

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**SECCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL**



**ARTICULO CIENTIFICO FINAL DE CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:**  
**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA INGENIERÍA**

**TITULO DEL ARTICULO:**  
**IDENTIFICACIÓN DE FASES CLAVES PARA LA IMPLEMENTACIÓN BIM EN**  
**PEQUEÑAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE SAN MIGUEL.**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

|                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| <b>DIXON OSMEL PÉREZ FLORES</b>       | <b>PF20001</b> |
| <b>LUIS ENRIQUE GONZÁLEZ GONZÁLEZ</b> | <b>GG19056</b> |

**DOCENTE ASESOR:**

**ING. ARÍSTIDES MAURICIO PERLA LÓPEZ**

**NOVIEMBRE DE 2025**  
**SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMERICA**

# **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

## **AUTORIDADES**



**MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA**

**RECTOR**

**DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN MATA**

**VICERRECTORA ACADÉMICA**

**MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

**SECRETARIO GENERAL**

**LIC. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA**

**FISCAL GENERAL**

**LCDA. ANA RUTH AVELAR VALLADARES**

**DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**AUTORIDADES**



MSC. CARLOS IVÁN HERNÁNDEZ FRANCO  
**DECANO**

DRA. NORMA AZUCENA FLORES RETANA  
**VICEDECANA**

LIC. CARLOS DE JESÚS SÁNCHEZ  
**SECRETARIO**

ING. JOSÉ LUIS CASTRO CORDERO  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

ING. MILAGRO DE MARIA ROMERO DE GARCIA  
**COORDINADORA DEL PROCESO DE GRADO DEL DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

# **Identificación de fases claves para la implementación BIM en pequeñas empresas constructoras de San Miguel.**

Identification of key phases for BIM implementation in small construction companies in San Miguel.

**Autores:** Dixon Osmel Pérez Flores | Luis Enrique González González

## **Resumen.**

La metodología BIM (Building Information Modeling) ha redefinido la industria de la construcción, sin embargo, su adopción en pequeñas empresas constructoras de San Miguel sigue siendo un desafío significativo. Estas empresas, definidas operacionalmente como aquellas con 3 a 15 empleados, enfrentan barreras como el costo percibido, la falta de conocimiento técnico y la resistencia a modificar los flujos de trabajo tradicionales limitan su implementación.

Esta problemática se alinea con los retos de modernización del sector construcción salvadoreño, identificados por la Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (CASALCO).

Este artículo propone una guía práctica y estructurada, diseñada específicamente para el contexto de estas empresas, que facilita una transición progresiva y sostenible hacia BIM. La guía se fundamenta en un marco teórico que

desglosa la metodología no como una simple herramienta tecnológica, sino como un sistema de gestión colaborativa. Se abordan los roles, estándares de interoperabilidad (IFC, ISO 19650) y la importancia de un Plan de Ejecución BIM (PEB).

La propuesta se articula en una estrategia de cinco fases escalonadas: diagnóstico inicial, planificación, ejecución de un proyecto piloto y mejora continua.

El objetivo es demostrar que, con una hoja de ruta clara y un enfoque escalonado, la implementación de BIM es una meta alcanzable que permite a las pequeñas empresas mejorar su competitividad, reducir errores y optimizar recursos, impulsando su transformación digital.

## **Palabras clave.**

BIM, implementación, guía práctica, pequeñas empresas, construcción, transformación digital, gestión de la información.

**Abstract.**

Building Information Modeling (BIM) methodology has redefined the construction industry; however, its adoption in small construction companies in San Miguel remains a significant challenge. These companies, operationally defined as those with 3 to 15 employees, face barriers such as perceived cost, lack of technical knowledge, and resistance to modifying traditional workflows, which limit its implementation. This problem aligns with the modernization challenges of the Salvadoran construction sector, identified by the Salvadoran Chamber of the Construction Industry (CASALCO). This article proposes a practical and structured guide, specifically designed for the context of these companies, that facilitates a progressive and sustainable transition to BIM. The guide is based on a theoretical framework that breaks down the methodology not as a simple technological tool, but as a collaborative management system. It addresses roles, interoperability standards (IFC, ISO 19650), and the importance of a BIM Execution Plan (BEP). The proposal is structured around a five-phase strategy: initial diagnosis, planning, execution of a pilot project, and continuous improvement.

The objective is to demonstrate that, with a clear roadmap and a phased approach, BIM implementation is an achievable goal that allows small businesses to improve their competitiveness, reduce errors, and optimize resources, thus driving their digital transformation.

**Keywords.**

BIM, implementation, practical guide, small companies, construction, digital transformation, information management.

**Introducción.**

En la última década, el Building Information Modeling (BIM) se ha consolidado como una metodología transformadora en el sector de la construcción a nivel global, permitiendo una gestión integral de proyectos a través de modelos de información inteligentes. Sin embargo, en el contexto local de San Miguel, su adopción es poco común, especialmente entre las pequeñas empresas constructoras. Estas organizaciones enfrentan barreras significativas, como la percepción de altos costos de inversión en software y hardware, la escasez de personal capacitado y una cultura de trabajo arraigada en procesos tradicionales 2D. Para efectos de este estudio, se define a las "pequeñas empresas constructoras" como organizaciones que

cuentan con una plantilla de entre 3 y 15 empleados, se especializan principalmente en proyectos residenciales o comerciales de baja escala y cuyos flujos de trabajo operativos están arraigados en herramientas CAD 2D y procesos manuales de gestión. Su capacidad de inversión en nuevas tecnologías es, por lo general, limitada, lo que condiciona su transición digital. Esta brecha entre el potencial de la metodología y su aplicación práctica limita la competitividad y eficiencia de estas empresas. Ante esta realidad, este artículo se enfoca en desmitificar la complejidad de BIM y proponer una guía práctica, clara y adaptada a las capacidades de las pequeñas constructoras de San Miguel. El objetivo general del presente trabajo es proponer una guía práctica y estructurada para la implementación progresiva de la metodología BIM en pequeñas empresas constructoras de San Miguel, facilitando su adopción de manera sostenible y adaptada a sus recursos. Para lograrlo, se persiguen los siguientes objetivos específicos: en primer lugar, establecer los fundamentos conceptuales de la metodología BIM como un sistema de gestión de la información y colaboración, aplicable al contexto de las pequeñas empresas. Seguidamente, se busca definir una estrategia de implementación estructurada en fases claras (diagnóstico,

planificación, proyecto piloto y mejora continua) que sirva como una hoja de ruta práctica. Finalmente, el estudio se dirige a identificar los beneficios estratégicos, los estándares clave y las consideraciones contractuales básicas que las pequeñas empresas deben conocer para asegurar una transición exitosa a BIM. La meta final es identificar una hoja de ruta escalonada que permita iniciar la transición hacia BIM de manera ordenada y sostenible.

### **Metodología.**

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo-descriptivo, orientado a comprender las condiciones particulares, los desafíos y las oportunidades de las pequeñas empresas constructoras de la zona oriental de El Salvador. El objetivo principal fue diagnosticar la realidad operativa y cultural de estas organizaciones para formular una propuesta práctica, escalonada y aplicable para la adopción de la metodología Building Information Modeling (BIM). Se elige este enfoque porque permite una exploración profunda del "cómo" y el "porqué" de los fenómenos estudiados, priorizando el contexto y la perspectiva de los actores involucrados por encima de la generalización estadística.

El proceso metodológico se estructuró en tres fases secuenciales y complementarias: revisión bibliográfica, levantamiento de información de campo y un análisis de caso en profundidad.

En primer lugar, se realizó una revisión documental y bibliográfica exhaustiva de fuentes académicas, institucionales y técnicas. La búsqueda se centró en temas clave como las barreras para la adopción de BIM en empresas emergentes, factores críticos de éxito, modelos de madurez digital y marcos de implementación en contextos latinoamericanos (BIM Forum El Salvador, 2024; PlanBIM, 2022; Eastman et al., 2018). Esta fase permitió construir un sólido marco de referencia teórico y contextualizar el problema a nivel regional.

Posteriormente, se diseñó y aplicó un instrumento de diagnóstico en campo. Se utilizaron encuestas estructuradas dirigidas a un muestreo intencional de profesionales (ingenieros, arquitectos y gerentes de proyecto) del sector construcción en la Zona Oriental, enfocados principalmente en el diseño, planificación y ejecución de proyectos residenciales. El cuestionario se dividió en cuatro secciones:

- 1) perfil demográfico y profesional;
- 2) nivel de conocimiento y familiaridad con los conceptos BIM;

- 3) uso actual de herramientas digitales y flujos de trabajo; y

- 4) percepción sobre los beneficios, barreras (costo, capacitación, resistencia al cambio) y la viabilidad de implementar BIM.

El análisis de los datos se basó en estadísticas descriptivas para identificar tendencias y patrones de respuesta.

Finalmente, para obtener una visión empírica y detallada, se llevó a cabo un estudio de caso único con una pequeña empresa constructora local que ha iniciado pruebas piloto.

La selección del caso se basó en su representatividad del sector y su disposición a compartir su experiencia. La recolección de datos en esta fase incluye la observación directa de sus flujos de trabajo y el análisis de la documentación de un proyecto piloto gestionado con herramientas BIM de bajo costo, como Revit LT y BlenderBIM. Este análisis permitió evaluar de manera tangible la factibilidad técnica y financiera de la adopción en un entorno con recursos limitados.

La triangulación de estas tres fuentes de datos; la teoría global (revisión bibliográfica), la percepción del sector local (encuestas) y la práctica real (estudio de caso), fue fundamental. Este cruce de

información permitió validar los hallazgos, identificar las discrepancias entre la teoría y la realidad local, y asegurar que la guía de implementación propuesta responda a las condiciones, necesidades y capacidades reales de las pequeñas empresas de la región, en lugar de basarse en modelos teóricos idealizados e inaplicables.

### **Contexto.**

La metodología Building Information Modeling (BIM) se ha transformado de la manera en que la industria de la construcción concibe, gestiona y ejecuta los proyectos. Más que una herramienta tecnológica, BIM representa un sistema de gestión colaborativa de información que integra los aspectos técnicos, económicos y administrativos del ciclo de vida de un proyecto (Eastman et al., 2018).

Su implementación exitosa depende menos del uso de software y más de la capacidad organizacional para gestionar información, coordinar disciplinas y fomentar la colaboración digital. En el caso de las pequeñas empresas constructoras, entendidas en este estudio como aquellas con plantillas reducidas entre 3 y 15 empleados y orientadas principalmente a proyectos

residenciales o comerciales de baja escala, este proceso resulta especialmente desafiante. Estas empresas suelen basar sus operaciones en herramientas CAD 2D y procedimientos manuales de gestión, lo que implica una transición más compleja hacia entornos colaborativos digitales como BIM. Por ello, la adopción de esta metodología exige un cambio cultural y estructural que implica definir roles, adoptar estándares de interoperabilidad y establecer flujos de trabajo claros.

Uno de los pilares esenciales de la metodología es la gestión de la información y la colaboración a través de un Entorno Común de Datos (CDE). Este repositorio centralizado permite almacenar, actualizar y compartir documentación en tiempo real, evitando errores derivados de versiones desactualizadas (ISO 19650-1, 2018).

En contextos locales, el CDE puede implementarse con herramientas en la nube de bajo costo, como Google Drive o Autodesk Docs, sin necesidad de infraestructura compleja.

El Plan de Ejecución BIM (PEB), también conocido como BIM Execution Plan (BEP), constituye la hoja de ruta que regula el intercambio de información, los roles, los niveles de desarrollo (LOD) y las normas de

colaboración. Según BIMForum (2024), este plan debe ser el primer documento formal en toda implementación, incluso en empresas pequeñas, porque estandariza procesos y define responsabilidades, garantizando la coherencia entre disciplinas. Asimismo, la interoperabilidad es un componente crítico del entorno BIM.

El uso del formato Industry Foundation Classes (IFC), definido por la norma ISO 16739-1 (2018), permite que diferentes softwares se comuniquen entre sí sin pérdida de información, fomentando la adopción de un flujo de trabajo OpenBIM, libre de dependencias de proveedor.

La serie ISO 19650 actúa como el marco internacional para la gestión de la información, estableciendo principios y requisitos aplicables a todo el ciclo de vida de un proyecto.

Aunque no es obligatoria su certificación para pequeñas empresas, su adopción gradual permite establecer estándares mínimos de calidad y comunicación (ISO, 2018).

En términos contractuales, la adopción de BIM requiere ajustar las relaciones legales tradicionales.

La propiedad intelectual de los modelos, la validez jurídica de los planos generados a partir de modelos 3D y la integración del PEB como anexo contractual son aspectos

fundamentales que deben definirse para garantizar la seguridad jurídica (Giel & Issa, 2013). Por otro lado, las dimensiones del BIM ofrecen un marco conceptual para comprender su alcance operativo.

El 3D corresponde a la visualización geométrica; el 4D, a la planificación temporal; el 5D, a la gestión de costes; el 6D, a la sostenibilidad; y el 7D, al mantenimiento y operación del activo (Succar, 2016).

El proceso de adopción de BIM puede comprenderse mediante los niveles de madurez BIM (Bew & Richards, 2008), estos establecieron una evolución progresiva desde la simple digitalización 2D (Nivel 0) hasta la colaboración plena y en tiempo real en un entorno compartido (Nivel 3).

Para pequeñas empresas, avanzar de los niveles 0 a 2 constituye un logro significativo, especialmente si se centra en fortalecer la interoperabilidad, la comunicación y la documentación estandarizada. Los beneficios estratégicos de BIM son amplios: reducción de errores, disminución de retrabajos, mejora en la precisión de presupuestos y aumento de la satisfacción del cliente (Autodesk, 2023). Aunque las inversiones iniciales puedan parecer una barrera, el retorno a mediano

plazo justifica plenamente la implementación.

El impacto de BIM no es meramente teórico; su adopción ha sido impulsada de manera variada en América Latina, principalmente a través de mandatos gubernamentales en obra pública. Chile es el caso de estudio más avanzado de la región con su "PlanBIM", una iniciativa estatal que desarrolló la obligatoriedad del uso de BIM para proyectos públicos de manera gradual desde 2020, con una meta de implementación total para 2025. Este enfoque top-down ha acelerado la capacitación de profesionales, la estandarización de procesos y la creación de un ecosistema digital maduro, demostrando que la voluntad política es un clave catalizador para la transformación del sector (Ministerio de Obras Públicas de Chile, 2021). Por su parte, Brasil implementó la "Estrategia BIM BR", un decreto federal que también busca la masificación de la metodología en fases, comenzando por proyectos de infraestructura emblemáticas y extendiéndose progresivamente a toda la cadena de valor (Governo Federal do Brasil, 2018). Asimismo, Colombia y Perú han avanzado significativamente, integrando BIM en grandes proyectos de infraestructura como metros y aeropuertos, reconociendo su valor para mejorar la transparencia y la

eficiencia en el uso de fondos públicos. Estos ejemplos regionales confirman que la adopción de BIM trasciende la escala de la empresa y se convierte en una política de desarrollo nacional.

A nivel local, el panorama en El Salvador es distinto y presenta un desarrollo más orgánico y gradual. La adopción de BIM no está impulsada por un mandato gubernamental, sino por la iniciativa del sector privado y la academia. Empresas constructoras y de diseño pioneras han comenzado a implementar BIM como un diferenciador competitivo para optimizar sus procesos, reducir costos y ofrecer mayor valor a los clientes, especialmente en proyectos de edificaciones complejas del sector privado (Cámara Salvadoreña de la Construcción, 2022).

La Cámara Salvadoreña de la Construcción (CASALCO) ha jugado un papel fundamental en la difusión de la metodología a través de seminarios y capacitaciones, fomentando el diálogo entre profesionales.

Sin embargo, la ausencia de un estándar nacional o de una estrategia gubernamental unificada genera desafíos para las pequeñas empresas, que enfrentan la curva de aprendizaje y la inversión inicial de forma aislada. Este contexto hace que la implementación sea más variada y dependa

fuertemente de la visión de cada empresa. Las universidades del país también han comenzado a integrar BIM en sus planos de estudio de ingeniería y arquitectura, asegurando que las nuevas generaciones de profesionales posean las competencias digitales necesarias (Martínez y Villalta, 2023).

Este panorama, caracterizado por un impulso privado y académico, subraya la necesidad crítica de guías prácticas y adaptadas que permitan a las pequeñas empresas navegar esta transición tecnológica de manera efectiva y sostenible.

## **Resultados.**

El análisis de los datos obtenidos mediante las encuestas y el estudio de caso permitió identificar tres hallazgos claves sobre la situación de las pequeñas empresas constructoras de San Miguel frente a la adopción de BIM, revelando una brecha significativa entre la percepción del sector y el potencial real de la metodología.

Desconocimiento técnico y falta de capacitación. El 68% de los encuestados indicó tener un conocimiento limitado o nulo sobre BIM, asociándolo exclusivamente a la modelación 3D y subestimando su rol como sistema de gestión. Su flujo de trabajo se

ancla en software CAD 2D tradicional, y solo un 12% mencionó haber trabajado con herramientas BIM como Revit.

Esto evidencia una barrera de conocimiento fundamental que impide visualizar los beneficios operativos más allá del dibujo.

Percepción de alto costo y limitaciones económicas. El 80% considera que la implementación de BIM representa una inversión elevada e inalcanzable en licencias, equipos y tiempo de capacitación.

Esta percepción, sin embargo, se basa en el desconocimiento de alternativas de software open-source o de bajo costo y de estrategias de adopción gradual, lo que refuerza al factor económico como una barrera más psicológica que real. Apertura al cambio y disposición a capacitarse. A pesar de las limitaciones, un 62% de los participantes mostraron una notable disposición para capacitarse y aplicar BIM si existían programas formativos accesibles y guías prácticas adaptadas a sus recursos. Esta actitud positiva hacia la innovación tecnológica sugiere que la principal barrera no es la resistencia al cambio, sino la falta de una hoja de ruta clara y contextualizada. Para validar una solución a estas barreras, y en línea con los desafíos de digitalización que enfrenta el sector según la Cámara Salvadoreña de la Construcción

(CASALCO, 2022), se desarrolló un estudio de caso en Constructora El Progreso.

Esta es una pequeña empresa local con 5 empleados que operaba con flujos de trabajo tradicionales (AutoCAD 2D y hojas de cálculo), representativa del sector estudiado. En el presente año, la empresa ejecutó un proyecto piloto: una vivienda unifamiliar de 120 m<sup>2</sup>, utilizando Revit LT, BlenderBIM y Google Drive como Entorno Común de Datos (CDE).

El equipo elaboró un Plan de Ejecución BIM (PEB) simplificado, asignando roles claros: Coordinador, Modelador y Revisor BIM.

Tras seis semanas, los resultados cuantitativos fueron contundentes:

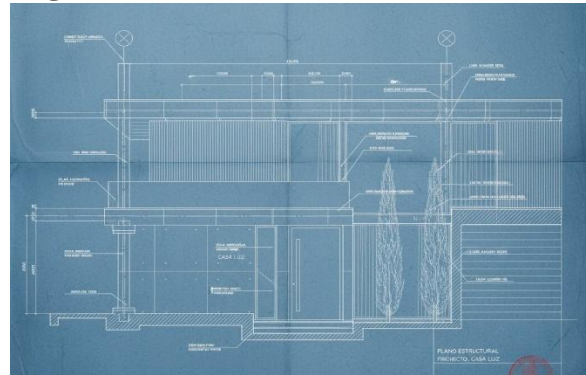
- Reducción del 18% en los tiempos de coordinación entre diseño estructural y arquitectónico, eliminando reuniones redundantes.

**Figura 1:** *Render Proyecto Casa Luz.*



Fuente: Ing. Roberto Saez. (2025). Render. Proyecto Casa Luz. San Miguel, El Salvador.

**Figura 2:** *Plano Estructural Casa Luz.*



Fuente: Ing. Roberto Saez. (2025). Plano estructural. Proyecto Casa Luz. San Miguel, El Salvador.

Disminución del 25% en errores detectados en obra, gracias a la detección temprana de interferencias en un modelo simple.

**Figura 3:** *Obras Preliminares Casa Luz*



Fuente: Ing. Roberto Saez. (2025). Obras Preliminares. Proyecto Casa Luz. San Miguel, El Salvador.

Optimización del presupuesto en un 12%, derivada de la extracción automatizada y precisa de cantidades (dimensión 5D).

El caso de Constructora El Progreso demuestra empíricamente que la adopción de BIM es viable y rentable en entornos con recursos limitados. La clave no radica en la sofisticación del software, sino en la gestión colaborativa de la información y la estandarización de procesos.

Este piloto exitoso confirma que una transición progresiva, centrada en la planificación y la colaboración, puede generar beneficios medibles desde el primer proyecto, desmitificando las barreras percibidas por la mayoría del sector.

### **Discusión.**

Los resultados obtenidos reflejan que la adopción de la metodología BIM en pequeñas empresas constructoras es viable, sostenible y estratégica, siempre que se aborde de manera planificada y gradual. La experiencia de Constructora El Progreso sirvió como evidencia empírica de que la metodología puede aplicarse de forma exitosa incluso con recursos limitados, validando la efectividad de la guía práctica de implementación desarrollada a partir del

estudio. Esta guía se estructura en cinco fases, diseñadas para responder a las principales limitantes identificadas: desconocimiento técnico, percepción de alto costo y resistencia cultural.

### **Fase 1: Diagnóstico y autoevaluación.**

El primer paso hacia la adopción efectiva de BIM consiste en un diagnóstico interno riguroso que permita a la empresa conocerse a sí misma antes de iniciar cualquier cambio estructural o tecnológico. En esta etapa, se recomienda evaluar las capacidades actuales en tres dimensiones críticas: la tecnológica (hardware, software y conectividad), la operativa (procesos de diseño, presupuesto, comunicación y control de obra) y la humana (competencias digitales, roles definidos y apertura al cambio).

Este ejercicio de introspección puede realizarse mediante listas de verificación o entrevistas internas, lo que facilita la identificación de brechas de conocimiento y recursos.

En el caso de Constructora El Progreso, el diagnóstico reveló la ausencia de protocolos formales de comunicación y la dependencia excesiva de herramientas CAD 2D, lo cual generaba pérdida de información y duplicidad de tareas. El valor de esta fase radica en su carácter estratégico: permite

establecer metas BIM realistas y alineadas con la capacidad de respuesta de la empresa. Un diagnóstico bien estructurado reduce la incertidumbre, orienta las inversiones y sienta las bases para una implementación sostenible, evitando caer en la adquisición impulsiva de software sin un propósito definido.

**Fase 2:** Capacitación fundamental y estratégica.

Una vez identificadas las áreas críticas, la fase de capacitación constituye el núcleo del proceso de transformación. La formación del personal no solo busca adquirir destrezas técnicas, sino también promover un cambio de mentalidad. Es aquí donde se construye el llamado “capital humano digital”, entendido como la combinación entre conocimiento tecnológico y comprensión del valor colaborativo de BIM.

La capacitación debe abarcar tanto los fundamentos conceptuales —gestión de información, interoperabilidad, Entorno Común de Datos (CDE) e interpretación de la norma ISO 19650— como el dominio de herramientas prácticas. En este sentido, los cursos virtuales, tutoriales certificados y comunidades profesionales en línea se convierten en recursos estratégicos para pequeñas empresas con presupuestos

ajustados.

En Constructora El Progreso, el enfoque de aprendizaje fue mixto: combinó sesiones internas con recursos gratuitos en línea, priorizando la comprensión de los principios antes que la especialización en un software. Este enfoque permitió desarrollar una cultura de aprendizaje continuo y un sentido de apropiación tecnológica que, en contextos de pequeña escala, resulta determinante para la sostenibilidad del cambio.

**Fase 3:** Estandarización y configuración inicial.

Con el conocimiento adquirido, la tercera fase traslada la teoría a la práctica mediante la creación de un Plan de Ejecución BIM (PEB) simplificado. Este documento, además de establecer los objetivos y roles, actúa como una hoja de ruta organizativa que traduce los principios de la metodología en acciones concretas. Incluye pautas sobre la estructura de carpetas, la nomenclatura de archivos, los formatos de intercambio y las plataformas de colaboración que se emplearán.

La implementación de un Entorno Común de Datos (CDE), aunque sea con herramientas accesibles como Google Drive o Microsoft 365, representa un salto cualitativo en la gestión de la información. En el caso

analizado, esta fase permitió eliminar versiones duplicadas de planos, centralizar la comunicación y agilizar la toma de decisiones.

El principal aporte de esta etapa es la institucionalización de procesos: la empresa deja de depender del conocimiento individual de sus empleados y comienza a operar bajo procedimientos replicables.

La estandarización, por tanto, no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la capacidad de la empresa para escalar sus proyectos y mantener la trazabilidad documental.

#### **Fase 4:** Ejecución del proyecto piloto.

La cuarta fase constituye el punto de validación empírica del modelo. Aquí se pone a prueba todo lo aprendido en un proyecto real de baja complejidad, lo que permite observar el desempeño del equipo en condiciones controladas y detectar las debilidades del sistema antes de su aplicación a gran escala.

El proyecto piloto de Constructora El Progreso, una vivienda unifamiliar permitió comprobar de manera tangible los beneficios del enfoque colaborativo:

Detección temprana de interferencias, reducción de errores en planos, disminución de consultas durante la obra y una

coordinación más fluida entre las áreas de diseño y construcción.

Más allá de los resultados técnicos, esta fase demostró el impacto psicológico del éxito temprano. Ver los beneficios concretos generó confianza en el equipo y redujo la resistencia al cambio, consolidando el compromiso organizacional. En las pequeñas empresas, este factor motivacional es esencial, pues el liderazgo y la participación activa de todo el personal determinan la continuidad de la implementación.

#### **Fase 5:** Monitoreo y ajuste sistemático.

La última fase consolida el proceso mediante la evaluación sistemática de resultados y la incorporación de lecciones aprendidas. Medir el impacto de BIM requiere definir indicadores de desempeño (KPIs) claros y alcanzables, como el ahorro de tiempo en coordinación, la reducción de errores o el nivel de cumplimiento de plazos.

En el caso estudiado, la empresa reportó una reducción del 25 % en el tiempo de revisión de planos y una mejora notable en la comunicación entre áreas, evidenciando un retorno tangible de la inversión en capacitación. Sin embargo, más allá de los indicadores cuantitativos, esta fase busca instaurar una cultura de mejora continua.

Las sesiones de retroalimentación permiten ajustar las plantillas del PEB, redefinir responsabilidades y actualizar los flujos de trabajo conforme evoluciona la madurez BIM de la organización. En este punto, BIM deja de ser un proyecto aislado y se convierte en una filosofía de gestión empresarial. La capacidad de aprender, documentar y ajustar es lo que diferencia una implementación temporal de una transformación sostenible.

En conjunto, las fases proponen un modelo escalonado de adopción BIM, basado en evidencia práctica y adaptado a las limitaciones locales. La aplicación del modelo en Constructora El Progreso demostró que los beneficios más significativos: eficiencia, reducción de errores y transparencia informativa pueden lograrse sin depender de licencias costosas, sino a través de la correcta gestión de procesos y personas.

## **Conclusiones.**

La transición hacia la metodología BIM en las pequeñas empresas constructoras de San Miguel es una meta absolutamente viable, siempre y cuando se aborda mediante una estrategia planificada, escalonada y, sobre todo, contextualizada. Los resultados de esta

investigación confirman de manera concluyente que la clave del éxito no radica en la adquisición de software avanzado o costoso, sino en la gestión del cambio organizacional. Superar la inercia de los flujos de trabajo tradicionales, redefinir roles y fomentar una cultura de colaboración basada en la información centralizada son los verdaderos pilares de una implementación exitosa.

El enfoque de cinco fases identificado en este artículo no es solo un modelo teórico; constituye una hoja de ruta práctica y sólida, diseñada específicamente para mitigar los riesgos y ansiedades que frenan a las pequeñas empresas. Al iniciar con un diagnóstico y un proyecto piloto controlado, las empresas pueden desmitificar la complejidad de BIM y obtener "victorias tempranas" que justifiquen la inversión y motiven al equipo.

Además, se demuestra empíricamente que, incluso utilizando herramientas gratuitas o de bajo costo, es posible generar beneficios tangibles y medibles en la reducción de errores, la optimización de recursos y la mejora en la coordinación, lo cual se traduce directamente en una mayor rentabilidad y satisfacción del cliente.

En consecuencia, BIM debe dejar de ser percibido como un gasto tecnológico inalcanzable. Es, en realidad, una inversión estratégica fundamental para la supervivencia y competitividad en el mercado actual. Para el ecosistema de la construcción en la zona oriental y en todo El Salvador, adoptar esta metodología representa un paso decisivo hacia la modernización, la transparencia y la profesionalización del sector.

### **Referencias Bibliográficas.**

- ◇ Autodesk. (2023). El valor comercial de BIM para infraestructura. Informe de Autodesk.
- ◇ Bew, M., y Richards, M. (2008). modelo de madurez BIM. NBS.
- ◇ BIMForum. (2024). Directrices del Plan de Ejecución BIM (BEP). BIMForum.
- ◇ Cámara Salvadoreña de la Construcción (CASALCO). (2022). Informe Anual de la Construcción: Digitalización y Nuevas Tecnologías. CASALCO.
- ◇ Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. y Liston, K. (2018). Manual BIM: Guía de modelado de información de construcción para propietarios, gerentes, diseñadores, ingenieros y contratistas (3.ª ed.). Wiley.
- ◇ Giel, BK y Issa, RRA (2013). Análisis de las cuestiones legales y contractuales del modelado de información de construcción. Actas de la 49.ª Conferencia Internacional Anual de la ASC.
- ◇ Gobierno Federal de Brasil. (2018). Decreto N° 9.377, de 17 de mayo de 2018. Presidencia de la República.
- ◇ Organización Internacional de Normalización (2018). ISO 16739-1:2018 - Clases Fundamentales de la Industria (IFC) para el intercambio de datos en las industrias de la construcción y la gestión de instalaciones — Parte 1: Esquema de datos.
- ◇ Organización Internacional de Normalización (2018). ISO 19650-1:2018 - Organización y digitalización de la información sobre

edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo el modelado de información de construcción (BIM) — Gestión de la información mediante el modelado de información de construcción — Parte 1: Conceptos y principios.

- ◇ Martínez, A. y Villalta, C. (2023). Integración de la Metodología BIM en la Educación Superior de Ingeniería Civil en El Salvador. *Revista de Ingeniería y Arquitectura*, 8 (2), 45-58.
- ◇ Ministerio de Obras Públicas de Chile. (2021). *Estándar BIM para Proyectos Públicos: Requisitos de Información para Licitaciones*. Gobierno de Chile.
- ◇ Succar, B. (2016). *Dimensiones BIM: Una definición concisa*. BIM ThinkSpace.
- ◇ Ing. Roberto Saez. (2025). *Plano estructural*. Proyecto Casa Luz. San Miguel, El Salvador.

◇ Ing. Roberto Saez. (2025). *Render*. Proyecto Casa Luz. San Miguel, El Salvador. Fuente:

◇ Ing. Roberto Saez. (2025). *Obras Preliminares*. Proyecto Casa Luz. San Miguel, El Salvador.