiones; su efectividad depende también de condiciones organizacionales relacionadas con la cultura de datos y la capacidad institucional para utilizarlos. Aun así, su alcance no se concentra en empresas prestadoras de servicios públicos ni en proyectos de infraestructura hidráulica, por lo cual su aporte a esta investigación se sitúa sobre todo en las dimensiones de madurez y cultura analítica.

Desde Brasil, el estudio “Data-Driven Decision Making in the Public Sector: A Systematic Review” analizó la evolución del proceso decisorio sustentado en datos (DDD) mediante una metodología de revisión sistemática de la literatura y análisis bibliométrico. Los resultados destacan que la DDD posibilita un incremento de la productividad y favorece una transición necesaria desde la intuición hacia la pone de relieve empírica en la administración pública (Silva, Dias Junior, & Lacerda, 2022). Este antecedente aporta una base conceptual marco teórico sólido sobre la utilidad de la cultura de datos en entidades estatales; no obstante, su proximidad es general y no profundiza sobre la etapa administrativa de "finalización de proyectos", aspecto que es central del presente trabajo.

En una investigación colaborativa que incluyó a Brasil, Reino Unido y Estados Unidos, se exploró la gestión de beneficios en el proyecto “Benefits Realisation Management and its influence on project success and on the execution of business strategies”. La metodología consistió en encuestas a profesionales del área, analizadas mediante modelos de regresión estadística. Los resultados revelaron que las prácticas de Gestión de Realización de Beneficios (BRM) son

predictores positivos del éxito de los proyectos y de la ejecución estratégica (Serra & Kunc, 2015). Este antecedente ofrece una perspectiva sobre cómo asegurar que la inversión en proyectos genere valor real; en consecuencia, el presente trabajo complementará esta perspectiva al aterrizar la gestión de beneficios al contexto específico de los proyectos de saneamiento básico, donde el éxito se mide no solo en la obra física, sino en la finalización administrativa y la sostenibilidad del servicio.

Desde el enfoque técnico, en Marruecos, la investigación “Big Data Analytic Architecture for Water Resources Management: A Systematic Review” utilizó una metodología de revisión sistemática para identificar estructuras tecnológicas eficientes en el sector. Los resultados proponen arquitecturas específicas para gestionar y procesar grandes volúmenes de datos hídricos. Este estudio ofrece una base lógica para la arquitectura de datos que requiere un modelo de BI en empresas de acueducto; sin embargo, adolece de una vinculación directa con los procesos administrativos de seguimiento contractual (Elhassan, Aniss, & Jamal, 2020). La presente investigación contribuirá valor al integrar esta capacidad técnica-analítica con la gestión administrativa del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura.

Por último, la OCDE, en un contexto internacional multirregional, presentó el informe “Stakeholder Engagement for Inclusive Water Governance”. La metodología incluyó encuestas a 215 actores clave y el análisis de 69 casos de estudio globales. Los resultados subrayan que la participación de los interesados aumenta significativamente la confianza, la transparencia y la sostenibilidad en la gestión del agua. Este documento proporciona principios de gobernanza que son fundamentales para la transparencia buscada en el seguimiento de proyectos; no obstante, carece de un componente tecnológico de Inteligencia de Negocios (OECD, 2015). Esta

investigación contribuirá al proponer una herramienta técnica (BI) que materialice esos principios de gobernanza y rendición de cuentas en las empresas prestadoras de servicios públicos del Caribe.

En conjunto, los antecedentes internacionales hacen posible reconocer tres elementos que son relevantes para esta investigación: la inteligencia empresarial requiere condiciones de madurez organizacional y cultura orientada al examen de datos; el proceso decisorio sustentado en datos puede fortalecer el desempeño institucional; y, la dirección y administración de proyectos debe considerar no solo los resultados físicos, sino también la generación de valor, la transparencia y la sostenibilidad. Aunque existe un reconocimiento general sobre la importancia de la analítica de datos y las plataformas institucionales de información en la gestión pública y del agua, persiste un vacío en la articulación de estos enfoques con los procesos administrativos de control del avance durante la ejecución y finalización de los proyectos.

En el contexto colombiano, los antecedentes revisados evidencian importantes desafíos en la administración de la información, el gobierno de los datos y el seguimiento de proyectos en el sector público.

La Universidad EAN desarrolló una propuesta de arquitectura de inteligencia empresarial para apoyar el proceso decisorio en el sector público colombiano, tomando como referencia un caso en Antioquia. La metodología fue una monografía de análisis técnico y funcional. Los hallazgos centrales resaltan la necesidad de integrar fuentes de datos dispersas para fortalecer la eficiencia y transparencia pública (López Romero, 2023). La investigación, de carácter técnico y funcional, destacó la necesidad de integrar orígenes de datos dispersas para fortalecer la eficiencia y la transparencia de la gestión pública. Su aporte para el presente estudio radica en demostrar la aplicabilidad de arquitecturas BI dentro del contexto institucional colombiano. Aun así, el trabajo no se concentra específicamente en la gestión administrativa de proyectos de infraestructura

hidráulica ni en las etapas de seguimiento y cierre, lo que diferencia su alcance del modelo propuesto en esta investigación.

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), en su “Informe de gestión Vigencia 2025”, detalla la supervisión sectorial mediante una metodología de seguimiento de indicadores y reportes del SUI. Los hallazgos indican retos en la confiabilidad de la información técnica y la necesidad de agilizar el análisis mediante analítica predictiva para 2026 (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD, 2025). Este informe aporta datos actualizados sobre las brechas de control; no obstante, carece de un modelo estratégico de BI que las empresas puedan implementar autónomamente, propuesta que constituye el núcleo de esta tesis.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), con expertos nacionales, publicó la nota técnica “La gestión del cambio en el sector de agua potable y saneamiento de Colombia”. La metodología se basó en el acompañamiento a planes de acción y revisión de reportes trimestrales. Los resultados subrayan que el éxito de las mejoras institucionales depende de procesos robustos de seguimiento y de informes de cierre detallados (Navia, Bohórquez, & Aguilera, 2024). Esta investigación aporta un marco sobre la importancia del cierre de actividades; no obstante, falta definir una herramienta tecnológica automatizada de BI, lo cual es el aporte directo de esta investigación.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) emitió el “CONPES 3975: Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial”. La metodología incluyó un diagnóstico multivariado de la madurez digital del Estado. Los hallazgos centrales definen la hoja de ruta para aprovechar los datos en la eficiencia administrativa (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2019). Su relación con esta investigación se sitúa en el respaldo que proporciona

a iniciativas dirigidas a integrar, analizar y utilizar datos en procesos de gestión. Aun así, por tratarse de una política de alcance nacional y transversal, no desarrolla una arquitectura específica aplicable al control del avance durante la ejecución y finalización de los proyectos de agua y saneamiento.

Finalmente, la Escuela Superior de Administración Pública (ESAP), en la investigación “Evaluación del grado de madurez en la dirección y administración de proyectos públicos en la Alcaldía de Acevedo, Huila”, utilizó una metodología mixta (Modelo de Darci Prado y Ábaco de Regnier). Los resultados indicaron un grado de madurez "conocido" (Nivel 2), con falencias en informatización y metodología (Andrade Gómez, Quintero Bonilla, & Agredo Trujillo, 2024). Aunque el estudio se lleva a cabo en una administración municipal y no en empresas prestadoras de servicios públicos, resulta útil porque muestra que las restricciones tecnológicas pueden estar asociadas con niveles insuficientes de madurez organizacional.

En síntesis, los antecedentes colombianos muestran un escenario en el que existen avances normativos, sistemas sectoriales de información y experiencias de modernización digital, pero continúan presentándose dificultades para articular datos procedentes de varias fuentes, asegurar su calidad y convertirlos en información útil para el seguimiento de proyectos.

En la región Caribe colombiana, los antecedentes consultados, evidencian dificultades recurrentes en la dirección y administración de proyectos de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, especialmente en lo referente al seguimiento, el control y el cierre de estos.

La Universidad de Cartagena, a través de la investigación titulada “La inversión en la calidad del agua en la región Caribe colombiana: un análisis de eficiencia y productividad”, empleó una metodología basada en el Análisis Envolvente de Datos (DEA) y el índice Malmquist para evaluar a los prestadores de la región entre 2011 y 2015. Los hallazgos centrales revelaron que, a

pesar de los incrementos en la inversión, no siempre existe una correlación directa con el fortalecimiento de la eficiencia técnica, identificando un rezago en la productividad de varios municipios del Caribe (Rodríguez Ríos & Tovío Núñez, 2017). Este estudio aporta métricas de eficiencia sectorial regional; no obstante, adolece de un análisis sobre cómo la falta de sistemas de inteligencia empresarial para el control administrativo aporta a esa ineficiencia, punto donde este trabajo de grado generará valor.

A su vez, la Contraloría General de la República (CGR) presentó el “Informe final auditoría de cumplimiento: Recursos destinados para abastecimiento de agua potable y saneamiento básico en la región Caribe (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena y Sucre)”. La metodología consistió en una auditoría de cumplimiento sobre las vigencias 2023 y 2024, evaluando la ejecución de recursos del Sistema General de Participaciones (SGP). Los resultados señalaron deficiencias críticas en la liquidación de contratos y la persistencia de obras inconclusas en departamentos como Bolívar y Sucre (Contraloría General de la República - CGR, 2025). Esta investigación aporta una base de diagnóstico sobre los riesgos de incumplimiento en la región; no obstante, adolece de una propuesta tecnológica que permita a las empresas prever estos resultados mediante un control preventivo de datos, necesidad que se busca cubrir con el modelo de BI propuesto.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP), en su “Informe anual para pacto terminado: Pacto Territorial Bolívar” (abril de 2025), utilizó una metodología de seguimiento financiero y físico a través de fichas de proyectos y el sistema de información de pactos. Los hallazgos centrales muestran que, al cierre del pacto, proyectos estratégicos de saneamiento básico presentan brechas entre el avance programado y el ejecutado, requiriendo un seguimiento post-cierre más riguroso (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2025). Este documento aporta

una visión clara de las dificultades de cierre en el departamento de Bolívar; no obstante, adolece de una estructura de examen de datos que automatice el aprendizaje organizacional tras la culminación de los proyectos, aspecto que la inteligencia empresarial fortalecería según el presente estudio.

En el artículo “Obras públicas requeridas vs. obras públicas ejecutadas: Casuística de la región Caribe colombiana”, investigadores de la Universidad de la Costa y la Universidad Simón Bolívar contrastaron información de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) con registros disponibles en SECOP mediante un diseño cualitativo y documental. El estudio encontró diferencias entre las necesidades de saneamiento expresadas por las comunidades y las obras que finalmente fueron ejecutadas por las administraciones locales (Ayala Borrero, Díaz Córdoba, Pérez Ruíz, & Serrano Guzmán, 2017). Este antecedente resulta útil para comprender fallas de planeación en la región; sin embargo, no desarrolla una solución enfocada en rastrear y articular la información administrativa dentro de las empresas prestadoras, aspecto que sí constituye el centro de esta investigación.

El Instituto Nacional de Salud (INS), por su parte, analizó la oportunidad del reporte de muestras de vigilancia de la calidad del agua mediante SIVICAP e IRCA para 2023-2024. Su metodología se apoyó en registros de vigilancia epidemiológica y técnica y en la clasificación de índices de riesgo. Los resultados muestran que varios municipios del Caribe, incluidos territorios de Córdoba y Bolívar, continúan presentando condiciones de riesgo asociadas tanto a la infraestructura como a la oportunidad del reporte de datos (Instituto Nacional de Salud - INS, 2024). El informe aporta un contexto técnico y social sobre la calidad del agua, pero no vincula de manera directa esos datos con la administración de los proyectos destinados a mejorar la

prestación. Esta relación entre información y gestión es precisamente uno de los aspectos que se aborda en el presente estudio mediante la inteligencia empresarial.

4.3 Marco Legal Y Normativo

La investigación se desarrolla dentro de un entramado regulatorio que incide simultáneamente en la prestación de acueducto y alcantarillado, la ejecución de inversiones públicas, la administración documental y el manejo de datos. Para efectos del análisis, estas disposiciones y orientaciones se organizan en tres escalas —internacional, nacional y regional— con el fin de identificar las obligaciones y criterios que condicionan el control y la finalización administrativa de los proyectos del sector.

En la escala internacional existen referentes que vinculan el acceso al agua con principios de sostenibilidad, responsabilidad pública y capacidad de gestión. También se han desarrollado estándares para la dirección de proyectos, la seguridad de la información y el uso de datos como soporte de la gestión organizacional.

La Resolución 64/292 de 2010 de la Organización de las Naciones Unidas reconoce el agua potable y el saneamiento como derechos humanos. Esta declaración obliga a considerar la prestación suficiente, segura y sostenible como una responsabilidad pública. Desde la perspectiva de los proyectos de infraestructura hídrica, dicho reconocimiento refuerza la necesidad de controlar los recursos, documentar las actuaciones y disponer de información que permita demostrar el cumplimiento de los objetivos.

Los Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE (2015) incorporan criterios de eficacia, eficiencia, transparencia y responsabilidad en la gestión del recurso. Su relación con la inteligencia empresarial se encuentra en la importancia que otorgan a información consistente,

articulada y disponible cuando debe adoptarse una decisión, condiciones necesarias para evaluar políticas, inversiones y desempeño sectorial.

En materia de dirección de proyectos, la Guía del PMBOK del Project Management Institute (2021) ofrece un referente internacional para organizar la planificación, la ejecución, el monitoreo, el control y el cierre. Para este estudio interesa especialmente su énfasis en la coordinación de información entre interesados, la trazabilidad de las actuaciones y la disponibilidad de reportes que permitan evaluar el desempeño de los proyectos.

Otros referentes internacionales complementan esta visión. El Banco Mundial ha promovido criterios de evaluación y control para mejorar la gestión de la inversión pública, mientras que las normas ISO 27001 e ISO 21500 abordan, respectivamente, la seguridad de la información y lineamientos para la gestión de proyectos. En conjunto, estos marcos conectan la protección de los datos, la disciplina de gestión y la evaluación de resultados con el uso de herramientas tecnológicas.

La lectura conjunta de estos referentes muestra una tendencia común: la administración de proyectos depende cada vez más de información trazable, reglas de responsabilidad y capacidades para analizar datos. Esta exigencia resulta especialmente significativa en un sector regulado e intensivo en inversión como el de abastecimiento de agua y saneamiento.

En Colombia, la prestación de agua potable y saneamiento se encuentra sometida a un conjunto amplio de normas que regula la calidad y continuidad del servicio, el uso de recursos públicos, la contratación y la administración de la información.

La Ley 142 de 1994 constituye uno de los referentes centrales del régimen de servicios públicos domiciliarios. Además de definir responsabilidades para los prestadores, establece principios relacionados con eficiencia, calidad, continuidad y control. Para la presente

investigación son particularmente relevantes las obligaciones de información y rendición de cuentas, porque condicionan la forma en que las empresas deben documentar y reportar su gestión.

La financiación de las inversiones también está sujeta a reglas específicas. La Ley 1176 de 2007 distribuye recursos del Sistema General de Participaciones destinados, entre otros fines, al agua potable y saneamiento; la Ley 2056 de 2020 organiza el Sistema General de Regalías. Cuando estas fuentes participan en un proyecto, aumentan los requerimientos de seguimiento presupuestal, verificación de la ejecución y soporte de la información técnica y financiera.

El Decreto 1077 de 2015 reúne disposiciones del sector de vivienda, ciudad y territorio que afectan la formulación, ejecución y supervisión de proyectos de agua y saneamiento. A su vez, la Resolución CRA 688 de 2014 incorpora criterios relacionados con eficiencia y evaluación de inversiones. Estas reglas hacen necesario que la información utilizada para controlar los proyectos sea coherente, verificable y accesible.

La contratación pública introduce otro conjunto de obligaciones. La Ley 80 de 1993, la Ley 1150 de 2007 y el Decreto 1082 de 2015 regulan aspectos del proceso contractual, así como funciones de supervisión e interventoría. En la práctica, estas disposiciones exigen mantener soportes completos de las actuaciones, conservar la secuencia documental y verificar las obligaciones antes de liquidar o finalizar un contrato.

La Ley 1712 de 2014 adiciona obligaciones de transparencia y acceso a la información pública. Desde la perspectiva de este trabajo, su relevancia no se limita a publicar datos: también exige que la información sea localizable, comprensible y suficientemente confiable para atender solicitudes, controles y procesos de rendición de cuentas. Estas condiciones son compatibles con una arquitectura de inteligencia empresarial basada en datos estructurados y trazables.

En materia de protección de datos personales, la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013 establecen reglas para la recolección, uso, almacenamiento y protección de la información. Estas obligaciones deben incorporarse al diseño de cualquier plataforma que integre fuentes institucionales o realice análisis sobre información asociada con personas.

La Ley 594 de 2000 y el Decreto 2609 de 2012 aportan el marco para organizar y conservar los documentos de las entidades públicas. Sus criterios sobre archivo, preservación, consulta y trazabilidad son especialmente relevantes al finalizar proyectos, etapa en la que deben reunirse los soportes que demuestran actuaciones, obligaciones y resultados.

El CONPES 3975 de 2019 incorpora al marco nacional la transformación digital y el aprovechamiento estratégico de los datos. Entre sus orientaciones se encuentran la interoperabilidad, el fortalecimiento de los sistemas de información y el desarrollo de capacidades para utilizar datos en la gestión pública. Estos elementos guardan relación directa con la propuesta de inteligencia empresarial desarrollada en este trabajo.

En la escala regional no existe un régimen legal independiente para los proyectos de agua y saneamiento; no obstante, sí operan instrumentos de planeación, coordinación y reporte que determinan cómo se programan, ejecutan y controlan las inversiones.

Los Planes Departamentales de Agua (PDA) constituyen uno de esos mecanismos. A través de ellos se coordinan recursos, entidades territoriales y actores sectoriales para estructurar y ejecutar proyectos. Su operación exige seguimiento técnico y financiero, control administrativo, producción periódica de reportes y organización de los soportes documentales.

Los prestadores que operan en la región —entre ellos Aguas de Cartagena— deben cumplir el régimen nacional y reportar información a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Estas obligaciones hacen necesario mantener datos verificables sobre la ejecución

de los proyectos, su documentación y su estado, lo que refuerza la conveniencia de integrar las fuentes institucionales.

Los planes de desarrollo territoriales y los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) también incorporan metas de cobertura, expansión y calidad de los servicios. En consecuencia, el avance de los proyectos debe poder relacionarse con los objetivos territoriales y con los indicadores utilizados para evaluar su cumplimiento.

A lo anterior se suman plataformas sectoriales como el Sistema Único de Información (SUI) y otros aplicativos utilizados para registrar o reportar datos de la prestación y de los proyectos. La coexistencia de sistemas que no siempre intercambian información de manera automática obliga a realizar conciliaciones, favorece registros repetidos y dificulta construir una visión integral. Esta limitación constituye uno de los argumentos para estudiar una solución de inteligencia empresarial.

La Tabla 2 sintetiza las disposiciones e instrumentos normativos más relevantes para el desarrollo de la investigación y señala su relación con el problema analizado:

Tabla 2. Leyes, normas y compendios normativos2

Ámbito	Norma / Instrumento	Entidad / Origen	Objeto / Alcance
Internacional	Resolución 64/292 (2010)	Organización de las Naciones Unidas	Reconoce el acceso al agua potable y saneamiento como derecho humano fundamental
Internacional	Principios de Gobernanza del Agua (2015)	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos	Establece lineamientos de transparencia, rendición de cuentas y toma de decisiones basada en evidencia
Internacional	PMBOK (2021)	Project Management Institute	Estándar para la gestión de proyectos (monitoreo, control y cierre)
Internacional	ISO 27001 / ISO 21500	International Organization for Standardization	Normas sobre seguridad de la información y gestión de proyectos
Internacional	Lineamientos de inversión pública	Banco Mundial	Promueve eficiencia, seguimiento y evaluación de proyectos
Nacional	Ley 142 de 1994	Congreso de Colombia	Régimen de servicios públicos domiciliarios

Ámbito	Norma / Instrumento	Entidad / Origen	Objeto / Alcance
Nacional	Ley 1176 de 2007	Congreso de Colombia	Regula el Sistema General de Participaciones (SGP)
Nacional	Ley 2056 de 2020	Congreso de Colombia	Regula el Sistema General de Regalías
Nacional	Decreto 1077 de 2015	Gobierno Nacional	Decreto único del sector vivienda y agua
Nacional	Resolución CRA 688 de 2014	Comisión de Regulación de Agua Potable	Establece criterios de eficiencia y control de inversiones
Nacional	Ley 80 de 1993	Congreso de Colombia	Estatuto de contratación estatal
Nacional	Ley 1150 de 2007	Congreso de Colombia	Modifica la contratación estatal
Nacional	Decreto 1082 de 2015	Gobierno Nacional	Reglamenta contratación pública
Nacional	Ley 1712 de 2014	Congreso de Colombia	Ley de Transparencia y acceso a la información
Nacional	Ley 1581 de 2012	Congreso de Colombia	Protección de datos personales
Nacional	Decreto 1377 de 2013	Gobierno Nacional	Reglamenta protección de datos
Nacional	Ley 594 de 2000	Congreso de Colombia	Ley General de Archivos
Nacional	Decreto 2609 de 2012	Gobierno Nacional	Gestión documental
Nacional	CONPES 3975 de 2019	Departamento Nacional de Planeación	Política de transformación digital e IA
Nacional	Sistema Único de Información (SUI)	Superintendencia de Servicios Públicos	Sistema de reporte sectorial
Ámbito	Norma / Instrumento	Entidad / Origen	Objeto / Alcance
Regional	Planes Departamentales de Agua (PDA)	Gobierno Nacional / Departamentos	Instrumento de planificación y ejecución de proyectos APSB
Regional	Planes de Desarrollo Territorial	Entidades territoriales	Definen metas e inversiones en agua y saneamiento
Regional	Planes de Ordenamiento Territorial (POT)	Municipios	Planificación del uso del suelo e infraestructura
Regional	Empresas prestadoras (ej. Aguas de Cartagena)	Empresas de servicios públicos	Ejecución y operación de proyectos
Regional	Sistemas de información sectorial (SUI, SINAS, MGA)	Entidades nacionales	Plataformas de reporte y monitoreo

Nota: Elaboración propia

4.4 Marco Teórico

4.4.1 Inteligencia empresarial (Business Intelligence)

En este trabajo, la inteligencia empresarial (BI) se entiende como una capacidad organizacional apoyada en métodos y tecnologías para reunir, depurar, relacionar y examinar datos con el fin de convertirlos en información que pueda orientar decisiones de nivel operativo, táctico y estratégico (Sharda, Delen, & Turban, 2018).

Una solución de BI puede combinar procesos de extracción, transformación y carga (ETL), repositorios analíticos, modelado dimensional, herramientas OLAP, técnicas de minería de datos y recursos de visualización (Kimball & Ross, 2020). La utilidad de esta arquitectura radica en que permite reunir datos que antes se consultaban por separado, conservar su historia y ofrecer una base común para construir análisis y reportes.

En las organizaciones de servicios públicos, estas capacidades pueden relacionar información de presupuesto, cronogramas, compras, contratos, interventoría y avance de proyectos. Al disponer de una vista integrada, mejora la posibilidad de detectar diferencias, comparar el comportamiento entre proyectos y producir reportes administrativos con menor esfuerzo (Olszak, 2020). La analítica complementa esta capacidad al permitir reconocer patrones de riesgo, anticipar variaciones frente a lo previsto y disponer de evidencia para orientar decisiones (Sharda, Delen, & Turban, 2018); (Davenport & Harris, *Competing on analytics: The new science of winning*, 2017).

4.4.2 Arquitectura de Datos y Modelos de BI

La arquitectura de datos proporciona la base técnica para implementar BI, los almacenes de datos deben ser integrados, históricos y no volátiles para soportar adecuadamente decisiones estratégicas (Inmon & W.H, 2021). Por su parte, (Kimball & Ross, 2020) proponen un enfoque dimensional que favorece el examen de datos mediante métricas y dimensiones.

Las organizaciones de hoy adoptan arquitecturas híbridas (repositorio analítico corporativo data lake) para articular datos procedentes de varias fuentes estructurados y no estructurados. Según (Popovič, Hackney, & Tassabehji, The impact of big data analytics on firms' high value business performance, 2018), estas arquitecturas mejoran la agilidad analítica y soportan decisiones en ambientes complejos. En empresas de acueducto y alcantarillado, esta capacidad es clave, pues la información proviene de sistemas transaccionales, plataformas de contratación, informes de obra e interventoría.

4.4.3 Dirección y administración de proyectos en Organizaciones prestadoras de servicios públicos

La dirección y administración de proyectos en infraestructura está enmarcada en el estándar Dirección de proyectos Body of Knowledge (PMI, 2021), que define procesos de iniciación, planificación, ejecución, supervisión y control, y cierre. En proyectos de agua y saneamiento, la complejidad técnica y regulatoria exige altos niveles de coordinación institucional.

En Latinoamérica, estudios recientes confirman que las empresas prestadoras de servicios públicos presentan problemas de fragmentación de información, baja madurez en dirección y administración de proyectos y escasa estandarización de procesos (CEPAL, 2023), (CAF, 2021). Estas restricciones afectan la calidad de los reportes y dificultan el seguimiento unificado de la trayectoria completa del proyecto.

La PMO es fundamental para articular información, estandarizar procedimientos, estructurar informes y generar indicadores para la dirección y administración de proyectos (Project Management Institute, 2021). Aun así, su efectividad depende de contar con plataformas institucionales de información robustos, seguimiento documental y consulta en el momento requerido a datos confiables aspectos determinantes para el proceso decisorio sustentada en

evidencia (Sharda, Delen, & Turban, 2018), (Davenport & Harris, Competing on analytics: The new science of winning, 2017).

En el contexto colombiano, instrumentos institucionales como SINAS, el seguimiento de proyectos del ministerio de vivienda y la MGA del DNP buscan fortalecer la transparencia y la trazabilidad del gasto público en el sector (Departamento Nacional de Planeación, 2019), (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020).

4.4.4 Gestión del Conocimiento en Proyectos

La gestión del conocimiento (GC) busca transformar el conocimiento tácito en explícito y facilitar su reutilización. Nonaka y Takeuchi (2019) plantean el modelo SECI como un ciclo dinámico de socialización, externalización, combinación e internalización del conocimiento.

En proyectos de infraestructura, la GC es esencial para capturar lecciones aprendidas, decisiones técnicas y riesgos recurrentes. North y Kumta (2020) señalan que una apropiada gestión del conocimiento fortalece la memoria organizacional, reduce reprocesos y fortalece la calidad de los entregables.

Estudios recientes confirman que la GC es un factor crítico para el éxito de los proyectos de ingeniería debido a la multiplicidad de actores, la complejidad técnica y la necesidad de decisiones oportunas (Martínez-Conesa, Soto-Acosta & Palacios-Manzano, 2021).

Los sistemas de BI contribuyen directamente a la GC al actuar como repositorios de datos históricos que soportan el aprendizaje organizacional (Samadi & Badr, 2021).

4.4.5 Cultura Organizacional

La cultura institucional influye en la adopción tecnológica, la administración de la información y la disposición al cambio. Schein y Schein (2021) plantean que las creencias, valores y supuestos compartidos definen cómo una organización interpreta y emplea la información.

En empresas públicas del sector agua, la cultura suele ser jerárquica y dirigida a la observancia normativa, lo que puede generar resistencia hacia herramientas analíticas avanzadas. Schneider, Ehrhart y Macey (2021) afirman que el éxito de la modernización digital depende más del clima organizacional que de la tecnología misma, especialmente cuando se requiere estandarizar procesos y adoptar prácticas basadas en datos.

Por ello, el análisis estratégico de un modelo BI debe contemplar factores culturales que condicionan su adopción, apropiación y sostenibilidad.

4.4.6 Metodologías Ágiles Aplicadas a Proyectos de Infraestructura

Aunque las metodologías ágiles surgieron en el desarrollo de software, su adopción en infraestructura ha crecido como respuesta a la necesidad de flexibilidad, retroalimentación continua y adaptación rápida al cambio. Conforto, Amaral y da Silva (2020) destacan que la agilidad fortalece la comunicación, reduce riesgos y fortalece la colaboración interdisciplinaria.

Prácticas como Kanban, Scrum y Lean Construction posibilitan segmentar actividades complejas en ciclos cortos y visualizar el avance. Serrador y Pinto (2023) resaltan que la integración entre prácticas ágiles y herramientas de BI posibilita monitorear desempeño en tiempo real, identificar desviaciones y tomar decisiones basadas en datos actualizados.

4.4.7 Dirección y administración de proyectos según el PMBOK (7ª/ contenido 8ª edición)

El Project Management Institute (PMI) establece en la Guía del PMBOK 7ª Edición un enfoque basado en principios, dirigido a la entrega de valor, la adaptabilidad y la gestión integral

de la información a lo largo de la trayectoria completa de los proyectos (Project Management Institute, 2021). En las actualizaciones recientes del estándar (conocidas informalmente como contenido de la “8th Edition”) se enfatiza la importancia de articular datos procedentes de varias fuentes confiables, estandarizar flujos administrativos y articular la gobernanza de la información en procesos como monitoreo, control y cierre, aspectos especialmente críticos en proyectos de infraestructura pública.

El PMBOK plantea que la dirección y administración de proyectos debe apoyarse en información precisa, oportuna y trazable para facilitar el proceso decisorio y asegurar el cumplimiento de objetivos. Esto incluye la necesidad de contar con sistemas que soporten la recopilación, articulación, documentación y comunicación de datos durante el seguimiento y cierre. La ausencia de integración entre dependencias técnicas, administrativas y contractuales genera riesgos operativos, sobrecostos, retrasos y reprocesos, problemas que requieren herramientas sistemáticas como parte del aseguramiento de valor.

Bajo esta perspectiva, la inteligencia empresarial se alinea con los principios del PMBOK al promover la centralización de datos, la transparencia, la reducción de reprocesos y la fortalece en la comunicación entre actores, facilitando así una gestión del proyecto sustentada en evidencia.

5. Diseño Metodológico

Este capítulo explica cómo se obtuvo y analizó la evidencia utilizada para responder la pregunta de investigación. Se especifican el enfoque y alcance, las categorías analíticas, los criterios de selección de participantes, el diseño, los instrumentos y el procedimiento de análisis. La ruta metodológica se definió para comprender las prácticas y dificultades administrativas del contexto estudiado y utilizar esos hallazgos como base del esquema conceptual propuesto.

5.2 Tipo y nivel de investigación

El estudio adopta un enfoque cualitativo porque busca comprender cómo los profesionales interpretan y gestionan las tareas administrativas asociadas con el control de la ejecución y la finalización de proyectos. Más que medir relaciones entre variables, interesa reconstruir prácticas, experiencias y percepciones a partir de la literatura y del conocimiento de actores que participan directamente en esos procesos (Creswell & Creswell, 2018).

Por su alcance, la investigación combina un componente exploratorio y otro descriptivo. Es exploratoria porque examina la aplicación de inteligencia empresarial a procedimientos administrativos de agua y saneamiento, un campo con limitada evidencia aplicada en el contexto analizado. Es descriptiva porque documenta cómo se organizan actualmente los flujos de información, qué restricciones operativas se presentan y qué elementos intervienen en el control de la ejecución y la finalización de los proyectos (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, 2018)

5.3 Definición y operacionalización de categorías

Dado el enfoque cualitativo adoptado, la investigación se organiza a partir de categorías analíticas que orientan tanto la recolección como el examen de los datos recopilados. Estas

categorías posibilitan organizar y comprender el fenómeno de estudio desde diferentes dimensiones (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014).

La primera categoría corresponde a la administración del seguimiento al avance y la finalización de los proyectos. En ella se examinan las prácticas utilizadas para controlar avances, reunir soportes, conciliar información técnica y financiera, gestionar obligaciones contractuales y completar los requisitos de cierre. La categoría también considera las dificultades que afectan la coordinación entre dependencias y la trazabilidad de las actuaciones realizadas durante el ciclo del proyecto.

Además, se integra la categoría de inteligencia empresarial, enfocada en la articulación de datos procedentes de varias fuentes, la automatización de tareas y flujos, la construcción de métricas y el uso de analítica para el proceso decisorio, aspectos ampliamente abordados en la literatura de plataformas institucionales de información (Laudon & Laudon, Management information systems: Managing the digital firm, 2020); (Laudon & Laudon, Management information systems: Managing the digital firm, 2020).

Una tercera categoría recoge la experiencia de los profesionales del sector. Su análisis permite reconocer prácticas recurrentes, soluciones que ya se utilizan en las organizaciones y obstáculos que persisten en la operación cotidiana. Esta perspectiva resulta útil para diferenciar las necesidades que pueden resolverse mediante ajustes de proceso de aquellas que requieren integración tecnológica o reglas de gobierno de los datos.

La categoría de salida corresponde al esquema conceptual de inteligencia empresarial. Su formulación integra los resultados del diagnóstico con los referentes teóricos y el análisis comparativo de arquitecturas y prácticas recomendadas. Con ello, el modelo no se formula como

una solución aislada, sino como una síntesis de necesidades, capacidades y componentes estratégicos aplicables al contexto estudiado.

5.4 Población y muestra

El universo de interés está compuesto por profesionales con experiencia en formulación, ejecución, supervisión, administración, control o cierre de proyectos de acueducto y alcantarillado. Se privilegió la participación de personas que hubieran trabajado con información técnica, financiera, contractual y documental, pues su experiencia permite reconocer de forma directa las dificultades de coordinación entre procesos y fuentes.

Los participantes se seleccionaron mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Este criterio es coherente con el carácter cualitativo del estudio, dado que se requieren informantes con experiencia específica en el fenómeno y no una representación estadística de una población. La estrategia permitió incluir perfiles capaces de aportar descripciones detalladas y contextualizadas (Etikan, Musa, & Alkassim, 2016).

Se definió una muestra de entre diez y doce participantes. Este rango se consideró adecuado para avanzar hasta un punto de saturación, es decir, hasta que las entrevistas dejaran de incorporar categorías o explicaciones sustancialmente nuevas para el análisis (Creswell & Creswell, 2018).

5.5 Tipo de diseño

El diseño es no experimental y de corte transversal. No se intervinieron variables ni se modificaron las condiciones de trabajo de los participantes; el fenómeno se examinó tal como ocurre en las organizaciones (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, 2018). El componente transversal

responde a que la información se recogió en un periodo definido, con el propósito de caracterizar la situación vigente y no de estudiar su evolución longitudinal.

5.6 Supuestos de la investigación

Por tratarse de un estudio cualitativo, el análisis parte de supuestos de trabajo que orientan la lectura de la evidencia y que posteriormente se contrastan con los resultados.

El primer supuesto sostiene que la información distribuida en sistemas que no se comunican adecuadamente reduce la eficiencia del control y de la finalización administrativa de los proyectos. El segundo plantea que un esquema de inteligencia empresarial puede contribuir a mejorar el rastreo de datos, el seguimiento de métricas, la visibilidad del estado de los proyectos y la calidad de las decisiones organizacionales (Laudon & Laudon, Management information systems: Managing the digital firm, 2020).

También se parte de que la adopción de soluciones analíticas depende de factores culturales y de la disposición de los equipos para modificar prácticas de trabajo. Como supuesto complementario, se considera que Kanban puede utilizarse para representar visualmente el flujo de actividades, hacer visibles acumulaciones de trabajo y reconocer puntos donde el proceso administrativo se detiene o se retrasa (Anderson, 2010); (Skarin, 2015).

5.7 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

La evidencia se obtuvo mediante técnicas cualitativas complementarias, seleccionadas para observar el problema desde la documentación disponible y desde la experiencia de los profesionales.

Como primer referente, se realiza una revisión documental que incluye el análisis de literatura académica especializada, marcos normativos del sector, informes de organismos públicos

y estudios asociados a inteligencia empresarial. Esta técnica posibilita construir el sustento teórico y contextual de la investigación (Yin, 2018).

En segundo lugar, se aplican entrevistas semiestructuradas a los participantes seleccionados. Esta técnica posibilita profundizar en las percepciones, experiencias y prácticas de los actores involucrados, así como identificar dificultades operativas y oportunidades de fortalecer en la dirección y administración de proyectos (Creswell & Creswell, 2018). Como instrumento se emplea una guía de entrevista diseñada a partir de las categorías analíticas definidas previamente.

Además, se integra el uso de la metodología Kanban como herramienta de análisis conceptual. Esta metodología posibilita representar de manera visual los circuitos de información, identificar cuellos de botella y analizar la dinámica de los procesos administrativos, facilitando la fortalece continua (Anderson, 2010); (Skarin, 2015).

5.8 Plan de análisis de la información

El examen de los datos recopilados se lleva a cabo mediante un enfoque inductivo, que posibilita construir interpretaciones a partir de los datos recolectados (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014). Este proceso se estructura en varias etapas:

Como primer referente, se realiza una codificación inicial o abierta, en la cual se segmenta los datos procedentes de las entrevistas y la revisión documental, identificando ideas clave, patrones, conceptos recurrentes y dificultades relevantes.

Posteriormente, se lleva a cabo una codificación axial, que consiste en agrupar la información en categorías y subcategorías, así como identificar relaciones entre los diferentes elementos analizados, tales como causas, efectos y brechas en los procesos.

En una tercera etapa, se aplica la triangulación metodológica, mediante la comparación de la información obtenida de la literatura científica, la normativa sectorial y las entrevistas realizadas, lo cual fortalece la validez interna del estudio (Yin, 2018).

Además, se integra la metodología Kanban como herramienta analítica para representar los circuitos de información y visualizar los procesos administrativos. A partir de esta metodología se construirán dos representaciones: una del flujo actual del proceso, basada en el diagnóstico realizado, y otra del flujo propuesto, optimizado mediante la integración de elementos de inteligencia empresarial (Anderson, 2010).

Finalmente, los resultados del análisis permitirán la construcción del esquema conceptual de inteligencia empresarial, el cual integrará los componentes, circuitos de información, requisitos técnicos y lineamientos estratégicos necesarios para su implementación, así como recomendaciones dirigidas al desarrollo de la capacidad de administración de las actividades asociadas al control y a la terminación administrativa de los proyectos.

6. Presentación Y Análisis De Resultados

6.1 Caracterización de los participantes

Para el desarrollo de la investigación se realizaron doce (12) entrevistas semiestructuradas a profesionales asociados a la gestión administrativa, seguimiento, supervisión, control y finalización de proyectos en organizaciones asociadas a el ámbito institucional del agua potable y el saneamiento básico de la región Caribe colombiana.

Los participantes pertenecen o pertenecieron a diferentes tipos de organizaciones, incluyendo empresas prestadoras de servicios públicos, Planes Departamentales de Agua (PDA), entidades del Gobierno Nacional, organismos de control, instituciones académicas y empresas de consultoría e interventoría. Esta diversidad permitió obtener una visión integral del fenómeno estudiado desde perspectivas técnicas, administrativas, jurídicas, financieras, tecnológicas y de control. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la inclusión de participantes con diferentes perfiles y experiencias favorece la riqueza interpretativa de los estudios cualitativos al permitir la comprensión del fenómeno desde múltiples perspectivas. La Ilustración 1 muestra que el 42 % de los entrevistados pertenece a empresas prestadoras del servicio (ESP) privadas o mixtas, mientras que el 17% corresponde a funcionarios de Planes Departamentales de Aguas (PDA). Esta concentración en el nivel territorial es coherente para capturar la perspectiva de quienes ejecutan directamente los proyectos de infraestructura. La inclusión de una representante del Viceministerio de Agua y un auditor externo enriquece el análisis con una mirada de supervisión nacional y de control fiscal.

Ilustración 1

Ilustración 1.

Distribución de entrevistados por tipo de organización (n=12)



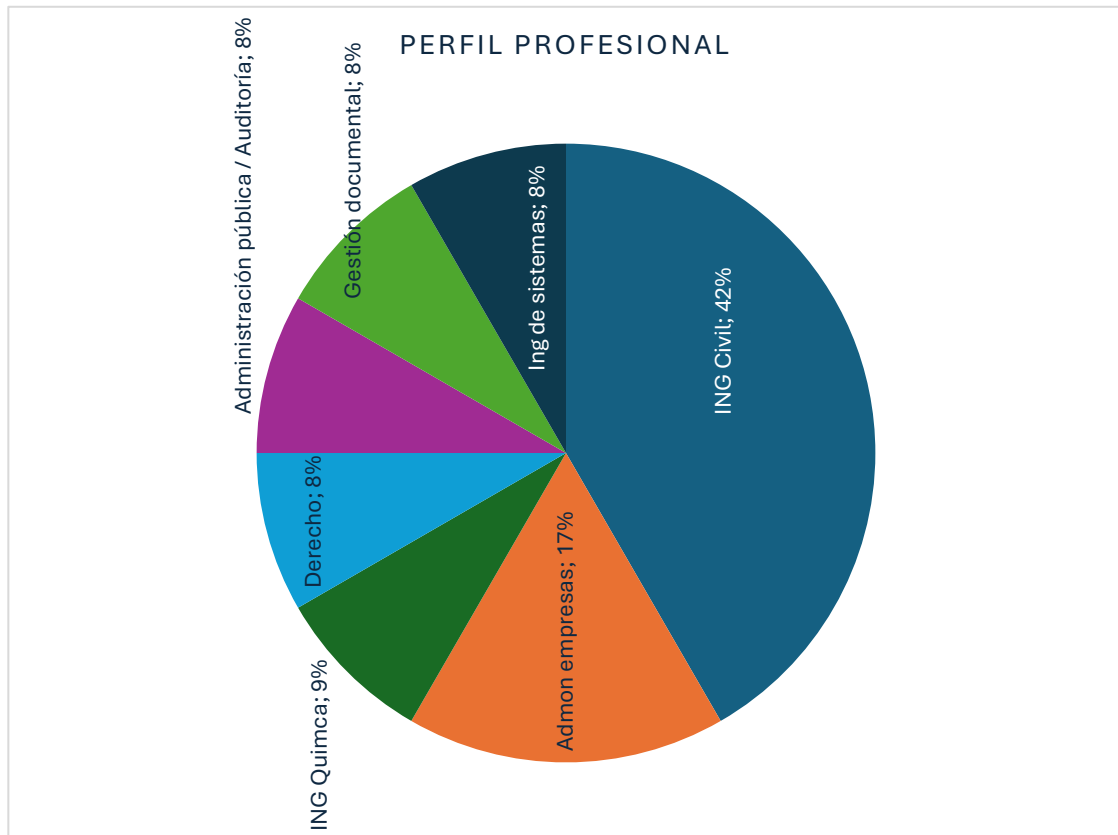
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Los perfiles profesionales entrevistados incluyen ingenieros civiles, ingenieros químicos, administradores de empresas, abogados, ingenieros de sistemas, especialistas en administración documental, auditores y directivos académicos. La experiencia profesional de los participantes oscila entre ocho (8) y más de veinte (20) años, lo que garantiza un nivel importante de conocimiento sobre los procesos de control del avance y terminación de proyectos en el sector. Según Flick (2022), la selección de informantes con experiencia significativa en el fenómeno estudiado contribuye a la obtención de datos pertinentes y contextualizada para el análisis cualitativo. La Ilustración 2 indica que la ingeniería civil es la formación predominante (42 %), seguida de administración de empresas (17 %). Esta distribución refleja el perfil técnico del sector Abastecimiento de agua potable y saneamiento básico (APSB) y es consistente con la literatura especializada, que señala una brecha histórica entre la capacidad técnica de ejecución y el desarrollo de competencias analíticas y de gestión basada en datos.

Ilustración 2

Ilustración 2.

Distribución de entrevistados por formación profesional (n=12)



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

La Ilustración 3 revela que el 41 % de los participantes acumula más de 15 años de trayectoria en el sector. Esta experiencia fortalece la riqueza y pertinencia de la información obtenida, dado que los participantes poseen un conocimiento profundo del fenómeno estudiado, lo que favorece la credibilidad de los hallazgos **Ilustración 3**(Creswell & Poth, 2018). Asimismo, la amplia trayectoria de los entrevistados hace posible examinar con mayor fundamento aspectos como la resistencia al cambio frente a la incorporación de herramientas digitales, tema que se desarrolla en apartados posteriores.

Ilustración 3

Distribución de entrevistados por años de experiencia (n=12).



Fuente: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

6.2 Diagnóstico de la gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos

La lectura transversal de las entrevistas permitió agrupar los hallazgos en cinco temas: administración de la información, coordinación entre actores, herramientas tecnológicas, trazabilidad documental y utilización de datos para decidir. La presentación de los resultados sigue estas categorías con el fin de caracterizar cómo se realizan actualmente las tareas administrativas de control y finalización de proyectos.

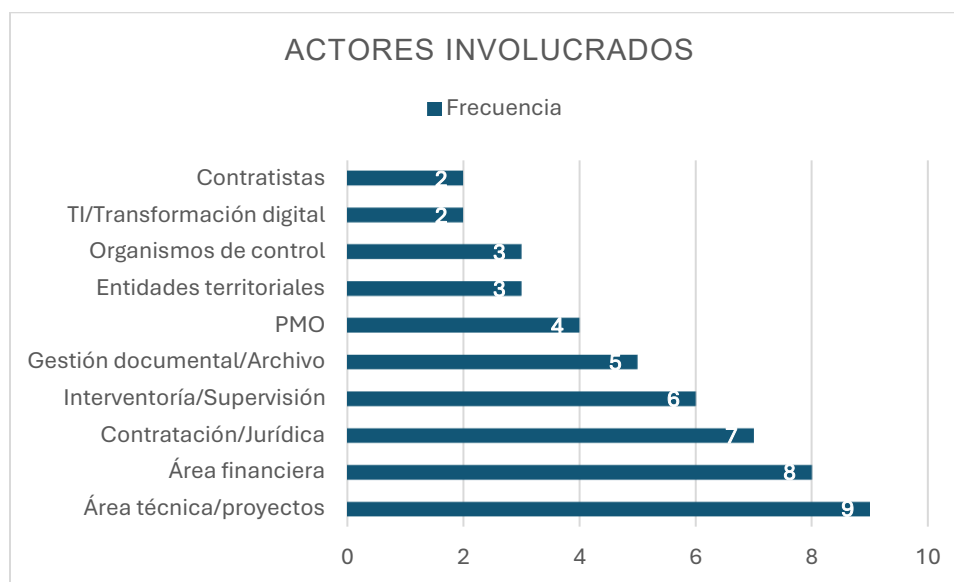
6.2.1 Coordinación entre actores y áreas involucradas

Las entrevistas muestran que el control y la finalización de un proyecto requieren la participación de numerosos actores. Entre ellos se encuentran la PMO, equipos técnicos, financieros y jurídicos, áreas de contratación, interventorías, supervisores, operadores, entidades

territoriales y organismos de control. La Ilustración 4 resume esta diversidad y permite apreciar la complejidad de las interacciones necesarias para consolidar la información. **Ilustración 4**

Ilustración 4

Actores involucrados en la gestión administrativa de proyectos

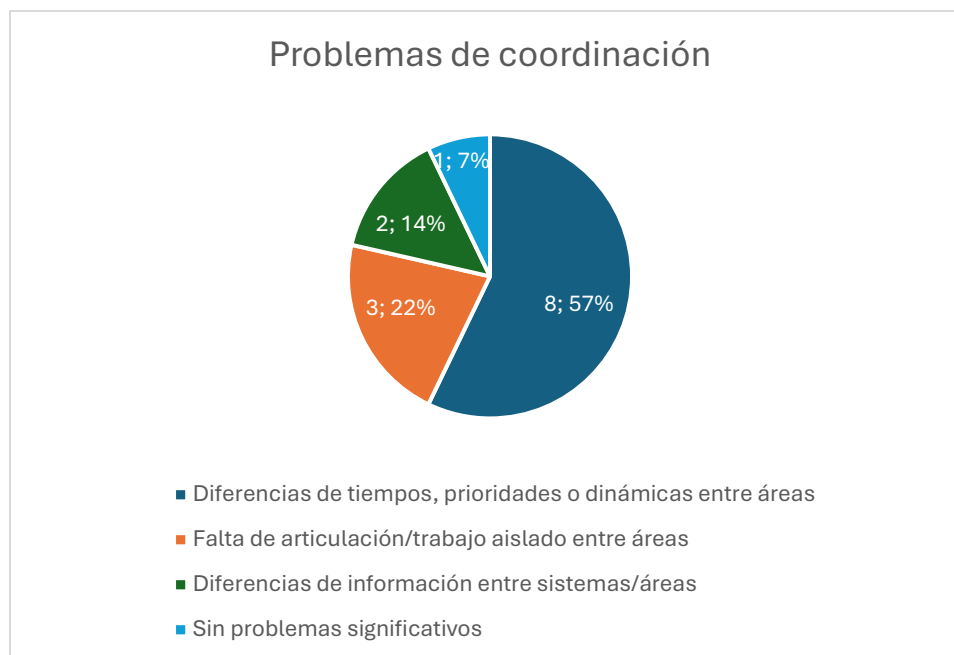


Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Aunque la coordinación se realiza mediante comités, mesas técnicas y reuniones periódicas, 8 de 12 entrevistados coincidió en señalar dificultades derivadas de la existencia de prioridades, tiempos y objetivos diferentes entre las áreas participantes. Estas diferencias generan retrasos en la actualización de información, dificultades para consolidar reportes y problemas de articulación durante las etapas de seguimiento y cierre.

Ilustración 5

Frecuencia de problemas de coordinación identificados



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

El hallazgo es coherente con el enfoque del Project Management Institute (PMI, 2021), que asigna a la coordinación de interesados y al intercambio de información un papel transversal en la dirección de proyectos. La evidencia obtenida muestra que, cuando esa coordinación es débil, las diferencias entre áreas terminan reflejándose en reportes, soportes y tiempos de cierre.

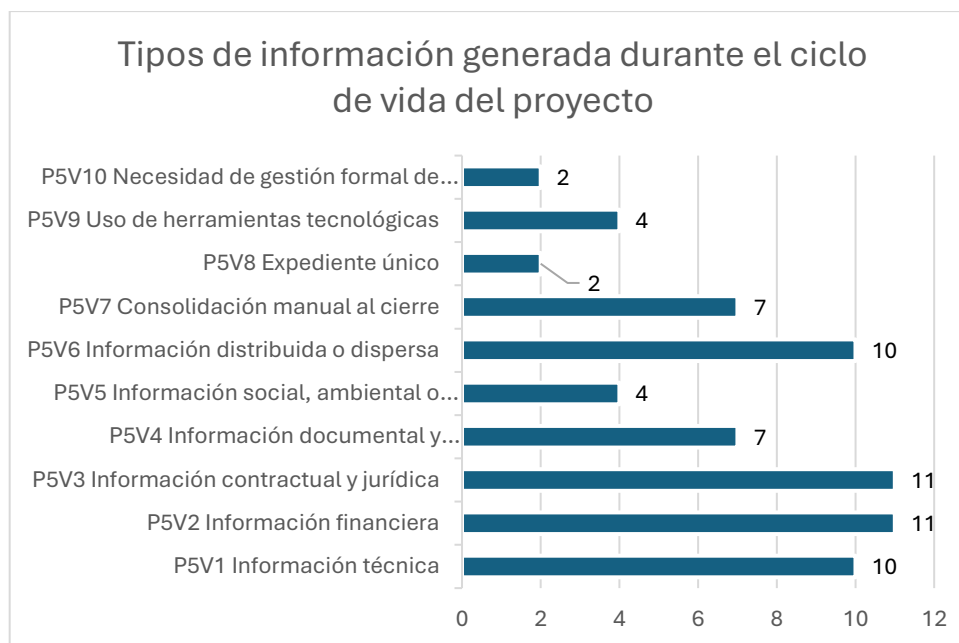
6.2.2 *Gestión, trazabilidad y confiabilidad de la información*

La administración de la información fue el tema mencionado con mayor frecuencia. Durante un proyecto se producen datos y documentos de naturaleza técnica, financiera, contractual, jurídica, ambiental y operativa, como se resume en la Ilustración 6. Dentro de este conjunto aparecen diseños, presupuestos, cronogramas, actas, informes de interventoría, soportes de pago, modificaciones contractuales y documentos regulatorios. La dificultad no consiste únicamente en conservarlos, sino en poder relacionarlos y recuperarlos cuando se requiere verificar el avance o completar el cierre.

Ilustración 6

Ilustración 6

Tipos de información generada durante el ciclo de vida del proyecto



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Sin embargo, 10 de los 12 entrevistados manifestó que dicha información se encuentra distribuida entre múltiples plataformas, dependencias y repositorios, lo que dificulta su consolidación y seguimiento, ver Ilustración 6. Como consecuencia, los procesos de trazabilidad dependen en gran medida del conocimiento individual de las personas y no de mecanismos institucionales integrados. Esta situación coincide con Kerzner (2022), quien señala que la dependencia del conocimiento tácito de los colaboradores incrementa los riesgos de pérdida de información y dificulta la continuidad de los procesos organizacionales.

Adicionalmente, se identificaron problemas frecuentes relacionados con reprocesos, duplicidad documental, inconsistencias entre versiones de documentos, dificultades para identificar información actualizada y dependencia de controles manuales para validar datos provenientes de diferentes fuentes, en la Ilustración 7 se puede ver en color rojo baja frecuencia,

en amarillo mediana y en verde alta frecuencia. De acuerdo con DAMA International (2017), la calidad de los datos depende de atributos como consistencia, integridad, exactitud y oportunidad, los cuales se ven afectados cuando la información se encuentra dispersa y sin mecanismos adecuados de gobernanza.

Ilustración 7

Matriz de relación

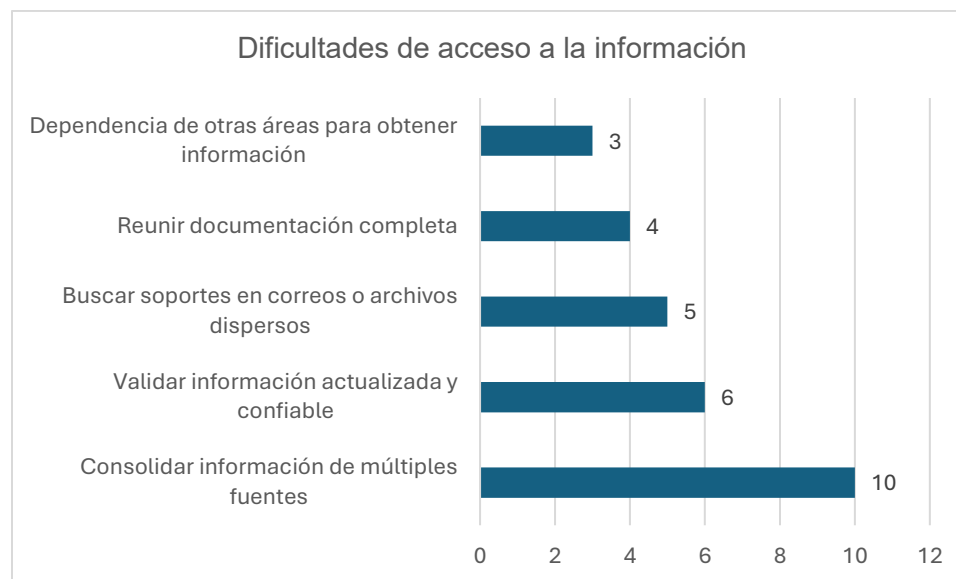
Origen / Consecuencia	Trazabilidad	Reprocesos	Acceso	Inconsistencias	Controles manuales
Información distribuida en múltiples plataformas	10	10	11	11	9

Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Otro hallazgo relevante corresponde a la existencia de dificultades para acceder oportunamente a la información cuando se requiere atender auditorías, procesos de liquidación contractual o solicitudes de organismos de control. En la mayoría de los casos (ver Ilustración 8), los entrevistados afirmaron que la búsqueda y consolidación de soportes demanda tiempos considerables debido a la distribución de la información entre diversas fuentes. Este resultado coincide con la norma ISO 21502 (ISO, 2020), la cual establece la necesidad de implementar mecanismos formales de trazabilidad documental que permitan garantizar la consulta en el momento requerido y confiable a la información durante toda la trayectoria completa del proyecto.

Ilustración 8

Principales dificultades para acceder a la información



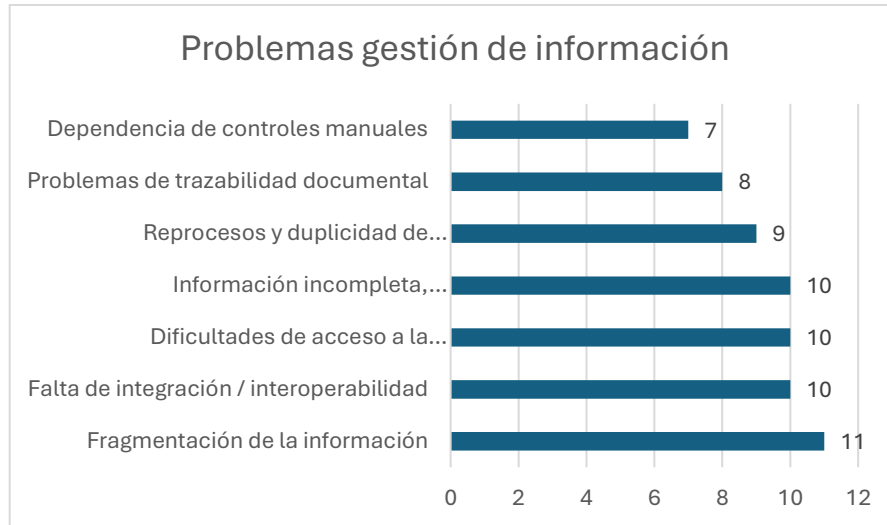
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

En conjunto, estos hallazgos muestran brechas en la posibilidad de rastrear la información, en el intercambio de datos entre plataformas y en la definición de reglas de gobierno. (Sharda, Delen, & Turban, 2018) plantea que una organización obtiene mayor valor analítico cuando los datos procedentes de diversas fuentes pueden combinarse bajo criterios comunes. Los resultados del estudio respaldan esta idea: sin una integración mínima, los reportes pierden oportunidad y las decisiones dependen de conciliaciones previas.

Al preguntar por las dificultades de administración de la información, 11 de los 12 participantes señalaron como problema dominante la existencia de datos distribuidos en diferentes fuentes; después mencionaron la falta de integración entre sistemas y las dificultades de calidad o disponibilidad (Ilustración 9). La evidencia sugiere, por tanto, que el problema no es la escasez de datos. La limitación aparece cuando estos no pueden relacionarse, validarse y consultarse con la rapidez necesaria para controlar la ejecución y completar el cierre.

Ilustración 9

Principales problemas de gestión de información



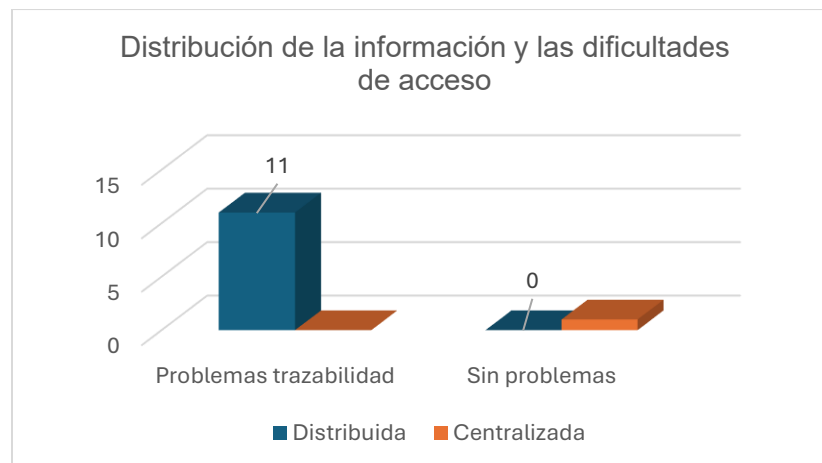
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

La relación entre la distribución de la información y las dificultades de acceso muestra una asociación directa, según se puede ver en la Ilustración 10. Los entrevistados que reportaron información distribuida en diversas plataformas también señalaron mayores tiempos de búsqueda, validación y consolidación de datos. Esto confirma que la distribución de la información entre diversas fuentes representa una barrera para la disponibilidad oportuna de datos requeridos para orientar decisiones de gestión y la atención de requerimientos externos.

Ilustración 10

Ilustración 10.

Relación entre distribución de plataformas y problemas de trazabilidad



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Los resultados evidencian una relación directa entre la distribución de la información en diversas plataformas y los problemas de trazabilidad reportados por los entrevistados. La coexistencia de sistemas financieros, contractuales, documentales y operativos no integrados obliga a realizar conciliaciones manuales y dificulta el seguimiento histórico de los proyectos. Esta situación genera dependencia del conocimiento individual de los funcionarios y aumenta el riesgo de inconsistencias documentales durante las etapas de seguimiento y cierre.

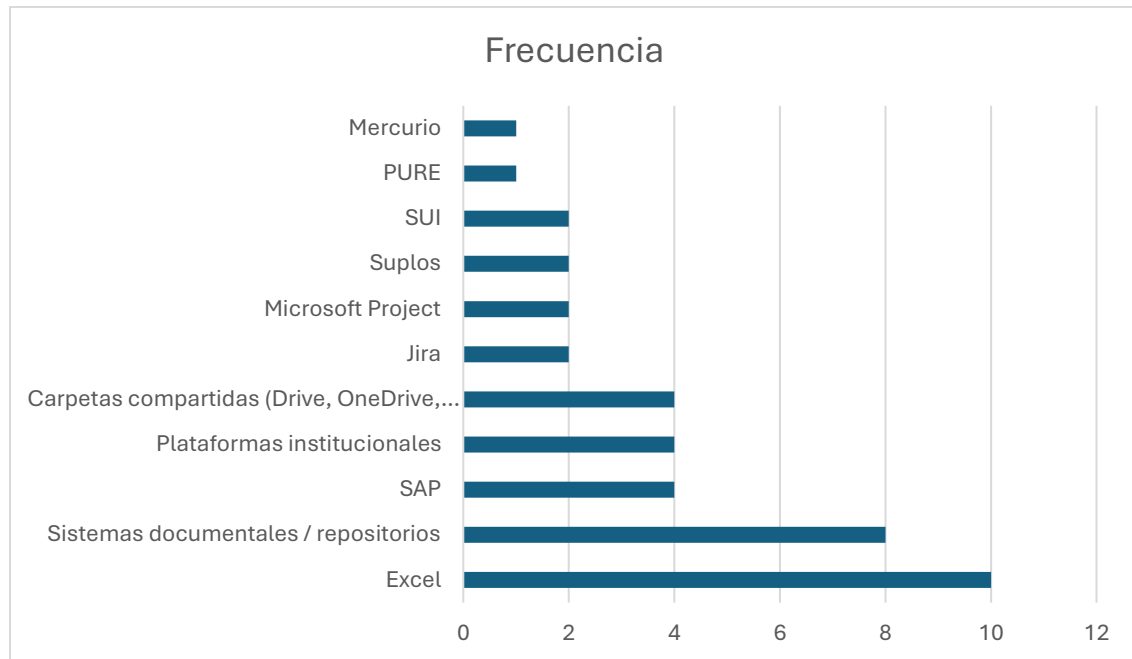
Este hallazgo resulta particularmente relevante porque demuestra que el problema principal no corresponde a la ausencia de información, sino a la incapacidad de la organización para integrarla y convertirla en conocimiento útil para la gestión. En consecuencia, la dificultad se traslada desde la captura de datos hacia los procesos de gobernanza, interoperabilidad y explotación analítica de la información.

6.2.3 Soluciones tecnológicas utilizadas para la dirección y administración de proyectos

Los hallazgos indican una amplia diversidad de herramientas utilizadas para la gestión administrativa de los proyectos. Según la Ilustración 11 entre las más mencionadas se encuentran Excel, SAP, Jira, Suplos, sistemas documentales institucionales, Microsoft Project, OneDrive y diferentes plataformas de reporte sectorial.

Ilustración 11

Herramientas utilizadas para la gestión de proyectos

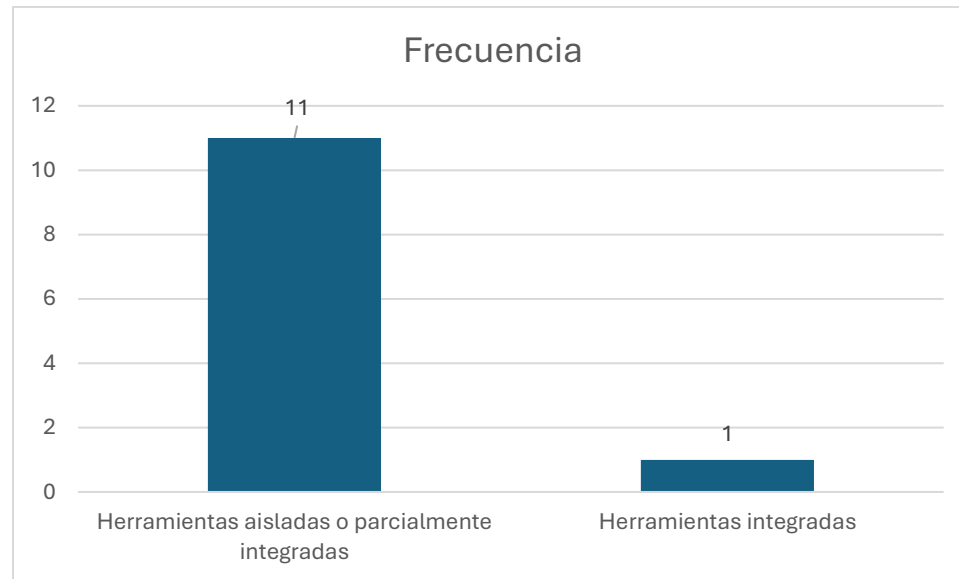


Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

El aspecto más crítico no fue la carencia de aplicaciones, sino su funcionamiento aislado. Como se observa en la Ilustración 12, la mayoría de los participantes explicó que debe comparar y conciliar manualmente información proveniente de varios sistemas antes de obtener una visión completa del proyecto. Este comportamiento coincide con el propósito de la inteligencia empresarial descrito por **Ilustración 12**(Sharda, Delen, & Turban, 2018), para quienes el valor de estas soluciones reside precisamente en reunir información originada en fuentes diferentes y disponerla para análisis y decisiones.

Ilustración 12

Nivel de integración de las herramientas utilizadas



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Como se aprecia en la Ilustración 11, Excel continúa siendo la herramienta predominante para consolidar información, elaborar reportes y realizar análisis, incluso en organizaciones que disponen de plataformas especializadas para dirección y administración de proyectos o inteligencia empresarial. Según Gartner (2024), la dependencia de hojas de cálculo y procedimientos ejecutados manualmente es una característica frecuente en organizaciones con bajos niveles de nivel de desarrollo analítico y limitada integración tecnológica. Este resultado evidencia una brecha significativa entre la disponibilidad tecnológica y el aprovechamiento efectivo de la información para la gestión administrativa.

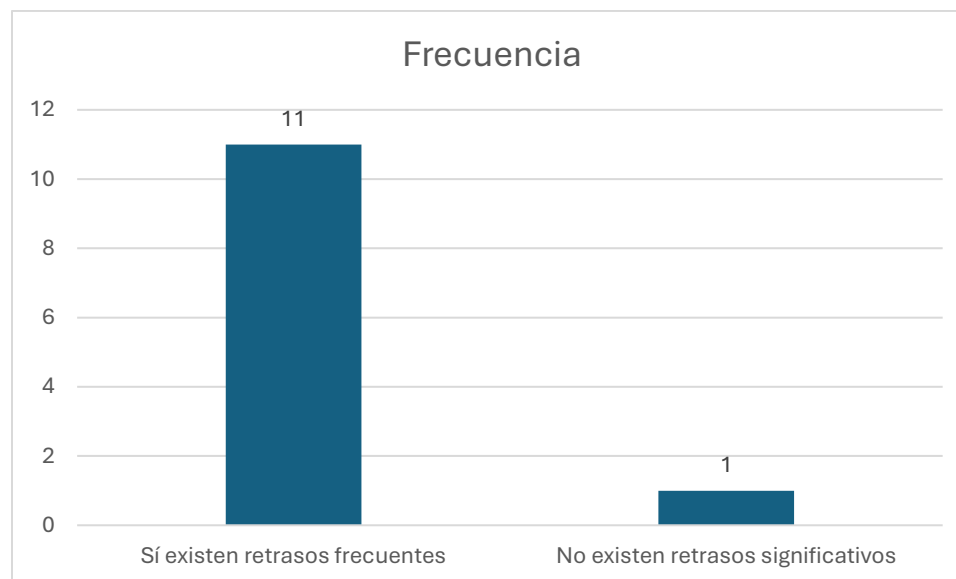
Ilustración 11

6.2.4 Problemáticas asociadas al cierre y liquidación contractual

Respecto a las etapas de cierre y liquidación contractual, 11 de 12 entrevistados coincidieron en señalar la existencia de retrasos frecuentes en los procesos de liquidación.

Ilustración 13

Frecuencia de retrasos en la liquidación contractual

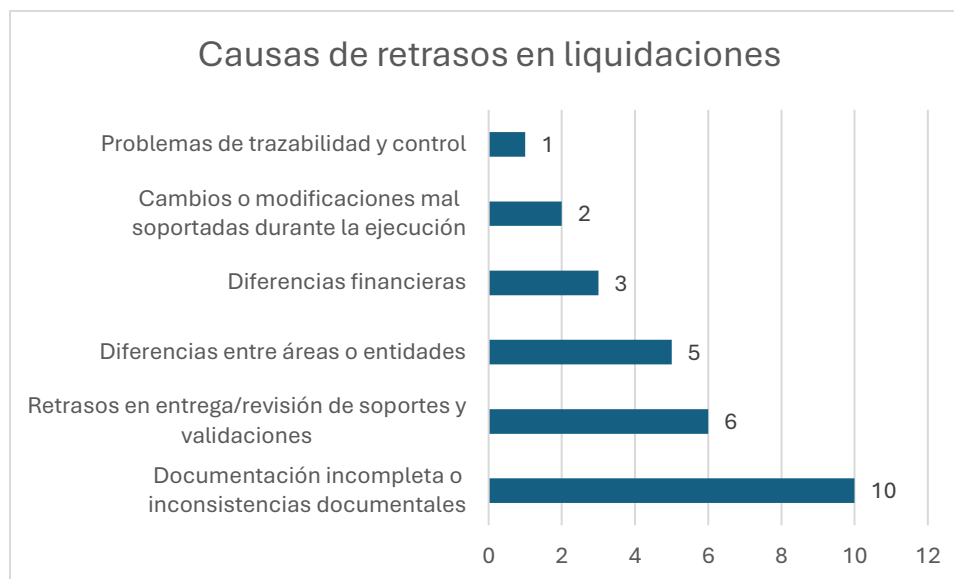


Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Según los resultados que se pueden ver en la Ilustración 14, las principales causas identificadas corresponden a documentación incompleta o inconsistencias documentales, retrasos en la entrega o soportes faltantes, diferencias entre dependencias, validaciones manuales, modificaciones contractuales insuficientemente soportadas y dificultades para consolidar datos históricos. Estos hallazgos coinciden con lo planteado por PMI (2021), quien establece que la confiabilidad de la información recopilada durante la ejecución del proyecto influye directamente en la eficiencia de los procedimientos de finalización.

Ilustración 14

Principales causas de retrasos en la liquidación contractual



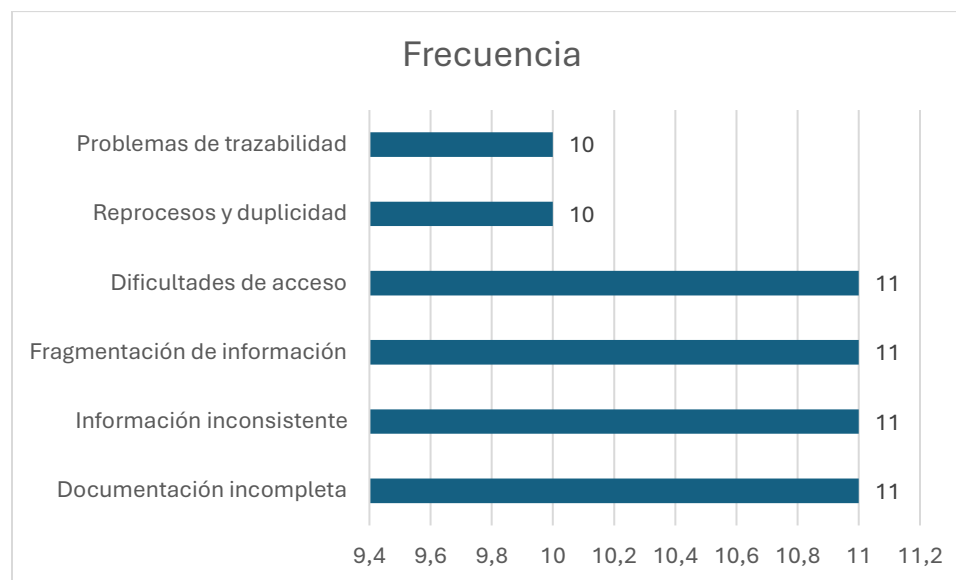
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Asimismo, 11 de 12 entrevistados señalaron que los problemas detectados durante el cierre y la liquidación contractual no se originan exclusivamente en esta etapa, sino que corresponden a deficiencias acumuladas durante el seguimiento del proyecto. Los entrevistados identificaron situaciones recurrentes asociadas a documentación incompleta, información desactualizada, inconsistencias entre registros de diferentes áreas, duplicidad documental y dificultades de trazabilidad, las cuales permanecen durante la ejecución y se evidencian con mayor intensidad al momento de realizar la liquidación contractual, ver Ilustración 15. En este sentido, la ausencia de mecanismos efectivos para garantizar la actualización oportuna, la consistencia de la información y el control documental durante el ciclo de vida del proyecto termina impactando negativamente los tiempos de cierre y la capacidad de consolidar soportes técnicos, financieros y contractuales. Estos resultados coinciden con Kerzner (2022), quien sostiene que las deficiencias documentales y de control acumuladas durante la ejecución suelen manifestarse en retrasos, reprocesos y dificultades durante las etapas finales del proyecto.

Ilustración 15

Ilustración 15

Principales problemas del seguimiento que impactan la liquidación contractual



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

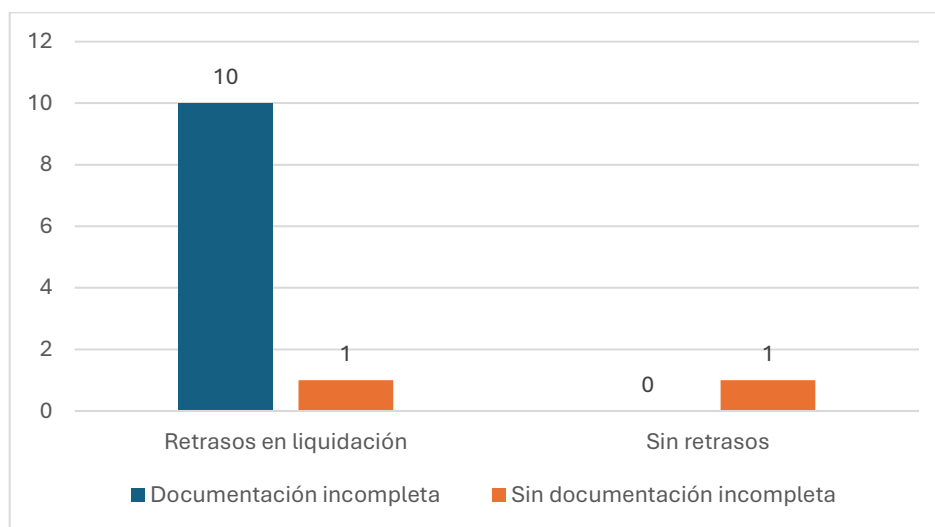
Estos hallazgos evidencian la estrecha relación existente entre la calidad de la gestión administrativa durante la ejecución y la eficiencia de los procedimientos de finalización.

La relación entre documentación incompleta y retrasos en la liquidación contractual muestra una asociación evidente como se puede ver en la Ilustración 16, de los 12 entrevistados 10 que reportaron retrasos también identificaron problemas asociados a expedientes incompletos, soportes faltantes o inconsistencias documentales. Este resultado refuerza la importancia de fortalecer los mecanismos de administración documental, trazabilidad y control de la información durante toda la trayectoria completa del proyecto, evitando que las deficiencias acumuladas durante la ejecución se materialicen en retrasos durante el cierre y la liquidación contractual.

Ilustración 16

Ilustración 16

Relación entre documentación incompleta y retrasos en liquidación



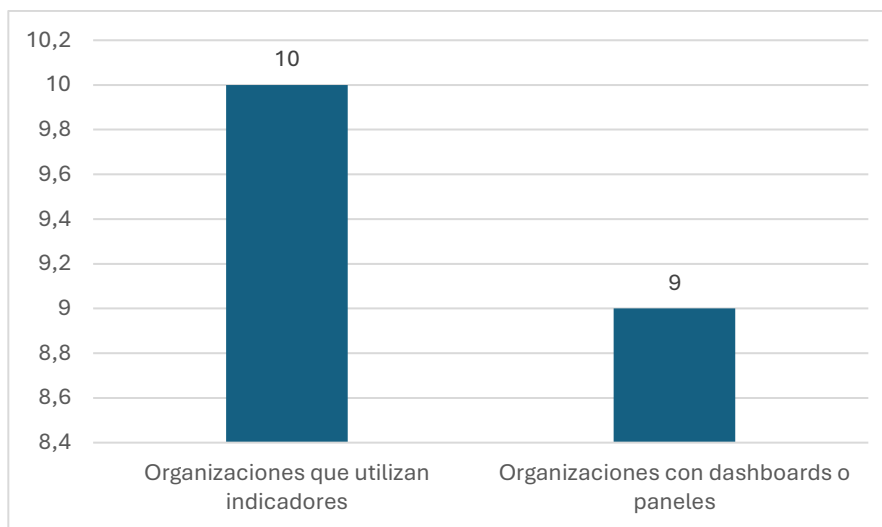
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

6.2.5 Aprovechamiento de la información para orientar decisiones de gestión

Los resultados indican que de los 12 entrevistados 10 indican que las empresas en las que se encuentran cuentan con indicadores de seguimiento asociados a aspectos físicos, financieros, contractuales y operativos. Asimismo, 9 de los 12 entrevistados indican que en sus empresas se ha comenzado a implementar paneles de gestión, dashboards y herramientas de visualización, tal como se puede ver en la Ilustración 17.

Ilustración 17

Relación entre uso de indicadores y disponibilidad de dashboards

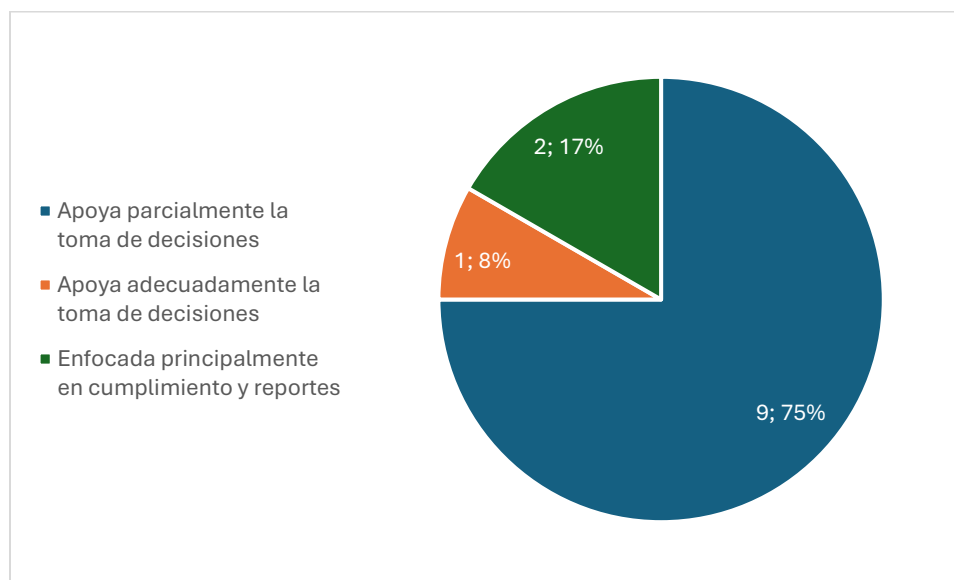


Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Sin embargo, los resultados evidencian que la información disponible no siempre es utilizada como un insumo estratégico para la toma de decisiones. Ante la pregunta sobre si la información realmente apoya la toma de decisiones, el 75% de los entrevistados respondió que esto ocurre solo de manera parcial, tal como se puede observar en la Ilustración 18. Los participantes señalaron que gran parte de los datos generados se utilizan principalmente para atender requerimientos regulatorios, auditorías, reportes institucionales o solicitudes de organismos de control, más que para anticipar riesgos, identificar tendencias o apoyar decisiones preventivas durante la ejecución de los proyectos, ver Ilustración 19. Esta percepción fue compartida por representantes de áreas técnicas, contractuales, operativas, de auditoría y tecnología, quienes coincidieron en que la capacidad analítica de la información aún es limitada. Este resultado coincide con lo señalado por Power (2016), quien plantea que muchas organizaciones permanecen en niveles descriptivos de análisis, utilizando los datos principalmente para reportar eventos pasados y no para anticipar escenarios futuros.

Ilustración 18

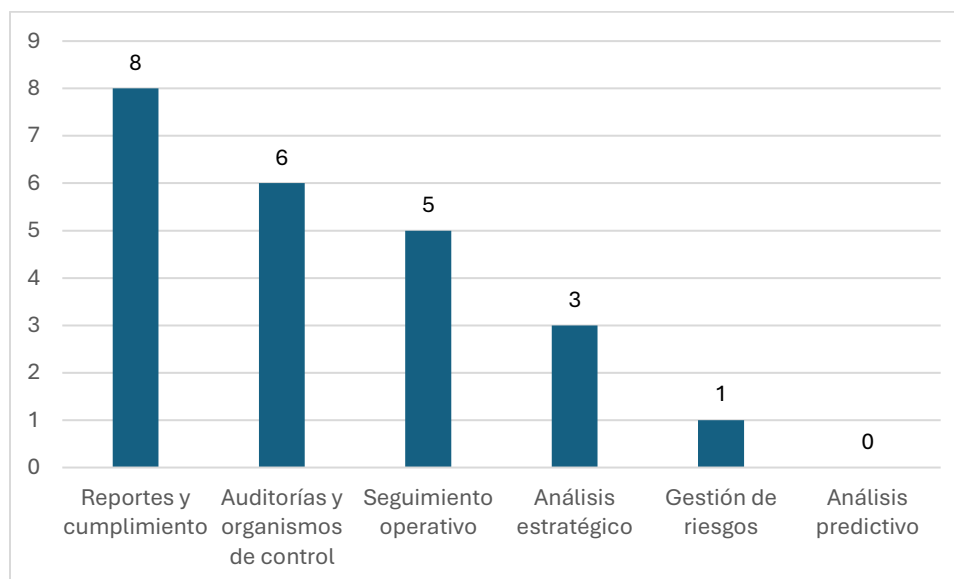
Uso de la información para la toma de decisiones



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Ilustración 19

Finalidad principal de la información generada



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

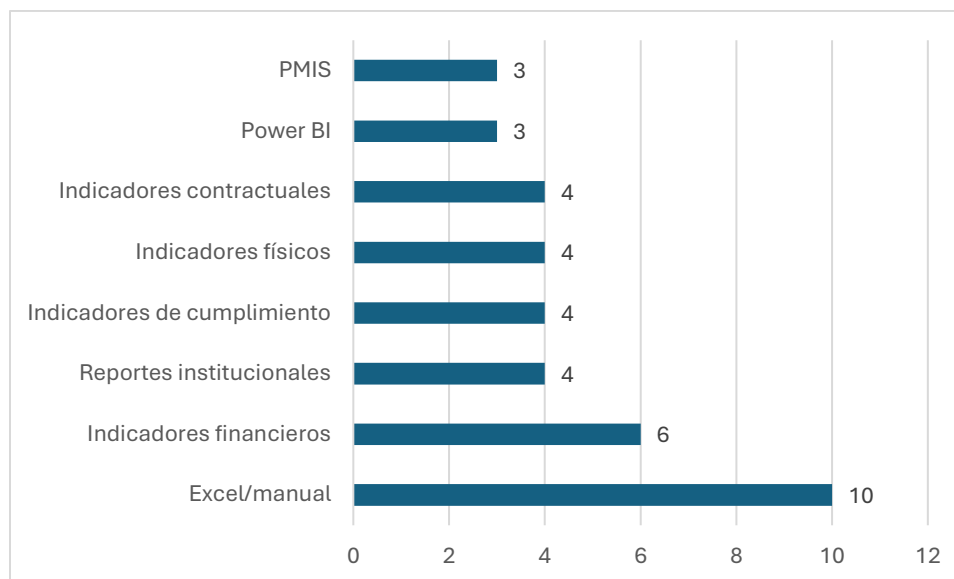
La percepción predominante es que existe un importante potencial para aprovechar la información disponible en la identificación temprana de riesgos, desviaciones y oportunidades de mejora, pero dicho potencial aún no se materializa plenamente debido a problemas de integración, calidad de datos y automatización. Según (Sharda, Delen, & Turban, 2018), la inteligencia empresarial busca precisamente transformar los datos en conocimiento útil para apoyar decisiones estratégicas y mejorar el desempeño organizacional. En consecuencia, la información cumple adecuadamente una función de reporte y control, pero presenta limitaciones para convertirse en conocimiento útil para la gestión estratégica de los proyectos.

La Ilustración 20 pone de manifiesto que las empresas a las que pertenecen los entrevistados utilizan indicadores formales para monitorear el comportamiento de los proyectos, especialmente indicadores financieros, físicos y contractuales. No obstante, el análisis de esta información, continúa dependiendo principalmente de hojas de cálculo y procedimientos ejecutados manualmente. Aunque algunas entidades han comenzado a incorporar herramientas como Power BI, Jira o Microsoft Project, su utilización aún es limitada y no representa una práctica generalizada.

Ilustración 20

Ilustración 20

Uso de indicadores y herramientas de análisis

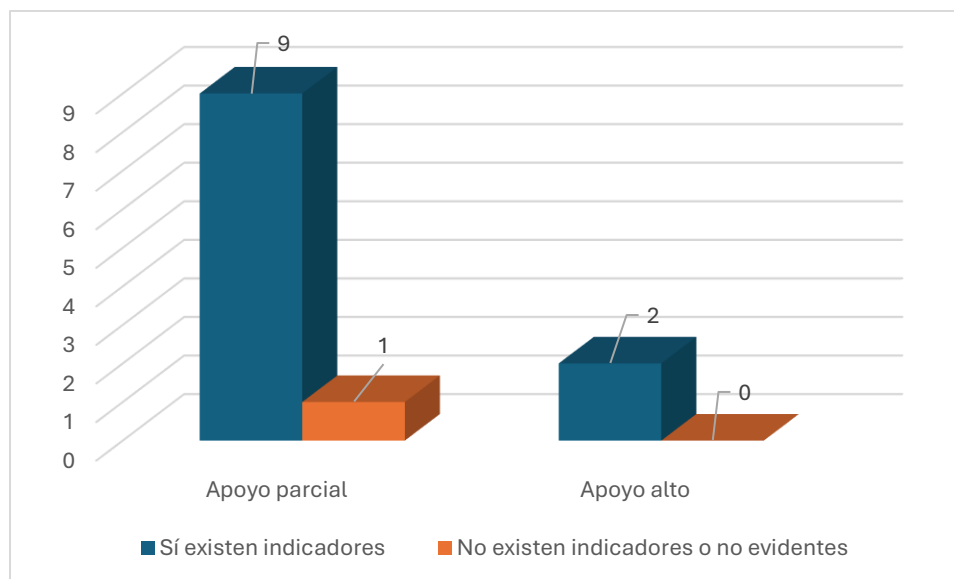


Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

La comparación entre disponibilidad de métricas y uso para decidir (Ilustración 21) muestra una situación particular: la mayoría de las organizaciones sí mide su desempeño, pero buena parte de esas mediciones se utiliza para atender reportes operativos, obligaciones regulatorias o auditorías. Según los participantes, es menos frecuente que los mismos datos se exploten para anticipar escenarios, priorizar acciones o comparar tendencias. La brecha, por tanto, no está en producir información sino en convertirla en análisis que apoye decisiones, lo que abre un espacio claro para la inteligencia empresarial.

Ilustración 21

Relación entre disponibilidad de indicadores y apoyo a la toma de decisiones



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Las organizaciones estudiadas sí generan grandes volúmenes de información y cuentan con múltiples soluciones tecnológicas para gestionarla; no obstante, la información permanece fragmentada entre sistemas, áreas y actores, generando problemas de trazabilidad, calidad de datos, coordinación interáreas y retrasos en los procesos de liquidación y finalización contractual. Como consecuencia, la información se utiliza principalmente para fines de control y reporte, más que como un activo estratégico para orientar decisiones de gestión. Esta situación evidencia la necesidad de un esquema de inteligencia empresarial que permita integrar, consolidar y explotar la información de manera oportuna y confiable.

6.3 Análisis estratégico de modelos, arquitecturas y buenas prácticas de Inteligencia de Negocios

Los resultados obtenidos en el diagnóstico mostraron que las dificultades de mayor relevancia en la administración de las actividades asociadas al control y a la terminación administrativa de los proyectos no están asociadas con la ausencia de información, sino con la

forma en que esta es administrada dentro de las organizaciones. La existencia de varias plataformas institucionales de información que funcionan de forma aislada, la dispersión documental, la elaboración manual de reportes, las restricciones para compartir información entre las áreas organizacionales distintas y la escasa explotación analítica de los datos dificultan el seguimiento oportuno de los proyectos y afectan la eficiencia de los procesos de finalización administrativa y contractual.

Los resultados permiten considerar que las dificultades observadas no son exclusivamente operativas. La dispersión de los datos, la ausencia de criterios comunes, los reprocesos y la dependencia de consolidaciones manuales responden también a decisiones de arquitectura de información, gobierno de datos y organización de responsabilidades. Por ello, la evaluación de alternativas de inteligencia empresarial debe contemplar de manera simultánea dimensiones tecnológicas y de gestión.

El propósito del análisis no es establecer un ganador entre los modelos revisados. Cada enfoque responde a necesidades distintas y ofrece aportes específicos. La comparación se utiliza para reconocer qué principios, prácticas y componentes resultan más pertinentes frente a las condiciones encontradas en las empresas estudiadas y cuáles requieren adaptación antes de incorporarse a una propuesta conceptual.

Los modelos se examinaron, entonces, a partir de su capacidad para responder a necesidades concretas del diagnóstico: conectar fuentes heterogéneas, mantener una historia consolidada de los proyectos, establecer responsabilidades sobre los datos, producir indicadores consistentes y facilitar el acceso analítico a la información. Estos criterios permiten relacionar la revisión teórica con los problemas observados en la práctica.

Desde esta perspectiva, el análisis estratégico desarrollado constituye un puente metodológico entre el diagnóstico de la situación actual y el diseño del modelo conceptual de inteligencia empresarial, permitiendo fundamentar la selección de los componentes tecnológicos, organizacionales y de gobernanza que conformarán la propuesta dirigida al fortalecimiento de la capacidad de gestión de las actividades administrativas vinculadas con el seguimiento y al cierre de los proyectos.

6.3.1 Necesidades identificadas en el diagnóstico como criterios para el análisis de modelos de Inteligencia empresarial

El diagnóstico permitió agrupar varias necesidades que afectan la eficiencia de las tareas administrativas de control y finalización. Aunque se manifiestan en momentos distintos del proyecto, todas convergen en un mismo problema: la información se administra de forma fragmentada y debe reunirse manualmente para obtener una visión completa.

Las organizaciones utilizan varias plataformas para registrar datos de ejecución; sin embargo, cada aplicación atiende funciones específicas y con frecuencia opera sin conexión directa con las demás. Como resultado, los usuarios deben consultar diferentes fuentes, comparar versiones y reconstruir reportes antes de conocer el estado de un proyecto. Esto prolonga los tiempos de respuesta, favorece registros repetidos y reduce la confianza en la información utilizada para decidir.

El diagnóstico también mostró una dependencia alta de tareas manuales para conciliar información administrativa, construir métricas y controlar actividades pendientes al finalizar los proyectos. Además de aumentar la carga de trabajo, esta forma de operación incrementa la posibilidad de errores, versiones contradictorias y pérdida de antecedentes relevantes.

Otra necesidad relevante es asegurar la continuidad documental de cada proyecto. Los entrevistados señalaron que los soportes se encuentran distribuidos entre repositorios, carpetas, sistemas de contratación y archivos administrados por diferentes áreas. La consecuencia es una reconstrucción tardía de la historia del proyecto cuando se requiere atender auditorías, conciliaciones o procesos de liquidación. El modelo, por tanto, debe facilitar vínculos claros entre los datos de gestión y la evidencia documental correspondiente.

Aunque las organizaciones emplean indicadores para controlar la ejecución, su definición y cálculo no siempre son homogéneos. Diferencias en fórmulas, periodicidades o fuentes pueden producir lecturas distintas de una misma situación. De allí surge la necesidad de contar con un catálogo institucional de indicadores, reglas de cálculo documentadas y una fuente de datos común que permita comparar resultados entre proyectos y periodos.

A partir de estos resultados se establecieron los criterios que orientan el análisis de los modelos de inteligencia empresarial, los cuales se presentan en la Tabla 3. **Necesidades identificadas durante el diagnóstico y criterios para el análisis de modelos de Inteligencia empresarial³.**

Tabla 3. Necesidades identificadas durante el diagnóstico y criterios para el análisis de modelos de Inteligencia empresarial³

Necesidad identificada	Evidencia obtenida en el diagnóstico	Criterio de análisis del modelo BI
Fragmentación de la información	Uso de múltiples sistemas sin integración	Capacidad para integrar múltiples fuentes de datos
Elaboración manual de reportes	Consolidación manual de información	Automatización del procesamiento y generación de reportes
Baja interoperabilidad	Plataformas independientes	Integración tecnológica e interoperabilidad
Limitada trazabilidad documental	Información distribuida en diferentes repositorios	Gobierno y gestión de datos

Necesidad identificada	Evidencia obtenida en el diagnóstico	Criterio de análisis del modelo BI
Uso limitado de indicadores	Indicadores orientados principalmente al control	Capacidades analíticas y visualización de información
Retrasos en el cierre administrativo	Información dispersa y reprocesos	Disponibilidad de información oportuna para la toma de decisiones

Nota: Elaboración propia

Como puede observarse, las necesidades identificadas trascienden la dimensión tecnológica y evidencian la importancia de considerar componentes organizacionales asociados a el gobierno de los datos, la estandarización de procesos y la administración de la información. En consecuencia, el análisis de los modelos de inteligencia empresarial no se limitará a evaluar arquitecturas tecnológicas, sino que incorporará criterios asociados con la capacidad de estos enfoques para incrementar la capacidad de gestión administrativa de los proyectos desde una perspectiva integral.

6.3.2 Análisis comparativo de enfoques y diseños de arquitectura de Inteligencia empresarial

Las necesidades identificadas durante el diagnóstico mostraron que las empresas objeto de estudio requieren un enfoque de inteligencia empresarial que trascienda la implementación de soluciones tecnológicas aisladas. La distribución de la información entre diversas fuentes, la limitada capacidad de intercambio entre sistemas entre plataformas, la dependencia de tareas realizadas de forma manual y las dificultades para asegurar la seguimiento documental hacen necesario evaluar diferentes enfoques y diseños de arquitectura de inteligencia empresarial desde una perspectiva estratégica, considerando no solo sus componentes tecnológicos, sino también su capacidad para incrementar la capacidad de gestión administrativa y apoyar el proceso decisorio.

Con este propósito se analizaron algunos de los modelos y enfoques de inteligencia empresarial con mayor reconocimiento en la literatura especializada, entre ellos la arquitectura dimensional de Kimball, la arquitectura corporativa de Inmon, el marco de gobierno de los datos propuesto por DAMA-DMBOK, las prácticas recomendadas planteadas por Gartner para organizaciones orientadas por datos y la arquitectura analítica soportada por la plataforma Microsoft Power BI. La selección de estos referentes obedece a que, en conjunto, integran aspectos asociados a la gestión de datos, la arquitectura de información, la analítica organizacional y la visualización de indicadores, elementos estrechamente asociados a las necesidades identificadas durante el diagnóstico.

Arquitectura dimensional de Kimball. El enfoque propuesto por Kimball se apoya en la construcción de almacenes de datos mediante un diseño dimensional dirigido a facilitar el análisis de los datos recopilados y la elaboración de reportes. Su principal fortaleza radica en la integración progresiva de diferentes fuentes de información mediante procesos ETL y en la estructuración de modelos de datos que posibilitan consultas ágiles para el seguimiento de indicadores.

Desde la perspectiva de las empresas analizadas, este enfoque presenta una alta pertinencia, debido a que la principal situación problemática identificada corresponde a la distribución de la información entre diversas fuentes entre plataformas diversas institucionales. La implementación de una arquitectura basada en modelos dimensionales permitiría articular datos procedentes de sistemas financieros, contractuales, documentales y de dirección y administración de proyectos en un repositorio unificado, facilitando la construcción de indicadores para el control administrativo y reduciendo la dependencia de tareas realizadas de forma manual para la elaboración de reportes.

Aun así, la arquitectura de Kimball concentra su mayor fortaleza en la integración y explotación analítica de los datos, sin profundizar en aspectos asociados a la gobernanza de la información, la definición de responsabilidades sobre los datos o las políticas institucionales para asegurar su calidad, aspectos que fueron identificados como relevantes durante el diagnóstico.

Arquitectura corporativa de Inmon. El modelo propuesto por Inmon plantea la construcción de un almacén de datos (Data Warehouse) corporativo como fuente central de información para toda la organización, a partir del cual se derivan repositorios especializados para cada proceso de negocio. Este enfoque privilegia la integración institucional de los datos y la construcción de una visión única de la información organizacional.

Para las empresas objeto de estudio, esta arquitectura ofrece ventajas importantes en términos de estandarización y consistencia de la información, especialmente considerando la participación de varias áreas durante el control del avance durante la ejecución y finalización de los proyectos. La disponibilidad de un repositorio corporativo facilitaría la capacidad de rastrear el origen y evolución de la información y disminuiría las inconsistencias derivadas del uso de diferentes versiones de un mismo documento o indicador.

Aun así, la implementación del enfoque de Inmon suele requerir mayores niveles de madurez organizacional, inversiones significativas y tiempos de desarrollo más prolongados, lo que puede limitar su adopción inmediata en organizaciones donde los procesos de integración tecnológica aún se aprecian en etapas iniciales.

DAMA-DMBOK como referente para la gobernanza de datos. A diferencia de Kimball e Inmon, el marco DAMA-DMBOK no constituye una arquitectura tecnológica, sino un modelo de buenas prácticas para la gestión integral de los datos. Su principal aporte consiste en establecer principios de gobernanza, calidad, seguridad, metadatos, administración de datos maestros y definición de responsabilidades institucionales.

Los resultados del diagnóstico mostraron que gran parte de las limitaciones relacionadas con el control del avance durante la ejecución y finalización de los proyectos se relacionan con inconsistencias en la información, ausencia de responsables claramente definidos y diferencias en los criterios utilizados por las distintas áreas para registrar y administrar los datos. Bajo estas condiciones, la integración de principios de gobierno de los datos resulta indispensable para asegurar que la información utilizada por el esquema conceptual de inteligencia empresarial sea confiable, consistente y esté disponible de manera oportuna.

En consecuencia, más que constituir una alternativa a las arquitecturas tecnológicas, DAMA-DMBOK se identifica como un complemento estratégico que fortalece la calidad y confiabilidad de la información utilizada por cualquier solución de inteligencia empresarial.

Buenas prácticas para organizaciones orientadas por datos. Los planteamientos de Gartner destacan que el éxito de una iniciativa de inteligencia empresarial depende no solo de la tecnología implementada, sino también del desarrollo de capacidades organizacionales dirigidas a la gestión basada en datos. Este enfoque promueve la creación de una cultura analítica, la definición de indicadores alineados con los objetivos estratégicos y el uso de paneles de gestión para apoyar la adopción de decisiones.

Esta perspectiva resulta especialmente pertinente para las organizaciones analizadas, donde se mostró que los indicadores existentes son utilizados sobre todo para fines de seguimiento

operativo y observancia normativa, desaprovechando su potencial para apoyar procesos de análisis estratégico. En consecuencia, la adopción de prácticas dirigidas a una cultura de decisiones sustentada en evidencia representa un componente fundamental para maximizar el valor generado por el modelo conceptual propuesto.

Arquitectura analítica basada en Microsoft Power BI. Microsoft Power BI representa una plataforma tecnológica ampliamente utilizada para la integración, transformación, análisis y visualización de datos provenientes de varias fuentes. Su capacidad para conectarse con diferentes sistemas institucionales, automatizar procesos de actualización de información y construir tableros interactivos la convierte en una alternativa especialmente atractiva para organizaciones que requieren fortalecer sus capacidades analíticas sin reemplazar completamente sus sistemas operacionales.

Considerando que las empresas analizadas ya emplean plataformas como SAP, Jira, sistemas documentales y herramientas ofimáticas, Power BI ofrece una ventaja significativa al facilitar la integración de estas fuentes mediante conectores nativos, reduciendo la necesidad de duplicar información y permitiendo la construcción de indicadores consolidados para el control administrativo de los proyectos.

Aun así, el potencial de esta plataforma depende directamente de la calidad, disponibilidad y gobernanza de los datos institucionales, razón por la cual su implementación debe estar acompañada por estrategias de integración y administración de datos.

Comparación de los modelos analizados. Con el propósito de sintetizar el análisis realizado, la Tabla 4. **Comparación de los modelos analizados**⁴ presenta una comparación de los principales modelos y arquitecturas de inteligencia empresarial considerando los criterios derivados del diagnóstico desarrollado en esta investigación.

Tabla 4. Comparación de los modelos analizados⁴

CRITERIO DE EVALUACIÓN	KIMBALL	INMON	DAMA-DMBOK	GARTNER	MICROSOFT POWER BI
Integración De Múltiples Fuentes De Datos	Alta	Alta	Baja	Media	Alta
Gestión De La Calidad De Los Datos	Media	Media	Alta	Media	Media
Gobernanza De Datos	Baja	Media	Alta	Alta	Baja
Soporte Para Indicadores Y Dashboards	Alta	Media	Baja	Alta	Alta
Interoperabilidad Con Múltiples Plataformas	Alta	Media	Baja	Media	Alta
Apoyo A La Toma De Decisiones	Alta	Alta	Media	Alta	Alta
Facilidad De Implementación Progresiva	Alta	Baja	Media	Media	Alta
Pertinencia Para El Contexto Analizado	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Nota: Elaboración propia con base en Kimball, Inmon, DAMA International, Gartner y Microsoft.

La comparación de alternativas muestra que ninguna de las referencias estudiadas cubre por sí sola todas las necesidades del contexto. Kimball e Inmon aportan mecanismos para estructurar e integrar datos; DAMA-DMBOK ofrece principios para asignar responsabilidades y controlar la calidad; Gartner enfatiza capacidades organizacionales y cultura de datos; y Microsoft Power BI proporciona recursos prácticos para análisis y visualización. La utilidad de cada enfoque, por tanto, depende del problema específico que deba resolverse.

A partir de esa comparación se descartó la adopción rígida de un único modelo. Para el contexto analizado resulta más conveniente combinar componentes complementarios en una arquitectura conceptual propia. La propuesta integra mecanismos para conectar fuentes, definir

reglas de gobierno, homologar métricas, visualizar información y reforzar los procedimientos administrativos de control y finalización de proyectos.

6.3.3 *Discusión y selección de componentes estratégicos para el esquema conceptual de inteligencia empresarial*

La comparación realizada muestra que las dificultades del diagnóstico no pueden resolverse con un único componente tecnológico. Integrar fuentes sin reglas de calidad trasladaría las inconsistencias a un repositorio central; disponer de un almacén de datos sin indicadores comunes limitaría su utilidad; y construir paneles de visualización sin responsabilidades claras sobre los datos podría generar nuevas discrepancias. La propuesta requiere, por tanto, una combinación coherente de integración, gobierno, almacenamiento, analítica y gestión del cambio.

La evidencia revisada sugiere que el modelo destinado al sector debe ser gradual y compatible con la infraestructura existente. En lugar de reemplazar aplicaciones institucionales que ya cumplen funciones especializadas, conviene crear mecanismos que intercambien y transformen sus datos bajo reglas comunes. Esta aproximación permite aprovechar inversiones previas y concentrar los esfuerzos en la calidad, consistencia y disponibilidad de la información necesaria para el seguimiento y el cierre.

La selección de componentes se realizó considerando dos criterios. El primero fue su relación directa con las necesidades identificadas en las entrevistas y en el diagnóstico institucional. El segundo fue su capacidad para integrarse en una arquitectura viable para organizaciones con diferentes niveles de madurez tecnológica. Estos criterios orientaron la elección de los elementos que conforman el modelo conceptual.

Integración de datos como componente estructural. El diagnóstico mostró que la información relevante para controlar los proyectos reside en sistemas y repositorios diferentes. Por esta razón, la propuesta incorpora una capa de integración encargada de extraer datos de las fuentes disponibles, aplicar reglas de transformación y relacionarlos mediante identificadores comunes. El objetivo es reducir consolidaciones manuales y ofrecer una visión coherente del proyecto sin exigir la sustitución inmediata de las aplicaciones existentes.

Los procesos de extracción, transformación y carga (ETL) permiten depurar formatos, resolver duplicidades y homologar estructuras antes de almacenar la información. Su función no se limita al traslado de registros: también incluye validaciones que ayudan a detectar datos incompletos o inconsistentes. Esta etapa resulta esencial para que los análisis posteriores se construyan sobre información comparable y trazable.

Repositorio institucional unificado. Una vez integradas las fuentes, el modelo requiere un espacio de almacenamiento que conserve información histórica y organizada de los proyectos. El repositorio permite relacionar dimensiones como contrato, proyecto, tiempo, responsable, avance físico, ejecución financiera y estado documental. La existencia de una estructura común facilita análisis transversales que serían difíciles de realizar directamente sobre sistemas operacionales independientes.

Un repositorio institucional unificado mejora la consistencia de los datos utilizados en informes y análisis, ya que diferentes áreas pueden consultar una misma base estructurada. También permite conservar series históricas para comparar comportamientos y reconocer tendencias. Su diseño debe contemplar controles de acceso, trazabilidad de cargas y reglas de actualización que preserven la confiabilidad de la información.

Gobierno y calidad de los datos. Las entrevistas mostraron que una parte importante de los problemas administrativos se origina en diferencias de criterios, registros incompletos y ausencia de responsables claramente definidos. El modelo incorpora, por ello, reglas para asignar propietarios y custodios de datos, documentar definiciones, establecer controles de calidad y gestionar cambios en los elementos críticos de información.

Este componente no debe entenderse como una tarea exclusiva del área de tecnología. El gobierno de datos requiere acuerdos entre las dependencias que producen, validan y utilizan la información. Su incorporación al modelo busca que la calidad de los datos sea una responsabilidad compartida y que los problemas se corrijan en su origen, en lugar de resolverse repetidamente durante la elaboración de informes.

Indicadores y analítica para apoyar decisiones. El diagnóstico mostró que las empresas disponen de numerosos datos, pero no siempre de métricas uniformes que permitan interpretar el estado de los proyectos. El modelo propone organizar los indicadores en un catálogo con definición, fórmula, fuente, periodicidad, responsable y umbrales de alerta. Esta estandarización facilita comparar proyectos y detectar desviaciones con mayor oportunidad.

La gestión de indicadores se complementa con funciones analíticas que permitan examinar tendencias, identificar proyectos con mayor exposición a retrasos y relacionar variables físicas, financieras, contractuales y documentales. El propósito es que la información no se limite al reporte retrospectivo, sino que apoye la priorización de acciones de seguimiento y cierre.

Intercambio entre sistemas institucionales. Las organizaciones analizadas utilizan varias plataformas especializadas y no resulta eficiente sustituirlas únicamente para construir el modelo de inteligencia empresarial. La propuesta plantea conectarlas mediante interfaces, servicios o procesos de integración que permitan transferir datos de forma controlada. Con ello se busca disminuir la doble captura y mantener la funcionalidad de los sistemas que ya soportan procesos operativos.

La conexión entre plataformas permite aprovechar las inversiones tecnológicas existentes y reducir tareas repetitivas de digitación y conciliación. Al mismo tiempo, facilita que la información generada en un sistema pueda ser utilizada por otros procesos sin depender de archivos enviados manualmente. Para que esta integración sea sostenible, deben definirse responsables, frecuencias de actualización y mecanismos de control de errores.

Visualización mediante paneles de seguimiento. La información integrada adquiere mayor utilidad cuando se presenta de acuerdo con las necesidades de cada nivel de gestión. El modelo contempla paneles que sinteticen indicadores, alertas y estados de proyecto para perfiles operativos, tácticos y directivos. La visualización debe priorizar variables accionables y permitir profundizar en las causas de las desviaciones detectadas.

El uso de paneles puede facilitar la detección temprana de atrasos, diferencias entre avance físico y financiero, soportes pendientes y riesgos de cierre. También permite concentrar las reuniones de seguimiento en excepciones y acciones correctivas, en lugar de destinar gran parte del tiempo a reconstruir información proveniente de distintas fuentes.

Cultura institucional orientada al uso de datos. La adopción del modelo no depende únicamente de integrar herramientas y repositorios. También exige que los equipos comprendan las definiciones de los indicadores, confíen en las fuentes institucionales y utilicen la información como parte habitual de la gestión. Por ello, la propuesta incluye formación, acompañamiento y mecanismos que promuevan el uso consistente de los datos en los procesos de decisión.

Este componente implica desarrollar capacidades analíticas en los equipos, comunicar las reglas de gobierno de los datos y establecer prácticas de revisión periódica de indicadores y calidad de información. La apropiación organizacional es necesaria para evitar que el modelo se convierta en una solución tecnológica utilizada solo por un grupo reducido de usuarios.

Síntesis de los componentes estratégicos seleccionados. La Tabla 5. **Relación entre las necesidades prioritarias identificadas durante el diagnóstico y los componentes estratégicos seleccionados para el diseño del esquema conceptual de inteligencia empresarial.**⁵ presenta la relación entre las principales necesidades identificadas durante el diagnóstico y los componentes estratégicos seleccionados para el diseño del modelo conceptual de inteligencia empresarial.

Tabla 5. Relación entre las necesidades prioritarias identificadas durante el diagnóstico y los componentes estratégicos seleccionados para el diseño del esquema conceptual de inteligencia empresarial.⁵

Necesidad identificada en el diagnóstico			Componente estratégico seleccionado	Resultado esperado
Información dispersa en múltiples sistemas			Integración de datos (ETL)	Consolidación de información en una fuente única
Baja interoperabilidad	entre		Interoperabilidad entre sistemas	Flujo automático y consistente de información
Documentación dispersa y dificultades de trazabilidad		y	Repositorio centralizado de información	Mayor disponibilidad y trazabilidad documental
Inconsistencias en los datos			Gobernanza y calidad de los datos	Información confiable y estandarizada

Uso limitado de indicadores	Gestión integral de indicadores	Mejor apoyo a la toma de decisiones
Reportes manuales	Tableros de control y analítica	Automatización de reportes y monitoreo en tiempo real
Limitada cultura analítica	Gestión del cambio y fortalecimiento de capacidades	Mayor apropiación del modelo y decisiones basadas en datos

Nota: elaboración propia

La discusión muestra que mejorar el control administrativo y la finalización de proyectos requiere intervenir de forma simultánea la tecnología, los procesos y las responsabilidades sobre la información. La integración de fuentes debe acompañarse de reglas de calidad, indicadores uniformes, mecanismos de intercambio entre sistemas y capacidades analíticas en los equipos. Esta visión integral orienta el diseño del modelo conceptual que se expone a continuación.

6.4 Diseño del Modelo Conceptual de Inteligencia de Negocios para el fortalecimiento de la gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos

6.4.1 Fundamentación del modelo

El análisis previo permite concluir que las restricciones observadas se originan en la forma como la información se produce, distribuye, valida y utiliza a lo largo del proyecto. La existencia de numerosas aplicaciones no asegura por sí misma una gestión integrada. Cuando cada área conserva sus propios registros y criterios, la organización debe invertir tiempo en reconciliar datos antes de poder analizarlos o utilizarlos para el cierre.

En consecuencia, la perfeccionamiento de la gestión no depende únicamente de incorporar una nueva aplicación. Se requiere una arquitectura que conecte las fuentes existentes, establezca reglas comunes para los datos y defina cómo se transforman en indicadores y alertas útiles. El modelo conceptual se diseña desde esa premisa y combina elementos tecnológicos con componentes de gobierno y apropiación organizacional.

A partir del diagnóstico y del contraste de arquitecturas y prácticas recomendadas, se formula un esquema conceptual de inteligencia empresarial para apoyar la administración del

seguimiento al avance y la terminación de proyectos. La propuesta organiza en una misma estructura las fuentes institucionales, los procesos de integración, el almacenamiento histórico, el gobierno de los datos, los indicadores y las herramientas de visualización. Su finalidad es facilitar el acceso a información consistente y disminuir los esfuerzos manuales requeridos para consolidarla.

El modelo no reemplaza las aplicaciones que actualmente soportan funciones financieras, contractuales, documentales o técnicas. Su propósito es crear una capa de articulación que permita aprovechar los datos generados por esas plataformas y convertirlos en una visión integrada del proyecto. De este modo, la organización puede mantener sus sistemas especializados mientras mejora la capacidad de análisis transversal.

6.4.2 Arquitectura conceptual del modelo

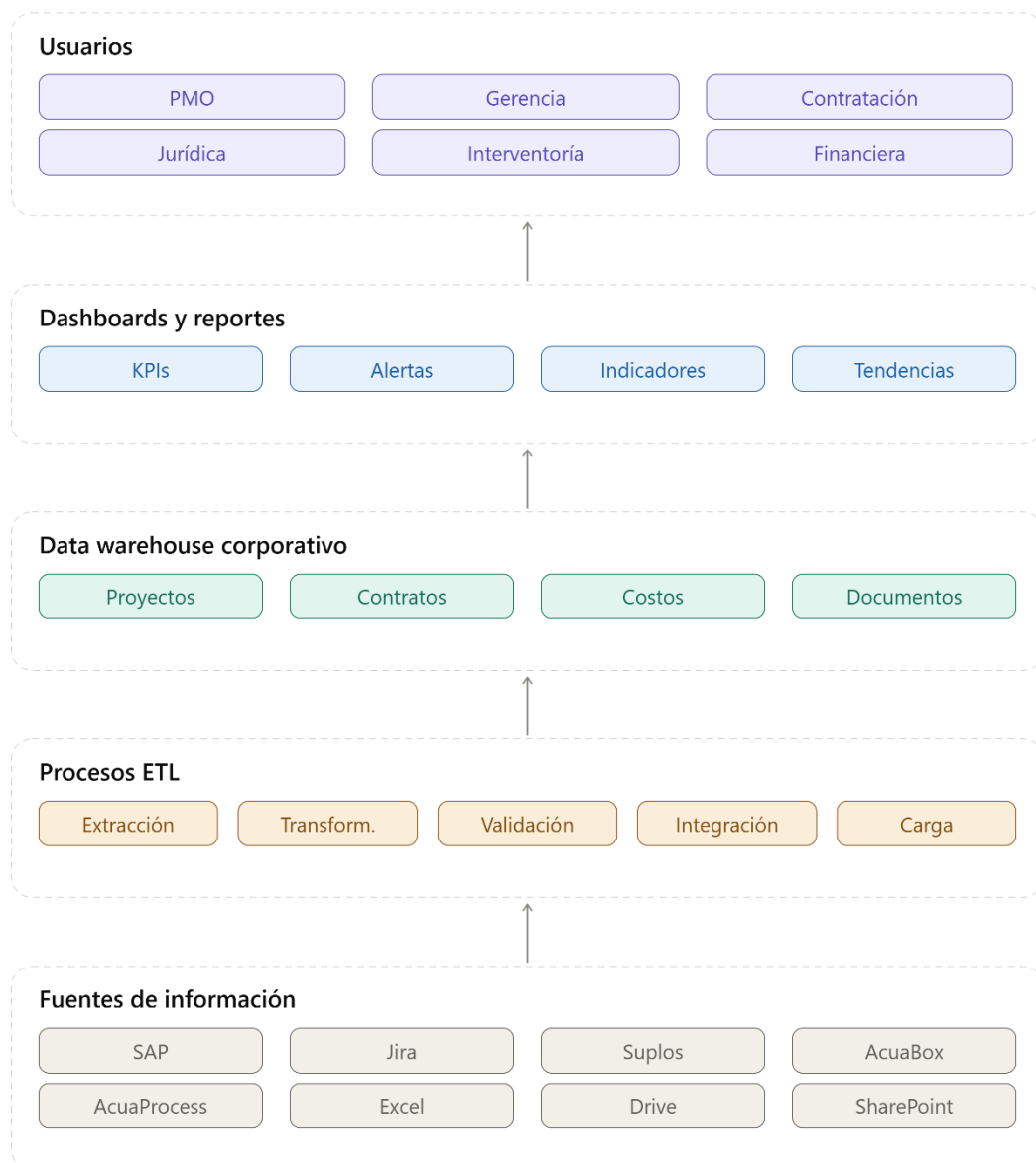
La arquitectura conceptual propuesta se organiza en cinco capas funcionales, como se muestra en la Ilustración 1. En la base se observan las fuentes de información institucionales, conformadas por los sistemas transaccionales y repositorios documentales utilizados durante la gestión de los proyectos. Sobre estas fuentes opera un proceso de extracción, transformación y carga (ETL), encargado de integrar y depurar la información antes de incorporarla al repositorio institucional unificado de datos.

El almacén de datos (Data Warehouse) ocupa una posición central porque conserva la información histórica y relaciona los principales elementos de cada proyecto. Su estructura debe permitir consultar el comportamiento de contratos, avances, pagos, responsables y soportes a lo largo del tiempo. Al concentrar la información analítica en un repositorio común, se reduce la dependencia de consolidaciones elaboradas para cada informe.

Por último, la capa superior corresponde a los usuarios estratégicos del modelo, quienes emplean la información consolidada para realizar seguimiento administrativo, monitorear indicadores de desempeño, identificar riesgos y fortalecer los procesos de cierre de proyectos.

Ilustración 22.

Arquitectura conceptual propuesta para el Modelo de Inteligencia de Negocios.



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

6.4.3 Componentes del modelo

a) Fuentes de información: Está conformado por los sistemas institucionales utilizados durante el ciclo de vida de los proyectos, incluyendo plataformas de gestión financiera, contratación, planeación, seguimiento técnico, administración documental y hojas de cálculo. La función de este componente consiste en suministrar la información necesaria para el análisis integral de los proyectos.

b) Procesos ETL: El proceso ETL (Extract, Transform and Load) constituye el mecanismo encargado de extraer la información desde las diferentes fuentes institucionales, transformarla mediante procesos de validación, depuración y homologación, e incorporarla al repositorio institucional unificado de datos.

La integración de este componente permitirá reducir inconsistencias, eliminar duplicidades y asegurar la confiabilidad de la información utilizada para la construcción de indicadores.

c) Data Warehouse: Representa el repositorio corporativo donde se almacena la información histórica y consolidada de los proyectos. Su principal función consiste en proporcionar una fuente única de información confiable para todas las áreas involucradas en el seguimiento y cierre administrativo.

d) KPIs: El modelo incorpora indicadores estratégicos relacionados con las principales dimensiones de la gestión administrativa.

Entre ellos se formulan:

- Avance físico del proyecto.
- Avance financiero.
- Estado contractual.
- Tiempo promedio de finalización administrativa.

- Tiempo promedio de liquidación.
- Cumplimiento documental.
- Porcentaje de contratos pendientes.
- Índice de repeticiones, conciliaciones y ajustes administrativos.
- Cumplimiento del cronograma.
- Confiabilidad de la información registrada.

Estos indicadores permitirán monitorear el comportamiento de los proyectos de manera continua y apoyar el proceso decisorio oportunas.

e) Dashboards: Los cuadros de mando constituyen la interfaz de visualización del modelo.

Se formula desarrollar dashboards diferenciados para:

- PMO.
- Alta Gerencia.
- Dirección Financiera.
- Dirección Jurídica.
- Contratación.
- Interventoría.

Cada tablero deberá mostrar información en tiempo real, incorporar alertas tempranas y permitir la consulta histórica de indicadores.

f) Gobernanza de datos: El modelo integra un componente de gobernanza dirigido a asegurar la calidad, disponibilidad, seguridad y trazabilidad de la información.

Este componente comprende:

- Definición de responsables de los datos.

- Estándares de calidad.
- Diccionario de datos.
- Catálogo de indicadores.
- Reglas de validación.
- Políticas de actualización.
- Auditoría de cambios.

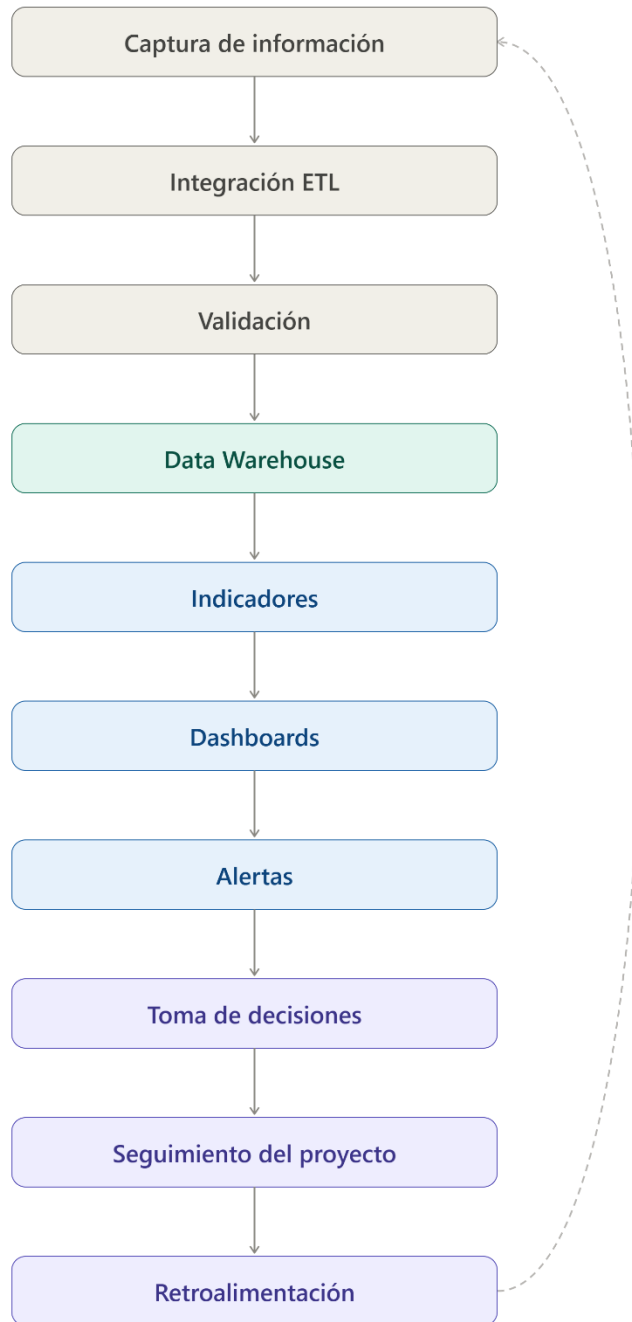
6.4.4 Circulación de la información del modelo

La Ilustración 23 resume el recorrido propuesto para los datos: parte de las fuentes operacionales, continúa con su depuración e integración y finaliza en productos analíticos que pueden utilizarse para orientar decisiones.

Ilustración 23

Ilustración 23

Flujo conceptual de la información desde la captura de datos hasta la generación de conocimiento



↳ el ciclo se retroalimenta hacia el inicio

Nota: Elaboración propia

El flujo propuesto describe un ciclo permanente: los datos generados durante la ejecución se capturan desde las fuentes institucionales, se validan y transforman, se almacenan con criterios

comunes y finalmente se convierten en indicadores y visualizaciones. La retroalimentación proveniente del uso de esos productos permite ajustar reglas de calidad y ampliar gradualmente la cobertura del modelo.

6.4.5 Roles de los actores

La implementación del modelo requiere la participación coordinada de diferentes actores organizacionales, cada uno con responsabilidades específicas en la generación, administración y uso de la información. En la **Tabla 6. Responsabilidades por actor** se muestran las responsabilidades por actor.

Tabla 6. Responsabilidades por actor

Actor		Responsabilidad
Alta Gerencia		Definir lineamientos estratégicos y utilizar la información para la toma de decisiones institucionales.
PMO		Administrar los indicadores del portafolio, realizar seguimiento al desempeño de los proyectos y coordinar la actualización de la información.
Dirección de TI		Administrar la infraestructura tecnológica, los procesos ETL y el Data Warehouse, garantizando la disponibilidad y seguridad de la plataforma.
Líderes de proyecto		Registrar información completa y oportuna sobre el avance físico, financiero y documental de cada proyecto.
Contratación Jurídica	y	Mantener actualizada la información contractual y de liquidación, asegurando la trazabilidad de los procesos.
Interventoría		Validar la información técnica y verificar la consistencia de los registros asociados a la ejecución del proyecto.
Control Interno		Supervisar el cumplimiento de las políticas de calidad y gobernanza de datos, así como la confiabilidad de la información utilizada para el seguimiento.

Nota: Elaboración propia

6.4.6 Lineamientos estratégicos para la adopción

Para facilitar la implementación del modelo conceptual se proponen los siguientes lineamientos:

1. Definir una estrategia institucional de gobernanza de datos con responsables, políticas y estándares de calidad.

2. Integrar progresivamente los sistemas de información existentes mediante procesos ETL, evitando la duplicidad de registros y promoviendo una fuente única de datos.
3. Estandarizar los indicadores prioritarios de desempeño (KPIs) y su catálogo institucional para asegurar comparabilidad y consistencia.
4. Implementar tableros para el monitoreo diferenciados según las necesidades de cada nivel organizacional, incorporando alertas tempranas para la gestión de riesgos.
5. Fortalecer las competencias analíticas del talento humano mediante programas de formación en inteligencia empresarial, examen de datos y uso de herramientas de visualización.
6. Establecer mecanismos de seguimiento y evaluación continua del modelo mediante indicadores de calidad de datos, uso de los tableros y tiempos de respuesta en la gestión administrativa.

6.4.7 *Beneficios esperados*

La implementación del modelo conceptual generará beneficios tanto operativos como estratégicos para la organización. La Tabla 7 presenta la relación entre las dificultades identificadas en el diagnóstico y los beneficios esperados. **Tabla 7**

Tabla 7. *Relación entre las problemáticas identificadas en el diagnóstico y los beneficios esperados*

Hallazgo	Objetivo estratégico	Componente BI	KPI	Actor responsable	Beneficio esperado
Información dispersa	Integrar la información institucional	ETL + Data Warehouse	% de fuentes integradas	Dirección TI / PMO	Fuente única de información
Reportes manuales	Automatizar el seguimiento	Dashboards	Tiempo de generación de reportes	PMO	Menor carga operativa

Hallazgo	Objetivo estratégico	Componente BI	KPI	Actor responsable	Beneficio esperado
Baja trazabilidad	Fortalecer el control documental	Gobernanza de datos	% de documentos trazables	Gestión Documental	Mayor transparencia
Retrasos en el cierre	Optimizar la gestión administrativa	KPIs y alertas	Tiempo promedio de cierre	Líderes de proyecto / PMO	Reducción de tiempos
Indicadores poco utilizados	Fortalecer la toma de decisiones	Cuadros de mando	% de KPIs consultados	Alta Dirección	Decisiones basadas en datos
Duplicidad de información	Mejorar la calidad de los datos	ETL + Calidad de datos	Índice de calidad de datos	Dirección TI	Información confiable
Sistemas aislados	Lograr interoperabilidad	Integración de plataformas	Número de sistemas integrados	Dirección TI	Eliminación de reprocesos
Escasa cultura analítica	Impulsar el uso estratégico de la información	Capacitación y gobernanza	% de usuarios capacitados	Talento Humano	Mayor apropiación del modelo

Nota: Elaboración propia

La propuesta conceptual sintetiza las necesidades detectadas en el diagnóstico y los aportes más pertinentes de los enfoques revisados. En lugar de depender de una única herramienta, combina componentes tecnológicos, reglas de gobierno y capacidades organizacionales. La finalidad es reducir la fragmentación con una arquitectura que conecte datos, conserve su historia, genere métricas comparables y transforme la información en insumos para administrar con mayor oportunidad el avance y la finalización de los proyectos.

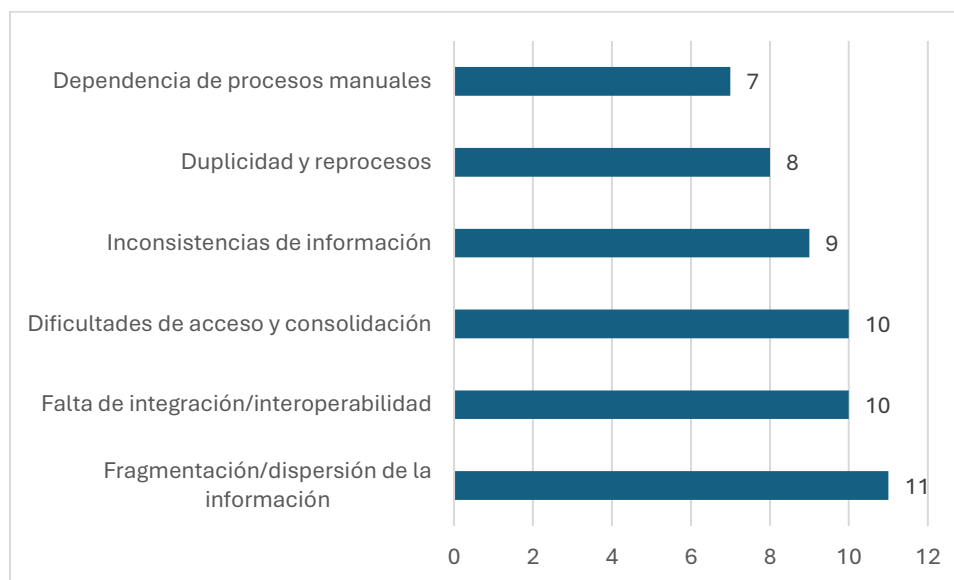
7. Análisis y Discusión

7.1 Fragmentación de la información y ausencia de una fuente única de verdad

Uno de los resultados más consistentes identificados en las entrevistas fue la distribución de la información entre diversas fuentes durante el control del avance durante la ejecución y finalización de los proyectos. Los encuestados señalaron que los datos y soportes de carácter técnico, financiero, contractual y documental se sitúa distribuida en plataformas diversas, repositorios y dependencias organizacionales, dificultando la articulación y consulta en tiempos adecuados de los datos como los hallazgos muestran en la Ilustración 24, donde la distribución de la información entre diversas fuentes fue la categoría más recurrente entre los entrevistados, seguida por la falta de integración entre sistemas y las dificultades de acceso a datos confiables.

Ilustración 24

Principales problemas de gestión de información



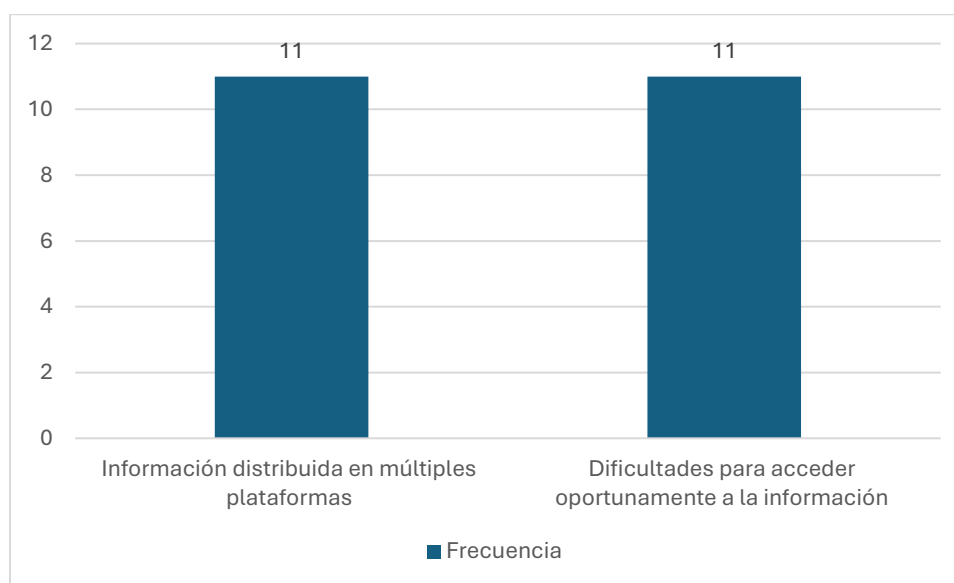
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Este resultado es consistente con las respuestas de los entrevistados evidenciados en la Ilustración 11, quienes señalaron que los proyectos suelen gestionarse simultáneamente mediante herramientas como SAP, Jira, Suplos, Excel, correos electrónicos y depósitos documentales independientes, obligando a realizar tareas manuales de conciliación. **Ilustración 11**

La relación observada en la Ilustración 25 muestra que la dispersión de la información y las dificultades de acceso aparecen de manera simultánea en la mayoría de las organizaciones analizadas. Los entrevistados que señalaron la existencia de información distribuida entre varias plataformas también reportaron mayores tiempos de búsqueda, dificultades para articular soportes, validaciones manuales e incertidumbre respecto a la versión vigente de los documentos. Estos resultados sugieren que la dispersión de la información constituye uno de los principales factores que limitan el acceso oportuno a datos confiables para el seguimiento de la ejecución y cierre de los proyectos.

Ilustración 25

Relación entre fragmentación de información y dificultades de acceso



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Desde la perspectiva de inteligencia empresarial, esta situación limita la construcción de una visión integral del proyecto y afecta la capacidad de la organización para transformar datos en información útil para el proceso decisorio (Sharda, Delen, & Turban, 2018)

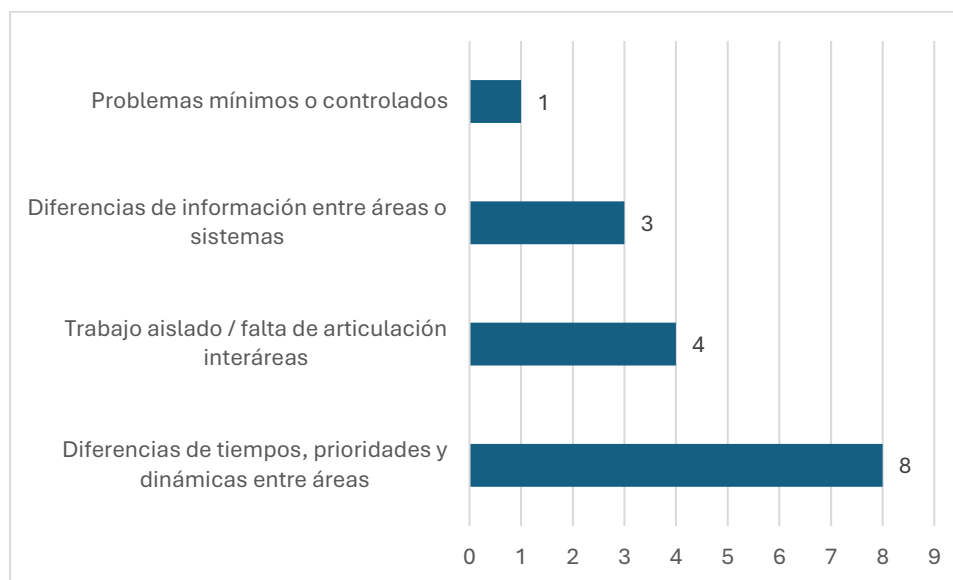
Diversos autores sostienen que la dispersión de datos genera duplicidad de esfuerzos, pérdida de trazabilidad y retrasos en la producción de conocimiento acumulado en la organización (Kimball & Ross, 2013; Turban et al., 2021).

7.2 Problemas de coordinación e interoperabilidad entre áreas

Otro hallazgo relevante fue la existencia de dificultades de coordinación entre las áreas técnica, financiera, contractual y documental. La Ilustración 24 muestra que 8 de 12 de los entrevistados reconoció problemas de articulación interáreas, atribuidos sobre todo a diferencias en prioridades, tiempos de actualización y uso de herramientas independientes. **Ilustración 26**

Ilustración 26

Frecuencia de problemas de coordinación identificados



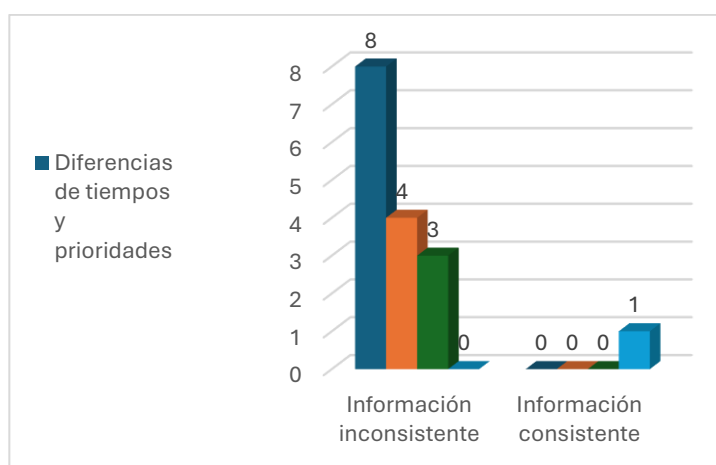
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Los entrevistados también indicaron que cada dependencia opera bajo dinámicas propias, generando inconsistencias en los datos y retrasos en procesos administrativos. En la Ilustración 27 se muestra que los problemas de coordinación están directamente asociados a la aparición de inconsistencias entre reportes técnicos, financieros y contractuales. **Ilustración 27**

Este resultado coincide con lo planteado por el PMI (2021), que identifica la integración de la información como uno de los factores críticos para el éxito de los proyectos. Asimismo, Davenport y Harris (2017) sostienen que las organizaciones generan mayor valor cuando logran integrar procesos, datos y decisiones bajo una arquitectura común de información.

Ilustración 27

Relación entre coordinación interáreas e inconsistencias de información



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

7.3 Retrasos en la liquidación contractual asociados a debilidades documentales

Los hallazgos indican que los retrasos en el proceso de liquidación contractual representan una situación problemática recurrente en las organizaciones analizadas.

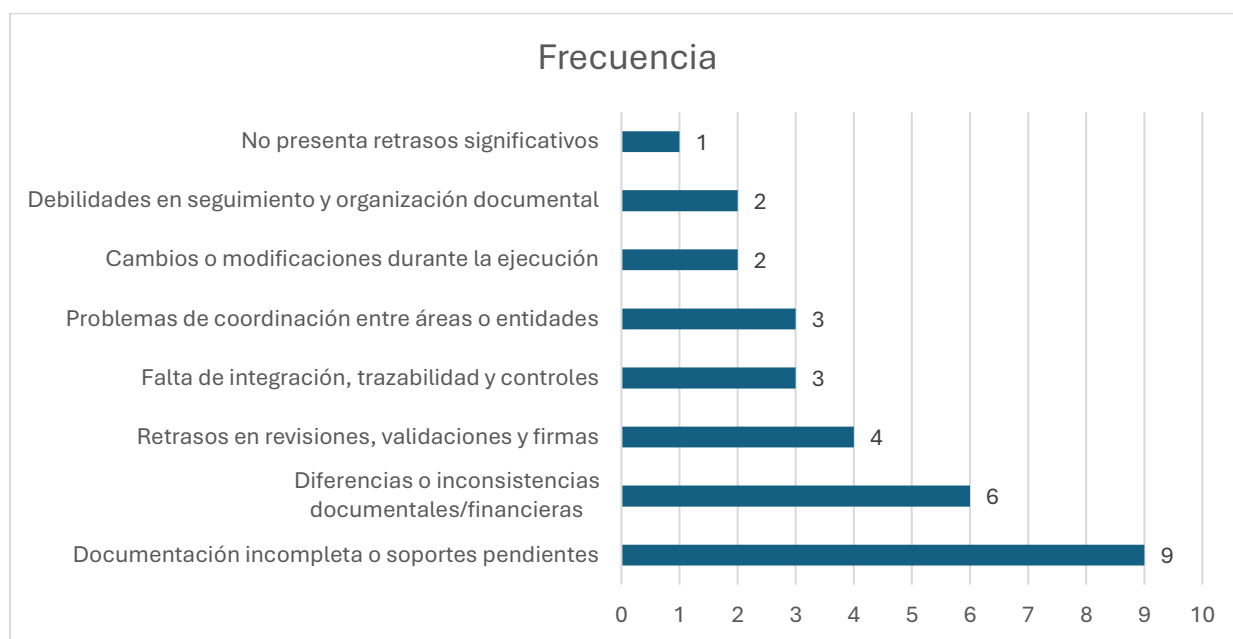
Como se aprecia en la Ilustración 28, las causas más frecuentes corresponden a: **Ilustración**

- Documentación incompleta.
- Soportes faltantes.
- Inconsistencias documentales.
- Diferencias financieras.
- Retrasos en validaciones.

Los entrevistados coincidieron en señalar estas dificultades como factores determinantes de los retrasos.

Ilustración 28

Principales causas de retrasos en la liquidación contractual



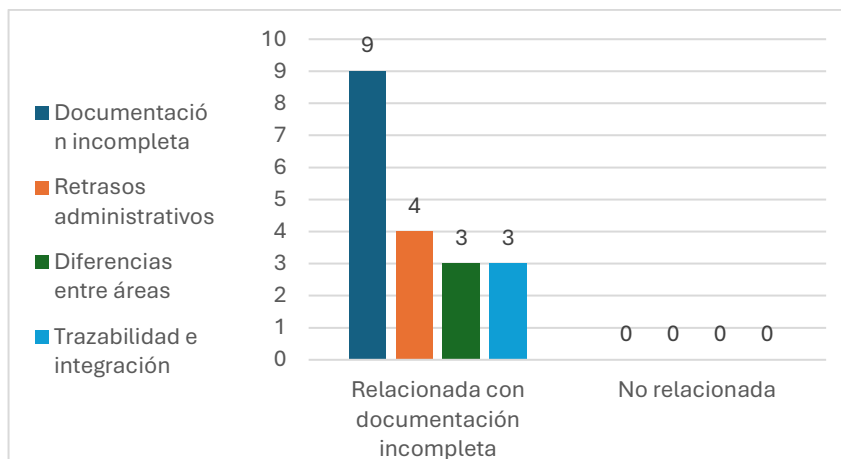
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

En la Ilustración 29 muestra una asociación clara entre expedientes incompletos y mayores demoras en los procesos de cierre y proceso de liquidación contractual.

Estos resultados coinciden con la literatura sobre administración documental y gobierno de datos, la cual señala que la calidad de la información es un requisito indispensable para asegurar procesos administrativos eficientes (DAMA International, 2017).

Ilustración 29

Relación entre documentación incompleta y retrasos en liquidación



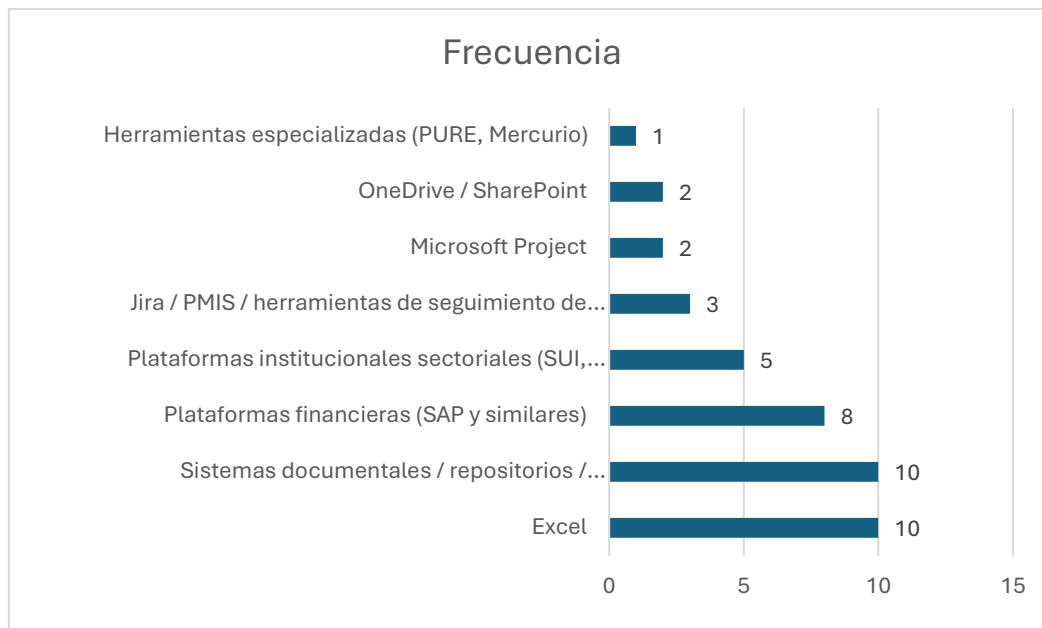
Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

7.4 Dependencia de herramientas tradicionales y limitada madurez analítica

Los resultados muestran que Excel continúa siendo la principal herramienta utilizada para articular, analizar y reportar información de proyectos, tal como se detalla en la Ilustración 30, en esta se muestra que Excel fue mencionado por la mayoría de los participantes, seguido por plataformas especializadas como SAP, Jira, Suplos, SharePoint, OneDrive y sistemas documentales institucionales.

Ilustración 30

Herramientas utilizadas para la gestión de proyectos

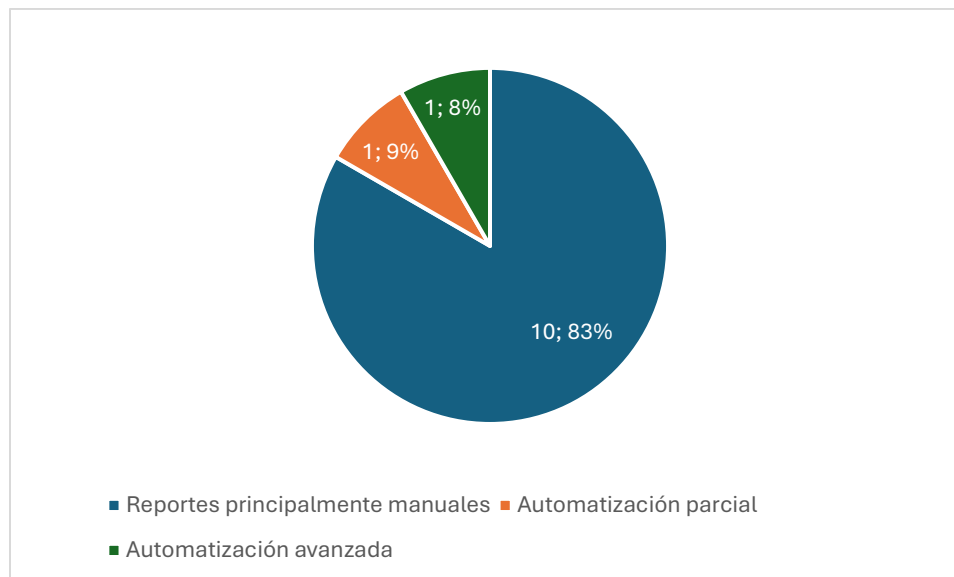


Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

Aun así, los entrevistados señalaron que gran parte de los reportes continúan elaborándose manualmente, utilizando sobre todo hojas de cálculo, documentos de texto y procesos de articulación realizados por los propios usuarios, ver Ilustración 31. Aunque algunas organizaciones han implementado herramientas de visualización, paneles de seguimiento y plataformas de seguimiento, los resultados muestran que la automatización aún es limitada y depende en gran medida de la actualización manual de la información.

Ilustración 31

Nivel de automatización de los reportes

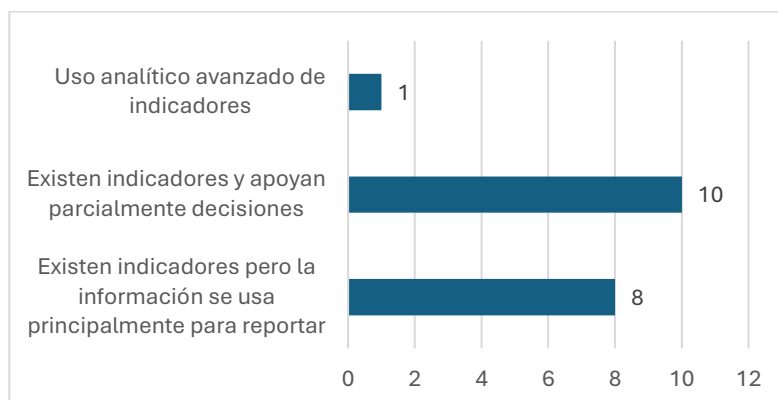


Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

De igual manera, aunque la mayoría de los entrevistados manifestó utilizar indicadores de desempeño vinculados con aspectos físicos, financieros, contractuales, operativos y de cumplimiento, los resultados sugieren una limitada explotación analítica de la información, ver Ilustración 17. Los participantes coincidieron en señalar que los datos se emplean sobre todo para actividades de seguimiento, cumplimiento regulatorio, atención de auditorías y elaboración de informes institucionales, mientras que su uso para la identificación temprana de riesgos, el análisis predictivo o la generación de conocimiento estratégico sigue siendo reducido, como se puede evidenciar en la Ilustración 32. Esta situación muestra que las organizaciones cuentan con mecanismos para medir el desempeño de los proyectos, pero aún presentan dificultades para transformar los datos disponibles en información estratégica que apoye la adopción de decisiones. Desde esta perspectiva, Power (2016) sostiene que muchas organizaciones permanecen en niveles descriptivos de análisis, utilizando los datos sobre todo para explicar eventos pasados en lugar de anticipar escenarios futuros.

Ilustración 32

Relación entre disponibilidad de indicadores y apoyo a la toma de decisiones



Nota: Elaboración propia con base en la información recopilada mediante las entrevistas.

7.5 Implicaciones para el diseño del modelo de inteligencia de negocios

Los resultados obtenidos posibilitan concluir que las principales falencias del proceso de control del avance durante la ejecución y finalización de los proyectos no se relacionan con la ausencia de información, sino con problemas de integración, calidad, trazabilidad y aprovechamiento analítico de los datos.

La evidencia recopilada muestra que:

- La información se encuentra dispersa en diversas plataformas.
- Existen dificultades de coordinación entre dependencias.
- Persisten reprocesos y repetición de información.
- Los procedimientos de finalización y liquidación presentan retrasos asociados a debilidades documentales.
- Predomina el uso de herramientas manuales para consolidar información.
- Los indicadores se utilizan principalmente con fines de reporte y control.

Estos resultados justifican la necesidad de diseñar un esquema conceptual de inteligencia empresarial que integre los orígenes de datos existentes, fortalezca el gobierno de los datos y

facilite la construcción de métricas confiables para apoyar el proceso decisorio durante el control del avance y terminación de proyectos en organizaciones responsables de operar los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado de la región Caribe.

7.6 Análisis estratégico de modelos, arquitecturas y buenas prácticas de Inteligencia de Negocios

El diagnóstico mostró que las principales restricciones de la gestión se concentran en la dispersión de datos, la baja conexión entre plataformas, la elaboración manual de reportes y la falta de criterios uniformes para indicadores y calidad de información. Estas condiciones dificultan reconstruir la situación integral de cada proyecto y aumentan los tiempos requeridos para conciliaciones, auditorías y procedimientos de finalización.

Frente a esas condiciones, la inteligencia empresarial ofrece un enfoque útil porque permite relacionar fuentes heterogéneas y convertirlas en información analítica bajo reglas comunes. Su incorporación no debe reducirse a la instalación de una herramienta; requiere definir arquitectura, responsabilidades de gobierno de los datos, criterios de calidad e indicadores que respondan a las necesidades de gestión identificadas.

El análisis comparativo desarrollado en este apartado busca determinar qué elementos de los principales enfoques de inteligencia empresarial son más útiles para el contexto estudiado. La revisión considera arquitecturas de almacenamiento, prácticas de gobierno de los datos y herramientas de integración y visualización, valoradas según su capacidad para responder a las dificultades reveladas por el diagnóstico.

7.6.1 Necesidades derivadas del diagnóstico como criterios para el análisis

El diagnóstico hizo posible reconocer que las dificultades administrativas observadas presentan un origen común asociado a la administración de la información. Aunque las organizaciones disponen de diferentes plataformas tecnológicas para administrar la información de los proyectos, estas operan de forma aislada, generando registros duplicados, reprocesos y dificultades para articular datos confiables durante las etapas de seguimiento y cierre.

De igual forma, las entrevistas mostraron que la producción de reportes continúa dependiendo en gran medida de procedimientos manuales desarrollados mediante hojas de cálculo y consolidaciones realizadas por los propios usuarios. Esta situación aumenta los tiempos de respuesta, dificulta la actualización de la información y limita la posibilidad de disponer de indicadores oportunos para apoyar el proceso decisorio.

Otro aspecto relevante corresponde a las falencias identificadas en el seguimiento documental. Los entrevistados manifestaron que la información contractual, financiera y técnica suele encontrarse distribuida en diferentes repositorios institucionales, dificultando el acceso a la versión vigente de los documentos y afectando los procesos de finalización administrativa y proceso de liquidación contractual.

Asimismo, aunque las organizaciones emplean indicadores para realizar seguimiento al comportamiento de los proyectos, estos se emplean sobre todo con fines de control operativo y cumplimiento regulatorio. En consecuencia, el potencial de la información para apoyar procesos de análisis estratégico, identificación temprana de riesgos y fortalece continua continúa limitado.

Con base en estos resultados, se establecieron los criterios que orientan el análisis de los modelos de Inteligencia Empresarial, los cuales se exponen en la Tabla 8. **Tabla 8**

Tabla 8. *Necesidades identificadas durante el diagnóstico y criterios para el análisis de modelos de Inteligencia de Negocios*

Necesidad identificada	Evidencia encontrada	Componente de BI requerido
Información dispersa	Uso de múltiples plataformas sin integración	Integración de datos (ETL)
Reportes manuales	Consolidación manual de información	Automatización y dashboards
Baja interoperabilidad	Sistemas independientes	Arquitectura de integración
Trazabilidad documental limitada	Documentación distribuida en diferentes repositorios	Gobernanza de datos
Uso limitado de indicadores	Indicadores utilizados principalmente para control	Analítica y cuadros de mando
Retrasos en el cierre administrativo	Reprocesos y validaciones manuales	Información integrada en tiempo real

Nota: Elaboración propia

Los criterios definidos sirven como puente entre el diagnóstico y la revisión de alternativas. En lugar de evaluar los enfoques de manera abstracta, se analiza si ofrecen respuestas para integrar fuentes, mejorar la calidad de los datos, mantener trazabilidad, estandarizar indicadores y facilitar el acceso oportuno a información para los distintos niveles de gestión.

7.6.2 *Análisis comparativo de enfoques y diseños de arquitectura de Inteligencia empresarial*

El análisis previo permitió delimitar las necesidades que deben orientar la arquitectura del modelo: integrar fuentes institucionales, disponer de un repositorio histórico, establecer reglas de gobierno y calidad, uniformar indicadores y facilitar visualizaciones útiles para el seguimiento. A partir de estas necesidades se examinan los aportes de los enfoques seleccionados y la manera en que pueden combinarse.

En lugar de adoptar un único modelo de referencia, el análisis muestra que cada enfoque aporta componentes específicos que pueden integrarse en una propuesta conceptual ajustada al contexto de las empresas prestadoras de servicios públicos de acueducto y alcantarillado. A continuación, se presenta el análisis de cada una de estas capacidades.

Integración de datos. La integración de datos constituye la principal necesidad identificada durante el diagnóstico. La información vinculada con el seguimiento de la ejecución y cierre de los proyectos se sitúa distribuida en diferentes sistemas institucionales, entre ellos plataformas financieras, herramientas para la gestión de proyectos, aplicaciones documentales y archivos elaborados por los usuarios. Esta situación obliga a realizar procedimientos manuales de articulación, incrementando el riesgo de inconsistencias y retrasando el acceso a información para la adopción de decisiones.

Desde la perspectiva de la Inteligencia Empresarial, la arquitectura dimensional propuesta por Kimball y Ross (2013) se reconoce como uno de los enfoques más adecuados para responder a esta necesidad, debido a que plantea la integración progresiva de varias fuentes de datos mediante procesos de extracción, transformación y carga (ETL) (Extract, Transform and Load) y modelos dimensionales dirigidos al análisis empresarial. Este enfoque favorece la articulación de datos procedentes de sistemas heterogéneos sin alterar los procesos operativos existentes, permitiendo construir una visión integrada de la situación de los proyectos.

A su vez, la arquitectura corporativa propuesta por Inmon (2005) plantea la construcción de un repositorio analítico de datos (Repositorio analítico corporativo) centralizado que actúa como fuente única de información para toda la organización. Aunque este enfoque ofrece altos niveles de consistencia y estandarización, su implementación suele requerir mayores niveles de madurez tecnológica y tiempos de desarrollo más prolongados.

Por las características observadas en las organizaciones estudiadas, una arquitectura completamente nueva o la sustitución inmediata de los sistemas actuales no constituye la alternativa más realista. Resulta más conveniente una integración gradual que conecte las

plataformas existentes, priorice los datos críticos y permita ampliar el modelo por etapas conforme aumenten las capacidades institucionales.

En consecuencia, la propuesta adopta la integración de datos como un componente estratégico. Esta decisión responde a la necesidad de relacionar información financiera, contractual, técnica y documental sin obligar a las áreas a abandonar de forma inmediata sus aplicaciones operacionales. La integración se concibe como una capa común que reduzca duplicidades y facilite una lectura transversal del proyecto.

Gobierno y calidad de los datos. Además de la dispersión de información, el diagnóstico mostró diferencias en definiciones, responsables y controles. Estas situaciones afectan la confianza en los reportes y obligan a realizar verificaciones adicionales antes de utilizar los datos. Por ello, el modelo incorpora principios de gobierno que definan roles, reglas de calidad y mecanismos para documentar y resolver inconsistencias.

El marco DAMA-DMBOK complementa las arquitecturas de datos al aportar prácticas para administrar responsabilidades, metadatos, calidad, seguridad y ciclo de vida de la información. Su aporte es especialmente relevante en este estudio porque varias de las dificultades encontradas no dependen de la tecnología, sino de la ausencia de acuerdos organizacionales sobre quién produce, valida y mantiene cada dato.

Las entrevistas mostraron que varias áreas pueden intervenir sobre un mismo proyecto sin compartir necesariamente definiciones o tiempos de actualización. Esto genera registros diferentes y aumenta la necesidad de conciliaciones. El componente de gobierno de datos busca reducir estas divergencias mediante responsables claramente definidos, criterios comunes y controles aplicados desde el origen de la información.

Bajo esta perspectiva, la investigación considera que la confiabilidad de la información representa un requisito previo para cualquier iniciativa de Inteligencia Empresarial, ya que la disponibilidad de herramientas analíticas no genera valor si los datos utilizados presentan inconsistencias o carecen de trazabilidad.

Analítica y apoyo a la toma de decisiones. Los resultados obtenidos durante el diagnóstico muestran que las organizaciones cuentan con indicadores vinculados con el desempeño físico, financiero y contractual de los proyectos; sin embargo, estos se emplean sobre todo para actividades de seguimiento operativo y elaboración de informes institucionales. El aprovechamiento de los datos para apoyar decisiones estratégicas, anticipar riesgos o identificar oportunidades de fortalecer continúa siendo limitado.

Desde esta perspectiva, Gartner plantea que las organizaciones orientadas por datos generan mayor valor cuando integran capacidades analíticas dentro de sus procesos de gestión, promoviendo el uso sistemático de indicadores y paneles de gestión para respaldar el proceso decisorio. Este enfoque implica trascender la producción de reportes descriptivos e incorporar mecanismos que permitan analizar tendencias, establecer alertas tempranas y evaluar el comportamiento de los procesos en tiempo real.

Como complemento, plataformas como Microsoft Power BI ofrecen capacidades para articular datos procedentes de varias fuentes procedentes de diversos sistemas, construir tableros interactivos y automatizar la actualización de indicadores, facilitando la consulta en el momento requerido a datos consolidados por parte de los diferentes niveles de la organización.

Para las empresas analizadas, estas capacidades representan una oportunidad para transformar la información disponible en un recurso estratégico, fortaleciendo el control

administrativo de los proyectos y mejorando la capacidad de la organización para responder oportunamente ante desviaciones en costos, cronogramas o procedimientos de finalización.

Síntesis estratégica del análisis comparativo. El análisis desarrollado muestra que ninguno de los modelos estudiados responde de manera integral a las necesidades identificadas durante el diagnóstico. Mientras las arquitecturas de Kimball e Inmon proporcionan mecanismos para integrar y estructurar la información institucional, DAMA-DMBOK fortalece la gobernanza y la calidad y consistencia de los datos, y las propuestas de Gartner y Microsoft Power BI aportan capacidades analíticas y herramientas para la visualización de indicadores.

En consecuencia, la solución más pertinente para el contexto de las empresas prestadoras de servicios públicos no consiste en adoptar un único esquema conceptual de inteligencia empresarial, sino en integrar los componentes de mayor valor de cada enfoque dentro de una arquitectura conceptual adaptada a las características organizacionales identificadas durante la investigación.

La Tabla 9 sintetiza los principales aportes de cada enfoque y su relación con las necesidades identificadas en el diagnóstico. **Tabla 9**

Tabla 9. *Aportes de cada enfoque y su relación con las necesidades identificadas en el diagnóstico*

Capacidad estratégica	Kimball	Inmon	DAMA-DMBOK	Gartner	Microsoft Power BI	Componente adoptado en el modelo
Integración de datos	Alta	Alta	Baja	Media	Alta	ETL + Data Warehouse
Interoperabilidad	Alta	Media	Baja	Media	Alta	Integración entre plataformas
Calidad y gobernanza de datos	Baja	Media	Alta	Alta	Media	Gobernanza de datos
Analítica para la toma de decisiones	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	KPIs y analítica

Capacidad estratégica	Kimball	Inmon	DAMA- DMBOK	Gartner	Microsoft Power BI	Componente adoptado en el modelo
Visualización de información	Media	Baja	Baja	Alta	Alta	Dashboards interactivos
Escalabilidad organizacional	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Arquitectura modular

Nota: elaboración propia

Los resultados obtenidos demuestran que el modelo conceptual propuesto debe concebirse como una solución integral que articule componentes tecnológicos, organizacionales y de gobernanza, en lugar de replicar una arquitectura existente. Esta integración posibilita responder de manera directa a las dificultades identificadas durante el diagnóstico y constituye el fundamento para el diseño del modelo conceptual presentado en el siguiente apartado.

8. Conclusiones

1. El diagnóstico permitió concluir que las principales restricciones administrativas del seguimiento y cierre no provienen de una falta absoluta de información, sino de su dispersión entre sistemas y áreas, de la limitada conexión entre plataformas y de la dependencia de consolidaciones manuales. Estas condiciones afectan la oportunidad y consistencia de los datos utilizados para controlar los proyectos y completar su cierre.

2. Las organizaciones analizadas disponen de distintas herramientas tecnológicas para funciones financieras, documentales, contractuales y de seguimiento; sin embargo, su operación aislada impide obtener una visión integral del proyecto. La existencia de tecnología, por sí sola, no resuelve la fragmentación cuando no existen mecanismos de integración, definiciones comunes y responsabilidades claras sobre los datos.

3. Los retrasos en los procesos de cierre y liquidación se relacionan con soportes incompletos, diferencias entre áreas, validaciones tardías y dificultades para reconstruir la trazabilidad de decisiones y obligaciones. Estos factores muestran que el problema del cierre tiene un componente documental y de coordinación que debe ser considerado junto con la dimensión tecnológica.

4. La Matriz EFI mostró una posición interna inferior al valor de referencia y confirmó que las capacidades existentes no compensan completamente las falencias de integración, estandarización y aprovechamiento analítico de la información. El resultado respalda la necesidad de fortalecer procesos y responsabilidades internas antes de esperar beneficios sostenibles de una solución de inteligencia empresarial.

5. La revisión de la literatura permitió determinar que la inteligencia empresarial se configura como un enfoque apropiado para enfrentar los problemas identificados, debido a su

capacidad para integrar información proveniente de varias fuentes, articular el gobierno de datos, automatizar reportes y proporcionar información analítica para la adopción de decisiones en la gestión de proyectos.

6. La investigación permitió determinar que la administración de las actividades asociadas al control y a la terminación administrativa de los proyectos es un proceso de carácter transversal que requiere la participación coordinada de varias áreas funcionales, como proyectos, contratación, finanzas, administración documental, interventoría y tecnología. Aun así, la existencia de prioridades, tiempos y dinámicas diferentes entre estas dependencias dificulta la articulación institucional, genera retrasos en la circulación de la información y afecta la eficiencia de los procesos administrativos asociados a la trayectoria completa de los proyectos. Esta situación pone de relieve la necesidad de fortalecer los mecanismos de coordinación y de gestión integrada de la información.

7. Los hallazgos del estudio indican que las organizaciones analizadas disponen de una cantidad significativa de datos y soportes de carácter técnico, financiero, contractual y documental generada durante la ejecución de los proyectos. Aun así, la limitada calidad, integración y accesibilidad de estos datos impide aprovecharlos como un activo estratégico para la gestión organizacional. En consecuencia, el desafío central identificado no consiste en generar mayor volumen de información, sino en establecer mecanismos que permitan convertir los datos disponibles en información útil, confiable y oportuna para apoyar la gestión administrativa y el proceso decisorio.

8. El análisis realizado muestra que las dificultades identificadas presentan un comportamiento sistémico, en el cual la distribución de la información entre diversas fuentes, la baja capacidad de intercambio entre sistemas entre plataformas, los repeticiones, conciliaciones y

ajustes administrativos, las deficiencias en el seguimiento documental y los retrasos en el liquidación y liquidación y finalización contractual se aprecian estrechamente relacionados. Esto indica que las soluciones orientadas únicamente a fortalecer procedimientos aislados tendrían un impacto limitado, siendo necesario abordar la gestión administrativa desde una perspectiva integral que articule procesos, información, tecnología y coordinación institucional.

9. La adopción de inteligencia empresarial debe entenderse como un proceso organizacional y no únicamente como una adquisición tecnológica. Para que el modelo produzca resultados sostenibles se requieren reglas de gobierno de datos, participación de las áreas usuarias, formación, responsables definidos y una implementación gradual que permita ajustar procesos y capacidades a medida que se incorporan nuevas fuentes y análisis.

9. Recomendaciones

1. Avanzar por etapas en la implementación del esquema de inteligencia empresarial, comenzando por conectar las fuentes financieras, contractuales, documentales y de dirección de proyectos que concentran la información crítica. Una arquitectura común debe permitir consultar datos conciliados sin exigir el reemplazo inmediato de todas las aplicaciones existentes.

2. Establecer un programa institucional de gobierno de los datos con responsables definidos, criterios de calidad, reglas de validación, periodicidades de actualización y mecanismos para resolver inconsistencias. El objetivo es que los datos utilizados durante la trayectoria del proyecto conserven definiciones comunes y un nivel verificable de confiabilidad.

3. Homologar los procedimientos administrativos empleados durante el control y la terminación de los proyectos. Para ello conviene definir formatos comunes, listas de comprobación, responsables y criterios documentales que reduzcan diferencias entre áreas y faciliten demostrar el cumplimiento contractual y regulatorio.

4. Diseñar tableros de monitoreo con un conjunto limitado de métricas críticas sobre avance físico, ejecución financiera, situación contractual y estado documental. Los paneles deben incluir umbrales y alertas que permitan actuar antes de que una desviación se convierta en un retraso significativo o en un riesgo para el cierre.

5. Desarrollar capacidades internas para interpretar y utilizar los datos mediante formación continua en inteligencia empresarial, análisis, administración documental y herramientas de visualización. El desarrollo de estas competencias facilita la apropiación de la propuesta y disminuye la dependencia de conciliaciones manuales.

6. Favorecer el intercambio de información entre las plataformas institucionales mediante mecanismos de integración definidos y documentados, priorizando las fuentes críticas para el seguimiento y evitando nuevas duplicidades de captura.

7. Implementar controles continuos sobre la calidad de la información desde las etapas de ejecución, de modo que los errores, vacíos o diferencias se detecten antes de los procesos de cierre y liquidación contractual.

8. Como línea de trabajo posterior, validar el modelo conceptual mediante un piloto en una empresa prestadora, midiendo su efecto sobre tiempos de consolidación, calidad de datos, trazabilidad, oportunidad de los indicadores y duración de los procesos de cierre.

10. Referencias

- Anderson, D. J. (2010). *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press.
- Andrade Gómez, M. V., Quintero Bonilla, A., & Agredo Trujillo, V. L. (2024). Evaluación del nivel de madurez en la gestión de proyectos públicos en la Alcaldía de Acevedo, Huila. *Administración & Desarrollo*, 54.
- Ayala Borrero, M. C., Díaz Córdoba, Y., Pérez Ruíz, D. D., & Serrano Guzmán, M. F. (2017). Obras públicas requeridas vs. obras públicas ejecutadas: Casuística de la región Caribe colombiana. *Revista Reflexiones*, 55-66.
- CAF. (2021). *Brechas y cartera de inversiones en agua y resiliencia climática en América Latina y el Caribe hacia 2030 y 2040*.
- CEPAL. (2023). *Necesidades de inversión en agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe: efectos en el empleo verde y el valor agregado bruto*.
- Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 142 de 1994: Régimen de los servicios públicos domiciliarios. Diario Oficial No. 41.433.
- Congreso de la República de Colombia. (2007). Ley 1176 de 2007 por la cual se desarrollan los artículos 356 y 357 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 46.854.
- Congreso de la República de Colombia. (2020). Ley 2056 de 2020 por la cual se regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías. Diario Oficial No. 51.544.

- Contraloría General de la República - CGR. (2025). *Informe final auditoría de cumplimiento: Recursos destinados para agua potable y saneamiento básico en la región Caribe (Vigencias 2023, 2024)*. Bogotá, D.C.: CGR.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5 ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2017). *Competing on analytics The new science of winning*. Harvard Business Review Press.
- David, F. R. (2013). *Conceptos de administración estratégica* (14.^a ed. ed.). Pearson Educación.
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2019). *CONPES 3975: Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*. Bogotá, D.C.: DNP.
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2025). *Informe anual para pacto terminado: Pacto Territorial Bolívar*. Bogotá, D.C.: DNP - Subdirección General de Inversiones, Seguimiento y Evaluación.
- Elhassan, J., Aniss, M., & Jamal, C. (2020). Big Data Analytic Architecture for Water Resources Management: A Systematic Review. *Proceedings of the 4th Edition of International Conference on Geo-IT and Water Resources (GEOIT4W-2020)*. Al-Hoceima: ACM.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5, 1–4.
doi:10.11648/j.ajtas.20160501.11
- Flyvbjerg, B. (2014). What you should know about megaprojects and why: An overview.

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Inmon, & W.H. (2021). *Building the Data Warehouse*. Wiley.
- Instituto Nacional de Salud - INS. (2024). *Notificación oportuna de muestras de vigilancia de la calidad del agua potable en SIVICAP e IRCA urbano y rural, 2023-2024*. Bogotá, D.C.: INS - Grupo Química y Toxicología.
- KERZNER, H. (2017). *PROJECT MANAGEMENT A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (décima ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Kimball, R., & Ross, M. (2020). *The Kimball Group Reader: Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence*. Wiley.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management information systems: Managing the digital firm* (16 ed.). Pearson.
- López Romero, M. I. (2023). *Diseño de una arquitectura de inteligencia de negocios para apoyar la toma de decisiones en el sector público de Colombia: caso de estudio Antioquia*. Bogotá, D.C.: Universidad EAN.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. SAGE Publications.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT). (2025). Informe preventivo de monitoreo SGP-APSB – 30 de septiembre de 2025. Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/2025-12/informe-preventivo-monitoreo-sgp-apsb-30-septiembre-2025-final.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT). (2026). Informe Final de Auditoría al Proceso de Gestión de la Política de Agua Potable y Saneamiento Básico. Obtenido de

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informe-final-de-auditoria-al-proceso-de-gestion-a-la-politica-de-agua-potable-y-saneamiento-basico.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). Política para el fortalecimiento institucional del sector de agua potable y saneamiento básico.

Navia, M. d., Bohórquez, J. F., & Aguilera, J. C. (2024). *La gestión del cambio en el sector de agua potable y saneamiento de Colombia*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

OECD. (2015). *Stakeholder Engagement for Inclusive Water Governance*. Paris: OECD Publishing.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development. (2012). *Water governance in OECD countries: A multi-level approach*.

Olszak, C. (2020). . (2020). Toward better understanding and use of business intelligence in organizations. . *Journal of Computer Information Systems*, 60(4), 1–10.

PMI, P. M. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)*.

Popovič, A., Hackney, R., & Tassabehji, R. e. (2018). The impact of big data analytics on firms' high value business performance. *Inf Syst Front* 20, 209–222.

Popovič, A., Hackney, R., Coelho, P. S., & Jaklič, J. (2012). Towards business intelligence systems success: Effects of maturity and culture on analytical decision making. *Decision Support Systems*, 729-739.

Presidencia de la República de Colombia. (2015). Decreto 1077 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition*.

- Rodríguez Ríos, N. Y., & Tovío Núñez, V. C. (2017). *La inversión en la calidad del agua en la región Caribe colombiana: un análisis de eficiencia y productividad*. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena.
- Serra, C. E., & Kunc, M. (2015). Benefits Realisation Management and its influence on project success and on the execution of business strategies. *International Journal of Project Management*, 53-66.
- Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2018). *Business intelligence, analytics, and data science: A managerial perspective*. Pearson.
- Silva, R. S., Dias Junior, C. M., & Lacerda, R. T. (2022). Data-Driven Decision Making in the Public Sector: A Systematic Review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 235-246.
- Skarin, M. (2015). *Real-world Kanban: Do less, accomplish more with lean thinking*. Pragmatic Bookshelf.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD. (2025). *Informe de gestión vigencia 2025*. Bogotá, D.C.: SSPD.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2024). *Informe de gestión 2023*.
- Watson, H. J., & Wixom, B. H. (2007). The current state of business intelligence. *Computer*, 40(9), 96–99.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods*. SAGE Publications.
- DAMA International. (2017). DAMA-DMBOK: Data management body of knowledge (2.^a ed.). Technics Publications.
- Flick, U. (2022). *An introduction to qualitative research* (7th ed.). SAGE Publications.

Gartner. (2024). Data and analytics trends: From reporting to decision intelligence. Gartner Research.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

International Organization for Standardization (ISO). (2020). ISO 21502:2020 Project, programme and portfolio management — Guidance on project management. ISO.

Kerzner, H. (2022). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (13th ed.). Wiley.

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

Power, D. J. (2016). Decision support, analytics, and business intelligence (3rd ed.). Business Expert Press.

Kimball, R., & Ross, M. (2013). The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling (3rd ed.). Wiley.

Turban, E., Pollard, C., & Wood, G. (2021). Information technology for management (12th ed.). Wiley.

Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2017). Competing on analytics: The new science of winning (Updated ed.). Harvard Business Review Press.

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

Power, D. J. (2007). A brief history of decision support systems. DSSResources.

11. Anexos

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Maestría en Inteligencia de Negocios

Análisis estratégico de un modelo de inteligencia de negocios para el fortalecimiento de la gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos en empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado – Costa Caribe Colombiana

1. PRESENTACIÓN Y PROPÓSITO

La presente entrevista forma parte de la investigación de maestría cuyo objetivo central es analizar estratégicamente un modelo de inteligencia de negocios (BI) orientado a fortalecer la gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos en empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado de la costa Caribe colombiana.

Su participación es fundamental para comprender las prácticas actuales, las limitaciones estructurales y las condiciones organizacionales que condicionan la viabilidad de un modelo de este tipo. La información recolectada será tratada con estricta confidencialidad y utilizada exclusivamente con fines académicos.

Tiempo estimado: 45 a 60 minutos. La entrevista puede realizarse de forma presencial o virtual. Se solicita autorización para grabar el audio con fines de transcripción.

VERIFICACIÓN DE ELEGIBILIDAD (antes de iniciar)

Antes de comenzar la entrevista, confirme con el participante los siguientes criterios mínimos:

- ¿Ha participado en proyectos de infraestructura de acueducto y/o alcantarillado como mínimo en dos fases del ciclo del proyecto (p. ej. ejecución + seguimiento, o seguimiento + cierre)?
- ¿Tiene al menos dos años de experiencia en el sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia?
- ¿Ha estado directamente involucrado en la generación, consolidación o uso de información administrativa de proyectos (reportes, sistemas, actas, liquidaciones)?

Si el participante no cumple al menos dos de estos criterios, reconsidere su inclusión en la muestra o ajuste el nivel de profundidad de las preguntas.

2. DATOS GENERALES DEL ENTREVISTADO

Nombre (opcional)	
Cargo actual	
Profesión / Disciplina	
Años de experiencia en el sector	
Tipo de entidad	
Área o dependencia	
Rol en proyectos	
¿Ha participado en cierre de proyectos?	

3. GUÍA DE PREGUNTAS POR CATEGORÍA

CATEGORÍA 1: Gestión administrativa del seguimiento y cierre de proyectos

OBJETIVO: Comprender cómo funcionan estos procesos en la práctica y dónde se generan las mayores tensiones

Preguntas principales

- P1. ¿Cómo está organizado el proceso de seguimiento de proyectos en su entidad? ¿Quién lo lidera y con qué periodicidad se realiza?
- P2. ¿Cuáles son las actividades administrativas más críticas durante la ejecución de un proyecto? ¿Por qué?
- P3. ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de cierre administrativo y contractual en su organización? ¿Existe un protocolo formal o depende del proyecto?
- P4. ¿Qué actores intervienen en el seguimiento y cierre, y cómo se coordinan entre sí?
- P5. ¿Qué tipo de información se genera a lo largo del ciclo de vida del proyecto y cómo se consolida al momento del cierre?
- P6. ¿Cómo se garantiza la trazabilidad de la información desde el inicio hasta el cierre del proyecto?

Preguntas de profundización y contraste

- *¿Podría describir paso a paso el cierre de un proyecto reciente? ¿Cuánto tiempo tomó ese proceso de lo esperado?*
- *¿En qué etapa —seguimiento o cierre— se presentan más dificultades? ¿A qué lo atribuye?*
- *¿Existe alguna diferencia entre cómo se hace el seguimiento en proyectos financiados con SGP vs. regalías vs. recursos propios?*
- *Si tuviera toda la información técnica, financiera y contractual integrada en tiempo real, ¿qué decisiones tomaría diferente?*

CATEGORÍA 2: Limitaciones y brechas operativas

OBJETIVO: Identificar problemas estructurales con evidencia concreta de consecuencias reales

Preguntas principales

- P7. ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrenta actualmente en el seguimiento administrativo de proyectos?
- P8. ¿Qué problemas recurrentes se presentan en el proceso de cierre y liquidación contractual?

- P9. ¿Existen retrasos frecuentes en la liquidación de contratos? ¿Cuáles son las causas más comunes?
- P10. ¿Se presentan reprocesos o duplicidad de información entre áreas? ¿Puede dar un ejemplo concreto?
- P11. ¿Con qué frecuencia se trabaja con información incompleta, desactualizada o inconsistente?
- P12. ¿Existen problemas de coordinación entre el área técnica, financiera, contractual y documental?

Preguntas de profundización y contraste

- *¿Podría describir una situación específica en que la falta de información oportuna generó un problema real en la gestión del proyecto?*
- *¿Qué consecuencias han tenido estas dificultades frente a auditorías de la Contraloría o la SSPD?*
- *¿Estas limitaciones son propias de su entidad o las percibe como un problema generalizado del sector en la región Caribe?*

CATEGORÍA 3: Gestión y calidad de la información

OBJETIVO: Evaluar la disponibilidad, confiabilidad e integración de datos en el ciclo de proyectos

Preguntas principales

- P13. ¿Qué herramientas, sistemas o plataformas utilizan para gestionar la información de los proyectos (p. ej. Excel, SAP, SUI, SINAS, MGA, herramientas propias)?
- P14. ¿La información está centralizada en un solo sistema o distribuida en múltiples plataformas? ¿Cómo impacta eso su trabajo diario?
- P15. ¿Qué dificultades existen para acceder a la información cuando se necesita tomar una decisión o atender un requerimiento externo?
- P16. ¿La información es consistente y confiable entre las distintas áreas? ¿Cómo se detectan y resuelven las inconsistencias?
- P17. ¿Cómo se gestiona la documentación del proyecto a lo largo de su ciclo de vida? ¿Existe un repositorio único?

Preguntas de profundización y contraste

- *¿Qué ocurre cuando la Contraloría, la SSPD u otro ente de control solicita información de un proyecto ya cerrado? ¿Cuánto tiempo toma reunirla?*
- *¿Alguna vez la fragmentación de la información les ha impedido liquidar un contrato a tiempo o responder una auditoría? ¿Cómo lo resolvieron?*
- *¿Considera que los datos que reportan al SUI reflejan fielmente la realidad de la ejecución? ¿Por qué?*

CATEGORÍA 4: Madurez analítica e inteligencia de negocios

OBJETIVO: Establecer el punto de partida real de la organización en términos de capacidad analítica

Nota metodológica: esta categoría busca entender el estado actual sin sugerir soluciones. Evite mencionar 'BI' o 'inteligencia de negocios' hasta que el entrevistado lo mencione espontáneamente.

Preguntas principales

- P18. ¿Qué herramientas utilizan para analizar la información de los proyectos y generar reportes?
¿Son manuales o automatizadas?
- P19. ¿Utilizan indicadores formales para el seguimiento del desempeño de los proyectos? ¿Quién los define y quién los consume?
- P20. ¿Cuentan con tableros de control o paneles de visualización de información? ¿Con qué frecuencia se actualizan?
- P21. ¿Considera que la información disponible realmente apoya la toma de decisiones, o se genera principalmente para cumplir con reportes?
- P22. ¿Han intentado implementar alguna herramienta tecnológica de análisis de datos en los últimos tres años? ¿Cuál fue el resultado?

Preguntas de profundización y contraste

- *¿Qué tipo de información le gustaría tener disponible y actualmente no tiene, o no tiene a tiempo?*
- *Si pudiera anticipar un problema en un proyecto antes de que ocurra, ¿qué dato o indicador le sería más útil?*
- *¿Qué tan factible sería, en su organización, contar con un sistema que consolide automáticamente la información técnica, financiera y contractual de todos los proyectos?*

CATEGORÍA 5: Cultura organizacional y factores de adopción

OBJETIVO: Identificar barreras, facilitadores y condiciones humanas para la transformación digital

Preguntas principales

- P23. *¿Cómo describiría la cultura de su organización frente al uso de datos para tomar decisiones? ¿Se basan más en datos o en la experiencia?*
- P24. *¿El personal del área de proyectos está capacitado en el uso de herramientas tecnológicas o digitales?*
- P25. *¿Ha percibido resistencia al cambio cuando se han intentado implementar nuevas herramientas o procesos digitales? ¿Cómo se manifestó?*
- P26. *¿Las decisiones estratégicas sobre los proyectos se apoyan en reportes e indicadores formales, o dependen principalmente del criterio de los directivos?*

Preguntas de profundización y contraste

- *¿Puede describir un intento fallido de implementar una herramienta digital en su organización? ¿Qué salió mal y por qué?*
- *¿Qué factores considera determinantes para que una nueva herramienta tecnológica sea adoptada con éxito en su organización?*
- *¿Las exigencias normativas del sector (SSPD, Contraloría, MinVivienda) han impulsado o frenado la adopción de mejores herramientas de información?*

CATEGORÍA 6: Experiencias del sector y buenas prácticas

OBJETIVO: Capturar conocimiento práctico y lecciones aprendidas transferibles

Preguntas principales

- P27. Desde su experiencia, ¿cuáles son las principales fallas sistemáticas en la gestión de proyectos de acueducto y alcantarillado en la región Caribe?
- P28. ¿Ha identificado buenas prácticas en otras empresas, entidades o regiones que podrían replicarse en el sector?
- P29. ¿Qué aprendizajes considera indispensables para mejorar el seguimiento y cierre de proyectos en el mediano plazo?

Preguntas de profundización y contraste

- *¿Conoce alguna empresa del sector en Colombia o en la región que gestione mejor esta información? ¿Qué hacen diferente?*
- *¿Cómo compararía la situación actual del sector en la costa Caribe frente a otras regiones del país?*

CATEGORÍA 7: Prospectiva y condiciones para un modelo de gestión de información

OBJETIVO: Recoger insumos para el modelo conceptual sin inducir la respuesta hacia el

BI

Nota metodológica: deje que el entrevistado describa el sistema ideal con sus propias palabras. Solo si menciona herramientas analíticas, dashboards o integración de datos, profundice sobre inteligencia de negocios.

Preguntas principales

- P30. ¿Cómo sería, para usted, un sistema ideal de gestión de información de proyectos en su organización?
- P31. ¿Qué información considera crítica que debería estar disponible en todo momento para el seguimiento y el cierre de un proyecto?
- P32. ¿Qué funcionalidades serían indispensables en esa solución: integración de sistemas, reportes automáticos, alertas tempranas, visualización, otras?

P33. ¿Qué condiciones organizacionales, tecnológicas y humanas serían necesarias para que una solución así funcione de manera sostenida?

P34. ¿Qué aspectos del marco normativo del sector (Ley 142, CONPES 3975, exigencias de la SSPD) deberían tenerse en cuenta al diseñar ese sistema?

Preguntas de profundización y contraste

- *¿Qué riesgos ve en la implementación de un sistema de este tipo en el contexto del sector público en Colombia?*
- *¿Qué rol debería tener el personal operativo frente a uno de alta dirección en el uso de ese sistema?*

4. PREGUNTAS DE CIERRE

P35. Desde su experiencia, ¿cuál es el problema más crítico y urgente en la gestión del seguimiento y cierre de proyectos en el sector?

P36. ¿Qué solución considera más viable y realista para abordar ese problema en el corto y mediano plazo?

P37. ¿Desea agregar algún comentario, reflexión o información adicional que considere relevante para esta investigación?

5. OBSERVACIONES DEL INVESTIGADOR

Nivel de claridad del entrevistado	Alto ____ Medio ____ Bajo ____
Coherencia en las respuestas	Alta ____ Media ____ Baja ____
Cumplió criterios de elegibilidad	Sí ____ No ____ Observación: _____

Hallazgos emergentes	
Frases relevantes	clave