

Integración de la metodología BIM en el sistema presupuestario cubano para el sector de la construcción

Ing. Eugenio David Carbonell Charchabal

Empresa de Ingeniería y Diseño VERTICE

eugedavid123@gmail.com

Dr.C. Anabel Reyes Ramírez

Centro de estudios CAD/CAM

Universidad de Holguín, Cuba

areyesr@uho.edu.cu

Dr.C. Luis Acosta González

Centro de estudios CAD/CAM

Universidad de Holguín, Cuba

luis.acosta.glez@gmail.com

RESUMEN

En el contexto actual, la evolución tecnológica ha transformado la manera en que se ejecutan los procesos en entornos interdisciplinarios. Entre las metodologías desarrolladas para la gestión eficiente de proyectos, destaca el Building Information Modeling (BIM), un enfoque que facilita la integración de distintas disciplinas en la planificación y ejecución de obras. Esta metodología se ha consolidado como un estándar en la competitividad de proyectos a nivel internacional y representa un objetivo estratégico para numerosos países que buscan optimizar sus procesos constructivos. Uno de los ámbitos fundamentales dentro del BIM es el control de costos, lo que permite una gestión precisa de los presupuestos, la elaboración de ofertas y el seguimiento financiero de proyectos en ejecución. La implementación de BIM en Cuba aún se encuentra en una fase inicial, limitada principalmente a la modelación tridimensional. Esta situación se debe a la complejidad del sistema presupuestario nacional, lo que genera la necesidad de desarrollar metodologías y herramientas tecnológicas que posibiliten la integración del BIM en los mecanismos de control financiero empleados en el país en los proyectos de construcción. El presente estudio expone los aspectos esenciales para el diseño de un procedimiento orientado a la gestión de costos a través del BIM, lo que favorece la transformación digital de procesos en el sector de la construcción en Cuba. La adopción de esta metodología contribuirá a la reducción de los tiempos destinados a la formulación de presupuestos, el monitoreo eficiente de los recursos económicos y la planificación financiera de los proyectos. Asimismo, favorecerá la identificación de riesgos y la mitigación de imprevistos, optimizando la toma de decisiones en la administración de obras de construcción.

Palabras Clave: Building Information Modeling, BIM, presupuesto, transformación digital, sector constructivo

Integration of the BIM methodology into the cuban budget system for the construction sector

ABSTRACT

In the current context, technological evolution has transformed the way in which processes are executed in interdisciplinary environments. Among the methodologies developed for efficient project management, Building Information Modeling (BIM) stands out, an approach that facilitates the integration of different disciplines in the planning and execution of works. This methodology has established itself as a standard in the competitiveness of projects at the international level and represents a strategic objective for many countries seeking to optimize their construction processes. One of the key areas within BIM is cost control, which allows for accurate budget management, bid preparation and financial monitoring of projects under execution. The implementation of BIM in Cuba is still in an initial phase, mainly limited to three-dimensional modeling. This situation is due to the complexity of the national budget system, which generates the need to develop methodologies and technological tools that enable the integration of BIM in the financial control mechanisms used in the country in construction projects. This study exposes the essential aspects for the design of a procedure oriented to cost management through BIM, which favors the digital transformation of processes in the construction sector in Cuba. The adoption of this methodology will contribute to the reduction of time spent on budget formulation, efficient monitoring of economic resources and financial planning of projects. It will also favor the identification of risks and the mitigation of unforeseen events, optimizing decision making in the administration of construction works.

Keywords: Building Information Modeling, BIM, budgeting, digital transformation, construction sector

INTRODUCCIÓN

A partir del desarrollo tecnológico y la computación, se originan diversos programas asociados a estos avances. Dichos programas facilitan el análisis de información y constituyen una herramienta relevante para la toma de decisiones en contextos interdisciplinarios, así como para el examen de situaciones y tareas específicas. Los elementos mencionados anteriormente permiten la ejecución efectiva de cualquier tarea o misión (Suárez García, 2019).

La metodología BIM (Building Information Modeling), se ha consolidado como un enfoque destacado para la integración de diversas disciplinas en la gestión de proyectos. Este método no corresponde a un

software específico, sino a un sistema de trabajo que utiliza aplicaciones de diseño y modelado en tres dimensiones para procesar y gestionar datos en tiempo real relacionados con edificaciones en desarrollo. A través de este sistema, es posible acceder a información detallada sobre el edificio, incluyendo geometría, relaciones espaciales, información geográfica, cantidades y propiedades de los materiales utilizados (Suárez García, 2019).

Este enfoque facilita el manejo de datos en un entorno colaborativo impulsado por avances tecnológicos, permitiendo un fortalecimiento de todas las áreas y etapas del proyecto. La implementación de la metodología BIM ha evidenciado una mejora en términos de eficacia respecto a métodos tradicionales (Suárez García, 2019).

De acuerdo con lo planteado por Sánchez Botero et al. (2015), el concepto de BIM experimentó un proceso de expansión y ganó relevancia, especialmente en Europa. En la actualidad, numerosos países europeos disponen de estándares BIM, entre ellos Inglaterra, Noruega, Finlandia, Dinamarca y Países Bajos. Otros países, como Alemania, Francia y España, han establecido comisiones BIM destinadas a diseñar estrategias para la adopción de esta metodología.

En este sentido, en 2013, la Unión Europea promulgó la Directiva de contratación pública, con el objetivo de fomentar el uso de formatos electrónicos BIM en la documentación de proyectos. Este marco normativo facilita la incorporación de la metodología BIM en el ámbito de la construcción a nivel global. Asimismo, establece que los proyectos que no adopten esta metodología antes del inicio de la próxima década serán considerados como no competitivos (Suárez García, 2019).

A nivel global, la aplicación de BIM en proyectos se extiende desde la gestión de datos relacionados con el terreno hasta la incorporación de elementos externos de creciente complejidad. Este enfoque se establece como un componente fundamental para la consolidación de cualquier proyecto constructivo (Suárez García, 2019).

En Cuba, la adopción de la metodología BIM permanece restringida y su aplicación se concentra principalmente en las Empresas de Proyectos, donde ha evidenciado su impacto positivo en los resultados económicos productivos, según lo planteado por Ramírez et al. (2022). No obstante, el alcance de esta implementación se limita al desarrollo de modelos tridimensionales, sin abarcar la elaboración de presupuestos utilizando esta tecnología.

Porras-Díaz et al. (2015) señalan las principales ventajas que proporciona la metodología BIM, son la comprobación automática, la coordinación, la compatibilidad, la integración, el análisis directo, el apoyo a la producción (Mohamed y Mohamed, 2014; Chen, Li, Tangirala, Shirole y Sweeney, 2006), el trabajo colaborativo en distintas ubicaciones geográficas (Haymaker, Fisher y Liston, 2005), detección de

interferencias e inconsistencias (Mohamed y Mohamed, 2014), los cálculos de las cantidades de construcción (Wang, Weng, Wang y Chen, 2014), (Haymaker et al., 2005), (Mikulakova, König, Tausher y Beucke, 2010), (Monteiro y Martins, 2013).

La elaboración de presupuestos mediante la metodología BIM enfrenta desafíos significativos en el contexto de las empresas cubanas. Dichos desafíos se derivan de la estructura compleja que caracteriza el sistema presupuestario nacional. Esta situación exige el desarrollo de metodologías y tecnologías específicas capaces de facilitar el control de costos utilizando esta metodología de modelado de información de construcción.

Asimismo, resulta imprescindible realizar un análisis detallado de los procedimientos actuales del sistema presupuestario de Cuba para identificar las limitaciones que dificultan la implementación de BIM. Esto incluye la necesidad de adaptar herramientas digitales existentes y crear plataformas integradas que permitan el manejo eficiente de los datos asociados a los proyectos de construcción. La capacitación de profesionales en el uso de estas tecnologías también se convierte en una prioridad para garantizar su correcta aplicación en el contexto empresarial.

La incorporación de la metodología BIM en los procesos presupuestarios no solo promete optimizar la gestión de costos, sino también mejorar la transparencia y la precisión de las estimaciones económicas, lo que podría representar un avance significativo para la industria de la construcción en Cuba.

Por lo expuesto anteriormente se plantea como objetivo definir las bases teórico-metodológicas que permiten implementar la metodología BIM en el proceso presupuestario cubano.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolla mediante un enfoque cualitativo orientado al análisis documental, utilizando la técnica de búsqueda bibliométrica como herramienta principal para la recolección y sistematización de información. El objetivo es identificar tendencias, vacíos y patrones en la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en el sector de la construcción, con énfasis en su aplicabilidad dentro del contexto cubano.

La búsqueda bibliométrica se ejecuta en bases de datos científicas reconocidas por su cobertura temática en ingeniería civil, arquitectura y gestión de proyectos. Se seleccionan plataformas como Scopus, Web of Science, ScienceDirect y Google Scholar, priorizando publicaciones indexadas en revistas arbitradas, actas de congresos internacionales y documentos técnicos emitidos por organismos especializados. Los criterios de inclusión contemplan artículos publicados entre los años 2009 y 2025, escritos en español e inglés, que abordan aspectos relacionados con la evolución de BIM, su integración con sistemas de

presupuestación, y experiencias de implementación en países con estructuras normativas similares a la cubana.

Se emplean operadores booleanos y términos controlados para optimizar la recuperación de documentos relevantes. Las palabras clave utilizadas incluyen: “Building Information Modeling”, “BIM en presupuestación”, “modelado paramétrico”, “gestión de costos en construcción”, “dimensiones BIM”, y “implementación BIM en América Latina”. Los resultados obtenidos fueron filtrados por pertinencia temática, tipo de documento, año de publicación y número de citas, con el fin de garantizar la calidad y actualidad de las fuentes seleccionadas.

Una vez recopilada la información, se procede a la codificación de los contenidos mediante matrices de análisis que permiten clasificar los documentos según su enfoque metodológico, nivel de aplicación de BIM, compatibilidad con sistemas presupuestarios, y grado de integración de dimensiones adicionales. Esta clasificación facilita la identificación de patrones comunes, limitaciones recurrentes y propuestas de solución aplicables al contexto cubano.

La metodología empleada permite construir un marco teórico robusto que sirve de base para el análisis crítico de la situación actual en Cuba, así como para la formulación de recomendaciones orientadas a la adopción progresiva de BIM en el sistema constructivo nacional. La triangulación de fuentes bibliográficas con datos normativos locales permite contrastar los hallazgos internacionales con las condiciones específicas del entorno cubano, fortaleciendo la validez del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la aplicación de la metodología de revisión documental, se identificaron los elementos teóricos que permiten caracterizar las variables esenciales asociadas a la metodología Building Information Modeling (BIM) y al sistema presupuestario cubano. Esta caracterización posibilita el análisis de las relaciones conceptuales entre ambos sistemas, así como la determinación de criterios para su integración. Los hallazgos obtenidos constituyen la base para la discusión sobre las posibilidades de articulación metodológica y operativa entre BIM y el modelo presupuestario vigente en Cuba.

Actualidad y Pertinencia

A comienzos del siglo XX se iniciaron procesos de adecuación de las herramientas utilizadas por los diseñadores a una visión de entorno global, (Sierra Aponte, 2016). En la segunda mitad del siglo XX, el

Diseño Asistido por Computador (CAD), que facilitó la producción de infografía y planimetría en dos y tres dimensiones. Estos sistemas reemplazaron modelos físicos a escala, los cuales ofrecían respuestas limitadas, tiempos prolongados de ejecución y aumentos en los costos (Sierra Aponte, 2016).

En el método tradicional de diseño mediante CAD, cada participante del proyecto (arquitectos, ingenieros estructurales, ingenieros de instalaciones) utiliza dibujos en dos dimensiones correspondientes únicamente a los elementos bajo su responsabilidad. Esta práctica limita la comunicación y coordinación entre los participantes del proyecto, lo que produce interferencias consideradas inevitables en etapas iniciales. Una comunicación efectiva, continua y coordinada permite prever dichas interferencias antes del inicio de la fase de construcción (Sierra Aponte, 2016).

En los diseños de proyectos de ingeniería y en su construcción se producen pérdidas atribuibles a la ausencia de información detallada, confiable y precisa. Esta condición interrumpe el flujo del proyecto, requerido para su ejecución. También se identifican problemas durante los cambios de etapa, debido a la ausencia de sinergia, lo que impide el control de los trabajos y limita la comunicación con las disciplinas involucradas en el proyecto.

En 1973 comenzó el desarrollo de figuras tridimensionales sólidas. Tres investigaciones realizadas en Cambridge, Stanford y Rochester produjeron la primera generación de software de modelado sólido. Posteriormente, a partir de 1975, se formuló una definición cercana al concepto actual de BIM. Esta definición fue presentada por el profesor Charles M. Eastman del Georgia Tech Institute of Technology en su obra titulada *The Use of Computer Instead of Drawings in Building Design*, donde introdujo el concepto denominado "Building Description System" (Blanco Diazgranados, 2018).

En la década de 1990, se desarrolló gran parte de la teoría BIM, con amplia difusión y aceptación entre especialistas del área. No obstante, el entorno bidimensional de Autodesk se utilizó de forma predominante en la mayoría de las empresas. En 2002, Autodesk ingresó al ámbito BIM mediante la adquisición de Revit. Con la difusión del concepto BIM, se incrementó la adopción de estas herramientas. En 2008 se establecieron las bases del software en una conferencia. El uso de BIM presentó crecimiento proporcional al nivel de conocimiento alcanzado (Osca Guadalajara, 2017).

La situación del BIM presentó una evolución de carácter exponencial. La distribución global del BIM mostró homogeneidad, con presencia destacada en países como Chile, Brasil, Perú y Colombia, donde se registró un ritmo elevado de contratación de perfiles BIM. En América del Norte, Estados Unidos y Canadá también evidenciaron alta demanda, siendo este último un precursor mediante entidades como CanBIM (Osca Guadalajara, 2017).

Estados Unidos figura entre los países con mayor desarrollo e impulso en el uso de la metodología BIM. Desde 2007 se estableció la obligatoriedad de aplicar dicha metodología en todos los proyectos públicos. Se publicó la primera versión de la *National BIM Guide for Owners* con el propósito de reducir el porcentaje de usuarios no familiarizados con el software, estimado en 18 % (Osca Guadalajara, 2017).

Australia, China y Corea del Sur iniciaron la implementación de la metodología BIM con participación activa. China estableció un estándar nacional unificado para su aplicación. En Corea del Sur se realizó la primera conferencia dedicada al BIM (Osca Guadalajara, 2017).

En Cuba, se han desarrollado investigaciones orientadas a la implementación de la metodología BIM en el sector de la construcción. Estos estudios han abordado aspectos técnicos, académicos y organizativos relacionados con la adopción de herramientas digitales en el diseño y gestión de proyectos. Sin embargo, no se ha establecido un procedimiento normativo, institucional o técnico que permita su aplicación sistemática en el territorio nacional.

La ausencia de una estrategia oficial, acompañada por limitaciones en infraestructura tecnológica, formación profesional y acceso a software especializado, ha impedido la incorporación efectiva del BIM en los procesos constructivos. Como resultado, ninguna empresa del país opera actualmente bajo esta metodología, lo que limita la modernización del sector y restringe la posibilidad de alinearse con estándares internacionales en materia de eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad en la gestión de obras.

La falta de articulación entre los actores del sistema constructivo, junto con la inexistencia de políticas públicas que promuevan la transformación digital, ha generado un entorno poco favorable para la adopción del BIM. Esta situación plantea la necesidad de diseñar un marco regulatorio que defina los criterios de implementación, los niveles de madurez tecnológica requeridos y los mecanismos de capacitación para los profesionales involucrados.

Descripción de la Metodología BIM

BIM (Building Information Modeling) y VDC (Virtual Design Construction) constituyen procesos orientados a la generación y gestión de información vinculada a proyectos de construcción. Estos procesos se desarrollan en distintas etapas, desde la fase de diseño hasta la coordinación y planificación de la ejecución, mediante el uso de una plataforma virtual. El concepto VDC abarca el conjunto de actividades asociadas al modelo, e incluye la aplicación funcional del modelo BIM creado para el proyecto (Aliaga Melo, 2012).

El uso de esta tecnología se fundamenta en la creación de maquetas tridimensionales que incorporan información paramétrica de sus elementos. Esta información incluye propiedades de materialidad, geometría, cantidades, atributos específicos, costo y otras características definidas por el usuario. El sistema opera bajo datos estandarizados, lo que permite la interoperabilidad del modelo entre los distintos participantes de un proyecto. La estructura paramétrica del modelado posibilita una representación virtual que contiene los datos requeridos para automatizar la gestión. Esta funcionalidad permite ejecutar procesos de planificación de obras y visualización de construcción en tiempo real. El modelo proporciona una aproximación del producto final, lo que constituye una pre-construcción del proyecto en su totalidad (Aliaga Melo, 2012).

La metodología BIM o VDC debe ser comprendida como un sistema de trabajo estructurado. No se limita a la creación de un modelo con atributos definidos, sino que implica un procedimiento integral que requiere una forma de trabajo distinta a la empleada en el desarrollo convencional de proyectos. La maqueta virtual de un proyecto puede contener atributos variables según los alcances y objetivos establecidos en la etapa de diseño. Por esta razón, resulta necesario identificar con precisión dichos elementos antes de iniciar su desarrollo (Aliaga Melo, 2012).

Los atributos del modelo se determinan por los requerimientos del cliente y por los criterios definidos en cada disciplina involucrada en el proyecto. La aplicación de esta metodología exige un procedimiento sistemático en su implementación. La comunicación y la coordinación entre las especialidades participantes en el proceso de diseño constituyen factores determinantes para alcanzar una implementación efectiva de BIM (Aliaga Melo, 2012).

Esta metodología permite establecer un sistema que facilita el intercambio de información entre los sectores de ingeniería, arquitectura y construcción. Este sistema posibilita la generación de representaciones digitales correspondientes a las fases del proceso constructivo del proyecto (Aliaga Melo, 2012).

El uso de objetos paramétricos inteligentes proporciona una base de información que incluye datos geométricos, propiedades de materialidad, resistencia y otros atributos que otorgan valor funcional a los elementos. Esta estructura convierte una representación gráfica en una representación virtual que conforma un modelo con condiciones correspondientes al proyecto real. La parametrización permite modificar propiedades de los elementos y, como resultado, ajustar su geometría de forma inmediata. Esta capacidad establece una diferencia funcional respecto a los programas de diseño tradicionales basados exclusivamente en representación gráfica (Aliaga Melo, 2012).

Dimensiones BIM

Las dimensiones BIM constituyen categorías funcionales que permiten organizar la información contenida en los modelos digitales utilizados en proyectos constructivos. Cada dimensión incorpora una variable específica que amplía las capacidades del modelo geométrico, facilitando la gestión de aspectos técnicos, temporales, económicos, operativos y de mantenimiento. Estas dimensiones no se presentan como niveles jerárquicos, sino como extensiones que responden a necesidades concretas en las distintas etapas del ciclo de vida del proyecto. A continuación, se describen las principales dimensiones BIM, según Toscano (2025).

BIM 2D corresponde a un modelo geométrico digital compuesto por los ejes X y Y, vinculado a información complementaria. Los sistemas CAD utilizados anteriormente operaban bajo esta lógica, permitiendo la elaboración de planos y secciones mediante herramientas informáticas con mayor rapidez y precisión que los métodos manuales. Aunque algunos modelos actuales permiten incorporar parámetros, restricciones y conceptos adicionales, la mayoría de los actores del sector no consideran los modelos geométricos bidimensionales como parte del entorno BIM.

BIM 3D se define como un modelo geométrico digital que incorpora los ejes X, Y y Z, asociado a datos complementarios. Este tipo de modelo no se limita a una representación visual, sino que permite realizar diversas operaciones técnicas. Entre ellas se encuentran:

- Generación de vistas geométricas bidimensionales con distintos niveles de detalle, a partir del modelo tridimensional.
- Elaboración de tablas con información correspondiente a los objetos incluidos en el modelo.
- Combinación de distintos modelos tridimensionales para identificar conflictos geométricos.

Estas funcionalidades contribuyen a mejorar la eficiencia operativa y la precisión técnica, lo que reduce la probabilidad de errores en el desarrollo del proyecto. La incorporación de información específica en estos modelos permite obtener beneficios adicionales en la gestión del proceso constructivo.

BIM 4D añade la variable temporal al modelo tridimensional. Esta dimensión facilita la visualización de los plazos de ejecución por parte del equipo de trabajo, lo que resulta relevante desde la perspectiva del contratista. La aparición de esta dimensión representó un avance en la industria de la construcción, al posibilitar la colaboración entre los equipos de diseño y ejecución mediante la coordinación e intercambio de modelos tridimensionales. Las principales aplicaciones de BIM 4D incluyen:

- Planificación de las fases de ejecución del proyecto.
- Control de los plazos y de la logística asociada a la obra.
- Simulación de los procesos constructivos.

BIM 5D incorpora la dimensión económica al modelo tridimensional. Esta integración permite abordar aspectos relacionados con los costos del proyecto. Las principales funcionalidades de esta dimensión comprenden:

- Elaboración de presupuestos.
- Estimación de costos.
- Evaluación de la viabilidad económica del proyecto.

BIM 6D se orienta a la evaluación de la sostenibilidad del proyecto. Esta dimensión no se limita al aspecto ambiental, sino que también contempla factores económicos, en relación con la generación de ingresos y empleo, y sociales, vinculados al bienestar de las personas, según BibLus (2018). Entre sus principales aplicaciones se encuentran:

- Gestión de recursos durante la fase constructiva.
- Análisis del impacto de las soluciones propuestas ante problemas económicos y operativos.

BIM 7D permite la gestión del ciclo de vida del proyecto. La finalización de la construcción no implica el cierre del proceso, ya que el proyecto requiere mantenimiento durante su vida útil. Esta dimensión contempla los siguientes aspectos:

- Administración de las actividades de mantenimiento.
- Optimización de los costos de mantenimiento mediante sistemas de monitoreo continuo.
- Análisis integral del ciclo de vida del proyecto.

Análisis del flujo de trabajo en un proyecto BIM

Succar (2009) propone una secuencia de etapas que estructuran el flujo de trabajo en un proyecto BIM y establecen el nivel de madurez alcanzado en su aplicación. Esta secuencia incluye una etapa inicial denominada Pre-BIM, seguida por tres niveles de madurez BIM, y culmina con la etapa de Entrega de Proyecto Integrado (Sierra Aponte, 2016).

Pre BIM

La industria de la construcción presenta relaciones de tipo antagónico y una dependencia estructural en la documentación en dos dimensiones para representar condiciones tridimensionales. Las visualizaciones en tres dimensiones, cuando se generan, muestran incoherencias y se sustentan en documentación en dos dimensiones y en la elaboración de detalles. Las cantidades, las estimaciones de costos y las especificaciones no se derivan del modelo ni mantienen vínculos con la documentación. Las prácticas de colaboración entre los participantes no ocupan una posición central, y el flujo de trabajo adopta una secuencia lineal y asincrónica (Sierra Aponte, 2016).

Etapas BIM 1 - Modelación

La implementación BIM comienza mediante el uso de software paramétrico tridimensional basado en objetos, como Autodesk Revit. En esta fase, los participantes de cada disciplina, incluyendo arquitectura, ingenierías e instalaciones, producen modelos independientes en cualquier etapa del proyecto, ya sea diseño, construcción u operación. Los productos del modelado consisten en modelos destinados a arquitectura o construcción, utilizados para automatizar la generación y coordinación de documentación en dos dimensiones y visualización en tres dimensiones (Sierra Aponte, 2016).

Las prácticas de colaboración mantienen características del estado Pre-BIM. Los intercambios de información o datos entre los participantes del proyecto se realizan de forma unidireccional, y las comunicaciones presentan una estructura asincrónica y desarticulada (Sierra Aponte, 2016).

Etapas BIM 2 - Colaboración basada en el modelo

En esta etapa, los participantes, tras adquirir experiencia en el manejo del modelo, establecen colaboración mediante el intercambio de modelos o fragmentos de estos en distintos formatos. Esta etapa puede desarrollarse dentro de una fase o entre fases del proyecto, como en el intercambio de modelos de arquitectura y estructuras durante el diseño, o entre las fases de diseño, construcción y operación (Sierra Aponte, 2016).

La comunicación entre los participantes conserva un carácter asincrónico, aunque las barreras entre ellos muestran una tendencia a disminuir. Los modelos incorporan mayor nivel de detalle y sustituyen a los utilizados en etapas anteriores (Sierra Aponte, 2016).

Etapas BIM 3 - Integración de disciplinas

En esta etapa, los modelos generados se integran, comparten y conservan en colaboración durante todas las fases del proyecto. Los modelos BIM presentan carácter interdisciplinario y permiten realizar análisis en etapas iniciales de diseño y construcción. El intercambio de información requiere el traslape de las fases del proyecto (Sierra Aponte, 2016).

Los entregables incluyen objetos con propiedades, principios de gestión lean, políticas ambientales y el costo total asociado al ciclo de vida del proyecto (Sierra Aponte, 2016).

Entrega integrada de proyecto (IPD)

Según Succar (2009), la entrega integrada de proyecto constituye la visión de largo plazo hacia la cual se orienta BIM mediante la integración de tecnologías, procesos y políticas (Sierra Aponte, 2016).

Este enfoque incorpora personas, sistemas, estructuras organizacionales y prácticas en un proceso que utiliza de forma conjunta los recursos y aportes de los participantes con el objetivo de optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el propietario, disminuir el desperdicio y mejorar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción (Sierra Aponte, 2016).

Proceso Presupuestario Cubano

En el contexto normativo cubano, la elaboración de presupuestos en el sector de la construcción se rige por el documento técnico PRECONS III, reconocido como base oficial para la definición de costos. Este documento regula el método de formación de precios en el ámbito constructivo, establece el contenido técnico de los presupuestos, define las formas de elaboración y presentación de los servicios vinculados a la construcción, montaje y otras actividades conexas, y delimita los procedimientos aplicables en las etapas de conceptualización y ejecución de las obras. Además, determina los instrumentos requeridos para su utilización, análisis y aprobación por las entidades competentes, en función de los requerimientos contractuales y técnicos del proceso inversionista.

La Instrucción del PRECONS II se complementa con los subsistemas o listas de costos y precios, así como con el conjunto de procedimientos siguientes:

- Subsistema o Lista de Costos de Renglones Variantes
- Lista de Precios de Materiales de Construcción al cierre de la edición del PRECONS II
- Lista de Tarifas Horarias de Mano de Obra.
- Lista de Costos Horarios de Uso de Equipos de la Construcción.

- Subsistema o Lista de Indicadores Técnico – Económicos
- Subsistema o Lista de Costos de Unidades de Obras Genéricas y Predeterminadas
- Normas Presupuestarias para el cálculo de los Renglones Variantes
- Prontuario sobre el Proyecto de Organización de Obras
- Procedimiento para el cálculo del costo horario de uso de equipos.
- Procedimiento para el cálculo del costo total de las maquinarias que se emplean en la construcción
- Procedimiento para el cálculo del costo total de las actividades de transferencias de recursos materiales y equipos a montar en obra.
- Procedimiento para el cálculo del costo total de las actividades de replanteo
- Procedimiento para el cálculo de los gastos indirectos

La Lista de Costos de Renglones Variantes incluye los distintos subgrupos y siendo parte de la Lista de Precios de Materiales de la Construcción incluye los productos semielaborados así como los juegos de productos considerados en las normas presupuestarias.

Esta asignación permite la estructuración de presupuestos mediante la agregación de renglones, lo que facilita la planificación, control y evaluación de los costos asociados a la ejecución de obras. El uso de renglones constructivos garantiza la coherencia metodológica en la estimación de recursos, la comparación entre proyectos y la trazabilidad de los gastos en función de los objetivos definidos por el inversionista.

Figura 1.

Renglones Variantes del PRECONS II

Lista de Costos de Renglones Variantes. PreCons II

Código	Descripción	U.M.	Costos Directos				Peso	
			Total	Sin MAT	MAT	MO	EQ	Total (Kg)
01	MOVIMIENTO DE TIERRA Y TRABAJOS AUXILIARES							
011	TRABAJOS PRELIMINARES							
0111	CHAPEA							
011111	DE MANIGUA MANUAL	100 m2	4.07	4.07	0.00	4.07	0.00	0.00
011112	DE MANIGUA LIGERA MECANIZADA	100 m2	0.68	0.68	0.00	0.10	0.58	0.00
011121	DE MANIGUA TUPIDA, MECANIZADA	100 m2	3.77	3.77	0.00	1.53	2.24	0.00
011131	DE VEGETACION MIXTA, MANUAL	100 m2	12.74	12.74	0.00	12.74	0.00	0.00
011141	DE MARABU CLARO, MANUAL	100 m2	10.18	10.18	0.00	10.18	0.00	0.00
011142	DE MARABU ESPESO, MANUAL	100 m2	13.75	13.75	0.00	13.75	0.00	0.00
011149	DE VEGETACION MIXTA EN VALES DE MONTAÑAS DE DIFÍCIL ACCESO (MANUAL)	100 m2	1.81	1.81	0.00	1.81	0.00	0.00
011151	DE HIERBA CON MACHETE EN FAJA DE CARRETERA	100 m2	1.91	1.91	0.00	1.91	0.00	0.00
011152	DE HIERBA CON GUATACA	10 m2	1.15	1.15	0.00	1.15	0.00	0.00
011153	DE HIERBA CON MAQUINA MANUAL	10 m2	0.73	0.73	0.00	0.73	0.00	0.00
011154	DE HIERBA CON MAQUINA DE MOTOR	100 m2	1.35	1.35	0.00	0.49	0.86	0.00
011161	DESCEPE MANUAL	100 m2	5.81	5.81	0.00	5.81	0.00	0.00
011171	DE HIERBA EN LA CAMA DE LA VIA (4 MTS. DE ANCHO) A GUATACA O PICOCHA EN SECCION DE BALASTO, ROCOSO O TIERRA.	m2	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00
011172	DE HIERBA A 0.30 MTS. A CADA LADO DEL CARRIL A GUATACA	m2	0.17	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00

Fuente: PRECONS II

Presupuesto BIM bajo Normativa Cubana

La existencia de los renglones antes mencionados posibilita su vinculación con unidades de obra genéricas, lo que permite la conformación de plantillas presupuestarias estandarizadas. Estas plantillas facilitan el proceso de modelado técnico, al ofrecer una estructura coherente que puede integrarse a sistemas digitales de diseño y planificación. En este sentido, resulta viable incorporar parámetros de costo directamente en modelos virtuales, siempre que dichos parámetros respondan a las regulaciones establecidas por el marco normativo cubano.

La integración de estos renglones en entornos de modelado digital, como los que ofrece la metodología BIM, permite asociar cada componente del modelo tridimensional con su correspondiente valor económico. Esta asociación favorece la automatización del proceso presupuestario, mejora la trazabilidad de los costos y garantiza la coherencia entre el diseño técnico y la estimación financiera. Además, al vincular los elementos del modelo con los renglones del PRECONS III, se asegura el cumplimiento de los estándares nacionales, lo que facilita la validación institucional de los presupuestos generados.

Este enfoque también permite la actualización dinámica de los costos, la comparación entre alternativas constructivas y la evaluación de impactos económicos en tiempo real. La incorporación de parámetros normativos en el modelado digital representa una oportunidad para modernizar el sistema presupuestario cubano, optimizar la gestión de recursos y fortalecer la transparencia en la ejecución de proyectos.

CONCLUSIONES

El análisis desarrollado evidencia que la metodología BIM, aunque reconocida internacionalmente por su capacidad para optimizar la gestión de proyectos constructivos, enfrenta limitaciones sustanciales en su aplicación dentro del entorno cubano. La investigación permitió identificar una brecha estructural entre el potencial teórico de BIM y su implementación práctica, determinada por la ausencia de interoperabilidad entre modelos digitales y sistemas de presupuestación, así como por la falta de estandarización en los elementos constructivos. Estas condiciones restringen la incorporación de dimensiones funcionales y económicas al modelo, impidiendo una gestión integral del proyecto.

En el contexto normativo cubano, los presupuestos se estructuran a partir de costos unitarios definidos por actividades denominadas renglones constructivos, registrados en el libro PRECONS III. Este

documento técnico constituye la base oficial para la elaboración presupuestaria en el sector de la construcción. Cada renglón representa una unidad de medida vinculada a una tarea específica con su correspondiente valor económico, lo que permite conformar plantillas presupuestarias estandarizadas. Estas plantillas ofrecen una estructura coherente que puede integrarse a sistemas digitales de diseño y planificación, posibilitando la incorporación de parámetros de costo en modelos virtuales, siempre que se respeten las regulaciones establecidas por el marco normativo nacional.

La comparación con experiencias internacionales confirma que la implementación efectiva de BIM requiere no solo herramientas tecnológicas, sino también marcos normativos compatibles, procesos de formación técnica especializada y una infraestructura digital que facilite la interoperabilidad entre plataformas. La incorporación de BIM en el sistema constructivo cubano demanda una transformación metodológica que incluya la parametrización de los renglones presupuestarios, el desarrollo de bibliotecas digitales alineadas con la normativa nacional y la capacitación de los actores involucrados en todas las etapas del proyecto. Este proceso debe concebirse como una estrategia integral orientada a la progresiva incorporación de dimensiones adicionales como la planificación temporal, la estimación financiera, la evaluación de sostenibilidad y la gestión del ciclo de vida. Solo mediante esta reconfiguración estructural será posible avanzar hacia una gestión más eficiente, trazable y alineada con estándares internacionales, superando las barreras que actualmente limitan el alcance de la metodología BIM en Cuba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga Melo, G. D. (2012). *IMPLEMENTACIÓN Y METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE MODELOS BIM PARA SU APLICACIÓN EN PROYECTOS INDUSTRIALES MULTIDISCIPLINARIOS*. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil, Santiago de Chile, Chile. From https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112356/cf-aliaga_gm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Blanco Diazgranados, M. (2018). *CAMBIANDO EL CHIP EN LA CONSTRUCCIÓN, DEJANDO LA METODOLOGÍA TRADICIONAL DE DISEÑO CAD PARA AVENTURARSE A LO MODERNO DE LA METODOLOGÍA BIM*. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia.
- Dirección de Presupuestos y Precios del Ministerio de la Construcción & Empresa de Informática y Automatización para la Construcción (AICROS). (2005). *PRECONS II*. La Habana: OBRAS.

- Osca Guadalajara, C. (2017). *Incidencia del BIM en el proceso proyecto-construcción de arquitectura: una vivienda con REVIT*. From <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/7ee8e4d9-211e-48bd-8d7a-74281e698607/content>
- Sierra Aponte, L. X. (2016). *GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON METODOLOGÍA BIM "BUILDING INFORMATION MODELING"*. Artículo presentado como Trabajo Final de Especialización en Gerencia Integral de Proyectos, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Suárez García, E. V. (2019). *PROCEDIMIENTO PARA EL PERFECCIONAMIENTO DE LOS SERVICIOS INGENIEROS DE TOPOGRAFÍA USANDO EL SOFTWARE AUTODESK REVIT COMO HERRAMIENTA BIM*. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Geomática, MINISTERIO DE LAS FUERZAS ARMADAS REVOLUCIONARIAS ACADEMIA NAVAL "GRANMA", La Habana.
- Succar, B. (2009, Mayo). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Toscano Calderón, A. (2025). *Optimización del proceso de mediciones y presupuestos en ingeniería civil mediante la aplicación de la metodología BIM*. Trabajo presentado para la obtención del Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil, Universitat Politecnica de Valencia. From <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/28b5b989-f4c7-48da-89cb-cba751ca8b7e/content>