

**Propuesta metodológica para el uso de tableros BIM en el seguimiento y control de
proyectos de infraestructura pública en Colombia**

Andrés Felipe Montenegro, Alejandro Sepúlveda Copete

**Trabajo de grado para optar el título de Especialista en
Modelación y Coordinación BIM de Edificaciones y Obras Civiles**

Director

Edwin León Moros

Magister en Dirección y gestión de proyectos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Facultad de Ingeniería Civil

Especialización en

Modelación y Coordinación BIM de Edificaciones y Obras Civiles

2025

Dedicatoria

Andrés Felipe Montenegro

A mis padres, quienes con su ejemplo de honradez y perseverancia me enseñaron a trabajar con pasión por cada meta, y a todas aquellas personas cuyo apoyo incondicional y motivación permitió que este logro sea posible.

Alejandro Sepúlveda Copete

Dedico este esfuerzo a mi familia: a mis padres, por sembrar en mí la curiosidad y el compromiso con la excelencia; a mis abuelos, por recordarme siempre la importancia de la humildad y la gratitud; y a mi esposa e hijo, fuente inagotable de amor y motivación. Ustedes han sido el motor que impulsó cada página de este trabajo.

Agradecimientos

A los profesores de la Especialización, quienes con su rigor académico y entusiasmo por la innovación impulsaron mi visión sobre la gestión de proyectos mediante metodología BIM.

Gracias por compartir sus conocimientos de forma tan generosa y motivadora.

Agradecemos de manera particular al **Ing. Edwin León Moros, Director de Tesis**, por sus valiosas sugerencias, la claridad de sus observaciones y la paciencia con la que orientó cada etapa del proyecto. Su experiencia como docente y su calidad académica marcaron la diferencia en los resultados obtenidos.

Contenido

Introducción	14
1. Propuesta metodológica para el uso de tableros BIM en el seguimiento y control de proyectos de infraestructura pública en Colombia.....	16
1.1 Planteamiento del problema (“Problemática del seguimiento y control tradicional en proyectos de infraestructura pública: una oportunidad para tableros BIM integrados”)	16
1.2 Justificación.....	18
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
2. Marco referencial	21
2.1 Marco teórico	21
2.1.1 Building Information Modeling (BIM)	21
2.2.2 Inteligencia Empresarial o Business Intelligence (BI)	21
2.2.2 Integración BIM – BI en el sector público en Colombia.....	23
2.2 Marco conceptual	24
2.2.1 BIM (Building Information Modeling)	24
2.2.2 Tablero BIM	24
2.2.3 Microsoft Power BI:	24
2.2.4 Speckle	25
2.2.5 Tracer.....	25
2.2.6 Autodesk Data Connector for Power BI.....	25

2.2.7 Interoperabilidad.....	25
2.3 Marco legal.....	26
3. Método	27
3.1 Participantes	27
3.2 Herramientas	28
3.3.1 Revisión de literatura y análisis normativo	28
3.3.2 Análisis de herramientas tecnológicas.....	29
3.3.3 Definición de requerimientos de información	29
3.3.4 Diseño del tablero BIM conceptual	29
3.3.5 Validación teórica de la propuesta.....	39
4. Resultados	40
4.1 Identificación de características, requisitos de información y estándares relevantes	40
4.2 Análisis de herramientas tecnológicas (Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI)	40
4.3 Definición de variables críticas para visualización y control.....	43
4.4 Elaboración de tableros	46
4.4.1 Tablero Speckle: Control de volúmenes y costos de concreto y refuerzo (Ver Apéndice 1).....	46
4.4.2 Tablero Speckle: Control de excavación y estabilización (ver Apéndice 2).....	47
4.4.3 Tablero Speckle: Avance por componentes de corredor vial (ver Apéndice 3).....	49
4.4.4 Tablero Tracer: Gestión predial en proyecto vial (Ver Apéndice 4).....	50
4.4.5 Tablero Power BI: Avance de ejecución de cajas ETB (Ver Apéndice 5).....	52

4.4.6 Tablero Autodesk Data Exchange: Elementos del modelo por categoría (Ver Apéndice 6).....	53
5. Discusión.....	55
6. Conclusiones.....	58
7. Acerca de las referencias	61
8. Apéndices.....	64
Referencias.....	72

Lista de tablas

Tabla 1 *Comparación entre herramientas de interoperabilidad* 43

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Cuadrante Mágico de Gartner para herramientas de analítica e inteligencia empresarial (Gartner, 2024)..... 22

Ilustración 2 Flujo de carga de información en Power BI..... 30

Ilustración 3 Conectores de interoperabilidad con Speckle 32

Ilustración 4 Exportación de modelo Revit a Speckle 33

Ilustración 5 Modelo 3D almacenado en el servidor de Speckle 33

Ilustración 6 Tablero BIM con objeto visual Speckle integrado..... 34

Ilustración 7 Exportación de modelo Revit a Tracer..... 35

Ilustración 8 Importación de archivo SQLite3 mediante Tracer en Microsoft Power BI 36

Ilustración 9 Tablero BIM con objeto visual Tracer integrado 36

Ilustración 10 Configuración de intercambio de datos en Autodesk Construction Cloud 37

Ilustración 11 Importación de intercambio de datos mediante Autodesk Data Connector en Microsoft Power BI..... 38

Ilustración 12 Tablero BIM con objeto visual Autodesk Data Connector integrado 38

Ilustración 13 Flujo de trabajo Speckle..... 41

Ilustración 14 Flujo de trabajo Tracer 42

Ilustración 15 Flujo de trabajo Autodesk Data Connector 42

Lista de apéndices

Apéndice 1 Tablero BI - Factibilidad Económica – Puente Vehicular	64
Apéndice 2 Tablero BI - Factibilidad Económica – Estabilidad de talud.....	65
Apéndice 3 Tablero BI – Seguimiento de Meta Física de Proyecto Vial	66
Apéndice 4 Tablero BI - Factibilidad Económica – Puente Vehicular	67
Apéndice 5 Tablero BI - Seguimiento y ejecución de obra	69
Apéndice 6 Tablero BI - Cuantificación de elementos – Plaza Usaqué.....	70

Resumen

El presente trabajo propone un marco metodológico para el uso de tableros BIM como herramienta de seguimiento y control de proyectos de infraestructura contratados por entidades públicas en Colombia. Actualmente, estas entidades enfrentan dificultades para gestionar la información de manera eficiente, debido a que los sistemas tradicionales no permiten integrar datos actualizados y su visualización es limitada, lo que dificulta la toma de decisiones informada. El estudio, de carácter propositivo, se estructura en cinco fases: revisión de literatura y análisis normativo sobre la gestión de información en proyectos públicos; análisis de herramientas tecnológicas como Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI, que permiten integrar datos BIM en Power BI; definición de los requerimientos de información para el seguimiento de proyectos; diseño de un prototipo de tablero BIM que integre datos geométricos y alfanuméricos; y validación teórica de la propuesta frente a estándares nacionales e internacionales como la Estrategia Nacional BIM y la norma ISO 19650. Como resultado, se espera desarrollar un tablero BIM funcional que facilite el seguimiento de avances físicos, financieros y contractuales en proyectos de infraestructura pública, permitiendo mayor trazabilidad y transparencia en la gestión. La discusión de esta propuesta evidencia su potencial contribución al fortalecimiento de las capacidades institucionales, promoviendo la digitalización y el uso de tecnologías interoperables que optimicen la supervisión técnica de las obras contratadas con recursos públicos en Colombia.

Palabras clave: BIM, tableros BIM, Microsoft Power BI, seguimiento de proyectos, contratación pública

Abstract

This study proposes a methodological framework for using BIM dashboards as a monitoring and control tool for infrastructure projects contracted by public entities in Colombia. Currently, these entities face challenges in efficiently managing project information, as traditional systems do not enable integrated, up-to-date data visualization, making informed decision-making difficult. This propositional study is structured in five phases: literature review and regulatory analysis related to information management in public projects; analysis of technological tools such as Speckle, Tracer, and Autodesk Data Connector for Power BI, which allow integrating BIM data into Power BI; definition of information requirements for project monitoring; design of a BIM dashboard prototype that integrates geometric and alphanumeric data; and theoretical validation of the proposal against national and international standards such as the National BIM Strategy and ISO 19650. The expected result is the development of a functional BIM dashboard that facilitates monitoring of physical, financial, and contractual progress in public infrastructure projects, ensuring greater traceability and transparency in project management. The discussion highlights this proposal's potential contribution to strengthening institutional capacities, promoting digitalization, and encouraging the use of interoperable technologies to improve technical supervision of public works in Colombia.

Keywords: BIM, BIM dashboards, Power BI, project monitoring, public procurement

Glosario

Autodesk Data Connector for Power BI: servicio de Autodesk que permite compartir e intercambiar datos estructurados entre diferentes aplicaciones, facilitando flujos de trabajo interoperables y permitiendo integrar modelos BIM con plataformas de análisis como Power BI.

BIM (Building Information Modeling): metodología de trabajo colaborativa basada en el uso de modelos digitales tridimensionales que integran información geométrica y alfanumérica para gestionar de manera eficiente proyectos durante su ciclo de vida.

Contratación pública: proceso mediante el cual las entidades estatales celebran contratos para la adquisición de bienes y servicios o la ejecución de obras, regulado por la Ley 80 de 1993 y la Ley 1150 de 2007 en Colombia.

ISO 19650: estándar internacional que establece principios y requisitos para la gestión de la información en proyectos que utilizan metodologías BIM a lo largo de todo el ciclo de vida del activo construido.

Interoperabilidad: capacidad de diferentes sistemas o aplicaciones para intercambiar información de forma eficiente y estructurada, permitiendo la integración de datos entre plataformas heterogéneas en el marco de procesos colaborativos.

Microsoft Power BI: plataforma de análisis de datos de Microsoft que permite crear informes dinámicos e interactivos mediante la integración de datos de diversas fuentes, facilitando la visualización y toma de decisiones basada en datos.

Speckle: plataforma de código abierto que habilita el intercambio de datos entre software de diseño, análisis y gestión, promoviendo flujos de trabajo interoperables y personalizados en proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción.

Tablero BIM: herramienta que permite visualizar y analizar información integrada de proyectos de construcción e infraestructura, combinando datos de modelos BIM y otros sistemas, usualmente implementada en plataformas de Business Intelligence como Power BI.

Tracer: conjunto de herramientas que permite consultar y visualizar datos BIM en Power BI mediante el uso de consultas SQL sobre datos exportados desde modelos digitales.

Introducción

En Colombia, las entidades públicas enfrentan retos importantes en el seguimiento y control de proyectos de infraestructura contratados mediante la Ley 80 de 1993 y la Ley 1150 de 2007, debido a la fragmentación de la información y a la baja interoperabilidad de los sistemas tradicionales de reporte (Congreso de la República, 1993; 2007). Los métodos convencionales, basados en reportes en hojas de cálculo y documentos físicos, dificultan la consolidación de datos actualizados y la visualización integrada de variables críticas como avances físicos, financieros y cumplimiento contractual, lo que afecta la toma de decisiones informadas y oportunas en la gestión de estos proyectos.

Este problema se hace más evidente en el contexto de la Estrategia Nacional BIM de Colombia, definida en el documento CONPES 3975 de 2019, que promueve la implementación de metodologías digitales para mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos públicos (Departamento Nacional de Planeación, 2020). Sin embargo, la adopción de herramientas que permitan materializar estos objetivos, como los tableros BIM integrados en plataformas de análisis de datos, sigue siendo incipiente.

La pregunta que guía este trabajo es: ¿Cómo puede el uso de tableros BIM, apalancados en plataformas como Microsoft Power BI y herramientas de interoperabilidad como Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI, contribuir al seguimiento y control eficiente de proyectos de infraestructura pública en Colombia?

El propósito de esta monografía es proponer un marco metodológico que oriente el diseño e implementación de tableros BIM como herramienta de apoyo para la supervisión técnica, contractual y financiera de proyectos de infraestructura pública. Este marco busca

articular estándares internacionales como la norma ISO 19650, que establece directrices para la gestión de la información durante el ciclo de vida de un activo construido (Organización Internacional de Normalización, 2021), con las particularidades del marco normativo colombiano en contratación pública.

La fundamentación de este trabajo parte de reconocer que los tableros BIM no sólo permiten integrar información geométrica y alfanumérica de modelos digitales, sino que también representan una oportunidad para transformar la forma en que las entidades públicas gestionan sus proyectos, promoviendo mayor eficiencia, trazabilidad y transparencia (Sacks et al., 2018). Esta transformación es consistente con tendencias internacionales que destacan la importancia de la digitalización en la infraestructura pública como un mecanismo para reducir riesgos, optimizar costos y garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto (Kensek & Noble, 2014).

Desde un enfoque propositivo, este estudio empleará herramientas como Microsoft Power BI, Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI para explorar alternativas de integración de datos entre modelos BIM y plataformas de análisis y visualización, permitiendo consolidar un prototipo de tablero que responda a las necesidades de las entidades contratantes y de los interventores encargados de la supervisión técnica.

El impacto esperado de la monografía es doble: en el campo técnico, ofrecerá un instrumento práctico y replicable para el seguimiento de proyectos de infraestructura pública; y en el campo social, contribuirá al fortalecimiento institucional y la mejora de la transparencia en el uso de recursos públicos, beneficiando a ciudadanos y comunidades que dependen de la correcta ejecución de estas obras.

1. Propuesta metodológica para el uso de tableros BIM en el seguimiento y control de proyectos de infraestructura pública en Colombia

1.1 Planteamiento del problema (“Problemática del seguimiento y control tradicional en proyectos de infraestructura pública: una oportunidad para tableros BIM integrados”)

El seguimiento y control de proyectos de infraestructura contratados por entidades públicas en Colombia continúa dependiendo, en gran medida, de métodos tradicionales que utilizan reportes en hojas de cálculo y documentos físicos fragmentados, lo que limita la posibilidad de integrar información actualizada y dificulta la trazabilidad de los avances físicos, financieros y contractuales (Departamento Nacional de Planeación, 2020). Esta situación genera retrasos en la toma de decisiones, baja visibilidad de los datos del proyecto y mayores riesgos en la supervisión técnica y administrativa, afectando la correcta ejecución de obras financiadas con recursos públicos.

Aunque la Estrategia Nacional BIM de Colombia (CONPES 3975 de 2019) ha definido lineamientos para impulsar la digitalización en la gestión pública de proyectos de infraestructura, aún no se ha logrado implementar de manera generalizada el uso de **tableros BIM** como herramienta integral de apoyo para la visualización y control de proyectos en curso. La ausencia de procedimientos estandarizados y plataformas interoperables que permitan consolidar datos BIM con información de seguimiento contractual y financiero representa un vacío en el contexto actual.

En la literatura internacional y en la práctica de países con alta madurez BIM, se reconocen avances significativos en el desarrollo de soluciones que integran datos de modelos

digitales con plataformas de análisis de datos como Microsoft Power BI, permitiendo el diseño de tableros dinámicos y visuales para el seguimiento de proyectos (Sacks et al., 2018). Sin embargo, en Colombia estos enfoques no se han adaptado o documentado lo suficiente en el ámbito de los proyectos de infraestructura pública, y menos aun considerando herramientas específicas como **Speckle**, **Tracer** y **Autodesk Data Connector for Power BI**, que habilitan flujos de información interoperables en tiempo real.

Este contexto plantea la necesidad de explorar nuevas aplicaciones e implementar procedimientos innovadores que permitan a las entidades contratantes y a las interventorías técnicas contar con herramientas que integren y visualicen de manera eficiente información proveniente de modelos BIM, vinculada con variables críticas de avance físico, cumplimiento contractual y gestión financiera.

La presente monografía, por lo tanto, busca abordar las dimensiones no exploradas en el contexto colombiano sobre cómo implementar tableros BIM interoperables en proyectos de infraestructura pública, respondiendo a la siguiente pregunta:

¿Cómo puede el uso de tableros BIM, integrados con herramientas de análisis de datos como Microsoft Power BI y plataformas de interoperabilidad como Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI, contribuir a mejorar el seguimiento y control de proyectos de infraestructura contratados por entidades públicas en Colombia, optimizando la gestión de la información, aumentando la trazabilidad y facilitando la toma de decisiones informada?

Los aportes de esta monografía se orientan al desarrollo de nuevos procedimientos y aplicaciones prácticas para casos particulares que aún no han sido contemplados en la

administración pública colombiana. Además, introducen innovaciones técnicas que permitirán mejorar los procesos productivos en la gestión de proyectos públicos, ofreciendo una propuesta metodológica replicable, basada en estándares internacionales y adaptada al contexto local.

1.2 Justificación

El presente trabajo es relevante porque aborda la necesidad de mejorar los mecanismos de seguimiento y control en los proyectos de infraestructura pública en Colombia, un sector estratégico para el desarrollo económico y social del país. El uso de metodologías tradicionales en la supervisión técnica y administrativa, centradas en reportes aislados y herramientas poco interoperables, limita la capacidad de las entidades públicas para garantizar la correcta ejecución de obras contratadas bajo la Ley 80 de 1993 y la Ley 1150 de 2007 (Congreso de la República, 1993; 2007). Esta situación compromete la eficiencia, transparencia y trazabilidad de los proyectos de infraestructura financiados con recursos públicos, afectando la calidad de vida de las comunidades beneficiarias.

Desde un punto de vista conceptual y científico-técnico, este trabajo contribuirá a consolidar un marco metodológico para la implementación de tableros BIM integrados, que permitan la visualización dinámica y en tiempo real de información proveniente de modelos digitales y datos de avance contractual y financiero, apalancados en plataformas como Microsoft Power BI y herramientas como Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI. La aplicación de esta propuesta representa un aporte novedoso y útil para la gestión pública, alineado con la Estrategia Nacional BIM definida en el CONPES 3975 de 2019 (Departamento

Nacional de Planeación, 2020) y con estándares internacionales como la norma ISO 19650 (Organización Internacional de Normalización, 2021), fomentando la interoperabilidad y la transformación digital del sector.

Adicionalmente, este trabajo resalta la importancia en la formación de recursos humanos especializados en metodologías digitales aplicadas a la infraestructura pública, proporcionando conocimientos y herramientas que pueden ser transferidos y adaptados en múltiples regiones del país. Los resultados de esta monografía podrán ser utilizados tanto por entidades contratantes como por interventores técnicos y consultores BIM, ampliando los campos de aplicación de la propuesta.

En definitiva, el proyecto responde a la necesidad de modernizar los procesos de seguimiento y control en el sector público mediante soluciones innovadoras, promoviendo el uso eficiente de tecnologías que permitan superar las limitaciones actuales y generen impactos positivos en la calidad y sostenibilidad de las obras ejecutadas con recursos del Estado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Proponer un marco metodológico para la implementación de tableros BIM integrados en plataformas de análisis de datos, como Microsoft Power BI, con el fin de mejorar el seguimiento y control de proyectos de infraestructura contratados por entidades públicas en Colombia.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las características, requisitos de información y estándares relevantes para la implementación de tableros BIM en proyectos de infraestructura pública en Colombia.

- Analizar las capacidades y limitaciones de herramientas tecnológicas como Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI en su integración con Microsoft Power BI para el seguimiento de proyectos.

- Definir las variables críticas que deben ser visualizadas y controladas en un tablero BIM aplicado a proyectos de infraestructura pública (cuantificación de elementos, avance físico, porcentaje de avance, elementos modelables cuantificables).

- Configurar tableros BIM que integren datos geométricos y alfanuméricos provenientes de modelos digitales y fuentes contractuales.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 *Building Information Modeling (BIM)*

La metodología BIM, por sus siglas en inglés, Building Information Modeling ha revolucionado la forma en que se planifican, diseñan, construyen y gestionan proyectos de infraestructura. Se define en la Estrategia Nacional BIM 202-2026 como “un proceso colaborativo a través del cual se crea, comparte y usa información estandarizada en un entorno digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción.” (Departamento Nacional de Planeación, 2019). Según (Sacks et al., 2018), BIM no solo permite crear modelos tridimensionales, sino que también habilita la integración de datos relevantes para la gestión de proyectos durante todo su ciclo de vida. Esta capacidad de integrar información espacial y alfanumérica facilita la toma de decisiones basada en datos actualizados y confiables.

2.2.2 *Inteligencia Empresarial o Business Intelligence (BI)*

Se le conoce como inteligencia empresarial o Business Intelligence (BI) a los procesos y herramientas de análisis de datos que favorecen la toma estratégica de decisiones a partir de la transformación de datos provenientes de diversas fuentes en informes ágiles, interactivos y dinámicos (SAP, 2025).

En la actualidad, existen numerosas herramientas de Inteligencia Empresarial (Business Intelligence), Gartner, empresa de investigación y asesoramiento evaluó en el 2024 a 20 empresas a la vanguardia de la implementación de herramientas BI ubicando a **Microsoft Power BI** como líder del sector (Gartner, 2024) destacándose por su capacidad de análisis y

visualización interactiva de datos, permitiendo consolidar información proveniente de diversas fuentes.

Figure 1: Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms

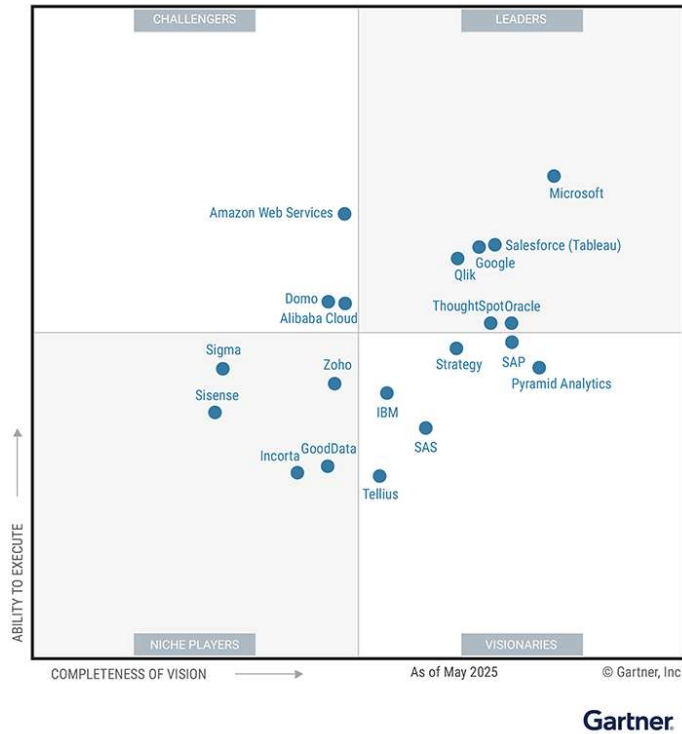


Ilustración 1 Cuadrante Mágico de Gartner para herramientas de analítica e inteligencia empresarial (Gartner, 2024)

La integración de estas plataformas con datos BIM (Building Information Modeling) provenientes de modelos digitales representa una oportunidad significativa para aprovechar los vastos volúmenes de información inherentes a estos modelos. Al consolidar estos datos, es posible presentarlos de manera compacta, visualmente atractiva y accesible para todas las partes interesadas, facilitando la toma de decisiones informadas.

Es así, que herramientas tecnológicas de interoperabilidad como Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI surgen como una solución aún más atractiva para integrar gráficamente los modelos digitales en Microsoft Power BI.

Speckle es una plataforma que actúa como un middleware abierto para conectar software de diseño y análisis (Speckle, 2025) esta plataforma permite transformar bidireccionalmente la información de algunos de los Software más populares de trabajo en la industria AEC y la información almacenada en los servidores de Speckle en su propio formato y así integrar la información entre diversas herramientas (Dietmair et al., 2024).

Por su parte, Tracer, es un conjunto de herramientas que permite consultar bases de datos BIM provenientes de modelos Revit o IFC mediante SQL para la generación de visualizaciones 3D en tableros de Power BI (Proving Ground, 2020). En tanto que Autodesk Data Connector for Power BI, es una solución de Autodesk que simplifica la transferencia estructurada de datos entre productos Autodesk y aplicaciones externas (Autodesk, 2025).

2.2.2 Integración BIM – BI en el sector público en Colombia

El seguimiento y control de proyectos públicos en Colombia requiere herramientas que permitan cumplir con las recomendaciones de la **ISO 19650**, que establece los principios de gestión de información en proyectos BIM (Organización Internacional de Normalización, 2018). Esta norma enfatiza la importancia de la interoperabilidad, la estandarización de estructuras de datos y la colaboración en entornos digitales, aspectos que aún representan un desafío en el contexto colombiano.

A pesar de los avances en la formulación de políticas públicas, como el **CONPES 3975 de 2019**, que establece la Estrategia Nacional BIM en Colombia (Departamento Nacional de Planeación, 2019), en la práctica aún predominan métodos manuales y fragmentados de seguimiento contractual y técnico, lo que limita la eficiencia y transparencia en la gestión de obras financiadas con recursos públicos.

En cuanto al **estado del arte**, estudios recientes destacan la importancia de integrar herramientas BIM con plataformas de análisis de datos como un paso hacia la digitalización plena de los proyectos de infraestructura pública (Kensek & Noble, 2014); (Sacks et al., 2018). Sin embargo, en el contexto colombiano se identifican vacíos en la aplicación práctica de estas tecnologías para el seguimiento de proyectos públicos, lo que hace relevante y pertinente la presente monografía.

2.2 Marco conceptual

Para el desarrollo de esta monografía se definen los siguientes conceptos clave:

2.2.1 BIM (Building Information Modeling)

Metodología que integra datos geométricos y alfanuméricos en modelos digitales para facilitar la planificación, ejecución y operación de activos construidos (Sacks et al., 2018).

2.2.2 Tablero BIM

Herramienta de visualización interactiva que integra datos provenientes de modelos BIM con otras fuentes de información para apoyar el seguimiento y control de proyectos.

2.2.3 Microsoft Power BI:

Plataforma de Microsoft para análisis de datos y creación de reportes interactivos, capaz de conectarse a múltiples fuentes de datos.

2.2.4 Speckle

Plataforma de código abierto que permite el intercambio y gestión de datos entre herramientas digitales en arquitectura, ingeniería y construcción.

2.2.5 Tracer

Es un conjunto de herramientas que facilita la visualización geométrica y extracción de datos provenientes de modelos digitales BIM para su integración y visualización 2D y 3D en informes de Microsoft Power BI mediante SQL (Structured Query Language).

2.2.6 Autodesk Data Connector for Power BI

Solución que permite transferir datos estructurados desde modelos BIM desarrollados en aplicaciones Autodesk hacia otras plataformas.

2.2.7 Interoperabilidad

Capacidad de diferentes sistemas de software para intercambiar y utilizar información de manera eficaz.

2.3 Marco legal

La monografía está enmarcada en la normativa vigente sobre contratación pública en Colombia y las iniciativas que impulsan la adopción de BIM en el sector público:

- **Ley 80 de 1993:** establece las reglas y principios que rigen la contratación pública en Colombia, incluyendo la obligación de garantizar eficiencia, transparencia y responsabilidad en la ejecución de contratos estatales (Congreso de la República, 1993).
- **Ley 1150 de 2007:** introduce modificaciones orientadas a mejorar la eficiencia y transparencia en los procesos de contratación pública, promoviendo la modernización de los procedimientos (Congreso de la República, 2007).
- **CONPES 3975 de 2019:** define la Estrategia Nacional BIM en Colombia, con el propósito de aumentar la productividad y eficiencia en los proyectos de infraestructura pública mediante la adopción de herramientas digitales (Departamento Nacional de Planeación, 2019).
- **ISO 19650 (Partes 1 y 2):** norma internacional que establece principios y requisitos para la gestión de información BIM a lo largo del ciclo de vida de un activo, promoviendo la interoperabilidad y estandarización (Organización Internacional de Normalización, 2018).

Estos instrumentos legales y técnicos conforman el marco normativo y de política pública que respalda la pertinencia de este trabajo de grado, orientado a proponer una metodología que facilite el seguimiento y control de proyectos de infraestructura pública mediante el uso de tableros BIM interoperables.

3. Método

Este trabajo de grado corresponde a un estudio de tipo propositivo, de carácter descriptivo y documental, que busca diseñar un marco metodológico para la implementación de tableros BIM como herramienta de apoyo en el seguimiento y control de proyectos de infraestructura pública en Colombia. A través de la revisión de literatura especializada, análisis de herramientas tecnológicas y normativa vigente, se plantea un prototipo conceptual que permitirá visualizar, integrar y analizar datos de proyectos en tiempo real.

3.1 Participantes

Dado que la naturaleza de este trabajo es propositiva y documental, no se contempla la participación de sujetos de investigación en campo. Sin embargo, se reconocen como actores clave del contexto de aplicación de la propuesta los siguientes perfiles:

- **Entidades contratantes del sector público**, responsables de la planificación, contratación y seguimiento de proyectos de infraestructura.
- **Interventorías técnicas**, encargadas de la supervisión y control de la correcta ejecución de las obras contratadas.
- **Consultores BIM**, quienes pueden acompañar el diseño, implementación y personalización de los tableros BIM propuestos.

Estos actores serán considerados en el análisis de requerimientos de información y en la definición de variables críticas que el tablero BIM debe integrar para ser útil y replicable en proyectos reales.

3.2 Herramientas

Para el desarrollo del tablero BIM conceptual se analizarán y propondrán las siguientes herramientas tecnológicas:

- **Microsoft Power BI:** Plataforma de análisis y visualización de datos que permitirá consolidar información de diferentes fuentes y generar reportes interactivos.
- **Speckle:** Plataforma de código abierto que habilita el intercambio de datos entre aplicaciones de diseño y plataformas de análisis, facilitando flujos de trabajo interoperables.
- **Tracer:** Conjunto de herramientas para consultas SQL y visualización de datos BIM en Power BI, lo que permitirá explotar la información de modelos digitales en entornos de análisis interactivos.
- **Autodesk Data Connector for Power BI:** servicio que permitirá transferir datos estructurados desde modelos BIM desarrollados en Revit y otras aplicaciones Autodesk hacia Power BI, asegurando integridad de datos y eficiencia en los flujos de trabajo.

Estas herramientas serán analizadas en sus capacidades y limitaciones para integrarse en un flujo de trabajo interoperable y adaptado a las necesidades de las entidades públicas contratantes en Colombia.

3.3 Procedimientos

El proceso metodológico implementado que guiará el desarrollo de la monografía y la formulación de la propuesta metodológica objeto de trabajo en el presente informe está estructurada en propuesto se estructura en cinco (5) fases principales:

3.3.1 Revisión de literatura y análisis normativo

Recopilación y análisis de documentos técnicos, estudios previos, normas internacionales (como la ISO 19650) y normativa nacional (Ley 80 de 1993, Ley 1150 de 2007, CONPES 3975 de 2019) para fundamentar teóricamente la propuesta y establecer los criterios normativos de aplicación.

3.3.2 Análisis de herramientas tecnológicas

Estudio de las capacidades, compatibilidades e interoperabilidad de algunas de las herramientas de interoperabilidad (Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI) entre modelos 3D y la herramienta de Inteligencia Empresarial (BI) Microsoft Power BI, evaluando sus posibilidades de implementación en el contexto colombiano.

3.3.3 Definición de requerimientos de información

En esta etapa se identificarán las variables críticas que deben ser incluidas en el tablero BIM para permitir el seguimiento efectivo de proyectos públicos (por ejemplo: avances físicos, hitos contractuales, costos, cronogramas).

3.3.4 Diseño del tablero BIM conceptual

3.3.4.1 Flujo de información en Microsoft Power BI

Para la creación de tableros de control en Microsoft Power BI, se identificó y siguió un procedimiento estructurado con tal de garantizar la precisión y la utilidad de la información. El cual fue dividido en cinco (5) etapas:



Ilustración 2 Flujo de carga de información en Power BI

Fuente: Elaboración propia

1. Preparación y Configuración de Fuentes de Datos:

El primer paso es preparar y configurar todas las fuentes de datos que se utilizarán. Esto incluye hojas de cálculo de Excel, archivos CSV, bases de datos SQL, datos provenientes de modelos 3D y tablas de planificación, garantizando que la estructura de datos sea apta para su empleo en el proceso de carga y transformación de información en Microsoft Power BI.

2. Carga y Transformación de Datos (Power Query)

Una vez que las fuentes están preparadas, se procede a la carga y transformación de la información. Microsoft Power BI cuenta con un sistema de carga, transformación y limpieza de datos que permite terminar de preparar la información definitiva cargada en la herramienta, eliminando información redundante, corrigiendo errores de formato, tipología de datos y estructuración de la información para los análisis posteriores.

3. Modelado de relaciones entre Datos

Con los datos limpios, el siguiente paso es modelar las relaciones entre ellos. Es decir, identificando un campo en común que permita la conexión e interacción de datos de manera coherente para garantizar que las múltiples fuentes cargadas interactúen entre sí y así hacer análisis más complejos.

4. Configuración de Visualizaciones

Una vez que el modelo de datos está listo, se procede a la configuración de la visualización de la información, empleando objetos de visualización, tanto gráficos (barras, circulares, líneas) como no gráficos (tablas, matrices) sumados a los objetos visuales específicos de las herramientas de interoperabilidad que permiten una interacción visual más avanzada y favorecen la experiencia del usuario.

5. Publicación del Tablero BIM

Finalmente, se procede a publicar el tablero BIM en el servicio online de Power BI (Power BI Service), con motivo de garantizar que sea accesible para los usuarios interesados, quienes podrán visualizar la información, interactuar con los datos y tomar decisiones en función de los análisis presentados.

3.3.4.2 Configuración de herramientas de interoperabilidad

El ejercicio de integración de datos gráficos provenientes de un modelo digital 3D en Microsoft Power BI se realizó empleando las tres herramientas de interoperabilidad seleccionadas, con objeto de identificar las ventajas y desventajas de los procesos de extracción, carga, transformación y visualización de información.

3.3.4.2.1 Speckle

El proceso de integración gráfica de un modelo BIM mediante Speckle implicó la configuración del modelo nativo en Revit y del Software de inteligencia empresarial Microsoft Power BI mediante los conectores de Speckle los cuales son esenciales para permitir el flujo de información entre aplicaciones y asegurar la conectividad, en este caso, con Autodesk Revit y Microsoft Power BI.

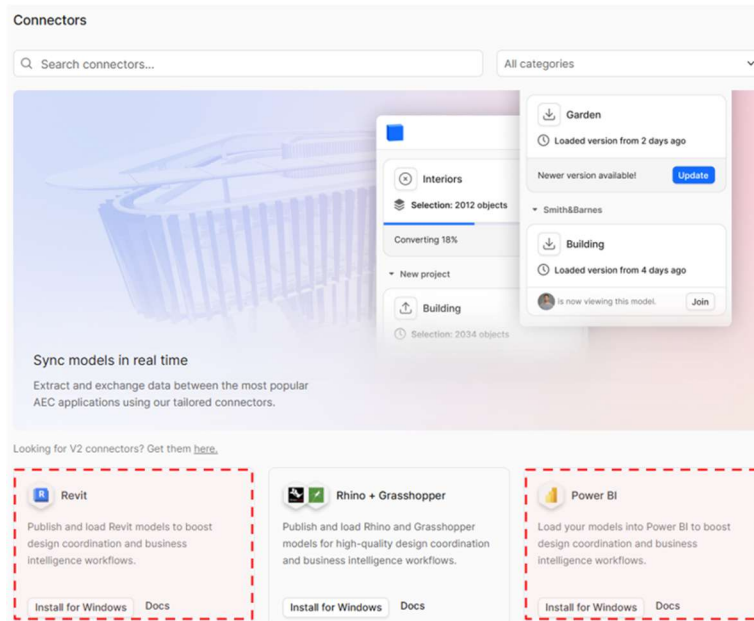


Ilustración 3 Conectores de interoperabilidad con Speckle
Fuente: (Speckle, 2025)

Una vez instalados los conectores, se preparó el modelo para ser enviado al servidor en línea de Speckle, para lo cual se configuró un Espacio de Trabajo, un proyecto y un modelo para cada uno de los modelos que conforman la estructura de segregación modelos del proyecto, que servirían como biblioteca de almacenamiento de la información. Para asegurar la compatibilidad y una futura integración con otros modelos, se configuró el punto de georreferenciación del modelo en el Survey Point.

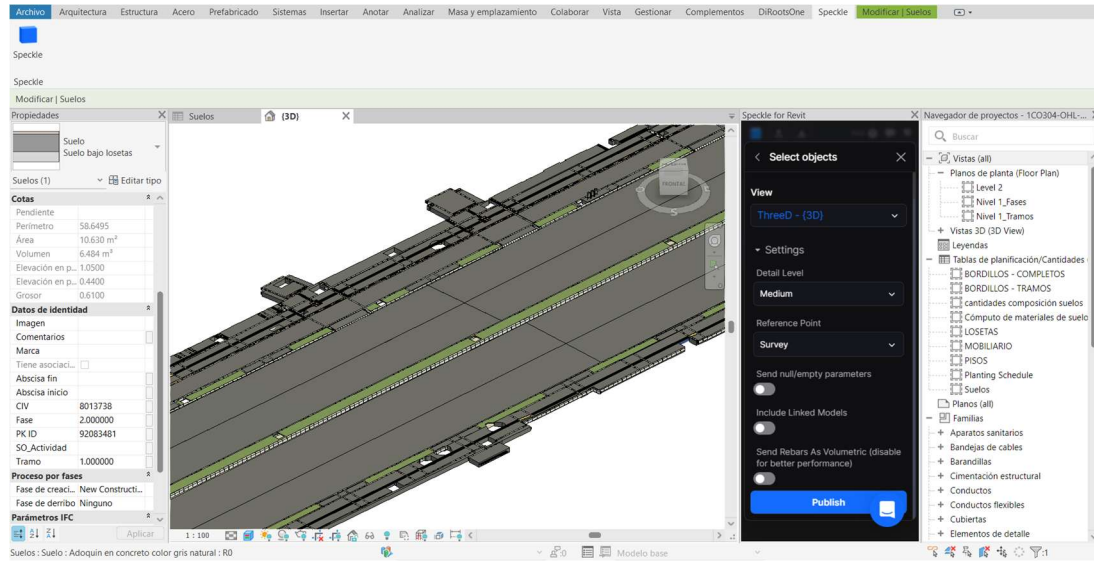


Ilustración 4 Exportación de modelo Revit a Speckle
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se envió la información, que ahora está almacenada y disponible en el servidor en línea de Speckle.

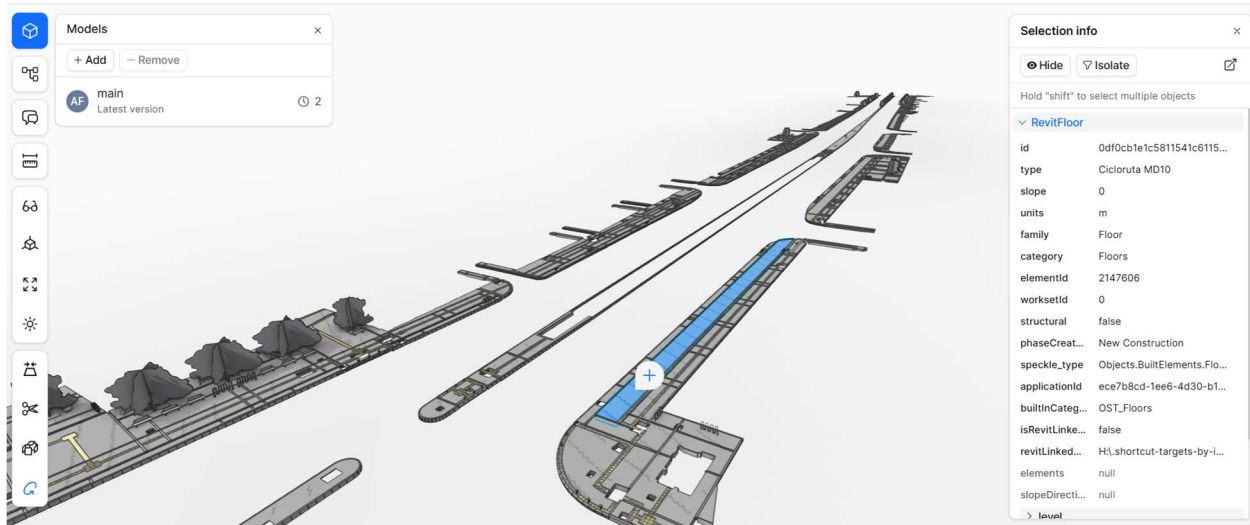


Ilustración 5 Modelo 3D almacenado en el servidor de Speckle
Fuente: Elaboración propia

Con los datos ya en la nube de Speckle, el siguiente paso fue importarlos a Power BI mediante el conector y el objeto visual específico de Speckle para establecer la conexión. A continuación, se extrajo la información almacenada en las bibliotecas de la herramienta de Speckle, lo que nos permitió establecer relaciones coherentes con otras bases de datos ya cargadas en Microsoft Power BI. Este proceso asegura que los datos del modelo 3D puedan interactuar de manera fluida con información adicional para análisis más complejos.

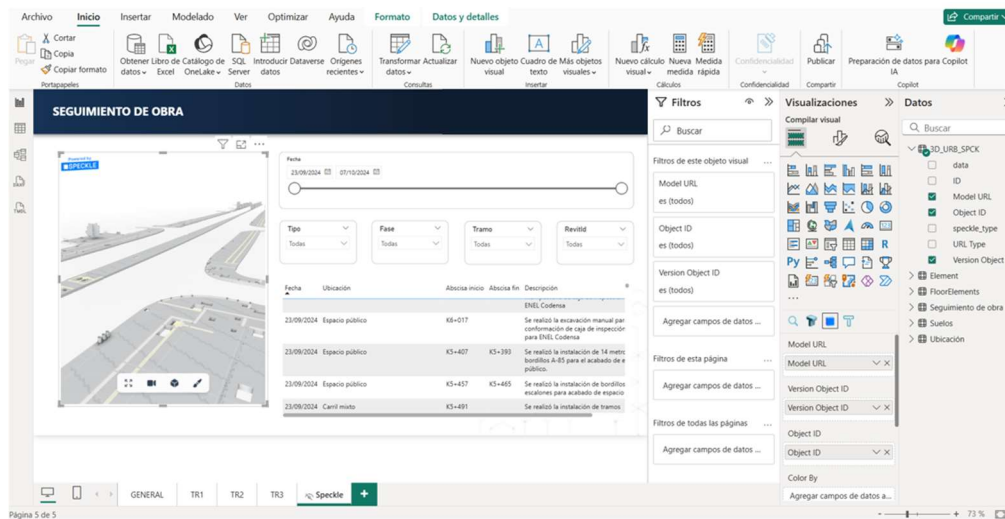


Ilustración 6 Tablero BIM con objeto visual Speckle integrado
Fuente: Elaboración propia

3.3.4.2.2 Tracer

El procedimiento metodológico para el análisis de la herramienta de interoperabilidad Tracer, desarrollada por Proving Ground, se centró en evaluar su capacidad para extraer datos de un modelo BIM proveniente de Autodesk Revit y conectarlos a un tablero de control en Microsoft Power BI.

El primer paso consistió en utilizar el complemento de Tracer en Autodesk Revit para definir y seleccionar las propiedades de exportación de los elementos del modelo con tal de

garantizar que solo la información relevante para el seguimiento del proyecto (como avances físicos, costos o hitos) fuera extraída.

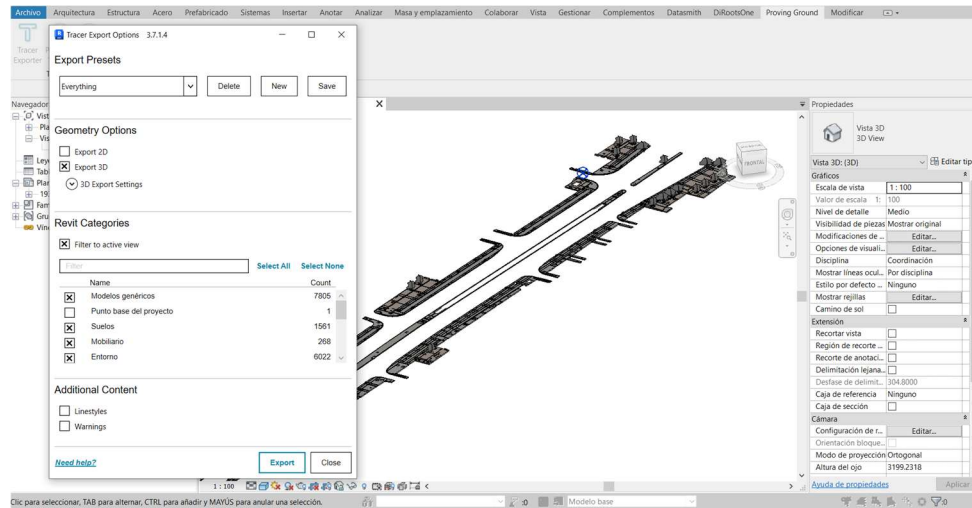


Ilustración 7 Exportación de modelo Revit a Tracer
Fuente: Elaboración propia

Como producto del ejercicio de exportación mediante Tracer, se obtiene un archivo de base de datos externo (SQLite3), el cual, se vincularía a Microsoft Power BI como una nueva fuente de datos en el tablero BIM.

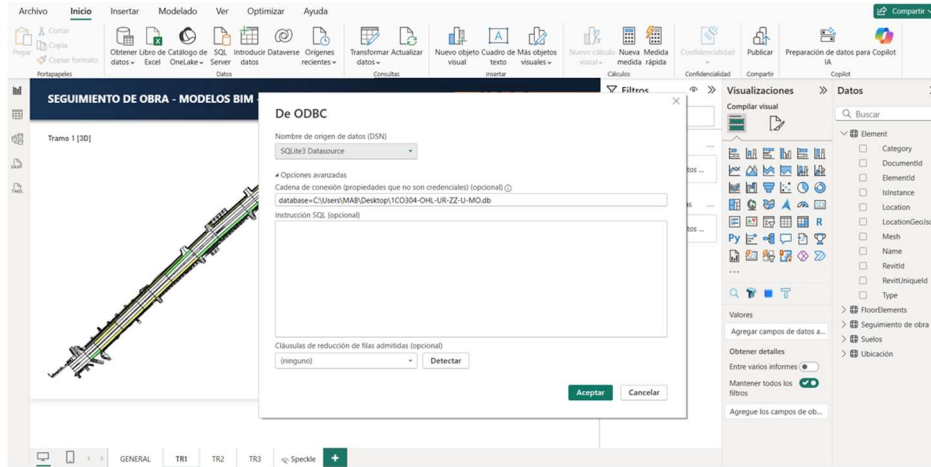


Ilustración 8 Importación de archivo SQLite3 mediante Tracer en Microsoft Power BI
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se procedió a la configuración del modelo de datos en Power BI. Esto incluyó la generación de relaciones con otras bases de datos existentes y la integración del objeto visual de Tracer en el Tablero BIM, permitiendo así la visualización de la geometría del modelo BIM junto con los datos importados.



Ilustración 9 Tablero BIM con objeto visual Tracer integrado
Fuente: Elaboración propia

3.3.4.2.3 Autodesk Data Connector for Power BI

A continuación, se presenta el procedimiento metodológico para el análisis de la herramienta Autodesk Data Connector for Power BI, la cual facilita la interoperabilidad entre Autodesk Construction Cloud (ACC) y Microsoft Power BI. Considerando que este proceso requiere una licencia activa de ACC, donde deben estar alojados los modelos BIM para su posterior conexión.

El primer paso se lleva a cabo en el modelo nativo, desde donde se configuran las opciones de visualización de la vista que se desea exportar, asegurando que los datos y la geometría sea relevante para el análisis en Power BI. Una vez configurada la vista, se procede a exportar un archivo de intercambio de datos (Data Exchange) directamente desde Autodesk Construction Cloud, siendo este un archivo que almacena exclusivamente la información de la vista seleccionada.



Ilustración 10 Configuración de intercambio de datos en Autodesk Construction Cloud
Fuente: Elaboración propia

Este archivo de intercambio de datos online, es el nexa principal con Microsoft Power BI, el cual genera su conexión mediante su enlace de acceso web con el complemento específico descargado.

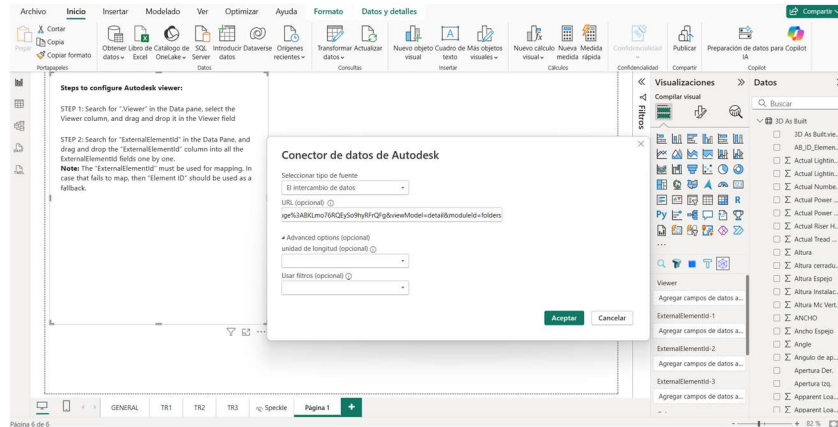


Ilustración 11 Importación de intercambio de datos mediante Autodesk Data Connector en Microsoft Power BI
Fuente: Elaboración propia

Una vez importada la base de datos, se configura el objeto visual específico de Autodesk Data Connector para establecer esta conexión y posteriormente y configurar la visualización del modelo BIM y sus datos asociados.

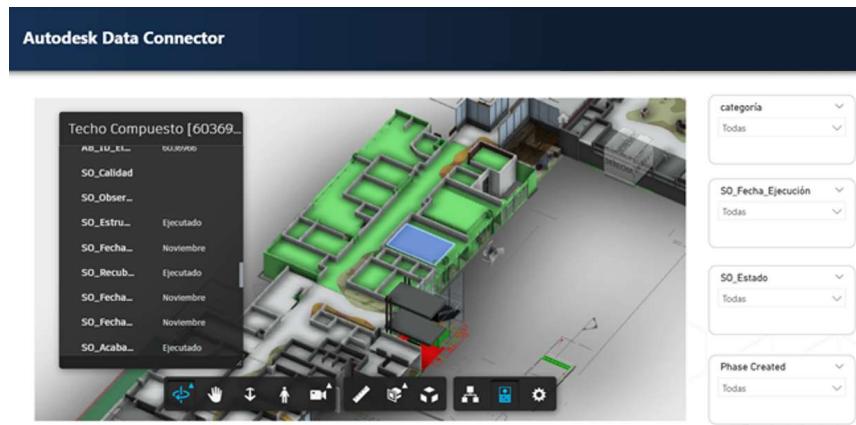


Ilustración 12 Tablero BIM con objeto visual Autodesk Data Connector integrado
Fuente: Elaboración propia

3.3.5 Validación teórica de la propuesta

Se validará la propuesta metodológica mediante su análisis y evaluación frente a estándares internacionales y nacionales, asegurando su pertinencia, viabilidad técnica, así como su potencial contribución a la mejora de los procesos de seguimiento y control de proyectos de infraestructura pública.

4. Resultados

4.1 Identificación de características, requisitos de información y estándares relevantes

Para dar cumplimiento a este objetivo, se revisó el marco normativo y técnico aplicable, incluyendo la Ley 80 de 1993, la Ley 1150 de 2007, el CONPES 3975 de 2019 y la norma ISO 19650. Del análisis se desprenden los siguientes requisitos clave para la implementación de tableros BIM en proyectos públicos:

- Integración de información geométrica y alfanumérica proveniente de modelos BIM con datos contractuales y financieros.
- Cumplimiento de principios de interoperabilidad y estandarización de datos establecidos en ISO 19650.
- Capacidad de visualización dinámica y en tiempo real para apoyar la toma de decisiones.
- Posibilidad de acceso multiusuario y colaboración en entornos digitales.

Esta identificación permitió definir el alcance funcional mínimo que debe cubrir cualquier tablero BIM aplicado en el contexto colombiano.

4.2 Análisis de herramientas tecnológicas (Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI)

Se evaluaron tres herramientas de interoperabilidad para determinar su idoneidad en la integración de modelos BIM con Microsoft Power BI. El proceso se desarrolló en tres etapas:

a) Speckle



Ilustración 13 Flujo de trabajo Speckle

Fuente: Imagen generada con OpenAI

1. Configuración de conectores en Autodesk Revit y Microsoft Power BI.
2. Preparación del modelo en Revit, estableciendo un punto de georreferenciación en el Survey Point.
3. Publicación del modelo en el servidor de Speckle mediante creación de proyecto y modelo específicos.
4. Importación de datos a Power BI utilizando el objeto visual de Speckle.
5. Relacionamiento con otras bases de datos cargadas en Power BI para análisis integrados.

b) Tracer

Visualización de datos del modelo Revit con Power BI

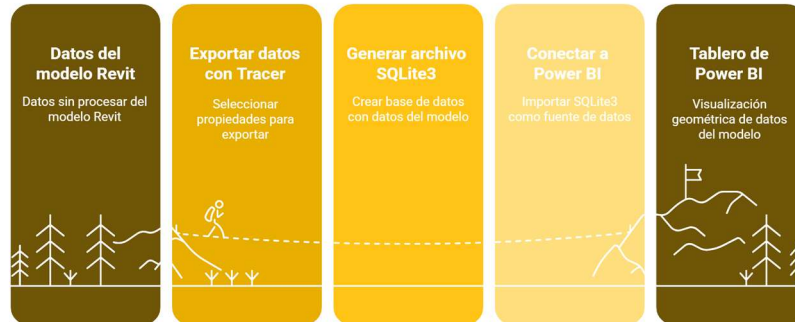


Ilustración 14 Flujo de trabajo Tracer
Fuente: Imagen generada con OpenAI

1. Uso del complemento Tracer en Revit para seleccionar propiedades a exportar.
2. Generación de archivo SQLite3 con datos del modelo.
3. Conexión de SQLite3 a Power BI como nueva fuente de datos.
4. Configuración de relaciones y carga del objeto visual de Tracer para visualización geométrica en el tablero.

c) Autodesk Data Connector

Conexión de datos de Autodesk a Power BI

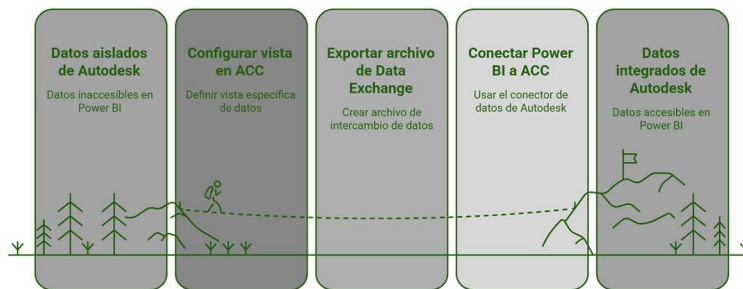


Ilustración 15 Flujo de trabajo Autodesk Data Connector
Fuente: Imagen generada con OpenAI

A continuación, se presenta un cuadro comparativo que analiza cinco criterios de evaluación para las tres herramientas de interoperabilidad empleadas, Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector. El impacto de cada criterio se ha calificado en una escala de 1 a 5, donde 1 indica bajo impacto y 5 alto impacto.

Posteriormente se evalúa el total ponderado sobre el porcentaje que se le brindó a cada criterio.

Tabla 1 *Comparación entre herramientas de interoperabilidad*

Criterio de comparación			Speckle		Tracer		Autodesk Data Connector	
Costo	5 pts	25%	4	20%	3	15%	3	15%
Interoperabilidad	4 pts	20%	5	20%	2	8%	3	12%
Configuración	3 pts	15%	2	6%	3	9%	4	12%
Experiencia de usuario (Navegación)	5 pts	25%	4	20%	2	10%	5	25%
Experiencia de usuario (Tiempo de carga)	3 pts	15%	2	6%	4	12%	3	9%
Total ponderado	20 pts	100%	72%		54%		73%	

Como resultado de esta comparación ponderada de criterios clave se evidencia un rendimiento balanceado entre Speckle (72%) y Autodesk Data Connector (73%), en tanto que la herramienta Tracer presenta un valor mucho menor que las anteriores (54%).

4.3 Definición de variables críticas para visualización y control

En función de los requisitos normativos y técnicos, se definieron las siguientes variables críticas a integrar en los tableros BIM:

- **Avance físico:** porcentaje de ejecución medido en unidades constructivas o volumen de obra.
- **Avance financiero:** comparación entre valores ejecutados y programados.
- **Hitos contractuales:** fechas y estados de cumplimiento.
- **Inventario de elementos modelables cuantificables:** listado con cantidades y estados.
- **Indicadores de desempeño:** tiempo de respuesta, variación entre programado y ejecutado.

Estas variables se modelaron en Power BI para permitir su análisis en conjunto con la visualización 3D del modelo.

La selección de las variables **avance físico, avance financiero, hitos contractuales, inventario de elementos modelables cuantificables e indicadores de desempeño** responde a la necesidad de que los tableros BIM proporcionen información clave, trazable y accionable para la supervisión técnica, administrativa y financiera de los proyectos. Cada una tiene un impacto directo en la toma de decisiones y en el cumplimiento de los objetivos del proyecto:

- **Avance físico**
 - **Relevancia:** Permite medir el grado de ejecución de la obra respecto al plan inicial.
 - **Valor agregado en el tablero BIM:** Visualizar el avance directamente sobre el modelo 3D facilita identificar zonas con retrasos o sobreavances, favoreciendo la gestión proactiva.
- **Avance financiero**

- **Relevancia:** Controla el flujo de recursos y su correspondencia con el avance físico.
- **Valor agregado en el tablero BIM:** Integrar datos financieros con la geometría del modelo posibilita validar si los desembolsos corresponden con el estado real de la obra, mitigando riesgos de sobrecostos.
- **Hitos contractuales**
 - **Relevancia:** Garantiza el seguimiento de compromisos y entregables acordados en el contrato.
 - **Valor agregado en el tablero BIM:** La visualización en línea de hitos vencidos o próximos a vencer mejora el control y reduce el riesgo de incumplimientos que puedan derivar en sanciones o retrasos.
- **Inventario de elementos modelables cuantificables**
 - **Relevancia:** Proporciona datos exactos sobre cantidades de obra y recursos instalados o pendientes.
 - **Valor agregado en el tablero BIM:** Favorece el control de calidad, la planificación de suministros y la validación de informes de obra con base en datos del modelo.
- **Indicadores de desempeño (KPI)**
 - **Relevancia:** Miden la eficiencia y efectividad de la ejecución, incluyendo plazos, costos y productividad.

- **Valor agregado en el tablero BIM:** La incorporación de KPI en la misma interfaz de visualización permite a los gestores identificar tendencias, anticipar desviaciones y aplicar correctivos de manera oportuna.

En conjunto, estas variables permiten que el tablero BIM sea más que un visor de modelos: se convierte en un **centro de control integral**, alineado con los principios de interoperabilidad, trazabilidad y transparencia establecidos en la **ISO 19650** y la **Estrategia Nacional BIM**.

Esto asegura que la herramienta no solo muestre información, sino que facilite la **gestión basada en evidencia**, apoyando a interventores y entidades públicas en la toma de decisiones fundamentadas.

4.4 Elaboración de tableros

4.4.1 Tablero Speckle: Control de volúmenes y costos de concreto y refuerzo (Ver Apéndice 1)

Construcción de tablero: El tablero se desarrolló en **Microsoft Power BI**, integrando datos del modelo BIM mediante la plataforma **Speckle** para la visualización 3D interactiva.

En la parte superior, se muestran indicadores clave:

- Volumen de concreto: **426,79 m³**
- Costo de concreto: **\$513.790.010**
- Peso de refuerzo: **65.689,34 kg**
- Costo de refuerzo: **\$353.035.261**

En el centro, se presenta un visor 3D del elemento estructural seleccionado, cargado desde Speckle, permitiendo la rotación, inspección y análisis visual. En la parte inferior derecha, un gráfico de anillo distribuye el costo total por elemento estructural, incluyendo pilotes, estribos, tablero, vigas postensadas, aletas, New Jersey, apoyos en estribo, vigas cabezal y pilas.

Herramientas utilizadas:

- **Autodesk Revit 2023:** Modelado BIM y generación de datos geométricos y de cantidades.
- **Speckle:** Integración del modelo 3D y conexión de datos BIM con Power BI.
- **Microsoft Power BI:** Procesamiento, modelado y visualización de datos cuantitativos y gráficos.

Aporte a la monografía:

Este tablero demuestra la capacidad de la metodología para vincular información de cantidades y costos con la visualización detallada de elementos estructurales específicos. La segmentación por tipo de elemento y la visualización 3D permiten un análisis más preciso de los recursos empleados, apoyando la toma de decisiones en supervisión y control. Además, valida el uso combinado de herramientas BIM y BI en el cumplimiento de los objetivos específicos relacionados con la integración de datos geométricos y alfanuméricos.

4.4.2 Tablero Speckle: Control de excavación y estabilización (ver Apéndice 2)

Construcción de tablero: El tablero se desarrolló en Microsoft Power BI utilizando integración Speckle para la visualización 3D del modelo BIM. En la parte izquierda se muestran métricas clave:

- Volumen de excavación: 48.452,11 m³, costo \$372.696.053
- Volumen muro estabilización: 696,33 m³, costo \$938.430.989
- Volumen cunetas: 166,10 m³, costo \$100.911.344
- Longitud anclajes: 875 ml, costo \$364.563.089
- Longitud pernos: 13.065 ml, costo \$4.543.366.815

En la parte superior derecha, un gráfico de barras distribuye la composición de actividades por tramo, mientras que en la parte inferior se presenta un modelo 3D georreferenciado con opciones de navegación.

Herramientas utilizadas:

- **Autodesk Revit 2023:** Modelado BIM y generación de datos geométricos y de cantidades.
- **Speckle:** Integración del modelo 3D y conexión de datos BIM con Power BI.
- **Microsoft Power BI:** Procesamiento, modelado y visualización de datos cuantitativos y gráficos.

Aporte a la monografía: Este tablero ejemplifica la integración de datos cuantitativos (cantidades y costos) con la visualización 3D, permitiendo correlacionar variables físicas y económicas. Su capacidad para segmentar la información por tramos es esencial para un

seguimiento granular, cumpliendo con el objetivo de definir variables críticas y vincularlas al modelo BIM.

4.4.3 Tablero Speckle: Avance por componentes de corredor vial (ver Apéndice 3)

Construcción de tablero: El tablero fue desarrollado en **Microsoft Power BI**, integrando el modelo BIM mediante la plataforma **Speckle** para visualización 3D interactiva.

En el centro, el modelo tridimensional del corredor vial está codificado por colores según la tipología constructiva:

- **Naranja:** elementos de estaciones
- **Gris y amarillo:** calzadas y separadores
- **Morado:** estructuras laterales
- **Azul:** plataformas y accesos
- **Negro:** ciclorruta

A la derecha, indicadores tipo “gauge” muestran el porcentaje de ejecución de cada componente:

- E. Patio Bonito: 99,56 %
- Corredor BRT: 99,29 %
- EP Oriental: 99,38 %
- EP Occidental: 99,58 %
- C. Mixto Oriental: 99,93 %
- C. Mixto Occidental: 99,54 %
- Ciclorruta: 98,22 %

Estos indicadores permiten ver de forma inmediata el avance real en comparación con la meta del 100 %.

Herramientas utilizadas:

- **Autodesk Revit 2023:** Modelado BIM y generación de geometría y datos de componentes.
- **Speckle:** Publicación del modelo y conexión con Power BI para visualización interactiva.
- **Microsoft Power BI:** Diseño del tablero, configuración de indicadores y estructura de filtros.

Aporte a la monografía: Este tablero es un ejemplo claro de la aplicación de la metodología propuesta para integrar métricas de avance físico con un modelo BIM georreferenciado. La segmentación por componentes constructivos permite detectar de forma rápida los elementos con menor porcentaje de avance (en este caso, la ciclorruta) y priorizar recursos.

Cumple con el objetivo específico de **configuración de tableros BIM con datos geométricos y alfanuméricos**, y fortalece la trazabilidad al combinar visualización 3D con datos cuantitativos en tiempo real.

4.4.4 Tablero Tracer: Gestión predial en proyecto vial (Ver Apéndice 4)

Construcción de tablero: Este tablero, desarrollado en **Microsoft Power BI** con la integración de la herramienta **Tracer**, presenta a la izquierda el modelo 3D de los predios

asociados a un proyecto vial, codificados por color según su estado administrativo y legal.

En la parte derecha, un gráfico circular distribuye el área total de predios (**483.776,03 m²**) según las categorías:

- Cesión No Adquirir: **189,55 mil m² (39 %)**
- Disponible Área Libre: **140,36 mil m² (29 %)**
- En Negociación: **58,86 mil m² (12 %)**
- Disponible Entregado, Demolido, Sin Avalúo, Expropiación, Promesa, Disponible No Demolido: valores menores que completan el 20 % restante.

En la parte inferior, una tabla detalla para cada predio su estado, código de marca y área correspondiente.

Herramientas utilizadas:

- **Autodesk Revit 2023:** Modelado BIM de predios y asignación de propiedades.
- **Tracer:** Extracción y exportación de propiedades del modelo a formato SQLite para conexión con Power BI.
- **Microsoft Power BI:** Creación de visualizaciones, filtros y segmentaciones de datos prediales.

Aporte a la monografía: Este tablero ejemplifica cómo la metodología propuesta amplía el alcance del control BIM más allá del seguimiento físico de obra, incorporando variables críticas para la gestión predial. La visualización integrada del estado legal y administrativo de los predios en el modelo 3D, junto con datos cuantitativos, permite identificar áreas críticas que pueden generar retrasos, facilitando la coordinación con los equipos jurídicos y de adquisición de

suelo.

Cumple con el objetivo específico de integrar diferentes fuentes de información al modelo BIM para una gestión integral de proyectos de infraestructura pública.

4.4.5 Tablero Power BI: Avance de ejecución de cajas ETB (Ver Apéndice 5)

Construcción de tablero: El tablero se desarrolló en **Microsoft Power BI** integrando datos de campo provenientes de reportes de obra y bases georreferenciadas.

En la parte izquierda se presentan indicadores de avance físico:

- Excavadas: **87,85 %**
- Construidas: **89,72 %**

Un gráfico de barras clasifica las 107 cajas según tipología (T-13, T-14, CPS, CPD, T-16, T-18, Postes), destacando la predominancia del tipo T-13 con 52 unidades.

En la parte inferior izquierda, un indicador tipo “gauge” muestra que se han ejecutado **27,81 mil** unidades de obra de un total planificado de **32,67 mil**, lo que equivale a un **85,11 %** de avance.

En la parte derecha, un mapa interactivo ubica las cajas a lo largo del corredor del proyecto, codificadas por color según su estado: verde (ejecutado), azul (ejecutado en el mes) y amarillo (pendiente).

Herramientas utilizadas:

- **Microsoft Excel:** Registro y consolidación de avances de obra.
- **Microsoft Power BI:** Modelado de datos, visualización interactiva y conexión con mapas georreferenciados.
- **Azure Maps:** Representación cartográfica y ubicación de los elementos en el tablero.

Aporte a la monografía: Este tablero ilustra cómo los indicadores de avance físico pueden integrarse con información georreferenciada para optimizar el seguimiento de actividades específicas en proyectos de infraestructura. Su uso permite identificar de forma rápida la ubicación exacta de actividades pendientes y priorizar recursos, cumpliendo con el objetivo de integrar datos espaciales y métricos para mejorar el control de obra. Además, demuestra la utilidad de las herramientas BI para centralizar y visualizar información de diferentes fuentes en un único entorno de análisis.

4.4.6 Tablero Autodesk Data Exchange: Elementos del modelo por categoría (Ver Apéndice 6)

Construcción del tablero: El tablero se desarrolló en **Microsoft Power BI**, integrando el modelo BIM mediante **Autodesk Data Exchange** para visualización 3D interactiva y categorización automática de elementos. A la izquierda se observa el modelo tridimensional, que representa un entorno urbano con componentes arquitectónicos, paisajísticos y de infraestructura, codificados visualmente para facilitar su identificación. A la derecha, un gráfico radial agrupa los elementos por categoría: suelos, tuberías, vegetación, barandillas y aparatos eléctricos. En la parte inferior se muestran indicadores numéricos clave:

- Total suelos: **4.167,8 m²**
- Longitud de tuberías: **757,90 m**
- Especies arbóreas: **46 unidades**

- Total bordillo: **58,03 m**
- Cajas eléctricas: **26 unidades**

Herramientas utilizadas:

- **Autodesk Revit 2023:** Modelado BIM y categorización de elementos.
- **Autodesk Data Exchange:** Integración del modelo y exportación de datos por categorías a Power BI.
- **Microsoft Power BI:** Procesamiento, modelado de datos y visualización interactiva.

Aporte a la monografía: Este tablero demuestra la capacidad de la metodología para incluir en el seguimiento del proyecto no solo elementos estructurales, sino también componentes no estructurales y paisajísticos. Esto amplía la cobertura del control BIM hacia aspectos de urbanismo y medio ambiente, lo cual es especialmente relevante en proyectos que integran infraestructura con espacio público.

Cumple con el objetivo de optimizar la trazabilidad y el análisis integral del modelo, alineando la propuesta metodológica con el enfoque de ciclo de vida del proyecto y la norma ISO 19650.

5. Discusión

Los resultados obtenidos a partir de la implementación experimental de tableros BIM mediante las herramientas Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector for Power BI evidencian que la integración de información geométrica y alfanumérica en entornos de Business Intelligence ofrece mejoras significativas en el seguimiento y control de proyectos de infraestructura pública.

En primer lugar, la comparativa de herramientas mostró que, aunque las tres soluciones permiten la interoperabilidad entre modelos BIM y Power BI, sus niveles de desempeño varían según el criterio evaluado. Speckle destacó por su costo cero y amplia capacidad de interoperabilidad, lo que lo hace especialmente atractivo para entidades con presupuestos limitados, aunque presenta tiempos de carga moderados. Autodesk Data Connector obtuvo el puntaje más alto en experiencia de usuario y tiempo de carga, lo que lo convierte en una opción sólida para proyectos que ya operan dentro del ecosistema Autodesk Construction Cloud, aunque requiere licencias adicionales. Tracer, por su parte, si bien presentó un desempeño más bajo en la ponderación global, resulta útil en casos donde se requiere un control selectivo de propiedades y una integración ligera con Power BI.

Estos hallazgos son consistentes con lo señalado en estudios internacionales (Sacks et al., 2018); (Kensek & Noble, 2014), que resaltan la importancia de seleccionar herramientas interoperables considerando tanto criterios técnicos como contextuales, especialmente en proyectos del sector público donde las restricciones presupuestarias y las políticas de contratación influyen en la elección tecnológica.

En cuanto a la definición de variables críticas (avance físico, avance financiero, hitos contractuales, inventario de elementos modelables e indicadores de desempeño), la experiencia práctica demostró que su integración en un mismo tablero potencia la capacidad de las entidades para realizar un seguimiento integral y en tiempo real. Este enfoque coincide con las recomendaciones de la ISO 19650 y la Estrategia Nacional BIM (CONPES 3975 de 2019), que promueven la trazabilidad y transparencia en la gestión de la información durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Asimismo, la validación teórica de la propuesta confirmó que los tableros BIM desarrollados bajo esta metodología pueden replicarse en diferentes tipologías de proyectos y adaptarse a los requerimientos de cada entidad, siempre que se mantenga la estandarización en la estructura de datos y se disponga de personal capacitado para su gestión. No obstante, se identificaron desafíos asociados a la adopción tecnológica y resistencia al cambio, que podrían limitar la efectividad de la herramienta si no se acompañan de estrategias de capacitación y gestión del cambio organizacional.

En relación con la viabilidad técnica, la implementación práctica permitió demostrar que es posible establecer flujos de trabajo estables y escalables para integrar modelos BIM con sistemas de análisis de datos sin requerir desarrollos a medida complejos, aprovechando herramientas existentes en el mercado. Sin embargo, la dependencia de servicios en la nube implica considerar aspectos de conectividad, seguridad de datos y cumplimiento de regulaciones sobre información pública.

En síntesis, la propuesta metodológica desarrollada aporta una solución concreta y adaptable para fortalecer la supervisión técnica y administrativa de proyectos de infraestructura

pública en Colombia. Su relevancia radica en que no solo cumple con los estándares internacionales, sino que también se ajusta al marco normativo nacional, contribuyendo a la modernización de la gestión pública y a la transparencia en el uso de recursos.

6. Conclusiones

El presente trabajo tuvo como propósito proponer un marco metodológico para la implementación de tableros BIM integrados en plataformas de análisis de datos, como Microsoft Power BI, con el fin de mejorar el seguimiento y control de proyectos de infraestructura pública en Colombia. A partir del desarrollo metodológico, la aplicación de herramientas de interoperabilidad y el análisis comparativo de resultados, se establecen las siguientes conclusiones:

La propuesta metodológica desarrollada demostró que es viable integrar información geométrica y alfanumérica de modelos BIM con datos contractuales y financieros en un único entorno de visualización. El uso combinado de Microsoft Power BI y herramientas de interoperabilidad como Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector permitió construir tableros dinámicos que facilitan la toma de decisiones, mejoran la trazabilidad y promueven la transparencia en la gestión de proyectos públicos.

Se identificaron como requisitos clave la interoperabilidad, la estandarización de datos (ISO 19650), la actualización en tiempo real y la posibilidad de acceso multiusuario. Estos criterios orientaron la selección de herramientas y la definición de las variables críticas a visualizar, asegurando la alineación con la Estrategia Nacional BIM (CONPES 3975 de 2019).

En cuanto al Análisis de herramientas tecnológicas; Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector permitió establecer sus capacidades y limitaciones.

- Speckle destacó por su bajo costo y alta interoperabilidad (72% en la ponderación).
- Tracer sobresalió en la visualización geométrica, aunque presentó menor interoperabilidad (54%).

- Autodesk Data Connector obtuvo el mejor rendimiento global (73%), con gran facilidad de navegación y conexión directa a Autodesk Construction Cloud.

Se definieron algunas variables críticas, tales como avance físico, avance financiero, hitos contractuales, inventario de elementos modelables cuantificables e indicadores de desempeño—resultan esenciales para un control integral. Su selección se justifica por su impacto directo en la supervisión técnica y administrativa, así como por su capacidad para correlacionar la ejecución física con la inversión económica.

Se configuraron tableros BIM, donde se plantea el siguiente flujo metodológico en cinco fases:

- Preparación y configuración de fuentes de datos.
- Carga y transformación en Power Query.
- Modelado de relaciones.
- Diseño de visualizaciones integradas con el modelo 3D.
- Publicación y acceso en Power BI Service.

Los ejercicios prácticos confirmaron que estas fases garantizan la integridad de datos, la coherencia en las relaciones y la utilidad de la visualización final.

En conclusión, general y basado en los ejercicios realizados con las tres herramientas evidenció que es posible combinar visualización tridimensional y análisis de datos en un mismo entorno, generando un centro de control integral para el seguimiento de proyectos. Esta integración facilita detectar desviaciones, anticipar riesgos y gestionar el proyecto de manera proactiva, replicando el modelo metodológico en diferentes tipos de infraestructura pública.

En síntesis, el trabajo aporta una propuesta metodológica replicable, alineada con estándares internacionales y adaptable al contexto colombiano, que potencia la capacidad de las entidades públicas para gestionar proyectos de manera más eficiente, trazable y transparente.

7. Acerca de las referencias

A continuación, se presentan tres estudios relevantes que aportan insumos conceptuales, metodológicos y prácticos para la propuesta metodológica de implementación de tableros BIM en el seguimiento y control de proyectos de infraestructura pública en Colombia. Se incluye un análisis de su pertinencia como referencia para el presente trabajo.

Trejo Carvajal, R. (2018). Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos (Tesis de Magíster, Universidad de Chile). Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168599>

Resumen:

Este estudio examina la incidencia de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos, en el marco del Plan BIM “Construye 2025” de Chile. Analiza la capacidad de BIM para mejorar la coordinación entre actores, reducir errores, optimizar tiempos y recursos, y aumentar la precisión en planificación (dimensiones 4D y 5D). También identifica barreras de adopción, como la resistencia al cambio, la falta de capacitación, las limitaciones de interoperabilidad y la ausencia de políticas públicas vinculantes.

Pertinencia para el presente trabajo:

Este documento es relevante porque ofrece un marco de referencia internacional —en un país latinoamericano con políticas BIM avanzadas— que demuestra cómo la integración de modelos BIM con procesos de planificación y control puede generar beneficios medibles. La identificación de barreras aporta elementos para prever riesgos en la implementación de tableros BIM en Colombia, y los beneficios documentados refuerzan el valor de integrar datos geométricos y alfanuméricos, tal como se plantea en esta propuesta.

Barrera Mondragón, C., & Rojas, D. (2020). Importancia de la metodología BIM en la gerencia de proyectos (Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas).

Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/items/285ccb31-165f-4840-81a3-c7cd7d0353f2>

Resumen:

Este trabajo analiza la adopción de la metodología BIM en Colombia desde la perspectiva de la gerencia de proyectos. Basado en encuestas a profesionales del sector, concluye que BIM aporta significativamente en la gestión colaborativa, la integración de información normativa, y el control técnico y administrativo. Destaca que la capacitación y la actualización normativa son factores determinantes para una implementación efectiva.

Pertinencia para el presente trabajo:

Su valor radica en que presenta evidencia del contexto colombiano, identificando beneficios y retos específicos del país. Esta información complementa el enfoque propositivo de la presente monografía y valida que la metodología planteada debe considerar no solo aspectos técnicos, sino también factores de gestión, formación y normatividad, lo cual coincide con los objetivos específicos de este trabajo.

Del Giudice, A. (2024). Integration of BIM and Business Intelligence Tools for Project Management (Tesi di Laurea Magistrale, Politecnico di Torino). Recuperado de <https://webthesis.biblio.polito.it/33578/1/tesi.pdf>

Resumen:

Esta tesis desarrolla un caso de estudio sobre la integración de modelos BIM con Microsoft Power BI para la generación de tableros de control y análisis de datos de proyectos. Expone el

flujo de trabajo, la estructuración de bases de datos y el diseño de visualizaciones interactivas para monitorear métricas clave de desempeño. Evalúa los beneficios de la interoperabilidad y el uso de herramientas BI como soporte a la toma de decisiones.

Pertinencia para el presente trabajo:

Es una referencia directa para el diseño metodológico de la presente monografía, ya que demuestra de manera aplicada cómo la integración BIM–Power BI puede implementarse para el seguimiento de proyectos. El enfoque técnico y los resultados obtenidos validan la elección de Power BI como plataforma central y de herramientas como Speckle, Tracer y Autodesk Data Connector como medios de interoperabilidad.

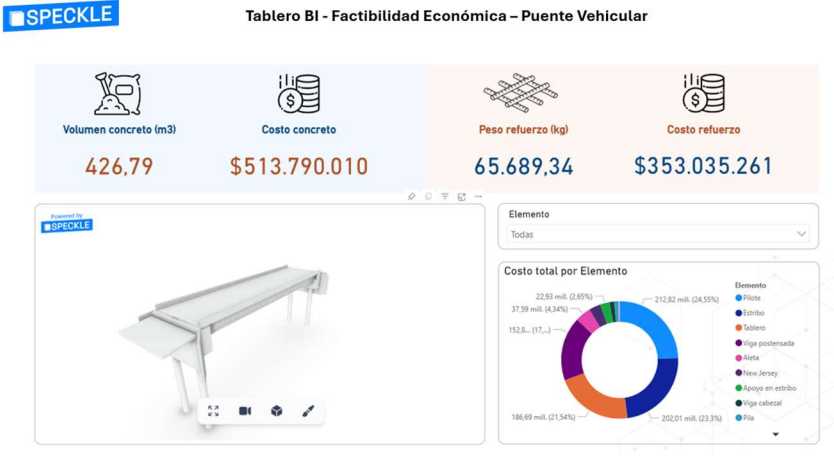
Los tres documentos revisados aportan perspectivas complementarias:

- Un caso internacional exitoso (Chile) que evidencia el impacto de BIM en control y planificación.
- Un diagnóstico local (Colombia) que identifica oportunidades y desafíos reales en el contexto nacional.
- Un estudio técnico especializado (Italia) que ejemplifica la integración de BIM con herramientas de BI.

En conjunto, constituyen una base sólida para sustentar la pertinencia, viabilidad y aplicabilidad de la propuesta metodológica de tableros BIM en proyectos de infraestructura pública en Colombia, alineada con estándares internacionales y adaptada a la realidad local.

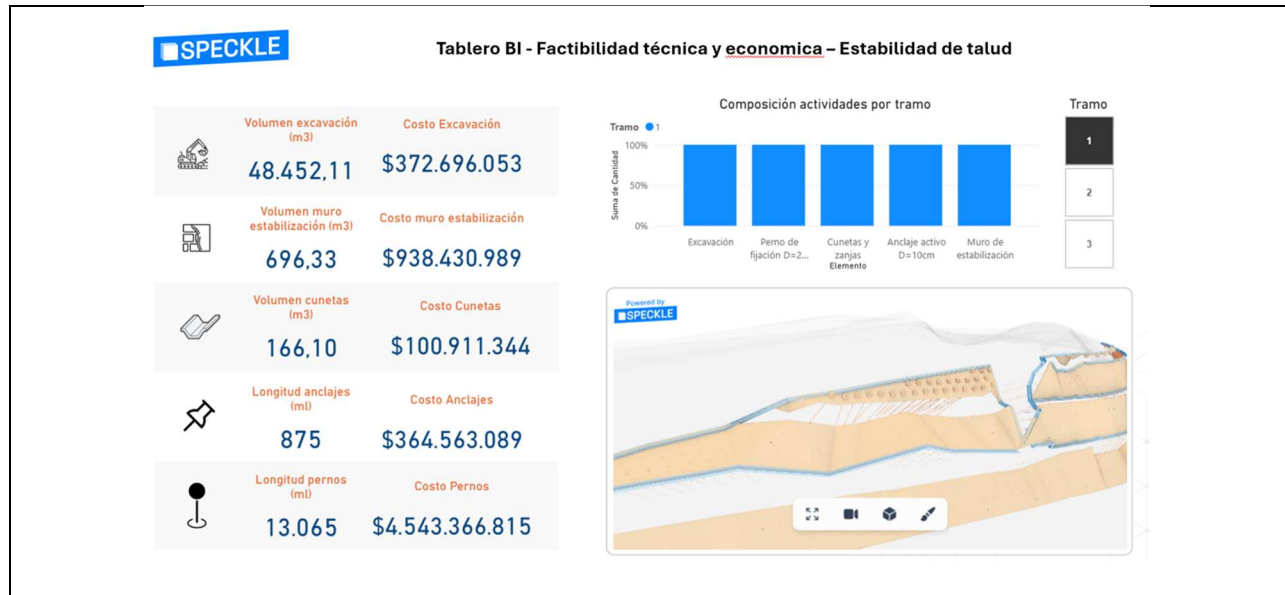
8. Apéndices

Apéndice 1 Tablero BI - Factibilidad Económica – Puente Vehicular

<p>Proyecto: Ruta 190 – Macarena</p>																																								
<p>Entidad: INVIAS</p>																																								
<p>Descripción tablero:</p> <p>El tablero mostrado es un dashboard BIM interactivo desarrollado con integración a Speckle, que permite visualizar información técnica y económica de elementos constructivos en un proyecto de infraestructura.</p>																																								
<p>Uso propuesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento y control de cantidades y costos de obra. • Análisis visual y detallado de cada elemento estructural del proyecto. • Identificación rápida de los componentes con mayor incidencia en el presupuesto. • Facilitar la comunicación entre equipos técnicos, administrativos y de supervisión. • Integración del modelo 3D con datos económicos y técnicos en tiempo real. 																																								
 <p>Table: Key Metrics</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Metric</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Volumen concreto (m3)</td> <td>426.79</td> </tr> <tr> <td>Costo concreto</td> <td>\$513.790.010</td> </tr> <tr> <td>Peso refuerzo (kg)</td> <td>65.689,34</td> </tr> <tr> <td>Costo refuerzo</td> <td>\$353.035.261</td> </tr> </tbody> </table> <p>Table: Costo total por Elemento</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>Costo (mil)</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plote</td> <td>22.93</td> <td>2.65%</td> </tr> <tr> <td>Estribo</td> <td>37.59</td> <td>4.34%</td> </tr> <tr> <td>Tablero</td> <td>212.82</td> <td>24.55%</td> </tr> <tr> <td>Viga postensada</td> <td>152.8</td> <td>17.1%</td> </tr> <tr> <td>Ruta</td> <td>186.69</td> <td>21.54%</td> </tr> <tr> <td>New Jersey</td> <td>200.01</td> <td>23.3%</td> </tr> <tr> <td>Apoyo en estribo</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Viga cabesal</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Pila</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Metric	Value	Volumen concreto (m3)	426.79	Costo concreto	\$513.790.010	Peso refuerzo (kg)	65.689,34	Costo refuerzo	\$353.035.261	Elemento	Costo (mil)	Porcentaje	Plote	22.93	2.65%	Estribo	37.59	4.34%	Tablero	212.82	24.55%	Viga postensada	152.8	17.1%	Ruta	186.69	21.54%	New Jersey	200.01	23.3%	Apoyo en estribo	-	-	Viga cabesal	-	-	Pila	-	-
Metric	Value																																							
Volumen concreto (m3)	426.79																																							
Costo concreto	\$513.790.010																																							
Peso refuerzo (kg)	65.689,34																																							
Costo refuerzo	\$353.035.261																																							
Elemento	Costo (mil)	Porcentaje																																						
Plote	22.93	2.65%																																						
Estribo	37.59	4.34%																																						
Tablero	212.82	24.55%																																						
Viga postensada	152.8	17.1%																																						
Ruta	186.69	21.54%																																						
New Jersey	200.01	23.3%																																						
Apoyo en estribo	-	-																																						
Viga cabesal	-	-																																						
Pila	-	-																																						

Apéndice 2 Tablero BI - Factibilidad Económica – Estabilidad de talud

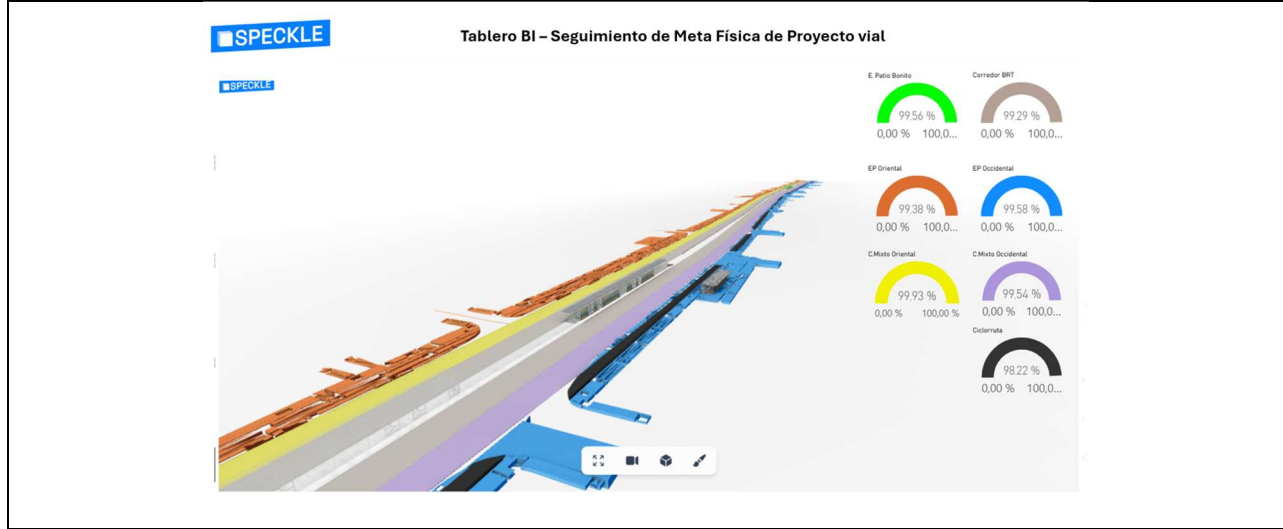
Proyecto: Ruta 190 – Macarena
Entidad: INVIAS
<p>Descripción tablero:</p> <p>El tablero mostrado es un dashboard BIM interactivo desarrollado con integración a Speckle, que permite visualizar información técnica y económica de elementos constructivos en un proyecto de infraestructura.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Uso propuesto: • Control de cantidades ejecutadas por actividad: Permite conocer el volumen o longitud ejecutada en excavación, muros de estabilización, cunetas, anclajes y pernos. • Monitoreo de costos asociados: Relaciona directamente cada actividad con su costo acumulado, facilitando la verificación presupuestal. • Análisis comparativo por tramos: A través de filtros, es posible seleccionar un tramo específico y visualizar la composición porcentual de actividades ejecutadas. • Seguimiento georreferenciado: Vincula métricas con la ubicación física en el modelo 3D para un análisis visual más preciso. • Optimización de reportes: Centraliza en un solo tablero información cuantitativa y gráfica, reduciendo el tiempo de elaboración de informes.



Apéndice 3 Tablero BI – Seguimiento de Meta Física de Proyecto Vial

Proyecto: Transmilenio Av. Cali - Bogotá
Entidad: IDU
<p>Descripción tablero:</p> <p>El tablero integra un modelo BIM 3D visualizado mediante Speckle y datos de avance físico procesados en Microsoft Power BI. A la izquierda, el modelo tridimensional muestra la geometría del corredor vial codificada por colores según la tipología constructiva: estaciones, calzadas mixtas, andenes y ciclorruta. A la derecha, indicadores tipo “gauge” presentan el porcentaje de ejecución de cada componente:</p>
<p>Uso propuesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de avance físico por tipología constructiva: Permite evaluar el grado de ejecución de componentes específicos (andenes, calzadas, estaciones, ciclorruta, etc.) en tiempo real.

- Control de cumplimiento de metas parciales: Facilita el monitoreo de porcentajes de ejecución en relación con la programación contractual.
- Priorización de acciones correctivas: Identifica rápidamente componentes con menor avance (ej. ciclorruta 98,22 %) para enfocar recursos y esfuerzos.
- Comunicación y reporte a partes interesadas: Proporciona un soporte visual comprensible para comités de obra, interventoría y entidades públicas.
- Trazabilidad y transparencia: Registra avances con soporte visual 3D y métricas cuantitativas integradas



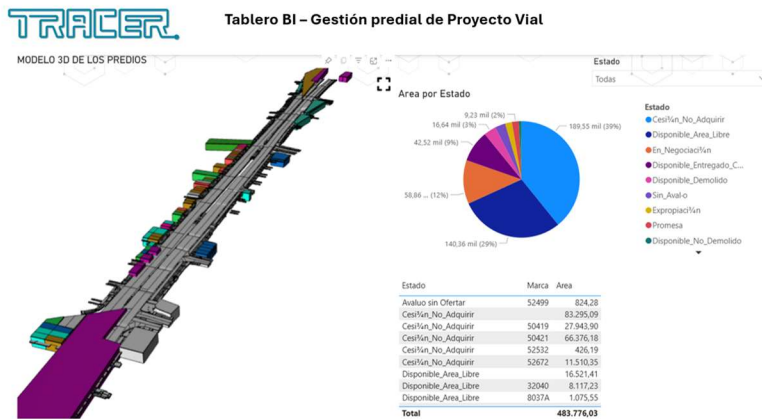
Apéndice 4 Tablero BI - Factibilidad Económica – Puente Vehicular

Proyecto: Transmilenio Av. Cali - Bogotá
Entidad: IDU
<p>Descripción tablero:</p> <p>Este tablero, desarrollado en Microsoft Power BI con integración Tracer, presenta a la izquierda un modelo 3D que ubica geográficamente los predios del proyecto, codificados por</p>

color según su estado. A la derecha, un gráfico circular distribuye el área total (483.776,03 m²) en función de cada categoría:

Uso propuesto:

- Gestión del estado de predios: Permite visualizar y filtrar predios según su situación legal y administrativa (cesión, adquisición, expropiación, demolición, etc.).
- Análisis de avance en adquisición de suelo: Mide el porcentaje y área de predios adquiridos, en negociación o pendientes, para cumplir con las metas del proyecto.
- Priorización de acciones legales y técnicas: Identifica predios críticos que requieren intervención inmediata para no retrasar la obra.
- Comunicación con áreas jurídicas y de gestión predial: Proporciona información visual y cuantitativa para coordinar acciones entre equipos técnicos y legales.
- Control documental y trazabilidad: Facilita el seguimiento histórico de cambios en el estado de cada predio.



Apéndice 5 Tablero BI - Seguimiento y ejecución de obra

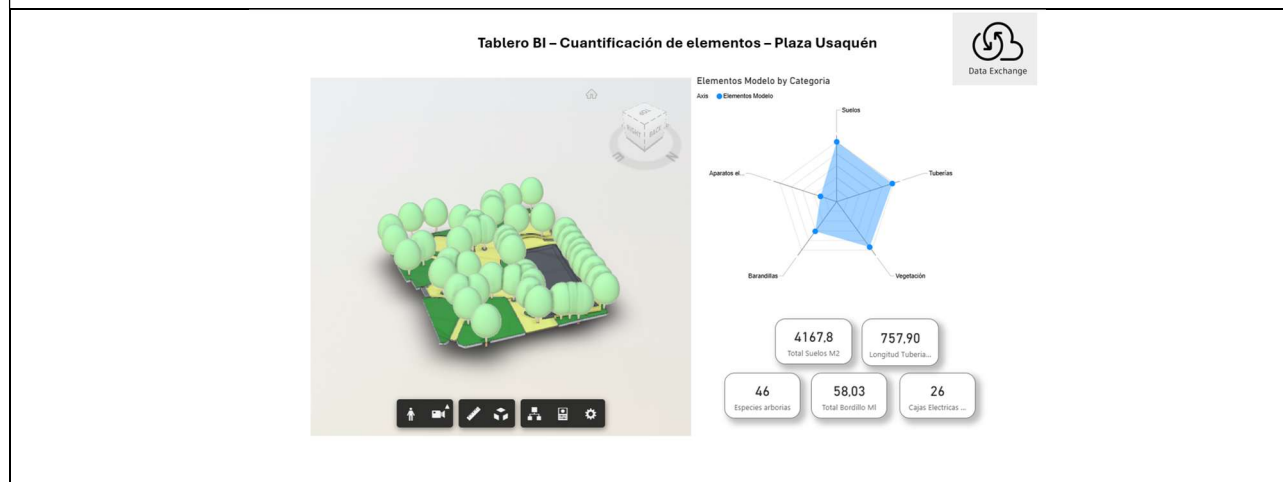
Proyecto: Transmilenio Av. Cali - Bogotá
Entidad: IDU
<p>Descripción tablero:</p> <p>El tablero, desarrollado en Microsoft Power BI, presenta en la parte izquierda indicadores de avance físico de cajas ETB: 87,85 % excavadas y 89,72 % construidas. Un gráfico de barras clasifica el total de 107 cajas por tipología, siendo la T-13 la más frecuente (52 unidades).</p>
<p>Uso propuesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de avance físico por tipología de elemento: Permite visualizar cuántas cajas han sido excavadas y construidas por tipo (T-13, T-14, CPS, etc.). • Georreferenciación de actividades: Ubica en un mapa las cajas ejecutadas, ejecutadas en el mes y pendientes, facilitando la supervisión en campo. • Control de avance por fases y tramos: Filtra la información para identificar avances específicos en cada segmento del proyecto. • Medición del avance global: Presenta indicadores de avance físico acumulado y porcentual para el total de elementos. • Soporte para reportes y toma de decisiones: Provee datos claros para informes de interventoría, seguimiento interno y comunicación con el cliente.



Apéndice 6 Tablero BI - Cuantificación de elementos – Plaza Usaquén

Proyecto: Transmilenio Av. Cali - Bogotá
Entidad: IDU
<p>Descripción tablero:</p> <p>El tablero integra un modelo 3D visualizado mediante Autodesk Data Exchange y datos cuantitativos procesados en Microsoft Power BI. A la izquierda, el visor 3D muestra la composición espacial del proyecto con elementos diferenciados por categorías y colores. A la derecha, un gráfico radial agrupa las principales categorías: suelos, tuberías, vegetación, barandillas y aparatos eléctricos.</p>
<p>Uso propuesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de elementos del modelo BIM por categoría: Permite analizar la composición de un proyecto en función de diferentes tipos de elementos (suelos, tuberías, vegetación, barandillas, aparatos eléctricos, etc.).

- Monitoreo de cantidades y métricas: Presenta datos cuantitativos clave, como área total de suelos, longitud de tuberías y cantidad de elementos específicos.
- Visualización 3D interactiva: Facilita la inspección espacial del proyecto y la localización de elementos relevantes en el modelo.
- Control de componentes no estructurales y paisajísticos: Integra variables como vegetación y mobiliario urbano en el control general del proyecto.
- Soporte para análisis de mantenimiento y operación: Ofrece datos útiles para fases posteriores del ciclo de vida, como Facility Management.



Referencias

- Autodesk. (2025). *Construction Data Connector*. Obtenido de <https://construction.autodesk.com/tools/construction-data-connector/>
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Estrategia Nacional BIM (2020-2026)*.
- Gartner. (2024). *Gartner Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms*. Obtenido de <https://www.gartner.com/en/documents/5519595>
- Kensek, K., & Noble, D. (2014). *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice*.
- Organización Internacional de Normalización. (2021). *ISO 19650:2021 - Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including Building Information Modelling (BIM)*.
- Proving Ground. (2020). *Tracer*. Obtenido de <https://apps.provingground.io/tracer/>
- SAP. (2025). *¿Qué es business intelligence (BI)?* Obtenido de <https://www.sap.com/spain/products/data-cloud/cloud-analytics/what-is-business-intelligence.html>
- Speckle. (2025). Obtenido de <https://app.speckle.systems/projects>
- Dietmair, K., Esser, S., & Harder, B. (2024). *Incremental model updates in BIM: a critical analysis of the collaboration platform Speckle*. <https://doi.org/10.15480/882.13542>
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (Wiley, Ed.).

