

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN CONJUNTO CON LA
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN PROYECTOS

NICOLÁS SANTIAGO CELY VARGAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TUNJA
2026

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN CONJUNTO CON LA
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN PROYECTOS

NICOLÁS SANTIAGO CELY VARGAS

Proyecto para obtener el título de Ingeniero Ambiental

Director: Arq. Javier Augusto Mendoza Del Rio

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TUNJA

2026

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, 07 de mayo de 2026

Contenido

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
Palabras clave:	7
Keywords:	8
INTRODUCCIÓN	9
1. METODOLOGÍA	11
1.1. Tipo de investigación	12
1.2. Enfoque metodológico	12
2. ESTADO DEL ARTE	12
2.1. BIM como metodología de gestión ambiental del ciclo de vida de los proyectos	13
2.2. BIM 6D, eficiencia energética y confort ambiental	14
2.3. Análisis de ciclo de vida, huellas ambientales y certificaciones sostenibles	16
2.4. Economía circular, materiales y reducción de residuos	17
2.5. Gestión hídrica, saneamiento e infraestructura ambiental	18
2.6. Infraestructura pública, obras civiles y sostenibilidad territorial	19
2.7. Tecnologías emergentes asociadas a BIM: inteligencia artificial, realidad virtual, Blockchain, SIG y OpenBIM	20
2.8. Gestión de proyectos, operación, mantenimiento y control con indicadores	21
2.9. Formación profesional, estandarización y barreras de implementación	22
3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	23
3.1. BIM como apoyo a la toma de decisiones ambientales	23
3.2. Eficiencia energética y confort ambiental como líneas de aplicación prioritarias	24
3.3. Análisis de ciclo de vida y huellas ambientales	25
3.4. Economía circular, materiales y gestión de residuos	26
3.5. Gestión hídrica e infraestructura ambiental	26

3.6. BIM en proyectos públicos, infraestructura y sostenibilidad territorial	27
3.7. Tecnologías emergentes asociadas a BIM.....	28
3.8. Barreras de implementación y retos para la Ingeniería Ambiental	28
4. CONCLUSIONES	29
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

RESUMEN

La investigación se desarrolló mediante una revisión bibliográfica y documental de estudios científicos, tesis y artículos especializados publicados entre 2022 y 2026, relacionados con BIM, sostenibilidad, eficiencia energética y construcción inteligente. La revisión consideró investigaciones desarrolladas en diferentes países, con el propósito de analizar la aplicación de la metodología BIM en el sector de la construcción de manera general, incluyendo edificaciones, obras civiles e infraestructura desde una perspectiva orientada a la sostenibilidad ambiental. La presente investigación analiza la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) orientada a la sostenibilidad, específicamente en su dimensión 6D, dentro del sector de la construcción. El estudio aborda la necesidad de integrar herramientas digitales que permitan optimizar la planificación, diseño, ejecución y mantenimiento de proyectos constructivos bajo criterios de eficiencia energética, reducción del impacto ambiental y sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones. Diversas investigaciones evidencian que BIM 6D facilita la simulación energética, la evaluación ambiental, el análisis del ciclo de vida y la gestión eficiente de recursos, contribuyendo a mejorar la toma de decisiones en proyectos arquitectónicos y de infraestructura.

La investigación se desarrolló mediante una revisión bibliográfica y documental de estudios científicos, tesis y artículos especializados publicados entre 2022 y 2026, relacionados con BIM, sostenibilidad, eficiencia energética y construcción inteligente. Se identificaron los principales beneficios, desafíos y oportunidades de la integración BIM 6D en proyectos de construcción, considerando aspectos como la optimización de materiales, el análisis energético, la reducción de costos, la gestión ambiental y la interoperabilidad tecnológica. Asimismo, se analizaron enfoques complementarios relacionados con inteligencia artificial, Lean Construction, realidad virtual y economía circular aplicados al entorno BIM.

Los resultados evidencian que la metodología BIM 6D mejora significativamente la sostenibilidad y eficiencia de los proyectos constructivos, permitiendo una mejor coordinación multidisciplinaria, reducción de errores, optimización energética y evaluación ambiental desde etapas tempranas del diseño. Además, se identificó que su implementación aún enfrenta limitaciones relacionadas con la falta de capacitación, resistencia al cambio, costos de adopción y ausencia de estandarización en algunos contextos latinoamericanos. Sin embargo, el avance de las tecnologías digitales y las políticas de transformación del sector construcción fortalecen progresivamente la incorporación de BIM como herramienta clave para alcanzar edificaciones más sostenibles y eficientes.

ABSTRACT

The research was conducted through a bibliographic and documentary review of scientific studies, theses, and specialized articles published between 2022 and 2026, addressing BIM, sustainability, energy efficiency, and smart construction. The review considered studies carried out in different countries to analyze the application of the BIM methodology within the construction sector from a general perspective, including buildings, civil works, and infrastructure projects, with a focus on environmental sustainability. This research analyzes the implementation of the Building Information Modeling (BIM) methodology focused on sustainability, specifically its 6D dimension, within the construction sector. The study addresses the need to integrate digital tools that optimize planning, design, execution, and maintenance processes under criteria of energy efficiency, environmental impact reduction, and sustainability throughout the building life cycle. Several studies demonstrate that BIM 6D facilitates energy simulation, environmental assessment, life cycle analysis, and efficient resource management, contributing to improved decision-making in architectural and infrastructure projects.

The research was conducted through a bibliographic and documentary review of scientific studies, theses, and specialized articles published between 2022 and 2026 related to BIM, sustainability, energy efficiency, and smart construction. The main benefits, challenges, and opportunities associated with BIM 6D integration in construction projects were identified, considering aspects such as material optimization, energy analysis, cost reduction, environmental management, and technological interoperability. Complementary approaches involving artificial intelligence, Lean Construction, virtual reality, and circular economy within BIM environments were also analyzed.

The results show that BIM 6D significantly improves sustainability and efficiency in construction projects by enabling better multidisciplinary coordination, error reduction, energy optimization, and environmental assessment from early design stages. In addition, the study identified limitations associated with lack of training, resistance to change, implementation costs, and insufficient standardization in some Latin American contexts. Nevertheless, the advancement of digital technologies and transformation policies within the construction industry increasingly strengthen BIM adoption as a key tool for achieving more sustainable and efficient buildings.

Palabras clave:

BIM 6D, sostenibilidad, eficiencia energética, construcción sostenible, análisis del ciclo de vida, Building Information Modeling.

Keywords:

BIM 6D, sustainability, energy efficiency, sustainable construction, life cycle assessment, Building Information Modeling.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción representa uno de los sectores con mayor incidencia sobre la transformación del territorio, el consumo de recursos naturales, la generación de residuos y la demanda energética de las edificaciones e infraestructuras. Desde el enfoque de la Ingeniería Ambiental, esta realidad plantea la necesidad de incorporar metodologías que permitan evaluar, controlar y optimizar los impactos ambientales desde las etapas tempranas de formulación y diseño, hasta la construcción, operación, mantenimiento y cierre del ciclo de vida de los proyectos. En este contexto, la sostenibilidad ambiental deja de ser un componente complementario y se convierte en un criterio fundamental para la toma de decisiones técnicas, económicas y sociales dentro del desarrollo de proyectos.

La creciente preocupación por el cambio climático, la eficiencia energética, la reducción de emisiones, el uso responsable del agua y la gestión adecuada de materiales ha impulsado la búsqueda de herramientas capaces de integrar información ambiental en los procesos de diseño y gestión. De acuerdo con Leonardo Gómez (2023), el cambio climático representa una amenaza significativa para el bienestar humano y la salud del planeta, por lo cual la gestión de proyectos debe avanzar hacia enfoques basados en planificación inteligente, diseño sostenible y economía circular. En este escenario, la metodología BIM adquiere relevancia al permitir una gestión más eficiente de la información, facilitar la colaboración entre disciplinas y apoyar decisiones orientadas a reducir el consumo energético y la contaminación asociada al sector construcción.

El Building Information Modeling, conocido como BIM, ha evolucionado de una herramienta de representación tridimensional hacia una metodología colaborativa de gestión de información durante el ciclo de vida de los activos construidos. De acuerdo con la norma ISO 19650-1 (2018), BIM se define como el uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, constituyéndose como una base confiable para la toma de decisiones. En el contexto colombiano, el Plan BIM Colombia (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020) adoptó esta metodología como estrategia nacional para la transformación digital del sector de la construcción, reconociendo su potencial para mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de los proyectos de edificación e infraestructura. Esta metodología permite integrar datos arquitectónicos, estructurales, constructivos, energéticos, económicos y ambientales dentro de un mismo entorno digital, favoreciendo la coordinación entre actores y la anticipación de posibles impactos. En términos ambientales, su importancia radica en que permite simular escenarios, comparar alternativas de materiales, evaluar consumos energéticos, estimar huellas ambientales y reducir reprocesos derivados de errores de diseño o falta de coordinación interdisciplinaria. La aplicación de BIM en conjunto con la sostenibilidad ambiental ha sido abordada desde diferentes enfoques académicos y técnicos. Algunos estudios se concentran en el análisis energético de edificaciones, donde BIM permite evaluar el comportamiento térmico, el consumo energético y la eficiencia de los sistemas

proyectados. Barreto Requejo (2023), desde el campo de la Ingeniería Ambiental, plantea el uso de la metodología Building Information Modeling para el análisis energético de edificios, resaltando su utilidad como herramienta para mejorar el desempeño ambiental de las edificaciones. En la misma línea, Pereira Da Silva, Argôlo Donegá y Marques Carvalho (2023) analizan la producción académica relacionada con BIM, rendimiento térmico, eficiencia energética y sostenibilidad, evidenciando la relación directa entre el modelado digital y la optimización ambiental de los proyectos.

Otro campo de aplicación relevante corresponde al Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el cual permite evaluar los impactos ambientales asociados a los materiales, procesos constructivos, operación, mantenimiento y disposición final de los componentes de una edificación. Mantilla Jaimes (2025) analiza la integración entre BIM y ACV en empresas constructoras de Bogotá, identificando oportunidades y limitaciones para apoyar decisiones más sostenibles, informadas y estandarizadas dentro del sector construcción. Esta relación resulta fundamental para la Ingeniería Ambiental, ya que permite cuantificar impactos como huella de carbono, huella hídrica, energía incorporada y otros indicadores ambientales que tradicionalmente no se integraban de forma directa en los modelos de diseño y gestión de proyectos. La sostenibilidad ambiental también implica una adecuada gestión del recurso hídrico. En este sentido, González Ortiz (2025) propone un modelo de evaluación de la huella hídrica en la construcción de viviendas unifamiliares, integrando estrategias sostenibles y herramientas BIM para la cuantificación. Este tipo de investigaciones evidencia que BIM no solo puede emplearse para el diseño espacial o la coordinación técnica de una obra, sino también para estimar presiones ambientales sobre recursos estratégicos como el agua, evaluar alternativas de reducción de consumo y fortalecer la planeación ambiental de los proyectos desde sus fases iniciales.

Asimismo, la economía circular se presenta como una línea de trabajo esencial dentro de la relación entre BIM y sostenibilidad ambiental. Fernández García (2022) analiza la relación entre economía circular y BIM, destacando la importancia de optimizar recursos, reducir residuos y transformar los procesos constructivos hacia modelos más sostenibles. De forma complementaria, López Loaiza (2024) estudia la gestión circular de proyectos con metodología BIM, incorporando análisis de ciclo de vida e indicadores de circularidad mediante herramientas digitales. Estos aportes permiten comprender que BIM puede apoyar la trazabilidad de materiales, la selección de alternativas con menor impacto, el diseño orientado a la reutilización y la valorización de componentes constructivos dentro de un enfoque de ciclo cerrado. En proyectos públicos e infraestructura, BIM también se ha consolidado como una metodología con potencial para mejorar la eficiencia, transparencia y sostenibilidad en la gestión de inversiones. Haro y Piñas (2025) identifican beneficios asociados a la aplicación de BIM en inversiones públicas, tales como reducción de costos, disminución de tiempos, reducción de irregularidades y menor huella de carbono. De igual manera, Romero Álvarez, Ayala Monje y Cruz Peralta (2023) evalúan el impacto de BIM en proyectos de infraestructura vial en Colombia, evidenciando su aporte en la planificación, coordinación y control de proyectos de gran escala. Desde

una perspectiva ambiental, estas aplicaciones permiten mejorar la administración de recursos, disminuir procesos y fortalecer la planificación territorial sostenible. Asimismo, la implementación de BIM en proyectos asociados a infraestructura ambiental demuestra su aplicabilidad más allá de edificaciones convencionales. Tufiño Galán (2024) desarrolla una implementación BIM dentro de una planta de tratamiento de agua potable, integrando roles de arquitectura y sostenibilidad. Este tipo de aplicación evidencia que la metodología puede ser utilizada en proyectos directamente relacionados con la gestión del recurso hídrico, el saneamiento básico y la operación de infraestructuras ambientales, permitiendo mejorar la coordinación técnica, la trazabilidad de la información y la evaluación de criterios de sostenibilidad.

A pesar de sus beneficios, la implementación de BIM con enfoque ambiental enfrenta diversos retos asociados a la adopción tecnológica, la interoperabilidad, la disponibilidad de información y la capacitación especializada, los cuales han sido ampliamente documentados en la literatura reciente (buildingSMART International, 2023; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2024). García Valencia (2024) resalta la importancia de estructurar programas de educación continua que integren sostenibilidad y metodología BIM en proyectos de edificación, lo cual evidencia que la transformación digital del sector construcción requiere formación técnica, ambiental y colaborativa.

En este sentido, el presente proyecto se orienta al análisis de la aplicación de la metodología BIM en conjunto con la sostenibilidad ambiental en proyectos, con el propósito de identificar sus principales aportes, enfoques, beneficios, limitaciones y oportunidades desde la perspectiva de la Ingeniería Ambiental. El documento busca comprender cómo BIM puede contribuir a la reducción de impactos ambientales, la eficiencia energética, la gestión hídrica, el análisis de ciclo de vida, la economía circular, la optimización de materiales y la gestión sostenible de proyectos durante su ciclo de vida.

De esta manera, la investigación se apoya en la necesidad de fortalecer la integración entre digitalización y sostenibilidad dentro del sector construcción. La metodología BIM permite avanzar hacia proyectos más eficientes, trazables y ambientalmente responsables, siempre que sea aplicada con criterios técnicos adecuados y con información ambiental confiable. Por tanto, el desarrollo de este trabajo constituye un aporte académico para comprender el papel de BIM como herramienta de apoyo a la toma de decisiones sostenibles, especialmente en un contexto donde la Ingeniería Ambiental debe participar activamente en la transformación de los modelos tradicionales de diseño, construcción y operación de proyectos.

1. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el desarrollo del presente proyecto se estructuró bajo un enfoque cualitativo, documental y descriptivo-analítico, orientado a la revisión, clasificación e interpretación de investigaciones académicas relacionadas con la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en conjunto

con la sostenibilidad ambiental en proyectos. Este enfoque permitió identificar tendencias, aportes, limitaciones y oportunidades de aplicación de BIM desde una perspectiva ambiental, considerando variables como eficiencia energética, gestión hídrica, análisis de ciclo de vida, economía circular, reducción de impactos ambientales, optimización de materiales y gestión sostenible de proyectos.

1.1. Tipo de investigación

La investigación se desarrolló como una revisión bibliográfica de carácter documental, debido a que se basó en el análisis de fuentes académicas previamente publicadas o elaboradas en contextos universitarios e institucionales. Este tipo de investigación permitió recopilar, organizar y analizar información existente sobre la relación entre BIM y sostenibilidad ambiental, con el fin de construir un estado del arte que evidencie el avance del conocimiento en torno al tema.

De igual manera, el estudio tuvo un alcance descriptivo-analítico, ya que no se limitó a enumerar los documentos revisados, sino que buscó interpretar sus aportes, establecer relaciones entre enfoques metodológicos y reconocer patrones comunes dentro de la literatura. En este sentido, el análisis se orientó a comprender cómo BIM puede contribuir a la gestión ambiental de los proyectos, más allá de su uso tradicional como herramienta de modelado tridimensional.

1.2. Enfoque metodológico

El enfoque metodológico fue cualitativo, debido a que el análisis se centró en la interpretación de contenidos, conceptos, metodologías, resultados y conclusiones presentes en los documentos seleccionados.

El análisis cualitativo fue pertinente porque la relación entre BIM y sostenibilidad ambiental no se limita a variables numéricas, sino que involucra procesos de gestión, coordinación interdisciplinaria, toma de decisiones, criterios de ciclo de vida, transformación digital, barreras institucionales y cambios en la cultura constructiva. Por esta razón, el estudio no buscó realizar una comparación estadística entre artículos, sino una síntesis académica que permitiera comprender el comportamiento general del tema en la literatura revisada.

2. ESTADO DEL ARTE

La industria de la construcción se ha consolidado como uno de los sectores con mayor incidencia sobre el consumo de recursos naturales, la generación de residuos, el uso intensivo de energía, la transformación del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero. Según la Alianza Global para los Edificios y la Construcción (GlobalABC, IEA y UNEP, 2022), el sector edificado es responsable del 37 % de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía y del 34 % del consumo energético mundial, lo que lo posiciona como uno de los sectores prioritarios para la acción climática. Desde la perspectiva de la Ingeniería Ambiental, esta condición exige la incorporación de metodologías que permitan planificar, diseñar, construir, operar y mantener proyectos con criterios de eficiencia,

trazabilidad y reducción de impactos. En este contexto, la metodología Building Information Modeling, conocida como BIM, trasciende más allá de una herramienta de modelado tridimensional, para convertirse en un sistema de gestión integral de información capaz de articular variables técnicas, económicas, sociales y ambientales durante el ciclo de vida de los proyectos.

La revisión de los documentos académicos analizados permite evidenciar que BIM se posiciona como una metodología estratégica para avanzar hacia modelos de construcción sostenible. Su principal aporte radica en la posibilidad de integrar información geométrica, energética, hídrica, material, económica y operativa en un entorno digital colaborativo, lo que facilita la toma de decisiones desde etapas tempranas. Esta condición resulta fundamental para la sostenibilidad ambiental, debido a que gran parte de los impactos de una edificación o infraestructura se definen durante las fases iniciales de diseño, cuando aún es posible modificar materiales, sistemas constructivos, orientación, envolvente, consumo energético, estrategias de agua, operación futura y escenarios de mantenimiento.

Desde una mirada ambiental, BIM permite pasar de una gestión correctiva de impactos a una gestión preventiva, basada en datos y simulaciones. En lugar de evaluar únicamente los efectos ambientales cuando el proyecto ya ha sido ejecutado, la metodología permite anticipar consumos, estimar emisiones, comparar alternativas, analizar interferencias, reducir reprocesos y optimizar recursos. Por esta razón, la literatura revisada coincide en que BIM debe ser comprendido como una metodología de apoyo a la sostenibilidad, siempre que sus modelos incorporen información suficiente, criterios ambientales verificables y procesos colaborativos estandarizados.

2.1. BIM como metodología de gestión ambiental del ciclo de vida de los proyectos

BIM ha evolucionado desde una herramienta de representación digital hacia una metodología de gestión del ciclo de vida. Esta evolución resulta especialmente importante para la Ingeniería Ambiental, ya que los impactos de un proyecto no se limitan a la etapa constructiva, sino que se extienden desde la extracción de materias primas hasta la operación, mantenimiento, rehabilitación y disposición final de los componentes. En este sentido, el valor ambiental de BIM se encuentra en su capacidad para integrar información de múltiples disciplinas y mantenerla disponible durante todo el proceso de toma de decisiones.

En proyectos de edificación, varios estudios demuestran que la implementación de BIM permite mejorar la coordinación interdisciplinaria entre arquitectura, estructura, instalaciones y sostenibilidad. Alvarado Toro (2025), en el proyecto Biblioteca Patio, plantea que la gestión BIM bajo lineamientos de la norma ISO 19650 permite estructurar información técnica y ambiental mediante roles definidos, flujos de trabajo colaborativos y control de entregables. Este tipo de aplicación evidencia que la sostenibilidad no depende únicamente de soluciones aisladas, sino de una gestión organizada de información que permita mantener la trazabilidad de las decisiones durante el desarrollo del proyecto.

De forma similar, Álvarez Oña (2026) aborda la implementación BIM en una subestación y bodega de almacenamiento, destacando la importancia de la coordinación MEP y la incorporación de parámetros técnicos asociados a los sistemas eléctricos, hidrosanitarios y constructivos. Aunque el enfoque principal del estudio se orienta hacia la gestión técnica, su aporte ambiental se relaciona con la reducción de errores, interferencias y reprocesos, factores que inciden directamente en la disminución de desperdicios de materiales y en la eficiencia operativa del activo.

En el campo de proyectos residenciales, Ayala Davis (2025), Córdova Armendáriz (2025) y Pachacama Molina (2025) coinciden en que la migración de proyectos tradicionales hacia entornos BIM mejora la coordinación 3D, la cuantificación de cantidades, la detección de interferencias y la comparación presupuestaria. Desde una perspectiva ambiental, estos beneficios no deben entenderse únicamente como mejoras administrativas, sino como mecanismos para reducir consumos innecesarios, optimizar materiales, evitar retrabajos y fortalecer la eficiencia general del proyecto.

La incorporación del rol de sostenibilidad dentro de los procesos BIM también aparece como una tendencia relevante. Balarezo Fernández (2023), Arteaga Avila (2026), López Espinoza (2025) y Tufiño Galán (2024) desarrollan trabajos donde el liderazgo de sostenibilidad se integra con el modelado arquitectónico, la coordinación interdisciplinaria y la evaluación de condiciones ambientales. Estos documentos permiten identificar que la sostenibilidad BIM requiere responsables técnicos capaces de gestionar información sobre materiales, desempeño energético, confort, criterios bioclimáticos, eficiencia hídrica y cumplimiento de objetivos ambientales.

2.2. BIM 6D, eficiencia energética y confort ambiental

La relación entre BIM, eficiencia energética y sostenibilidad operativa se comprende mejor al considerar las dimensiones que estructuran la metodología. De acuerdo con el BIM Forum (2023), BIM se organiza en dimensiones progresivas que amplían el alcance del modelo digital: la dimensión 3D corresponde a la representación geométrica tridimensional; la 4D incorpora la variable tiempo mediante cronogramas vinculados al modelo; la 5D integra información de costos y presupuesto; mientras que la dimensión 6D, orientada a la sostenibilidad, permite evaluar el desempeño ambiental del proyecto durante su ciclo de vida. Esta relación se asocia principalmente con la sexta dimensión del BIM, conocida como BIM 6D (Orihuela et al., 2024), del BIM, conocida como BIM 6D, la cual permite integrar variables de sostenibilidad, consumo energético, comportamiento térmico, emisiones y desempeño ambiental. Desde la Ingeniería Ambiental, esta dimensión resulta fundamental porque permite evaluar el consumo de recursos durante la operación del edificio, etapa que suele representar una parte significativa de los impactos totales del ciclo de vida.

Barreto Requejo (2023) desarrolla una investigación orientada al uso de BIM para el análisis energético de edificios, mostrando que el modelado digital permite

evaluar condiciones de desempeño y proponer mejoras desde la etapa de diseño. Su aporte radica en evidenciar que BIM puede emplearse como herramienta de apoyo para reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia de edificaciones, lo cual tiene implicaciones directas en la disminución de emisiones asociadas a la operación.

Valencia Robles, Manzaba Carvajal y Romero Jara (2025) profundizan esta discusión al analizar la optimización de materiales y energía en viviendas sostenibles mediante BIM. El estudio muestra que la selección de materiales influye de manera directa sobre el comportamiento térmico de la edificación y su huella de carbono, especialmente en climas tropicales. A través de simulaciones digitales, los autores evidencian que BIM permite comparar alternativas constructivas y seleccionar materiales con mejor desempeño ambiental, contribuyendo a reducir la demanda energética de climatización.

La integración entre BIM y modelos energéticos de edificios también ha sido abordada por Macaya-Vitali et al. (2024), quienes realizan una revisión sistemática sobre modelos BIM-BEM (Building Energy Model, modelo energético del edificio). Los autores identifican que la interoperabilidad sigue siendo uno de los principales desafíos para convertir modelos geométricos en modelos energéticos confiables. Este hallazgo es relevante porque la eficiencia energética no depende únicamente de contar con una representación digital del edificio, sino de la calidad de los datos, la correcta transferencia de información y la capacidad de los programas para interpretar parámetros térmicos, climáticos y operativos.

En el diseño arquitectónico y luminotécnico, Choquevillca Ibañez (2025) evidencia que BIM 6D permite simular el comportamiento energético de un proyecto e integrar decisiones sobre iluminación eficiente, diseño arquitectónico y reducción de emisiones de CO₂. Esta aproximación demuestra que el uso de BIM no solo favorece el modelado espacial, sino también la evaluación de sistemas que inciden directamente en la eficiencia ambiental del edificio.

La aplicación de BIM 6D en edificios existentes también representa una línea emergente. Alegria Reategui y Campos Urteaga (2025) proponen la implementación de BIM 6D para mejorar el confort y la sostenibilidad en edificios universitarios. Este tipo de investigación amplía la discusión, ya que no se enfoca únicamente en nuevas edificaciones, sino en la rehabilitación y mejora ambiental de infraestructuras existentes. Desde la Ingeniería Ambiental, esta perspectiva es de gran valor, debido a que la adecuación sostenible de edificios construidos puede reducir impactos frente a procesos de demolición y reconstrucción, además de mejorar condiciones de habitabilidad, confort térmico y eficiencia energética.

Las investigaciones de Pereira Da Silva, Argôlo Donegá y Marques Carvalho (2023) permiten complementar esta línea al revisar la producción académica sobre BIM, rendimiento térmico, eficiencia energética y sostenibilidad. Los autores identifican que, aunque existe un crecimiento conceptual en torno a estas relaciones, aún se presentan vacíos en aplicaciones prácticas, metodologías comparables y criterios homogéneos de evaluación. Este resultado confirma que el uso energético de BIM

se encuentra en consolidación, pero requiere mayores estándares para garantizar resultados verificables y replicables.

En el campo de la edificación sostenible mediante OpenBIM (enfoque de trabajo colaborativo basado en estándares abiertos e interoperables), Leonardo Gómez (2023) desarrolla el diseño de un edificio sostenible incorporando modelado colaborativo, selección de materiales, diseño de instalación fotovoltaica y criterios de interoperabilidad. Este trabajo evidencia que la integración de plataformas abiertas puede fortalecer la gestión energética y ambiental del proyecto, especialmente cuando se incorporan sistemas de generación renovable.

Pinto Flores (2023), al analizar BIM como herramienta para certificaciones BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), sistema británico de evaluación de sostenibilidad que pondera indicadores de energía, agua, materiales, salud, transporte y gestión ambiental, muestra que la metodología puede contribuir a estructurar información relacionada con energía, transporte, materiales, mantenimiento, reciclaje y comportamiento ambiental. Esta relación entre BIM y certificaciones permite comprender que la sostenibilidad requiere datos verificables y organizados, los cuales pueden ser gestionados de manera más eficiente mediante modelos digitales.

2.3. Análisis de ciclo de vida, huellas ambientales y certificaciones sostenibles

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología estandarizada por la norma ISO 14040 (2006) que evalúa los impactos ambientales asociados a todas las etapas de vida de un producto o sistema, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final, permite superar una visión limitada de la sostenibilidad, centrada únicamente en la eficiencia energética, para incorporar indicadores como huella de carbono, huella hídrica, energía incorporada, acidificación, eutrofización, agotamiento de recursos y generación de residuos.

Mantilla Jaimes (2025) desarrolla un metaanálisis y estudio de caso sobre la integración BIM-ACV en empresas constructoras de Bogotá. La investigación evidencia que, aunque la literatura internacional reconoce el potencial de esta integración, en el contexto local persisten barreras asociadas al desconocimiento del ACV, la falta de estandarización, la limitada capacitación y la resistencia organizacional. Este hallazgo resulta fundamental porque muestra que la sostenibilidad basada en ciclo de vida no depende únicamente de herramientas digitales, sino también de cultura empresarial, madurez BIM y capacidad técnica para interpretar indicadores ambientales.

Masías Flores (2024) propone un sistema de soporte de decisiones basado en BIM para el análisis del ciclo de vida de un edificio, integrando Revit, Dynamo y bases de datos ambientales. Este enfoque permite automatizar la cuantificación de impactos asociados a elementos constructivos y comparar alternativas de materiales. Desde el enfoque ambiental, el valor de esta propuesta radica en que convierte el modelo BIM en una plataforma de análisis cuantitativo, donde los impactos pueden vincularse directamente con componentes del edificio.

Flores Carreón y Ponte Cusquisiban (2025) relacionan BIM-LCA (Life Cycle Assessment) con la optimización de puntos LEED en edificaciones multifamiliares. Su investigación demuestra que el análisis de ciclo de vida puede emplearse para apoyar procesos de certificación ambiental, especialmente en estructuras y cerramientos. Esta integración permite que la sostenibilidad sea evaluada mediante datos técnicos del modelo y no solo mediante criterios generales de diseño.

Llatas et al. (2023) plantean una aproximación a la evaluación de sostenibilidad mediante BIM en procedimientos de licitación pública, integrando el Análisis de la Sostenibilidad de Ciclo de Vida. Su aporte consiste en trasladar la sostenibilidad hacia etapas previas de contratación, donde las alternativas constructivas pueden ser evaluadas con criterios ambientales, sociales y económicos antes de su ejecución.

Martínez Redondo (2025) aplica BIM 6D, TCQGMA (herramienta de gestión medioambiental del Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya) y metodología MIVES (Modelo Integrado de Valor para Evaluaciones de Sostenibilidad, método multicriterio que cuantifica el valor de sostenibilidad considerando dimensiones ambiental, social y económica) para evaluar la sostenibilidad de un edificio subterráneo, específicamente un aparcamiento urbano. Este estudio permite ampliar la aplicación de BIM-ACV hacia infraestructuras complejas, donde la sostenibilidad debe evaluarse mediante criterios multicriterio que integren dimensiones ambientales, sociales y económicas.

Fonseca Duarte (2025) incorpora una mirada de ciclo de vida desde la fase de mantenimiento de viviendas sociales en Andalucía. Su investigación integra indicadores de huella de carbono, huella hídrica, huella ecológica, energía y riesgos laborales, mostrando que la etapa de uso y mantenimiento puede acumular impactos significativos. Desde la Ingeniería Ambiental, este aporte resulta clave porque evidencia que la sostenibilidad de una edificación debe ser evaluada más allá de la construcción inicial.

Rubiano Martínez (2022), por su parte, evalúa el impacto ambiental de mampuestos mediante modelos BIM. Este estudio se enfoca en materiales de construcción y permite evidenciar la importancia de integrar información ambiental en componentes específicos del modelo. Su aporte radica en demostrar que BIM puede apoyar decisiones de selección de materiales con menor impacto ambiental, especialmente en elementos de uso frecuente dentro de la construcción.

2.4. Economía circular, materiales y reducción de residuos

Enfoque en el cual se busca superar el modelo lineal de extracción, producción, uso y disposición final, promoviendo estrategias de reducción, reutilización, reciclaje, recuperación y valorización de materiales. En este campo, BIM se presenta como una metodología capaz de registrar información material, facilitar la trazabilidad de componentes y apoyar decisiones orientadas al cierre de ciclos.

Val Fiel (2022) plantea una aproximación cradle to cradle que propone que todos los materiales de un producto sean biodegradables o reciclables indefinidamente, eliminando el concepto de residuo, para ampliar los límites de BIM hacia una

arquitectura eco efectiva. Su investigación destaca que las familias BIM pueden incorporar información sobre materiales, ciclos de vida, potencial de reutilización y criterios de diseño circular. Esta visión permite entender el edificio como un sistema material dinámico, cuyos componentes pueden ser recuperados o reintegrados a nuevos procesos productivos.

Fernández García (2022) profundiza esta relación al analizar economía circular, BIM, optimización y construcción. Su trabajo destaca conceptos como pasaporte de materiales, diseño reversible y construcción circular. Estos elementos resultan fundamentales porque permiten que el edificio sea entendido como un banco de materiales, en el cual la información de cada componente puede facilitar su mantenimiento, desmontaje, reutilización o reciclaje futuro.

López Loaiza (2024) desarrolla una investigación sobre gestión circular de proyectos con metodología BIM, integrando Revit y One Click LCA para evaluar impactos ambientales e indicadores de circularidad. Su estudio evidencia que la alternativa con menor impacto ambiental no siempre coincide con la alternativa más circular, lo cual demuestra la necesidad de aplicar metodologías multicriterio. Esta reflexión es especialmente importante, ya que evita reducir la sostenibilidad únicamente a la huella de carbono e invita a considerar otros indicadores ambientales y materiales.

Del Río-Cidoncha et al. (2025) analizan la relación entre BIM y economía circular, destacando que la metodología permite considerar desde etapas tempranas la reutilización de materiales, la optimización de recursos y la colaboración entre actores. Este enfoque ratifica que la circularidad no puede implementarse de manera aislada al final del proyecto, sino que debe ser incorporada desde la fase de diseño y planificación.

Castañeda (2023) también aborda la sostenibilidad desde la implementación de sistemas sostenibles en vivienda mediante BIM. Su propuesta incluye estrategias como reciclaje de aguas grises, paneles solares, drenaje sostenible, fitotectura, selección de materiales y reducción de desperdicios. Este tipo de estudio permite observar cómo la economía circular y la sostenibilidad pueden incorporarse en proyectos residenciales mediante soluciones prácticas apoyadas por modelado digital.

La gestión de materiales también se observa en proyectos modulares y de reutilización. Balarezo Fernández (2023), mediante el Centro Intercultural Modular, incorpora contenedores metálicos ecoeficientes como estrategia constructiva, lo cual evidencia una aproximación hacia la reutilización de elementos industriales y la reducción del consumo de materiales nuevos.

2.5. Gestión hídrica, saneamiento e infraestructura ambiental

La sostenibilidad ambiental de los proyectos no se limita al consumo energético o a la selección de materiales; también involucra la gestión del recurso hídrico, el saneamiento, el tratamiento de agua y la reducción de presiones sobre ecosistemas. En este campo, BIM presenta oportunidades importantes para cuantificar

consumos, modelar sistemas, planificar infraestructuras ambientales y evaluar estrategias de eficiencia hídrica.

González Ortiz (2025) desarrolla un modelo de evaluación de la huella hídrica en viviendas unifamiliares con integración BIM. Esta investigación incorpora métodos de cuantificación ambiental y estrategias sostenibles para analizar el consumo de agua, la captación de aguas lluvias y la huella hídrica asociada a materiales. Desde la Ingeniería Ambiental, este trabajo es altamente relevante porque relaciona BIM con indicadores de presión sobre el recurso hídrico, permitiendo evaluar escenarios de reducción y uso eficiente del agua en edificaciones.

Tufiño Galán (2024) aplica BIM dentro de una Planta de Tratamiento de Agua Potable, incorporando roles de arquitectura y sostenibilidad. El proyecto integra modelado arquitectónico, estructural, MEP, análisis de sostenibilidad, coordinación y generación de modelo federado. Su valor ambiental se encuentra en la aplicación de BIM a una infraestructura directamente asociada con la gestión del recurso hídrico, evidenciando que la metodología también puede fortalecer proyectos de saneamiento, abastecimiento y operación de sistemas ambientales.

Arteaga y Claire Aguirre (2025) presentan una propuesta comunitaria para la mitigación de aguas grises mediante autoconstrucción de baños secos utilizando tecnologías SIG-BIM en unidades educativas de Riberalta. Este trabajo amplía el campo de aplicación hacia problemáticas locales de saneamiento ambiental, donde la integración de información geográfica y modelos digitales puede apoyar diagnósticos, diseño de soluciones y participación comunitaria.

Santos Cabrera (2025), mediante el diseño de un Centro de Investigación Agrícola en La Yarada Los Palos aplicando metodología BIM, relaciona la sostenibilidad con el territorio, la producción agrícola y la gestión eficiente de equipamientos. Este tipo de proyecto evidencia que BIM puede apoyar infraestructuras orientadas al desarrollo territorial, la productividad agrícola y el uso eficiente de recursos en contextos rurales o periurbanos.

2.6. Infraestructura pública, obras civiles y sostenibilidad territorial

Haro y Piñas (2025), mediante una revisión sistemática sobre BIM en inversiones públicas, identifican beneficios asociados con reducción de costos, tiempos, irregularidades y huella de carbono. Su estudio evidencia que BIM puede mejorar la transparencia y sostenibilidad en la gestión pública, aunque su efectividad depende de marcos normativos, capacidades técnicas y contextos institucionales.

Haro Menacho (2025) complementa esta discusión al analizar beneficios, estrategias y mejoras en proyectos públicos con uso de BIM. El autor destaca oportunidades en planificación, calidad, sostenibilidad, control de gastos y visibilidad de procesos. Desde el enfoque ambiental, estas mejoras pueden contribuir a disminuir desperdicios, optimizar recursos y fortalecer el seguimiento de indicadores de sostenibilidad en obras públicas.

Victoria Mazuera (2024) propone un modelo piloto que integra BIM con PMBOK para optimizar trámites de licencias de construcción en Colombia. Esta propuesta permite vincular transformación digital, gestión de proyectos, interoperabilidad y

cumplimiento normativo. Su aporte ambiental se encuentra en la posibilidad de reducir tiempos administrativos, mejorar la calidad de la información y facilitar procesos de planeación urbana más eficientes.

La publicación coordinada por Torres y Arenas (2024) para la CEPAL aborda desafíos y oportunidades para la ejecución de proyectos de inversión pública con criterios de sostenibilidad en América Latina y el Caribe. Aunque no se enfoca exclusivamente en BIM, aporta un marco institucional relevante al señalar que la sostenibilidad de proyectos públicos requiere planificación, evaluación y seguimiento con criterios económicos, sociales y ambientales.

En infraestructura vial, Romero Álvarez, Ayala Monje y Cruz Peralta (2023) evalúan el impacto de BIM en proyectos viales de Colombia. El estudio evidencia que la metodología mejora la planeación, comunicación, control de costos, tiempos y recursos, aspectos fundamentales para proyectos con alta incidencia territorial.

Anchundia Bailón y Venegas Llor (2026) analizan el impacto ambiental y desarrollo sostenible en la construcción de infraestructuras viales urbanas, destacando problemáticas como extracción intensiva de materiales, emisiones, fragmentación de ecosistemas y necesidad de enfoques integrales. Su aporte permite relacionar BIM con estrategias de gestión ambiental vial, economía circular y planificación urbana sostenible.

Chavarro Silva (2025) incorpora la relación entre inteligencia artificial y BIM en el modelado y monitoreo de carreteras. El estudio muestra que la integración tecnológica puede apoyar mantenimiento predictivo, seguridad vial, planificación de recursos y monitoreo inteligente. Desde la Ingeniería Ambiental, este enfoque contribuye a prolongar la vida útil de la infraestructura y reducir intervenciones correctivas que generan consumo adicional de materiales y energía.

Luzuriaga Viñan et al. (2025) analizan el uso de modelos BIM en la planificación de obras civiles, identificando beneficios en gestión de tiempo, costos y recursos, pero también barreras relacionadas con capacitación, regulación, acceso a tecnología e interoperabilidad.

2.7. Tecnologías emergentes asociadas a BIM: inteligencia artificial, realidad virtual, Blockchain, SIG y OpenBIM

Cervantes-García y Delgado-Hernández (2023) estudian la implementación de realidad virtual en modelos BIM para la sostenibilidad. La realidad virtual permite mejorar la visualización, detectar errores de diseño, facilitar la comprensión espacial y fortalecer la comunicación entre actores. En términos ambientales, la detección temprana de conflictos contribuye a reducir reprocesos, desperdicios y consumos innecesarios de materiales.

Jimenez Freyre (2025) analiza la integración entre BIM e inteligencia artificial, identificando que esta relación introduce un nuevo paradigma para el sector construcción. La inteligencia artificial puede fortalecer el análisis de datos, la automatización, la optimización de diseños y la predicción de comportamientos. Desde una perspectiva ambiental, esta integración puede mejorar la evaluación de escenarios energéticos, materiales y operativos.

Jurado (s. f.) aborda el impacto de la inteligencia artificial y BIM en la arquitectura técnica, señalando que la transformación digital modifica las formas de diseñar, planificar y construir. Aunque su enfoque es más divulgativo, aporta una visión complementaria sobre la IA como herramienta de optimización y apoyo a procesos creativos y técnicos.

De León Pineda (2024) analiza la integración entre BIM y Blockchain, destacando beneficios relacionados con transparencia, trazabilidad documental, seguridad de información y colaboración. Desde el enfoque ambiental, esta relación puede apoyar el seguimiento de materiales, la verificación de datos, el control de residuos y la trazabilidad de decisiones sostenibles.

La integración SIG-BIM aparece como una alternativa para abordar problemáticas territoriales y comunitarias. Arteaga y Claire Aguirre (2025) muestran que esta relación puede ser útil en proyectos de saneamiento local, al combinar información espacial con modelado digital para apoyar soluciones ambientales en unidades educativas.

OpenBIM también surge como una estrategia importante para la interoperabilidad. Leonardo Gómez (2023) y Santos Izquierdo (2024) desarrollan trabajos sobre diseño de edificios sostenibles mediante tecnología OpenBIM, incorporando colaboración, intercambio de información, sostenibilidad y seguridad y salud.

2.8. Gestión de proyectos, operación, mantenimiento y control con indicadores

Gómez-Valdés et al. (2023) analizan el impacto de BIM en la gestión de proyectos de construcción, identificando mejoras en coordinación, reducción de errores, planificación y control. Aunque el enfoque principal es la gestión, sus resultados tienen implicaciones ambientales, debido a que una mejor planificación reduce reprocesos, desperdicios y consumos innecesarios.

Fonseca Jiménez (2025) propone un modelo de gestión que articula BIM y Lean Construction durante todo el ciclo de vida del proyecto. La integración de BIM y Lean permite mejorar la planificación, reducir pérdidas, optimizar recursos y fortalecer la toma de decisiones. Desde el enfoque ambiental, esta articulación se traduce en mayor eficiencia sistémica y menor generación de desperdicios.

Muñoz Velarde (2024) desarrolla una guía para implementar BIM y Lean Construction en PYMES constructoras del sector inmobiliario en el sur del Perú. Este estudio evidencia que la sostenibilidad digital debe adaptarse a empresas pequeñas y medianas, las cuales enfrentan barreras de costos, capacitación, resistencia al cambio y acceso tecnológico.

Fetecua Salguero y Romero Córdoba (2025) analizan el uso de indicadores de gestión, KPIs y herramientas digitales como MS Project y BIM para el control integrado de proyectos. Su aporte es importante porque evidencia que la sostenibilidad requiere medición y seguimiento. La incorporación de indicadores ambientales en estos sistemas permitiría controlar consumos, residuos, emisiones, materiales y desempeño durante la ejecución del proyecto.

García Marañón (2025) aborda la influencia de BIM en la gestión As Built y mantenimiento de plantas fotovoltaicas. El estudio muestra que BIM puede mejorar la trazabilidad de información, reducir costos y optimizar la operación de activos asociados a energías renovables. Desde la Ingeniería Ambiental, este aporte es relevante porque demuestra que la sostenibilidad no finaliza con la construcción, sino que continúa durante la operación y mantenimiento de infraestructuras energéticas.

Santos Izquierdo (2024), aunque enfocado en seguridad y salud mediante OpenBIM, permite ampliar la comprensión de sostenibilidad hacia condiciones laborales seguras, planificación preventiva y gestión integral del proyecto. Su trabajo evidencia que la sostenibilidad en BIM no se limita a las dimensiones ambientales, sino que incorpora criterios de bienestar, seguridad ocupacional y gestión del riesgo como parte de un enfoque integral. Dentro del ecosistema de herramientas BIM orientadas a la sostenibilidad ambiental, destacan plataformas especializadas que se integran a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. Autodesk Revit constituye la plataforma central de modelado paramétrico, permitiendo parametrizar propiedades ambientales de materiales y sistemas constructivos. Navisworks facilita la coordinación multidisciplinar y la detección de interferencias, reduciendo reprocesos y desperdicio de materiales. Civil 3D e InfraWorks apoyan la planificación territorial y vial con análisis de impacto ambiental desde etapas tempranas. Autodesk Construction Cloud integra la información de todas las fases en un entorno común de datos. One Click LCA se especializa en el análisis del ciclo de vida de materiales y la cuantificación de la huella de carbono directamente desde el modelo BIM. IES VE y DesignBuilder permiten realizar simulaciones energéticas detalladas, evaluando consumo, confort térmico y ventilación. OpenBuildings Designer, de Bentley Systems, apoya el diseño de edificaciones complejas con criterios de sostenibilidad e interoperabilidad mediante estándares abiertos (Autodesk, 2024; One Click LCA, 2023; IES, 2023)..

2.9. Formación profesional, estandarización y barreras de implementación

García Valencia (2024) estructura contenidos para un programa de educación continua enfocado en sostenibilidad y metodología BIM aplicada a proyectos de edificación. El documento incluye temas como ciclo de vida, diseño bioclimático, eficiencia energética, simulaciones de desempeño, eficiencia hídrica, materiales de baja energía incorporada, residuos de construcción y demolición, confort ambiental, sostenibilidad urbana y certificaciones. Este aporte es fundamental porque reconoce que la sostenibilidad BIM requiere procesos formativos específicos y no solo aprendizaje de software.

Orihuela et al. (2024) relacionan BIM 6D con la sustentabilidad empresarial y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Su estudio evidencia que las empresas del sector construcción tienen una responsabilidad directa frente a metas globales como energía limpia, ciudades sostenibles, producción responsable y acción climática. Desde la Ingeniería Ambiental, esta relación permite entender BIM como una metodología alineada con agendas de sostenibilidad corporativa y desarrollo

sostenible. Los estudios sobre planificación de obras civiles, proyectos públicos, BIM-LCA y BIM-BEM coinciden en señalar barreras recurrentes: falta de capacitación, resistencia al cambio, baja interoperabilidad, ausencia de estándares, limitaciones económicas, baja madurez digital y dificultad para integrar criterios ambientales en procesos tradicionales. Estas barreras son especialmente relevantes en América Latina, donde la implementación de BIM avanza de manera desigual entre países, instituciones y tipos de proyecto.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

A partir de la revisión documental realizada, se evidencia que la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en conjunto con la sostenibilidad ambiental representa una oportunidad significativa para transformar la manera en que se planifican, diseñan, construyen, operan y mantienen los proyectos. Sin embargo, el análisis de los documentos consultados permite establecer que BIM no debe entenderse únicamente como una herramienta tecnológica o de modelado tridimensional, sino como una metodología de gestión de información que, cuando se articula con criterios ambientales, puede apoyar la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida de una edificación o infraestructura.

El valor de BIM radica en su capacidad para integrar variables asociadas al consumo energético, uso del agua, selección de materiales, generación de residuos, emisiones de carbono, análisis de ciclo de vida, confort ambiental y mantenimiento de los activos construidos. Esta integración permite que las decisiones ambientales no se tomen únicamente al final del proyecto o como medidas correctivas, sino desde las etapas tempranas de diseño y planificación, en las que existe mayor posibilidad de reducir impactos y optimizar recursos. La literatura revisada muestra que los proyectos desarrollados bajo metodología BIM pueden alcanzar mejores niveles de eficiencia al facilitar la coordinación interdisciplinaria, reducir errores de diseño, evitar reprocesos y mejorar la trazabilidad de la información. No obstante, también se identifica que la sostenibilidad no se produce de manera automática por el simple uso de BIM. Para que la metodología tenga un aporte ambiental real, el modelo debe contener información confiable, parámetros ambientales adecuados, criterios de evaluación definidos y una estructura colaborativa que permita interpretar los datos generados.

3.1. BIM como apoyo a la toma de decisiones ambientales

Uno de los principales aspectos identificados en el estado del arte es que BIM permite mejorar la toma de decisiones ambientales mediante la integración de información técnica y ambiental en un mismo entorno digital. Esto representa una diferencia importante frente a los métodos tradicionales, donde la información suele encontrarse dispersa entre planos, presupuestos, memorias, cronogramas y documentos independientes. En este sentido, BIM facilita la comparación de alternativas de diseño, materiales, sistemas constructivos y estrategias de operación antes de que el proyecto sea ejecutado. Esta condición resulta

fundamental porque gran parte de los impactos ambientales de una obra se definen en las primeras fases del proyecto. La selección de materiales, el diseño de la envolvente, la orientación del edificio, los sistemas de iluminación, la eficiencia hídrica y la planificación del mantenimiento son decisiones que inciden directamente sobre el desempeño ambiental futuro.

Barreto Requejo (2023) evidencia esta relación al analizar el uso de BIM para la evaluación energética de edificios, destacando que el modelo digital puede apoyar la identificación de consumos y condiciones de desempeño desde la fase de diseño. De manera similar, Valencia Robles et al. (2025) muestran que la selección de materiales sostenibles, evaluada mediante herramientas BIM, puede influir en la reducción del consumo energético y en la disminución de la huella de carbono de viviendas sostenibles. A partir de estos aportes, se puede discutir que BIM actúa como una metodología preventiva dentro de la gestión ambiental de proyectos. Su aporte no se limita a representar el proyecto, sino a permitir que el equipo técnico pueda anticipar escenarios, comparar soluciones y seleccionar alternativas con menor impacto. Esto fortalece la participación de la Ingeniería Ambiental en etapas tempranas, donde tradicionalmente su intervención ha sido más limitada o posterior al diseño técnico.

3.2. Eficiencia energética y confort ambiental como líneas de aplicación prioritarias

La eficiencia energética constituye una de las líneas más desarrolladas dentro de la relación entre BIM y sostenibilidad ambiental. Los documentos revisados muestran que BIM 6D permite evaluar el comportamiento energético de las edificaciones mediante simulaciones relacionadas con consumo eléctrico, iluminación, asoleamiento, ventilación, comportamiento térmico y confort interior, optimizar el desempeño energético desde el diseño puede contribuir a reducir la demanda de climatización, iluminación artificial y operación de sistemas eléctricos. En este campo, BIM permite analizar no solo la forma arquitectónica, sino también la interacción entre materiales, condiciones climáticas, orientación, iluminación natural y sistemas tecnológicos.

Choquevillca Ibañez (2025) plantea la integración de BIM 6D en el diseño arquitectónico y luminotécnico como una estrategia orientada a la sostenibilidad y eficiencia energética. Este enfoque demuestra que las herramientas digitales pueden ser utilizadas para relacionar el diseño espacial con el desempeño ambiental, permitiendo que las decisiones arquitectónicas tengan soporte técnico desde la simulación.

No obstante, el análisis también permite identificar limitaciones importantes. Macaya-Vitali et al. (2024) señalan que la integración entre modelos BIM y modelos energéticos BEM todavía enfrenta desafíos asociados a la interoperabilidad, calidad de datos y transferencia de información entre plataformas. Esto significa que el

potencial energético de BIM depende de la correcta parametrización del modelo y de la capacidad de los programas para interpretar la información de manera confiable. De esta forma, se puede establecer que BIM tiene un alto potencial para mejorar la eficiencia energética, pero requiere modelos bien estructurados, información climática pertinente, materiales correctamente definidos y profesionales capacitados para interpretar los resultados. Sin estos elementos, las simulaciones pueden convertirse en resultados aislados o poco representativos de la realidad operativa del proyecto.

3.3. Análisis de ciclo de vida y huellas ambientales

Otro aspecto central de la discusión corresponde a la integración entre BIM y el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Esta relación es especialmente importante para la Ingeniería Ambiental, ya que permite evaluar impactos ambientales asociados no solo a la etapa de construcción, sino también a la extracción de materias primas, fabricación de materiales, transporte, uso, mantenimiento y disposición final. Mantilla Jaimes (2025) evidencia que la integración BIM-ACV representa una oportunidad para apoyar decisiones más sostenibles e informadas en el sector construcción; sin embargo, también identifica limitaciones relacionadas con la falta de estandarización, el desconocimiento conceptual del ACV, la baja capacitación y la dificultad para comparar resultados entre estudios. Esta situación permite discutir que, aunque BIM puede facilitar la evaluación ambiental, todavía se requiere fortalecer los criterios metodológicos para que los resultados sean consistentes y aplicables en diferentes contextos. En esta misma línea, Masias Flores (2024) propone un sistema de soporte de decisiones basado en BIM para el análisis del ciclo de vida de edificios, integrando herramientas digitales que permiten automatizar la cuantificación de impactos. Este tipo de propuestas demuestra que BIM puede funcionar como una plataforma para vincular materiales del modelo con bases de datos ambientales, facilitando la estimación de impactos como emisiones de CO₂, energía incorporada y otros indicadores. Sin embargo, el análisis de la literatura permite reconocer que una de las principales dificultades es la disponibilidad de bases de datos ambientales locales. En muchos casos, los factores de impacto provienen de contextos internacionales, lo cual puede generar diferencias frente a las condiciones reales de producción, transporte y disposición de materiales en América Latina o Colombia. Por tanto, para que BIM-ACV tenga mayor precisión, es necesario avanzar en bases de datos regionales que permitan representar mejor las condiciones ambientales del territorio.

La huella hídrica también aparece como una dimensión relevante dentro del análisis ambiental. González Ortiz (2025) propone la integración de BIM para cuantificar la huella hídrica en viviendas unifamiliares con estrategias sostenibles, lo cual amplía el uso de la metodología hacia la evaluación del recurso hídrico. Este aporte es importante porque demuestra que BIM no solo debe asociarse al consumo energético o a la coordinación técnica, sino también a la gestión integral de recursos naturales.

3.4. Economía circular, materiales y gestión de residuos

La economía circular constituye una de las líneas más importantes dentro de la discusión sobre BIM y sostenibilidad ambiental. La construcción tradicional se ha basado en un modelo lineal de extracción, producción, uso y disposición final, generando altos volúmenes de residuos y consumo de recursos. Frente a esto, la economía circular propone estrategias orientadas a reducir, reutilizar, reciclar, recuperar y valorizar materiales durante el ciclo de vida del proyecto.

Fernández García (2022) plantea que BIM puede apoyar la transición hacia la economía circular mediante la optimización de recursos, la trazabilidad de materiales y la incorporación de criterios de construcción circular. De igual forma, Val Fiel (2022) relaciona BIM con el enfoque cradle to cradle, destacando que las familias BIM pueden contener información sobre materiales, vida útil, potencial de recuperación y posibilidades de reutilización.

Este enfoque permite discutir una transformación conceptual importante: los edificios dejan de entenderse únicamente como productos terminados y comienzan a ser vistos como bancos de materiales. Bajo esta perspectiva, cada componente constructivo puede contener información sobre su origen, composición, impacto ambiental, mantenimiento, posibilidad de desmontaje y destino final. BIM permite registrar y gestionar esta información, lo cual facilita procesos futuros de reutilización, reciclaje o valorización.

López Loaiza (2024) aporta una discusión relevante al demostrar que la alternativa con menor impacto ambiental no siempre coincide con la alternativa más circular. Esta observación es fundamental porque evita reducir la sostenibilidad a un solo indicador, como la huella de carbono. En algunos casos, un material reciclado puede disminuir la extracción de recursos naturales, pero aumentar ciertos impactos por transporte, procesamiento o consumo energético. Por ello, la toma de decisiones ambientales debe considerar múltiples indicadores y no únicamente un criterio aislado. BIM puede apoyar la economía circular, pero requiere que los modelos incorporen información material suficiente y que los equipos de diseño adopten criterios de circularidad desde las primeras etapas. Si la circularidad se considera únicamente al final del proyecto, las posibilidades de reutilización o valorización se reducen significativamente.

3.5. Gestión hídrica e infraestructura ambiental

El análisis documental también permite identificar que BIM puede aplicarse en proyectos directamente relacionados con la gestión ambiental del territorio y del recurso hídrico. Aunque la mayoría de los estudios se concentran en edificaciones, algunos documentos evidencian aplicaciones en plantas de tratamiento de agua potable, saneamiento comunitario, infraestructura agrícola y estrategias de manejo de aguas.

Tufiño Galán (2024) desarrolla una implementación BIM dentro de una planta de tratamiento de agua potable, integrando arquitectura, sostenibilidad, modelado disciplinar y coordinación técnica. Este caso demuestra que BIM puede aportar a proyectos ambientales esenciales, donde la gestión de la información, la coordinación de sistemas y la operación eficiente son aspectos fundamentales para garantizar el adecuado funcionamiento de la infraestructura.

Asimismo, Arteaga y Claire Aguirre (2025) relacionan tecnologías SIG-BIM con la mitigación de aguas grises mediante baños secos en unidades educativas. Este tipo de aplicación resulta importante porque muestra que BIM puede articularse con herramientas geográficas y soluciones comunitarias, ampliando su alcance más allá de grandes edificaciones o proyectos urbanos complejos.

Se vincula BIM con problemáticas reales de saneamiento, abastecimiento, uso eficiente del agua y gestión territorial. Sin embargo, también evidencia que aún existe un campo amplio por desarrollar, ya que la mayoría de las investigaciones se enfocan en energía y materiales, mientras que el recurso hídrico aparece con menor frecuencia dentro de los estudios revisados.

3.6. BIM en proyectos públicos, infraestructura y sostenibilidad territorial

La aplicación de BIM en proyectos públicos e infraestructura representa una línea de análisis importante, especialmente en países latinoamericanos donde las obras públicas suelen enfrentar problemáticas asociadas a retrasos, sobrecostos, falta de trazabilidad, deficiencias de planificación y baja transparencia. En este contexto, BIM puede contribuir a mejorar la gestión pública mediante información más clara, coordinación técnica y control de procesos.

Haro y Piñas (2025) identifican beneficios de BIM en inversiones públicas, asociados con reducción de costos, tiempos, irregularidades y huella de carbono. Esto permite discutir que la sostenibilidad ambiental no depende únicamente de tecnologías constructivas o materiales eficientes, sino también de la manera en que los proyectos son gestionados institucionalmente. Una obra mal planificada genera reprocesos, desperdicios, mayores consumos y ampliaciones de plazo que también representan impactos ambientales.

En infraestructura vial, Romero Álvarez et al. (2023) muestran que BIM puede mejorar la planificación, coordinación y control de proyectos de gran escala. De igual forma, Anchundia Bailón y Venegas Llor (2026) evidencian que las infraestructuras viales urbanas generan impactos ambientales asociados a extracción de materiales, emisiones, transformación del suelo y fragmentación territorial. Por tanto, la aplicación de BIM en este tipo de proyectos puede contribuir a una planificación más ordenada, siempre que se integre con criterios ambientales y territoriales.

La discusión permite establecer que BIM tiene potencial para fortalecer la sostenibilidad territorial, pero requiere una visión más amplia que el modelado del proyecto. En infraestructura, la sostenibilidad debe considerar impactos sobre ecosistemas, movilidad, comunidades, consumo de materiales, emisiones, mantenimiento y relación con el entorno. Por ello, la integración de BIM con sistemas de información geográfica, indicadores ambientales y planificación pública puede representar una línea de trabajo estratégica.

3.7. Tecnologías emergentes asociadas a BIM

La revisión bibliográfica muestra que BIM se está integrando progresivamente con tecnologías emergentes como inteligencia artificial, realidad virtual, Blockchain, SIG y OpenBIM. Estas herramientas amplían las posibilidades de análisis, visualización, trazabilidad, automatización e interoperabilidad dentro de los proyectos.

Cervantes-García y Delgado-Hernández (2023) destacan la utilidad de la realidad virtual en modelos BIM para mejorar la visualización y comprensión de los proyectos. Desde el enfoque ambiental, esta herramienta puede contribuir a detectar errores de diseño, mejorar la comunicación entre actores y evitar reprocesos que generan desperdicios. Jimenez Freyre (2025), por su parte, analiza la integración entre BIM e inteligencia artificial, resaltando su potencial para automatizar procesos, optimizar diseños y apoyar la toma de decisiones.

De Leon Pineda (2024) plantea la relación entre BIM y Blockchain como una alternativa para mejorar la transparencia, seguridad documental y trazabilidad de la información. Esta integración puede tener implicaciones ambientales importantes, especialmente en el seguimiento de materiales, verificación de datos, control de residuos y documentación de decisiones sostenibles.

No obstante, estas tecnologías deben entenderse como medios de apoyo y no como soluciones automáticas. Su aporte ambiental dependerá de la calidad de los datos, de los objetivos del proyecto y de la capacidad del equipo para vincularlas con indicadores concretos de sostenibilidad. La incorporación de tecnologías emergentes sin criterios ambientales claros puede mejorar la visualización o la gestión documental, pero no necesariamente reducir impactos ambientales.

3.8. Barreras de implementación y retos para la Ingeniería Ambiental

A pesar de los beneficios identificados, la implementación de BIM con enfoque ambiental presenta barreras significativas. Entre las más frecuentes se encuentran la falta de capacitación, la resistencia al cambio, los costos de implementación, la ausencia de estándares, la baja interoperabilidad entre plataformas, la limitada disponibilidad de bases de datos ambientales y la dificultad para incorporar indicadores de sostenibilidad desde etapas tempranas.

García Valencia (2024) resalta la necesidad de estructurar procesos de formación continua que integren sostenibilidad y metodología BIM, incorporando temas como ciclo de vida, diseño bioclimático, eficiencia energética, eficiencia hídrica, materiales sostenibles, residuos de construcción y certificaciones ambientales. Este planteamiento demuestra que la sostenibilidad BIM requiere profesionales con competencias interdisciplinarias, capaces de comprender tanto el modelado digital como la evaluación ambiental.

Desde la Ingeniería Ambiental, el reto principal consiste en participar activamente en los procesos BIM, no solo como verificadores externos de cumplimiento ambiental, sino como actores técnicos dentro de la toma de decisiones del proyecto. Esto implica definir indicadores, interpretar simulaciones, evaluar impactos, proponer estrategias de mitigación y asegurar que la información ambiental sea incorporada al modelo desde las primeras fases.

De igual forma, es necesario fortalecer la estandarización de procesos. La ausencia de criterios comunes dificulta comparar resultados, validar impactos y replicar metodologías. En consecuencia, uno de los desafíos más importantes es avanzar hacia protocolos BIM ambientales que permitan definir qué información debe contener el modelo, cómo debe estructurarse, qué indicadores deben analizarse y cómo deben utilizarse los resultados en la toma de decisiones.

4. CONCLUSIONES

A partir de la revisión bibliográfica desarrollada, se concluye que la metodología Building Information Modeling (BIM) representa una herramienta de alto valor para fortalecer la sostenibilidad ambiental en proyectos de construcción, edificación e infraestructura. Su principal aporte no se limita a la generación de modelos tridimensionales, sino a la posibilidad de integrar información técnica, ambiental, económica y operativa en un entorno colaborativo, permitiendo una toma de decisiones más precisa durante las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto. La aplicación de BIM con enfoque ambiental permite anticipar impactos antes de la ejecución física de las obras. Esto resulta fundamental desde la Ingeniería Ambiental, debido a que muchas de las decisiones que determinan el desempeño ambiental de un proyecto se definen en las etapas iniciales de diseño y planificación. Aspectos como la selección de materiales, el consumo energético, la eficiencia hídrica, la generación de residuos, la operación del activo y las necesidades de mantenimiento pueden analizarse de manera más ordenada cuando se cuenta con modelos digitales estructurados y con información confiable.

Se identificó que una de las principales líneas de aplicación de BIM en sostenibilidad ambiental corresponde a la eficiencia energética y al confort ambiental. La incorporación de BIM 6D permite simular condiciones de iluminación, ventilación, asoleamiento, comportamiento térmico y consumo energético, lo cual facilita la comparación de alternativas de diseño. De esta manera, BIM contribuye a formular

proyectos con menor demanda energética, mejor desempeño operativo y mayor capacidad de adaptación a las condiciones ambientales del entorno.

Otra conclusión relevante es que la integración entre BIM y el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) constituye una de las estrategias más sólidas para evaluar impactos ambientales en proyectos. Esta relación permite cuantificar variables como huella de carbono, huella hídrica, energía incorporada, impacto de materiales y emisiones asociadas a diferentes etapas del ciclo de vida. Por tanto, BIM puede convertirse en una plataforma de apoyo para evaluar no solo la fase constructiva, sino también la producción de materiales, transporte, operación, mantenimiento y disposición final de los componentes.

En relación con la economía circular, se concluye que BIM tiene un alto potencial para mejorar la trazabilidad de los materiales y apoyar estrategias de reducción, reutilización, reciclaje y valorización de residuos. Al permitir registrar información sobre composición, origen, cantidades, vida útil y posibilidades de recuperación de los elementos constructivos, BIM favorece una transición desde el modelo lineal tradicional hacia un modelo más circular, donde los edificios e infraestructuras pueden entenderse como sistemas materiales gestionables a lo largo del tiempo.

La revisión también permitió evidenciar que la sostenibilidad ambiental no debe entenderse únicamente desde la eficiencia energética. Aunque esta dimensión es una de las más desarrolladas, los proyectos sostenibles requieren una visión integral que incluya gestión hídrica, reducción de residuos, uso responsable de materiales, análisis de impactos acumulados, mantenimiento preventivo, confort de los usuarios, seguridad, operación eficiente y relación con el territorio. En este sentido, BIM puede apoyar una lectura más completa del desempeño ambiental de los proyectos.

Se concluye además que la aplicación de BIM en infraestructuras ambientales, como plantas de tratamiento de agua potable, proyectos de saneamiento, equipamientos agrícolas o soluciones comunitarias, amplía su campo de acción más allá de las edificaciones convencionales. Esto demuestra que la metodología puede ser útil para proyectos directamente relacionados con la gestión ambiental del territorio, el uso eficiente del agua, el saneamiento básico y la planificación de infraestructuras con impacto social y ambiental.

En proyectos públicos e infraestructura vial, BIM se presenta como una metodología que puede fortalecer la transparencia, la planificación y el control de recursos. Su implementación permite reducir errores, mejorar la coordinación, disminuir reprocesos y facilitar el seguimiento de tiempos, costos y cantidades. Desde el enfoque ambiental, estos beneficios se traducen en una menor generación de desperdicios, mejor uso de materiales y mayor capacidad para evaluar los impactos asociados a obras de gran escala territorial.

Sin embargo, se concluye que BIM no garantiza por sí solo la sostenibilidad ambiental de un proyecto. Su efectividad depende de la calidad de la información incorporada en los modelos, la capacitación de los profesionales, la interoperabilidad entre plataformas, la existencia de bases de datos ambientales, la estandarización de procesos y la integración temprana de criterios ambientales. Por

esta razón, el uso de BIM debe estar acompañado de una metodología clara, indicadores verificables y participación interdisciplinaria.

Una de las principales barreras identificadas corresponde a la falta de formación técnica especializada. La sostenibilidad BIM requiere profesionales capaces de comprender simultáneamente el modelado digital, la gestión ambiental, el análisis de ciclo de vida, la eficiencia energética, la economía circular y la interpretación de indicadores. En consecuencia, la Ingeniería Ambiental cumple un papel fundamental dentro de los equipos BIM, ya que aporta criterios técnicos para evaluar impactos, formular estrategias de mitigación y orientar decisiones sostenibles.

También se concluye que la interoperabilidad representa un reto importante para la aplicación ambiental de BIM. La transferencia de información entre programas de modelado, simulación energética, análisis de ciclo de vida, gestión de costos y planificación no siempre es eficiente. Esta limitación puede afectar la precisión de los resultados y dificultar la toma de decisiones. Por tanto, es necesario fortalecer el uso de estándares abiertos, entornos comunes de datos y protocolos de intercambio de información.

De manera general, la revisión permite afirmar que BIM contribuye a la sostenibilidad ambiental cuando se utiliza como metodología de gestión integral y no únicamente como herramienta de representación gráfica. Su mayor valor se encuentra en la capacidad de articular datos, actores, procesos e indicadores para tomar decisiones informadas durante todo el ciclo de vida del proyecto. Esto permite avanzar hacia proyectos más eficientes, trazables, medibles y responsables con el entorno. La aplicación de la metodología BIM en conjunto con la sostenibilidad ambiental representa una oportunidad para transformar los modelos tradicionales de diseño, construcción y operación de proyectos. Desde la Ingeniería Ambiental, esta integración permite fortalecer la prevención de impactos, optimizar recursos naturales, reducir emisiones, mejorar la gestión de residuos, promover la economía circular y apoyar el desarrollo de infraestructuras más resilientes y sostenibles. Por tanto, BIM debe ser considerado como una herramienta estratégica para la construcción de proyectos ambientalmente responsables y alineados con las necesidades actuales de sostenibilidad.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegria Reategui, S., & Campos Urteaga, L. M. (2025). Propuesta de implementación del BIM 6D para la mejora del confort y la sostenibilidad en edificios universitarios [Tesis de pregrado, Universidad de Lima].
- Alvarado Toro, A. D. (2025). Implementación de BIM en el proyecto “Biblioteca Patio”: Rol BIM Manager y líder de sostenibilidad [Trabajo de fin de carrera, Universidad Internacional SEK].
- Álvarez Oña, S. C. (2026). Implementación BIM en el proyecto de la Subestación Nro. 77 y Bodega de Almacenamiento – Tabacundo: Rol líder MEP [Trabajo de fin de carrera, Universidad Internacional SEK].
- Anchundia Bailón, O. G., & Venegas Llor, L. (2026). Impacto ambiental y el desarrollo sostenible en la construcción de infraestructuras viales urbanas. *Reincisol*, 5(9), 1385. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V5\(9\)1385](https://doi.org/10.59282/reincisol.V5(9)1385)
- Arteaga Avila, M. P. (2026). Aplicación de la metodología BIM para el proyecto Hábitat en las etapas de diseño y planificación: Rol BIM Manager y líder sostenibilidad (6D) [Trabajo de titulación, Universidad Internacional SEK].
- Arteaga, M. O., & Claire Aguirre, D. (2025). Emprendimiento comunitario para la mitigación de aguas grises con la autoconstrucción de baños secos utilizando tecnologías SIG-BIM en unidades educativas de Riberalta. *Investigación y Creatividad*, 22(1).
- Ayala Davis, M. E. (2025). Análisis comparativo entre la metodología tradicional versus la metodología BIM para el proyecto residencial Aura Club, ubicado en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo: Rol líder arquitectura y sostenibilidad [Trabajo de fin de carrera, Universidad Internacional SEK].
- Balarezo Fernández, S. (2023). Gestión BIM del Centro Cultural Modular: Rol líder de sostenibilidad [Trabajo de titulación de maestría, Universidad Internacional SEK].
- Barreto Requejo, J. D. (2023). Uso de la metodología Building Information Modeling para el análisis energético de edificios [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].
- Castañeda Cárdenas, J. S. (2023). Implementación de sistemas sostenibles para el desarrollo de vivienda mediante la metodología BIM [Trabajo de grado, Universidad Católica de Pereira].
- Cervantes-García, M., & Delgado-Hernández, D. J. (2023). Implementación de la realidad virtual en los modelos BIM para la sostenibilidad. *Ciencia Nicolaita*, 87, 61–78. <https://doi.org/10.35830/cn.vi87.632>

Chavarro Silva, S. C. (2025). Análisis sistemático de literatura sobre la implementación de inteligencia artificial y metodología BIM en el modelado y monitoreo de carreteras [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia].

Choquevillca Ibañez, M. (2025). Integración del BIM 6D en el diseño arquitectónico y luminotécnico, orientado a la sostenibilidad y eficiencia energética. *Horizonte Académico*, 5(2), 475–489. <https://doi.org/10.70208/3007.8245.v5.n2.168>

Córdova Armendáriz, P. A. (2025). Migración del proyecto residencial HYGGE a entorno BIM: Coordinación 3D, análisis de interferencias y comparación presupuestaria. Rol líder de arquitectura y líder de sostenibilidad [Trabajo de fin de carrera, Universidad Internacional SEK].

De Leon Pineda, C. (2024). BIM y Blockchain: Una revolución en la colaboración y transparencia en la construcción [Trabajo de fin de grado].

Del Río-Cidoncha, M. G., Ortiz-Marin, R., Usabiaga-López, A., & Martínez-Del Río, J. J. (2025). The BIM methodology and its relationship with the circular economy. En *Graphic thinking: Proceedings of XVII International Conference on Graphic Expression Applied to Building – APEGA Cartagena 2025* (pp. 966–975). <https://doi.org/10.31428/10317/18980>

Fernández García, R. (2022). Economía circular y BIM: Optimización, sostenibilidad y construcción [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid].

Fetecua Salguero, S., & Romero Córdoba, J. C. (2025). Uso de indicadores de gestión (KPIs) y herramientas digitales (MS Project y BIM) para el control integrado de proyectos en la construcción [Monografía de pregrado, Universidad Piloto de Colombia].

Flores Carreón, E. S., & Ponte Cusquisiban, B. D. (2025). Guía para la optimización del proceso de obtención de puntos LEED para edificaciones multifamiliares de Lima Top y Lima Moderna a través de la evaluación del ciclo de vida de estructuras y cerramientos mediante la integración BIM-LCA [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://doi.org/10.19083/tesis/684178>

Fonseca Duarte, D. O. (2025). Codificación y relaciones entre unidades de obra de construcción y mantenimiento y su ciclo de vida: Estudio de la sostenibilidad económica, ambiental y social de las viviendas en Andalucía [Trabajo fin de máster, Universidad de Sevilla].

Fonseca Jiménez, L. F. (2025). Modelo de gestión de proyectos de diseño y construcción articulando Building Information Modelling (BIM) y Lean Construction (LC), en todo el ciclo de vida del proyecto, con normativa y estándar internacional, aplicado a una empresa de la ciudad de Bogotá D. C. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

García Marañón, M. (2025). Influencia de la metodología BIM en la gestión As Built y de mantenimiento de plantas fotovoltaicas: Estudio comparativo con metodologías tradicionales [Trabajo de fin de máster, Universidad de Sevilla].

García Valencia, C. Y. (2024). Estructuración de contenido maestro para un programa de educación continua enfocado a sostenibilidad y metodología Building Information Modeling (BIM) aplicado a proyectos de edificación [Trabajo de grado de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana].

Gómez-Valdés, M., Acevedo-Acevedo, S., Alvarado-Acuña, L., & Iturra-Molina, R. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Tecnología en Marcha*, 36, 66–77. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i7.6860>

González Ortiz, C. D. (2025). Modelo de evaluación de la huella hídrica en la construcción de viviendas unifamiliares con estrategias sostenibles: Integración de BIM para la cuantificación [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

Haro, R. E., & Piñas, K. D. (2025). Desafíos, obstáculos y beneficios en la aplicación del Modelado de Información de Construcción (BIM) en inversiones públicas: Una revisión sistemática de la literatura (2017–2025). *Revista Espacios*, 46(6), 1–13. <https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n06p01>

Haro Menacho, R. E. (2025). Beneficios, estrategias y mejoras en proyectos públicos con el uso de la herramienta BIM. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 29(129), 105–114. <https://doi.org/10.47460/uct.v29i129.1015>

Jimenez Freyre, R. J. (2025). Integración del BIM y la inteligencia artificial: Revisión del impacto en la metodología sector constructivo actual. *El Palma de la Juventud*, 7(11), 21–38. <https://doi.org/10.59885/epdlj.2025.v7n11.02>

Jurado Terceño, P. (2023). El impacto de la inteligencia artificial y BIM en la arquitectura técnica. *Aparejadores*, 92, 27–33.

Leonardo Gómez, A. (2023). Diseño de un edificio sostenible aplicando tecnología OpenBIM [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid].

Llatas, C., Soust-Verdaguer, B., Montes, M. V., Cortés, I., Quiñones, R., & Fernández, D. (2023). Aproximación a la evaluación de la sostenibilidad mediante BIM en los procedimientos de licitación de la Administración Pública Andaluza. En *II Congreso sobre Innovación y Sostenibilidad en la Vivienda Social* (pp. 321–328).

López Espinoza, O. F. (2025). Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Centro de Interpretación Cultural Pifo, rol líder MEP y sostenibilidad [Trabajo de titulación, Universidad Internacional SEK].

López Loaiza, A. (2024). Gestión circular de proyectos con metodología BIM [Trabajo final de máster, Universitat Politècnica de Catalunya].

Luzuriaga Viñan, C. M., Perugachi Baloy, V. M., Vélez Bravo, G. M., & Lino Calle, V. A. (2025). Uso de modelos BIM en la planificación de obras civiles: Un análisis

textual discursivo de artículos de investigación. *Revista Ingenio Global*, 4(1), 175–189. <https://doi.org/10.62943/rig.v4n1.2025.209>

Macaya-Vitali, P., Guzmán-Burgos, K., Martínez-Soto, A., Polanco-Levicán, K., & Reyes-Riveros, A. (2024). Revisión sistemática de la integración de modelos BIM-BEM: Análisis exhaustivo de avances y desafíos para la creación eficiente de modelos energéticos. En R. F. Herrera & L. A. Salazar (Eds.), *Actas del IX Congreso Iberoamericano de Gestión y Tecnología de la Construcción (IX ELAGEC 2024)*.

Mantilla Jaimes, D. (2025). *Building Information Modeling (BIM) y Análisis de Ciclo de Vida (ACV): Meta-análisis y estudio de caso en empresas constructoras de Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

Martínez Redondo, J. S. (2025). *Evaluación de la sostenibilidad de edificios subterráneos a partir de modelos BIM: Aplicación a un parking urbano* [Trabajo final de máster, Universitat Politècnica de Catalunya].

Masias Flores, R. (2024). *Sistema de soporte de decisiones basado en BIM para el análisis del ciclo de vida de un edificio* [Trabajo final de máster, Universitat Politècnica de Catalunya].

Muñoz Velarde, E. J. (2024). *Propuesta de guía para el proceso de implementación BIM y Lean Construction en PYMES constructoras del sector inmobiliario en el sur del Perú* [Trabajo de investigación de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

Orihuela, P., Díaz, H. E., García, S., & Davis, M. (2024). La sexta dimensión del BIM y su contribución a la sustentabilidad empresarial. En R. F. Herrera & L. A. Salazar (Eds.), *Actas del IX Congreso Iberoamericano de Gestión y Tecnología de la Construcción (IX ELAGEC 2024)*.

Pachacama Molina, A. J. (2025). *Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Edificio de uso mixto NOVAHABITAT, rol coordinador BIM* [Trabajo de fin de carrera, Universidad Internacional SEK].

Pereira Da Silva, M., Argôlo Donegá, A., & Marques Carvalho, M. T. (2023). Systematic review of current academic production of the concepts of BIM, thermal performance, energy efficiency and sustainability. *Project, Design and Management*, 5(1), 171–191. <https://doi.org/10.35992/pdm.5vi1.1352>

Pérez Suárez, P. F., Solano Zambrano, D. F., Sornoza Alarcón, S. L., & Chérrez Córdova, E. A. (2024). Impacto de la tecnología BIM en la eficiencia y sostenibilidad de proyectos arquitectónicos. *EÍDOS*, 24, 145–159.

Pinto Flores, A. (2023). *BIM como herramienta para la sostenibilidad en certificaciones BREEAM* [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid].

- Romero Álvarez, A. C., Ayala Monje, D. A., & Cruz Peralta, L. M. (2023). Evaluación del impacto de la metodología BIM en algunos proyectos de infraestructura vial en Colombia [Trabajo de grado de maestría, Universidad EAN].
- Rubiano Martínez, C. J. (2022). Evaluación del impacto ambiental de mampuestos con modelos BIM [Trabajo de grado, Universidad La Gran Colombia].
- Sánchez Moreno, F., Ramírez López, A. D., Quintana Tovar, D., & Nope Bernal, Y. A. (2023). Aplicación de la metodología BIM en bienes de interés cultural: Estudio de caso. En *Memorias V Encuentro de Pedagogía*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Santos Cabrera, M. (2025). Centro de investigación agrícola en el distrito La Yarada Los Palos aplicando metodología BIM para una sostenibilidad y gestión eficiente [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna].
- Santos Izquierdo, V. (2024). Diseño de un edificio sostenible aplicando tecnología OpenBIM: El estudio de seguridad y salud [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid].
- Torres, V., & Arenas, D. (Coords.). (2024). Desafíos y oportunidades para la ejecución de proyectos de inversión pública con criterios de sostenibilidad: Presentaciones en el XI Seminario de la Red de los Sistemas Nacionales de Inversión Pública de América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Tufiño Galán, A. A. (2024). Implementación BIM dentro de una planta de tratamiento de agua potable: Roles líder de arquitectura y sostenibilidad [Trabajo de fin de carrera de maestría, Universidad Internacional SEK].
- Val Fiel, M. (2022). Arquitectura sostenible y eco-efectiva: Ampliando los límites del BIM con una aproximación cradle to cradle. *Revista AUS*, 32, 12–19. <https://doi.org/10.4206/aus.aus.2022.n32-02>
- Valencia Robles, R. A., Manzaba Carvajal, G. R., & Romero Jara, M. I. (2025). De lo simulado a lo construido: Optimización de materiales y energía en viviendas sostenibles con BIM. *Novasinergia*, 8(2), 113–139. <https://doi.org/10.37135/ns.01.16.07>
- Victoria Mazuera, J. A. (2024). Diseño de plan de implementación de un modelo piloto acorde con la metodología BIM: Una perspectiva desde PMBOK [Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].