

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

MANAGEMENT INNOVATION IN CUBAN CONSTRUCTION COMPANIES: PROPOSAL TO INTRODUCE BIM TECHNOLOGY AT ECOA 19 IN HOLGUIN

Yovanni Ramírez Pupo^I  <https://orcid.org/0000-0001-8683-4775>

Arturo Bofill Placeres^{II*}  <https://orcid.org/0000-0003-3491-0419>

María de los Ángeles Linares Borrell^{II}  <https://orcid.org/0000-0001-8886-0467>

^I Empresa Constructora de Obras de Arquitectura (ECO A 19), Holguín, Cuba

^{II} Escuela Superior de Cuadros del Estado y Gobierno (ESCEG), La Habana, Cuba

*Autor para dirigir correspondencia: abofill@esceg.cu

Clasificación JEL: D02, M10, M11

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6244223>

Recibido: 08/11/2021

Aceptado: 17/02/2022

Resumen

Las principales empresas constructoras de países desarrollados han implementado el uso de la tecnología Building Information Modelling (BIM) para la gestión de los procesos, que ha permitido un importante avance en la productividad con reconocida calidad final. El artículo tiene como objetivo la introducción de esta tecnología en la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura 19 (ECO A 19) de Holguín. Se identifican las causas de baja productividad de la empresa y se evalúan propuestas de innovación para dar solución al problema, resultando la aplicación de la Tecnología BIM la mejor evaluada. Mediante revisión documental de su aplicación en el mundo y en Cuba, se valoran ventajas y desventajas del BIM y las posibilidades de su aplicación en la Empresa ECOA 19. Se evalúa la factibilidad económica y de riesgos de su aplicación. Finalmente, se elabora un plan para la implementación en el plazo de dos años.

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

Palabras clave: Metodología, Building Information Modelling, empresas constructoras, análisis de riesgos

Abstract

Leading construction companies in developed countries have implemented the use of building information modelling (BIM) technology for process management, which has enabled an important advance in productivity with recognized final quality. The paper aims to introduce this technology in the construction company of architectural (ECOA 19) of Holguin. The causes of low productivity of the company are identified and evaluated proposals for innovation to solve the problem resulting in the application of BIM technology the best evaluated through a documentary review of its application in the world and in Cuba, advantages and disadvantages of BIM and the possibilities of its application in the company ECOA19 are explored. The economic and risk feasibility of its application is assessed. Finally, a plan is drawn up for implementation within two years.

Keywords: methodology, Building Information Modelling, construction company, risk analysis

Introducción

Para la Empresa Estatal Socialista es cada día más necesario encaminar su trabajo hacia el logro de sistemas de gestión que posibiliten el buen desarrollo de sus funciones, donde es fundamental el papel de la correcta planificación, la adecuada gestión de los conocimientos, así como la innovación y la eficacia de los modelos de gestión.

En la concepción del Modelo Económico y Social cubano quedó evidenciado claramente el papel de la construcción como sector estratégico para la transformación productiva del país. En los objetivos del eje estratégico infraestructura se definió: (...) "recuperar, incrementar y sostener la infraestructura de la actividad constructiva a partir de introducir nuevas tecnologías de avanzada a fin de prever capacidades que admitan los volúmenes y dimensiones demandados por las diferentes etapas del desarrollo".¹

La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No.19 (ECOA 19, ACIMUT), tiene su domicilio en la provincia de Holguín, una zona de crecimiento en varios sectores y programas priorizados para el desarrollo económico del país, donde se dan pasos concretos en numerosos proyectos. En este contexto las solicitudes de los clientes superarán la capacidad de la empresa. Es por ello que se realiza un diagnóstico de los procesos de la empresa para identificar los problemas que afectan la eficiencia y eficacia, concluyendo que los niveles de productividad de esta, afectan de manera notable el cumplimiento de sus compromisos y de los salarios de sus trabajadores. En este aspecto destaca la Unidad Empresarial de Base (UEB) dedicada a las construcciones en el turismo, que por otra parte es la que aporta mayores ingresos a la empresa. Se determinan, mediante el trabajo con expertos, cuáles innovaciones podrían implementarse para resolver el problema identificado, evaluándose las mismas desde el punto de vista de su importancia y factibilidad, concluyéndose que la introducción de la Tecnología Building Information Modelling (BIM), es la mejor.

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

La digitalización de los procesos constructivos va en ascenso vertiginoso en la última década, en la mayoría de los países, como vía de mejora, disminución de costos y aumento de la productividad; con la introducción de un conjunto de aplicaciones y metodologías que logran interrelacionar en un modelo único toda la información del activo a lo largo de su ciclo de vida (BIM). Notable es el valor añadido en efectividad de los que han logrado buenas prácticas en la introducción de estas tecnologías.^{2,3}

En Cuba la implementación del BIM es aún limitada y principalmente utilizada en las Empresas de Proyectos, en la que han demostrado su efectividad en los resultados económicos productivos de estas. La propuesta de aplicarla en una empresa constructora resulta novedosa y derivará en importantes resultados para su generalización a otras empresas constructoras del país.

La valoración de las ventajas y desventajas que tiene para la empresa ECOA 19 la implementación del BIM es valorada desde el punto de vista de los riesgos que asocia y de un análisis de costo-beneficio de su implementación. Toda esta valoración se hace basado en trabajo de consulta grupal e individual con especialistas seleccionados por sus competencias en el campo de la gestión empresarial y de la construcción.

Se presenta un plan para la implementación en la empresa describiendo las etapas y acciones necesarias para su implementación en la empresa, cuya duración será de aproximadamente dos años. Su implementación representa importantes ajustes en los métodos y estilos de trabajo de la empresa, con una amplia utilización de la informática, que conlleva a una preparación adecuada del Capital Humano en su conjunto y del equipo de dirección para tener éxitos en su implementación.

El objetivo de este artículo es proponer un programa para la implementación de la metodología BIM en las obras del turismo de la ECOA 19 de Holguín. Para ello se explican los materiales y métodos utilizados en la investigación, los resultados obtenidos, la discusión de estos resultados y las conclusiones.

Materiales y métodos

Para realizar el trabajo de diagnóstico en la empresa que permitiera identificar qué problemas afectaban la eficiencia y eficacia de la misma, se utilizaron herramientas de diagnóstico empresarial de probada efectividad, como la observación, la entrevista, el trabajo grupal, el Diagrama Causa-Efecto y técnicas de ponderación de alternativas.⁴

Una vez seleccionada como mejor alternativa la implementación de la Tecnología BIM, se cuantificaron la factibilidad económica y los riesgos asociados a su implementación, utilizando fundamentalmente el trabajo en grupos de expertos.

Para la realización de la investigación, se ejecutaron las acciones siguientes:

1. Selección de un grupo de especialistas para integrar el grupo de trabajo, conformado por directivos, técnicos y obreros experimentados, seleccionados por sus competencias. De los 10 integrantes del grupo, todos son graduados universitarios de distintas especialidades, 8 tienen más de 15 años de trabajo en el sector de la construcción y de ellos 6 más de 25 años, 8 tienen más de 5 años de trabajo en la empresa

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

objeto de estudio y de ellos 6 tienen más de 20 años. Fue necesario capacitar a los seleccionados sobre el uso de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC) en la gestión en el sector de las construcciones.

2. Revisión documental de informes de gestión y económicos financieros de los años 2018 y 2019, entrevistas a directivos, técnicos y obreros y un estudio sobre los tiempos perdidos en el año 2019, en las obras para el turismo que realizaba la empresa. Mediante un proceso de análisis y síntesis de toda esta información, se pudo identificar

3. Mediante un Diagrama Causa-Efecto,^{4,5} para identificar las distintas causas que influyen en la baja productividad de la empresa y mediante ponderación de estas utilizando el trabajo grupal con los expertos, se logró identificar las más importantes.

4. Una vez identificadas las causas más importantes que afectan la productividad de la empresa y mediante un proceso de generación de ideas en el grupo de expertos, se define cuáles innovaciones o propuesta de mejoras se podrían llevar a cabo para eliminar o atenuar las causas identificadas. Estas innovaciones son evaluadas por el grupo, considerando su impacto y factibilidad de la aplicación para la empresa y finalmente se calculó como índice⁴:

$$\text{Índice} = \text{Valor impacto} * \text{Valor de factibilidad}$$

Se selecciona la innovación de mayor índice.

5. Por ser el BIM una metodología novedosa y de reciente aplicación en el mundo en el campo de la construcción, fue necesaria una revisión bibliográfica que permitiera fundamentar adecuadamente las ventajas y desventajas que tendría la aplicación de este modelo de gestión en una empresa de la construcción, sobre todo en Cuba, donde su aplicación había sido de implementación reciente, en algunas Empresas de Proyecto.

Toda esta información es compartida con el equipo de trabajo organizado para el estudio, mediante intercambio de información escrita y por reuniones de intercambio y capacitación.

6. Con toda esta información, se realizó una evaluación del impacto económico que tendría la aplicación para la Empresa bajo estudio, en base a un análisis de costo-beneficio para un horizonte de cinco años, una vez que se decidiera implementar la innovación.

7. Se realiza una valoración de los riesgos que conlleva su implementación, considerando todos los problemas que tiene cualquier empresa para la introducción de cambios y más cuando se trata de cambios radicales en la gestión y los distintos procesos que componen el sistema de producción. Se realiza una ponderación de estos riesgos basado en varios factores y se proponen un conjunto de medidas para poder eliminar o atenuar los riesgos identificados.

8. Una vez realizados estos análisis, se elabora un plan para la implementación de la Metodología BIM en las obras de turismo que aborda la ECOA 19 en un horizonte de dos años. Para ello se definen distintas

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

etapas y para cada una el plan de actividades que garantiza su cumplimiento, considerando para cada una de ellas, el responsable, el tiempo de ejecución y los recursos materiales, financieros y humanos para su cumplimiento.

Resultados y discusión

A partir de la aplicación de lo explicado en la sección anterior, relativo al diagnóstico de la Empresa ECOA 19 de Holguín, se pudo cuantificar que los tiempos perdidos por jornada laboral por problemas organizativos estaban entre un 29.8 % y un 54.8%, lo que impacta notablemente en el tiempo de terminación de las obras, las utilidades de la empresa y el salario de los trabajadores. Esto permitió identificar que la mejora de la productividad era el principal problema a resolver. El trabajo del grupo de expertos permitió identificar las principales causas que afectaban la productividad y ponderando estas se concluyó que las principales son las que se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Principales causas que afectan la productividad de la empresa

1. Documentación técnica	1.2 Deficiente documentación técnica.
	1.2.2 Mala calidad de los proyectos.
2. Recursos humanos	2.3 Rendimientos.
	2.3.1 Aprovechamiento de la jornada.
	2.3.2 Aseguramiento material y herramental.
	2.3.3 Organización del trabajo.
	2.3.4 Deficiente planificación.
3. Logística de obras	3.1 Proceso de importación deficiente.
	3.3 Demora en abastecimientos dentro de la obra.
	3.3.2 Bajo nivel de conocimiento de las necesidades.
4. Económico	4.1 Sobregiro del promedio de trabajadores.
	4.2 Aumento de los gastos.
5. Tecnologías	5.2 Baja inversión en cambios tecnológicos.
	5.3 Bajo uso de los TI en el seguimiento al proceso.
6. Equipos	6.1 Deficiencias en las transportaciones.
	6.2 Baja disponibilidad de equipos especializados.
	6.3 Bajo Coeficiente Disponibilidad Técnica.

Fuente: elaboración propia

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

El análisis de posibles propuestas de mejoras o innovaciones que permitieran eliminar o atenuar estas causas, permitió identificar y evaluar las más relevantes, lo que se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Evaluación de las innovaciones

Innovaciones	Impacto (I) (0-10)	Factibilidad (F) (0-10)	Índice (Ix F)
A: Implementación de las metodologías BIM en la construcción de obras para el turismo.	8	8	64
B: Aplicación de sistema de mantenimiento basado en la confiabilidad a los equipos de minimecanización.	5	6	30
C: Estrategia de gestión de los recursos humanos en la construcción de obras para el turismo.	5	8	40
D: Rediseño del proceso de logística interno de las obras para el turismo.	6	7	42
E: Estudio de factibilidad para introducir equipamiento de minimecanización ⁰⁰ y tecnologías de cofres modulares en la construcción de obras para el turismo.	8	4	32

Fuente: elaboración propia

Como se observa la innovación “Implementación de las metodologías BIM” obtuvo el índice más alto y por ello se selecciona para su posible implementación en la empresa. Considerando lo novedoso de esta metodología y la necesidad de que se comprendiera bien sus beneficios por todas las partes interesadas que tuvieran que ver con la posible implementación, fue necesaria una amplia revisión bibliográfica que permitiera identificar los beneficios y desventajas en la aplicación de esta. Un resumen del resultado de esta revisión, se muestra a continuación.

La metodología BIM: características más significativas

La palabra BIM procede de las siglas inglesas Building Information Modeling, se define por la US National Building Information Model Standard Project Committee, como: “Una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. BIM es un recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre una instalación que constituye una base fiable para las decisiones durante su ciclo de vida; definido como válido desde la concepción inicial hasta la demolición. La tecnología BIM es una metodología de trabajo colaborativo para la creación y gestión de edificios e infraestructuras civiles a lo largo de todo el ciclo de vida, centraliza toda la información en un modelo digital creado por todos los agentes que participan en el proyecto y que desempeñan distintos roles. La metodología BIM es una forma de gestión de proyectos, a través del modelo digital de información, que reduce costos, acorta tiempos de diseño y producción y mejora la calidad de los proyectos de ingeniería y de arquitectura”.⁶

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

Un modelo BIM contiene una representación en tiempo real de las diferentes partes utilizadas en el proceso constructivo de cualquier infraestructura. Dicho modelo contiene la geometría, las relaciones espaciales, la información geográfica, el número y la naturaleza de los componentes y materiales utilizados, la estimación de costos, la planificación del proyecto y el inventario de material.

Existen varias definiciones,^{7,8,9} pero de forma general, a juicio de los autores, queda definido de la manera siguiente: Conjunto de metodologías de trabajo y aplicaciones utilizadas en la creación, gestión o renovación de infraestructuras, a través del modelo digital que integra las características físicas y funcionales; desarrollado de forma dinámica, coordinada y coherente por todos los actores que participan en el proyecto.

Aplicación de la tecnología BIM. Principales beneficios y limitaciones

La aplicación de la Tecnología BIM se ha ido extendiendo en las empresas constructoras del mundo en el último quinquenio. Según ⁶ (...) la tecnología BIM se debe aplicar de forma obligatoria en los países nórdicos como Suecia, Finlandia y Noruega. En países como Dinamarca, Singapur o Australia, entre otros, debe entregarse el proyecto a la administración en formato IFC, (Industrial Foundation Classes), que es el estándar de comunicación entre programas BIM. En Singapur, existe una verificación automática de la normativa on-line; es decir, se inserta el archivo electrónico en un portal on-line que realiza la revisión normativa del proyecto. Otra información sobre su aplicación en distintos países puede consultarse.¹⁰

De la información reportada en la literatura consultada¹¹⁻¹⁵ se puede resumir que la adopción de la metodología BIM, tiene las ventajas siguientes:

- El constructor recibe un modelo de proyectos con un nivel de información integrado y con alto nivel de interoperabilidad, resumido en un modelo hacia donde tributan todas las disciplinas y se integra al proceso de actualización de la información.
- Permite construir primero en el ordenador para construir luego en la realidad a partir de un diseño virtual 3D con la parametrización de los elementos del modelo.
- Se logra integrar a los proveedores con mayor exactitud en cantidades y características de los ítems de obra y los presupuestos necesarios.
- Permite que los proveedores hagan propuestas de nuevos materiales según varíe la solicitud de la obra y sus posibilidades con un nivel de análisis integrado y anticipado.
- Le permite a la industria y al prefabricado una mejor comprensión del trabajo de los elementos y su acople en las estructuras diseñadas y un impulso en su trabajo.
- Mejor entendimiento de la secuencia constructiva y de los actores que participan.
- Permite auditar el proyecto de manera rápida y segura, detectar interferencias, colisiones y conflictos, los cuales se detectan en mayor medida en la etapa de diseño, con una disminución de tiempos perdidos y presupuestos gastados en errores e indefiniciones.
- Incrementa la exactitud de la planificación y programación de la obra con un nivel mayor de detalles.
- Facilita el análisis del comportamiento de la edificación en su ciclo de vida y un mantenimiento mucho más eficiente y económico.

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

- Provee una generación completa de los modelos con altos niveles de precisión, reflejado en la calidad final del proyecto.
- Disminuye los gastos innecesarios de materiales e insumos a valores mínimos.
- Permite una mejor utilización de la fuerza de trabajo, incremento de su rendimiento y un mejor control de ella.
- Incrementa la competitividad de la empresa y sus posibilidades de acceso a mercados internacionales.
- Permite cambios en los modelos de negocios de las empresas constructoras y su infraestructura informativa.

En una encuesta a empresas constructoras, que aplican la Tecnología BIM, se muestra el porcentaje de ellas que reportan beneficios en distintos indicadores de eficiencia y eficacia,¹⁶ según se muestra en la **Figura 1**. Puede observarse que más de un 70% de las empresas encuestadas reportan beneficios en importantes indicadores.



Figura 1. Beneficios que perciben las empresas

Fuente:¹⁶

También se han identificado un grupo de desventajas que conllevan la aplicación de esta tecnología y entre las cuales se destacan:

- Necesidad de hardware mucho más avanzados que lo que se usan normalmente por lo que genera un costo en la modernización o adquisición de los equipos y en las interconexiones de los equipos en obras y las empresas.
- Las aplicaciones son de difícil adquisición y actualización en el país.
- Resistencia natural de los seres humanos a los cambios en las metodologías personales de trabajo.
- Necesidad de actualizar el desarrollo de la obra en el modelo constantemente.

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

- Falta de regulación legal para su implementación y control.
- Debe llevar un fuerte proceso de capacitación y comprometimiento del personal en su preparación individual.

Estado de la implementación de la tecnología BIM en empresas cubanas

En Cuba la aplicación de las tecnologías BIM comenzaron a partir de los primeros trabajos ejecutados, dentro de la inversión hotel “Las Conchas” en Varadero entre la empresa de proyectos de la construcción en Matanzas y la asesoría técnica de la empresa francesa Bouygues Batiment Internacional (BBI) y Asociados, con el software Revit de Autodesk.¹¹ Además de los proyectos que también implementó EMPIFAR en colaboración con la BBI, empresa que ha desarrollado varias etapas de la implementación.

La realización del primer proyecto a gran escala fue el “Hotel Internacional” de Varadero, del cual se conoce que iniciaron los proyectos en 2014 y se realizaron todas las fases del trabajo, los planos de proyecto y los planos “as built” con dicha tecnología. Secundado por los dos hoteles de más de 1000 habitaciones, en el OASIS, que hoy se encuentran en ejecución constructiva. Administrados todos por el grupo de diseño y construcción de la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería (EMPAI) de Matanzas en contrato con la Asociación Económica Internacional ARCOS.

Estos proyectos han desarrollado la implementación de las tecnologías en las demás empresas de proyectos del país. Dentro de otras empresas que se destacan está el Instituto de Proyectos Azucareros (IPROYAZ), que adquirió una parte importante del hardware y el software BIM con licencias, específico para la actividad industrial. A la vez, realizó un pilotaje y varias experiencias de proyectos con una gama amplia de aplicaciones BIM, encontrándose en condiciones de proponerse su adopción como única plataforma de trabajo.¹¹

En el país se destaca también el trabajo de VERTICE (EPIH) del Grupo de Diseño e Ingeniería de la Construcción (GEDIC) enclavada en el territorio holguinero y que trabaja en proyectos, tales como:

- Centro Extra hotelero Ramón de Antillas.
- Hotel Baracutey 59.
- Vivienda Biplanta ECOA 9,
- Bloque administrativo del Batching plant de las de la ECOA 16.
- Recreación techada del Campismo Los Bajos.
- Campamento Isla de los Niños. Cayo Saetía.

Aún los resultados a nivel nacional en la tecnología BIM son mínimos y con una visión inicial solo desde el sujeto proyectista, no de los restantes sujetos del proceso inversionista y demás partes interesadas. Por lo que aún no se tienen experiencias en empresas constructoras y no se cuantifican, ni se estudian los beneficios que pudieran generar estas tecnologías en todas sus dimensiones. Esta situación limita los niveles de desarrollo del BIM en Cuba. Hay que destacar también que no se cuenta con regulaciones para la unificación de los criterios.

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

Análisis costo-beneficio de la aplicación del BIM en la empresa

En la **Tabla 3** se muestra el Análisis Costo-Beneficio de la aplicación del BIM en la Empresa ECOA 19 de Holguín en los 5 primeros años.

Tabla 3. Análisis Costo-Beneficio

Costo-beneficio	U	2021	2022	2023	2024	2025	Totales
Gastos totales en inversión.	Mp	150	150	60	60	60	480
Ganancia del período generada por innovación.	Mp	0	0	118	236	236	590
Beneficio	Mp	-150	-300	- 242	-66	110	110
	MP		-150,0	-150,0	58,0	176,0	176,0
VAN al 10 %							30,4
TIR %							14,86

Fuente: elaboración a partir del análisis del equipo de expertos.
En miles de pesos (Mp)

El Van al 10 % es mayor que cero por lo que muestra que los flujos de efectivo son mayores que lo requerido para devolver la inversión e incrementar las riquezas de la empresa en un período de tres años a partir de los dos años de inversión

Los gastos en esta innovación y su implementación tendrán como fuente de financiamiento, para la liquidez externa las ventas en divisas (MLC) de la empresa y para el financiamiento interno las reservas voluntarias (retención de utilidades) para la Investigación y Desarrollo (I+D), capacitación, depreciación y créditos bancarios. Se priorizarán dentro de estas actividades las relacionadas a esta innovación de adopción de la tecnología BIM.

Como impacto medioambiental estará la reducción de desechos de la construcción, que pudieran valorarse en más de cien metros cúbicos por cada hotel de 500 habitaciones por concepto de eliminación de errores en los proyectos y ejecuciones.¹⁷ La correcta evaluación energética permitirá disminuir los gastos por este concepto y la necesidad de fuentes sobre dimensionadas.

Evaluación del riesgo de aplicar el BIM en la empresa constructora

A modo de ejemplo se muestra en la **Tabla 4** el análisis de los riesgos más significativos, con los aspectos considerados para su valoración como, manifestaciones negativas y medidas para su solución.

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

Tabla 4. Análisis de riesgos para implementación de la innovación del BIM

Riesgos	Clasif.	Import I (0-5)	Grado de exposición G (0-3)	Impacto (I*G) (1-15)	Medidas a aplicar
Resistencia al cambio tecnológico en directivos y técnicos.	interna	5	2	10	Estrategia de comunicación interna. Realzar los logros a corto plazo. Mostrar las nuevas ventajas de los sistemas.
Imposibilidad de adquirir nuevos hardware en el mercado nacional.	externa	5	3	15	Planificar contratación de modernizaciones de PC con trabajadores por cuenta propia que logren importar las piezas. Reorganizar los equipos existentes hacia las prioridades
Personal calificado para capacitar en el sector está en otras provincias	externa	5	3	15	Montar programa interno con los certificados por otras instituciones y con vocación de instructores. Estrechar vínculos con la universidad de Holguín.
Financiamiento no disponible para compras en el exterior	externa	4	4	16	Gestionar su compra en plaza. Buscar ofertas modernizadas de equipos con cooperativas y trabajadores por cuenta propia. Reorganización de los equipos existentes.

Fuente: elaboración propia

Aun cuando existen riesgos para la adopción del BIM, los que se requiere sean mitigados, es reconocido en la literatura los impactos favorables en el aumento de la productividad y la eficiencia.¹⁸

Etapas y tareas para la implementación de la tecnología BIM en la ECOA 19 de Holguín

El plan de actividades fue desarrollado al tener en cuenta las etapas propuestas para la implementación (ver **Figura 2**) y las actividades generales a desarrollar en el colectivo de dirección de la empresa. Se basó en un período de dos años para incluir además de la prueba piloto un primer proyecto de construcción sin el servicio de contratistas y siendo la empresa el constructor principal.

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

problemas de organización y coordinación, que pudieran ser atenuadas o eliminadas utilizando la tecnología BIM en la gestión de la empresa. Esta tecnología tiene impactos directos en el crecimiento de la productividad.

Conclusiones

Uno de los resultados del estudio realizado permitió conocer que en el mundo se ha ido extendiendo la aplicación de la Metodología BIM en las empresas constructoras, y las ventajas que conlleva la aplicación de la misma desde el punto de vista de su incidencia en el mejoramiento de los indicadores de eficiencia y eficacia empresarial. Aunque su aplicación en Cuba es aún limitada, en aquellos proyectos donde se ha implementado, se han visto mejoras, comparado con los métodos tradicionales, lo que puede constatar en los proyectos constructivos realizados fundamentalmente en Varadero.

Las principales causas que afectan la productividad de la Empresa ECOA 19 de Holguín están asociadas a problemas de organización y coordinación, que pudieran ser atenuadas o eliminadas utilizando la tecnología BIM en la gestión de la empresa ECOA 19 de Holguín, elaborándose un plan de acción para su implementación de la Tecnología BIM, el análisis de los riesgos y el costo-beneficio

En este plan tiene un gran peso, tanto en el número de tareas como en el tiempo de ejecución, toda la preparación del personal para el cambio que se desea implementar, ya que, en su comprensión, participación y compromiso está en gran medida el éxito del cambio propuesto. En la literatura consultada se destaca la importancia de este factor en la introducción de la tecnología BIM.

Las distintas evaluaciones llevadas a cabo, para su posible implementación en la Empresa ECOA 19, se ha basado esencialmente en los elementos obtenidos mediante el trabajo grupal de especialistas, en los que se han evaluado sus competencias para garantizar resultados fundamentados en el campo de trabajo tratado.

Por la novedad del tema en nuestro país es recomendable tener un seguimiento continuo de su aplicación para poder realizar de ser necesario los ajustes necesarios e ir divulgando dentro del sector de la construcción los resultados que se vayan logrando.

Referencias bibliográficas

1. Partido Comunista de Cuba. 7mo. Congreso del PCC. Documentos del 7mo. Congreso del Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017. La Habana: Tabloides, septiembre, 2017. [Consultado 10 septiembre 2020] Disponible en: <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/tabloide%20%20%C3%BAltimo.pdf>.
2. Muñoz M, Sebastián D. El método BIM, efectividad y beneficios en los Proyectos de edificación [Tesis de grado]. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaiso, Chile;2020. [Consultado 5 octubre 2021] Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/49372/3560901068879UTFSM.pdf?sequence=1>.

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

3. Salazar M, Galindo J. Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos constructivos: estudio de caso en Manizales (Colombia). *Revista Espacios*. 2018; Vol 39(7): 24-36
4. Delgado M. Innovación Empresarial. En: Delgado M, Coordinador académico. *Temas de Gestión Empresarial*. Vol. II. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela; 2017. p. 117.
5. Delgado M. Enfoque y métodos para la innovación en la Administración Pública y Empresarial. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*. 2019; 3(2):141-153 [Consultado 6 septiembre 2021] Disponible en: <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/79/88>
6. Vera G. Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. [Trabajo de Maestría]. Departamento de Construcciones Arquitectónicas Universidad de Sevilla; 2018 [Consultado 18 febrero 2020] Disponible en: <https://hdl.handle.net/11441/84165>
7. Alvarez Y. El nuevo paradigma epistemológico de la Complejidad y la nueva tecnología Building Information Modelling (BIM)[Internet]. Instituto Superior de Diseño Industrial (ISDE), Cuba; 2018; [Consultado 20 diciembre 2020] Disponible en: https://scholar.google.es/scholar?start=10&q=definiciones+bim&hl=es&as_sdt=0.5&as_ylo=2018.
8. Villena F, García T, Ballesteros-Pérez, Pellicer E. Influencia del BIM en la innovación de empresas del sector de la construcción. 23 International Congress on Project Management and Engineering. Málaga, 10 th – 12 th July 2019; 524-533.
9. Carrión M. Obras públicas en BIM. [Trabajo de Maestría]. Escuela Superior de Construcciones de Barcelona. [Consultado 20 enero 2020] Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/134901/Mem%C3%B2ria_CarrionMiguel.pdf?sequence=1
10. Salinas M, Prado G. Building information modeling (BIM) para la gestión del diseño y construcción de proyectos públicos peruanos. *Building and Management*. 2019;3(2):48-55 [Consultado 6 febrero 2020] Disponible en: http://polired.upm.es/index.php/building_management/article/view/3923.
11. Bergue R. Programa para la implantación ordenada y progresiva de la metodología BIM en IPROYAZ. [Tesis de Especialidad en Dirección y Gestión Empresarial]. La Habana: Escuela Superior de Cuadros del Estado y del Gobierno, Cuba; 2018.
12. Busto P. Cinco razones para implementar BIM en una empresa constructora[Internet].2018. [Consultado 28 de marzo 2020] Disponible en: <http://www.pbprojectia.es/5-razones-para-implementar-bim-en-una-empresa-constructora/>
13. Trejo N. Estudios de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción. [Tesis final Ingeniería Civil]. Universidad de Chile; 2018. [Consultado 1 de junio 2020] Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl>
14. Ramírez JA. Comparación entre metodologías BIM y tradicionales en el cálculo de cantidades de obra y elaboración de presupuestos. caso de estudio: edificación educativa en Colombia. [Tesis de grado]. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia; 2018 [Consultado el 14 de septiembre de 2020]; Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7820>
15. Pérez JF, Del Toro HY, López AM. Mejora en la construcción por medio de Lean Construction y Building Information Modeling: caso estudio. *RITI Journal*, 2019; 7(14): 110-121.
16. Loyola M. Encuesta Nacional BIM 2019: Informe de Resultados. Universidad de Chile. [Internet]. 2019. [Consultado el 20 de junio de 2020]; Disponible en: <http://www.bim.uchilefau.cl>
17. Ramírez Y. Programa para implementar el uso de la metodología BIM en la construcción de obras para el turismo de la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No 19. [Tesis de Especialidad en

INNOVACIÓN DE LA GESTIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS CUBANAS: PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ECOA 19 DE HOLGUÍN

Dirección y Gestión Empresarial] La Habana: Escuela Superior de Cuadros del Estado y del Gobierno; 2020.

18. Pérez Gómez GJF, Del Toro HY, López AM. Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. RITI Journal. Julio-diciembre 2019;7(14) [Consultado 2 de septiembre 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

- Yovanny Ramírez Pupo: Conceptualización, metodología, investigación.
- Arturo Bofill Placeres: Supervisión, redacción, revisión y edición.
- María de los Ángeles Linares Borrell: Supervisión, revisión y edición