

**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**

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



**ARTICULO FINAL DE CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:**  
**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM PARA INGENIERIA**

**TITULO DEL ARTICULO:**  
**COMPARACIÓN DE TIEMPOS EN CUANTIFICACIÓN DE CONCRETO BIM**  
**VERSUS MÉTODOS TRADICIONALES EN MODELOS DE CONSTRUCCIÓN**

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

**PRESENTADO POR:**  
**STEPHANIE PAOLA ARGUETA GUEVARA AG19012**  
**LORENA MERARI CHICA HERNÁNDEZ CH19008**  
**LUIS ANTONIO REYES FUENTES RF20005**

**DOCENTE ASESOR:**  
**ING. UVIN EDGARDO ZÚNIGA CRUZ**

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

**Resumen:**

Este Artículo científico comparará el rigor e inversión de tiempo en la cuantificación de concreto para modelos de construcción, utilizando tanto modelos BIM como métodos tradicionalmente empleados en el área de construcción en El Salvador. Históricamente se han usado planos 2D para realizar la cuantificación de concreto esto implica métodos tanto manuales como uso de softwares como Excel u otros que pueden llegar a no ser tan eficientes para realizar dichos cálculos.

En caso contrario, los modelos BIM trabajan con proyectos inteligentes en 3D que también de generar esos cálculos podemos gestionar datos de construcción durante el ciclo de vida de la construcción. Se evaluará, así como comparar la agilidad de gestión y los tiempos reflejados en la velocidad con la que se pueden obtener dichos cálculos, considerando la eficiencia de cada método mencionado.

De igual manera, nos apoyaremos de proyectos modelados en Revit esencialmente un modelo de construcción comercial en el cual se cuantificará los elementos estructurales de concreto y se compararan estos con los resultados obtenidos utilizando métodos tradicionales. Con base a lo anterior también se buscará información adicional en bibliografía de proyectos usando dichos métodos.

**Palabras clave:**

BIM, cuantificación de concreto, tiempo, métodos tradicionales, Revit.

**Abstract:**

This scientific article compares the rigor and time investment involved in concrete quantification for construction models, using both BIM (Building Information Modeling) and traditional methods commonly applied in the construction field in El Salvador. Historically, 2D drawings have been used to carry out concrete quantity takeoffs, which involve manual calculations or software such as Excel and others that may not always be efficient for these purposes.

In contrast, BIM models work with intelligent 3D projects that, in addition to generating these calculations, allow the management of construction data throughout the entire project lifecycle. This study will evaluate and compare the management efficiency and the time performance reflected in how quickly these calculations can be obtained, considering the effectiveness of each method.

The research will rely on Revit-based models, specifically a commercial construction project in which the structural concrete elements will be quantified and compared with results obtained through traditional methods. Furthermore, additional information from literature related to projects using these approaches will be reviewed to support the comparative analysis.

**Keywords:**

BIM, concrete quantification, time, traditional methods, Revit.

## **INTRODUCCIÓN:**

La cuantificación precisa del concreto es un componente crítico en los procesos constructivos, ya que cualquier error puede generar sobrecostos, retrasos o deficiencias en la ejecución de obra. En El Salvador, muchas empresas del sector aún recurren a métodos tradicionales de estimación basados en planos 2D, cálculos manuales y hojas electrónicas, lo que incrementa la posibilidad de errores humanos.

Sin embargo, el uso de metodologías digitales como Building Information Modeling (BIM) permite obtener cantidades de obra de forma automatizada y con mayor exactitud, gracias a modelos tridimensionales con información paramétrica integrada. A pesar de los beneficios documentados internacionalmente, su adopción en el contexto salvadoreño sigue siendo limitada, especialmente en proyectos de pequeña y mediana escala.

Bajo este escenario, resulta necesario comparar la agilidad y eficiencia en la cuantificación del concreto utilizando métodos tradicionales frente a modelos BIM, con el fin de determinar qué tan significativa es la diferencia en términos de exactitud, reducción de errores humanos y optimización del tiempo.

Este estudio se enfoca en evaluar dichas metodologías aplicadas a un modelo de construcción ya ejecutado, identificando los factores que influyen en los resultados y evidenciando el impacto que la transición hacia entornos digitales puede representar para el sector constructivo nacional, así mismo se orienta a evaluar la exactitud en la cuantificación del concreto utilizando modelos BIM en comparación con los

métodos tradicionales en modelos de construcción, permitiendo analizar las diferencias en los resultados de cuantificación de concreto obtenidos mediante modelos BIM y métodos tradicionales.

Permitiendo así poder identificar los factores que influyen en la cuantificación del concreto en cada metodología y comparar la optimización de tiempo de la cuantificación del concreto utilizando ambos modelos.

## **1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 PARAMETROS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.1 Tipo de investigación**

Este estudio se enmarcará en un enfoque cualitativo, con un diseño comparativo-experimental. Ya que se busca medir y comparar la claridad de dos métodos distintos de cuantificación de concreto, el tradicional y el basado en modelos BIM, en un contexto controlado.

#### **1.1.2 Unidad de análisis**

Las unidades de análisis en esta investigación son un modelo de construcción extraído sus planos 2D o CAD y su modelo 3D para cuantificar los elementos estructurales hechos de concreto.

#### **1.1.3 Área de estudio**

La investigación se llevará a cabo en la ciudad de la ciudad de San Miguel, Municipio de San Miguel Centro, Departamento de San Miguel, El Salvador durante el presente año, con la finalidad de evaluar si al implementar tecnología BIM es un paso a favor para la eficiencia y

mejoramiento de ejecución en modelos de construcción.

**Población:** conjunto de proyectos constructivos.

**Muestra:** modelo de construcción privado (ya ejecutado).

## 1.2 DEFINICIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES

### 1.2.1 Variable independiente.

#### Metodologías utilizadas

- **Definición teórica:** se refiere a las dos categorías principales empleadas metodología Building Information Modeling (BIM) y métodos tradicionales.
- **Definición operacional:** Se utilizaron modelos digitales correspondientes al modelado BIM y planos en 2D o CAD, así como mediciones manuales o planillas convencionales el cual hace frente a los métodos tradicionales.
- **Dimensiones:** métodos de cuantificación
- **Tipo de variable:** cualitativa.
- **Escala:** nominal
- **Instrumento de medición:** Revisión documental, observación directa.

### 1.2.2 Variable dependiente 1:

#### Cuantificación de concreto

- **Definición teórica:** Se refiere a la cantidad en el volumen de concreto, así como los materiales que lo conforman (cemento, arena, grava y agua)

- **Definición operacional:** Se realizaron cálculos para cuantificar el volumen del concreto y los materiales que lo conforman a un mismo modelo de construcción con dos métodos distintos (utilización de software de metodología BIM el cual es Revit y utilización de métodos tradicionales)
- **Dimensiones:** Exactitud en la cuantificación.
- **Unidad de medida:** M3
- **Tipo de variable:** Cualitativa
- **Escala:** continua
- **Instrumento de medición:** Revit (utilización de la dimensión 5D) y planos CAD.

### 1.2.3 Variable dependiente 2:

#### Datos obtenidos

- **Definición teórica:** Se refiere al grado de exactitud de las cantidades estimadas de concreto obtenidas de cada método.
- **Definición operacional:** se identificaron algunos factores que influyen en la exactitud de la cuantificación de concreto entre ambos métodos y se compararan con datos en campo.
- **Dimensiones:** exactitud en la cuantificación
- **Unidad de medida:** % de error.
- **Tipo de variable:** cualitativo.
- **Escala:** continua
- **Instrumento de medición:** Revisión de planos, software de modelado, cálculos estadísticos

### 1.2.4 Variable dependiente 3:

#### Tiempo en la obtención de las cantidades de concreto

- **Definición teórica:** Se refiere a la optimización en la cuantificación de concreto usando los dos métodos establecidos (método BIM vs método tradicional)
- **Definición operacional:** se estimó el tiempo empleado para la obtención de las cantidades de concreto para ambos métodos
- **Dimensiones:** eficiencia de la cuantificación
- **Unidad de medida:** Horas/minutos
- **Tipo de variable:** Cualitativo
- **Escala:** Continua
- **Instrumento de medición:** cronometro o software de registro del tiempo.

## 2 CONTEXTO ACTUAL

### 2.1 ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS.

Desde hace muchos años se han utilizado diferentes métodos para la cuantificación de materiales, lo cual permitía tener una mayor organización sobre las actividades que se realizarían. Investigaciones indican que desde las primeras civilizaciones se llevaban a cabo registros manuales donde se evidencia un primer acercamiento a la cuantificación de materiales basados en prueba y error, viendo de una forma más directa el uso y composiciones que podían hacer con los materiales que cotaban para la construcción (Ortega, 1993). Desde entonces los

métodos se han desarrollado cada vez más con el paso del tiempo, hasta llegar a métodos más eficientes.

La evolución de estos métodos lleva a un punto donde surge la transición del dibujo manual en papel a la digitalización y el uso de software especializado para crear, editar y gestionar dibujos técnicos y datos asociados, los inicios de CAD<sup>1</sup> abren la puerta a diseños en 2D y 3D que evolucionan el campo de la ingeniería y arquitectura permitiendo dibujar con mayor detalle dando como resultado planos con más especificaciones; también el implementar otros programas como Excel ayudaron a desarrollar una mayor calidad, eficiencia y gestión de datos, dando como resultado automatizar tareas repetitivas, analizar y organizar grandes cantidades de datos, integrando así la información del diseño con la gestión del proyecto permitiendo el desarrollo de edificaciones más complejas y seguras, facilitando la planificación, gestión de costos y optimización de tiempo.

### 2.2 EVOLUCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS

Los métodos ahora usados tradicionalmente para la cuantificación de obra se han basado en planos bidimensionales, cálculos manuales o digitales y herramientas como AutoCAD en su versión 2D. Estos métodos, aunque efectivos en su contexto, presentan limitaciones significativas en la coordinación interdisciplinaria y la detección temprana de errores. En contraste, la metodología BIM (Building Information Modeling) ha emergido como una herramienta innovadora que integra modelos

---

<sup>1</sup> "Computer-Aided Design" Diseño Asistido por Computadora

tridimensionales paramétricos, permitiendo la visualización integral y la colaboración simultánea entre las diferentes disciplinas del proyecto (Ramírez , 2018).

A continuación, se presentan algunos conceptos importantes.

*Metodología BIM (Building Information Modeling):*

Es un proceso metodológico de generación y gestión de datos de un proyecto de infraestructura durante su ciclo de vida, utilizando un conjunto de programas de diseño y modelado en tres dimensiones y en tiempo real; con el fin de disminuir la pérdida de tiempo y recursos en las distintas fases y procesos de un proyecto, desde el diseño hasta la construcción, es decir que el modelo BIM abarca la geometría, las relaciones espaciales, la información geográfica, así como las cantidades y las propiedades de los materiales. (Escobar, 2022, pág. 21)

*Metodología tradicional:* se caracteriza por el uso de planos en 2D, mediciones manuales y la elaboración de presupuestos a partir de la experiencia del profesional, sin la integración digital entre disciplinas. Esta metodología implica procesos secuenciales y fragmentados, con una alta dependencia del juicio humano, lo cual incrementa la probabilidad de errores, omisiones y retrabajos en la obra. Aunque ha sido la base del desarrollo de la industria de la construcción durante décadas, su eficiencia

se ha visto superada por los métodos digitales actuales.

Quantity take-off (QTO)<sup>2</sup>, es el proceso técnico de medición y cómputo de cantidades de materiales, elementos constructivos y recursos necesarios para ejecutar una obra, a partir de los planos y especificaciones técnicas del proyecto. Esta etapa es fundamental para elaborar presupuestos, estimaciones de costos y cronogramas de ejecución.

Según (Liu, R, Issa, R., & Olbina, 2015) la cuantificación tradicional requiere interpretación manual de planos y documentos, lo que puede generar discrepancias, mientras que mediante BIM, el QTO se automatiza, aumentando la exactitud y reduciendo los errores humanos. Así, la cuantificación de obra representa un punto crítico en la gestión constructiva, especialmente en términos de control financiero y planificación.

La pregunta central en este artículo pretende abordar es: ¿Cómo se compara los métodos tradicionales y BIM en términos tiempo y factores influyentes? Esta indagación es crucial para comprender los beneficios potenciales de la transición de los métodos tradicionales a BIM y para evaluar el impacto de esta transición en los resultados del proyecto. Al analizar ambos enfoques se busca comprender sus respectivas fortalezas y debilidades y explorar los factores que influyen en la elección entre ellos.

---

<sup>2</sup> QTO: "Conteo de cantidades" proceso para calcular los materiales necesarios en un proyecto de construcción

## 2.3 MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN: ESTUDIO Y COMPARACIÓN.

En este primer espacio se abordará los principales aspectos para la cuantificación de concretos en modelos de construcción, se realizará un análisis donde se comparan entre las dos metodologías mencionadas, lo que supondrá un entendimiento más claro de los mismos.

### 2.3.1 Análisis detallado de la metodología tradicional.

La metodología tradicional para la cuantificación de concreto en modelos de construcción ha sido históricamente el enfoque más utilizado en El Salvador, especialmente en proyectos de pequeña y mediana escala. Este método se basa en la interpretación de planos bidimensionales, cálculos manuales y el uso de herramientas básicas como hojas de medición y programas de hoja de cálculo. A pesar de su amplia aplicación, presenta importantes limitaciones en cuanto a exactitud, eficiencia y flexibilidad.

Según (Martínez, J, & Hernández, 2020). en un estudio realizado sobre proyectos de vivienda social en la zona oriental del país, se detectaron variaciones de hasta un 12 % en las cantidades estimadas de concreto al comparar mediciones manuales con verificaciones en obra, atribuidas principalmente a errores de interpretación y a la falta de actualización de planos durante la ejecución

Si bien la investigación se centra en sus limitaciones, es fundamental reconocer las ventajas que han mantenido su vigencia, particularmente en economías en desarrollo (Hernán Porrás-Díaz, 2015)

- *Baja Inversión Inicial:* No requiere la adquisición de licencias de software BIM de alto costo ni la inversión en hardware de alto rendimiento, lo que lo hace accesible para empresas pequeñas y medianas.
- *Familiaridad y Experiencia:* La mayoría del personal técnico con trayectoria domina esta metodología, eliminando la necesidad de capacitaciones extensas y garantizando la disponibilidad inmediata de personal cualificado.

Pero las deficiencias del método tradicional con el paso del tiempo justifican la necesidad de migración hacia enfoques digitales, siendo los factores la exactitud y tiempo los más críticos, algunas de las limitaciones más palpables en la ejecución de un proyecto de forma tradicional son las siguientes:

- *Alto error humano:* En el contexto salvadoreño, se han reportado variaciones de hasta el 12% en las estimaciones de concreto, atribuidas a la falta de coordinación y actualización de planos (Martínez, J, & Hernández, 2020).
- *Consumo excesivo de tiempo (eficiencia):* El proceso de cuantificación es laborioso y consume una parte desproporcionada del tiempo total de presupuestación. La re-cuantificación tras un cambio de diseño es ineficiente, ya que exige rehacer gran parte del proceso dándole espacio a un porcentaje de error,
- *Dificultad en la coordinación:* El enfoque 2D no facilita la detección temprana de interferencias o colisiones entre disciplinas

(estructuras vs. instalaciones), lo que lleva a que las cantidades estimadas no correspondan a una obra constructible, generando sobrecostos y re-trabajos en la fase de ejecución (Ramírez , 2018).

### **2.3.2 Análisis detallado de la metodología BIM**

La metodología BIM no solo representa un cambio en la manera de diseñar, sino que transforma completamente los procesos constructivos. Según (Eastman & C, 2018) BIM permite incorporar características como materiales, propiedades estructurales, instalaciones y cronogramas dentro de un único modelo digital. Esta integración mejora la toma de decisiones y la exactitud en las estimaciones de costos y tiempos. Estudios como el de (Guamán, y otros, 2022), evidencian que BIM no solo reduce los errores en la documentación de obra, sino que también agiliza el proceso de cuantificación, disminuyendo los tiempos requeridos para obtener datos precisos.

La extracción de cantidades en entornos BIM, particularmente con Autodesk Revit, se realiza a través de la generación de tablas de planificación, donde los elementos del modelo parametrizado pueden cuantificarse en función de sus propiedades geométricas y materiales. La exactitud de estas mediciones depende

directamente de la estrategia de modelado y del nivel de detalle con que se representen los componentes (Elsevier BV, 2019).

Estudios recientes destacan que la automatización mediante Dynamo o API de Revit permite generar reportes de volúmenes y áreas de manera más eficiente, vinculándolos con bases de datos externas para estimaciones 5D. De esta manera, la metodología BIM posibilita que la extracción de cantidades sea un proceso dinámico, flexible y actualizado en tiempo real. (Escobar, 2022)

Uno de los principales desafíos en contexto latinoamericano es el alto costo inicial asociado con la adquisición de licencias de software especializado, equipos de alto rendimiento y procesos de actualización tecnológica (Liu, R, Issa, R., & Olbina, 2015). Tomando en cuenta también que la metodología demanda capacitación continua y personal calificado, ya que su efectividad depende del nivel de conocimiento y experiencia de los modeladores y coordinadores BIM, la curva de aprendizaje y la falta de estandarización en algunos países también dificultan la integración de BIM en pequeñas y medianas empresas constructoras. Por ello, aunque BIM ofrece beneficios tangibles en eficiencia, su éxito depende de una inversión sostenida en formación técnica, infraestructura digital y gestión del cambio organizacional.



Ilustración 1 Esquema de dimensiones en diseño-  
fuente:<https://www.bimtool.com/Article/12468893/Las-7-dimensiones-BIM-1D-2D-3D-4D-5D-6D-y-7D>

### 3.4 COMPARATIVA: BIM VS MÉTODOS TRADICIONALES

Al implementar la metodología BIM el trabajo es una acción más eficaz, ya que juntos se pueden trabajar distintos rubros, creándose los planos 2D y su modelo tridimensional sin necesitar de herramientas o técnicas que impliquen más tiempo de trabajo, a la vez se obtienen resultados de diferentes tipos usando la metodología.

Al lado contrario en los métodos tradicionales no se necesita personal más especializado para realizar el modelo con herramientas 2D como el CAD, sino trabajar manualmente o Excel para obtener cantidades de obra o materiales, lo que es

crucial ya que se requiere un tiempo más largo para realizar las tareas.

Mientras que los métodos tradicionales dependen de la experiencia del cuantificador y de la calidad de la documentación, BIM ofrece una base de datos centralizada que puede ser actualizada compartida en tiempo real entre todos los participantes del proyecto. Esto reduce los retrabajos, minimiza el riesgo de sobrecostos y mejora la coordinación interdisciplinaria (Guamán, y otros, 2022). Sin embargo, la adopción de BIM implica desafíos, como la inversión inicial en software y hardware especializados, así como la necesidad de capacitación continua para los equipos de trabajo.

Aspecto	BIM	CAD
<b>Dimensionalidad y modelización</b>	Va más allá de las 3D para incluir las 4D (programación temporal) y las 5D (estimación de costes), lo que añade profundidad a la planificación y ejecución de proyectos.	Se utiliza para el modelado en 2D y 3D, y sirve para crear dibujos precisos y detallado
<b>Integración de datos</b>	Abarca un espectro más amplio de información, incluidos los materiales, la logística operativa y los datos de mantenimiento, integrando detalles exhaustivos en los modelos.	Se centra en los datos geométricos, que incluyen detalles sobre formas, dimensiones y colocaciones.
<b>Funciones de colaboración</b>	Facilita un entorno de colaboración en el que todas las partes interesadas pueden interactuar, compartir actualizaciones y mantener la coherencia y la precisión durante todo el ciclo de vida del proyecto.	A menudo lo utilizan diseñadores individuales o pequeños equipos para componentes específicos o fases de diseño.
<b>Colaboración</b>	Plataforma integrada para todas las partes interesadas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Limitado a fases de diseño y resultados específicos.
<b>Visualización</b>	Modelado 3D mejorado con funciones 4D y 5D para una previsión exhaustiva del proyecto.	Centrado principalmente en el diseño 2D y 3D.

*Tabla 1: Elaboración propia basada en BIMcollab BIM vs CAD principales diferencias*

### 3.5 INSTAURACIÓN DE BIM Y CASOS INTERNACIONALES

En países como el Reino Unido, Australia y Estados Unidos, el uso de BIM se ha institucionalizado en proyectos públicos, lo que ha impulsado una mejora significativa en la calidad y eficiencia de las obras (Guamán, y otros, 2022).

En Latinoamérica, la adopción aún es incipiente, aunque países como Colombia y Ecuador han empezado a incorporar esta metodología en proyectos de infraestructura, evidenciando resultados positivos en la reducción de errores y optimización de tiempos (Ramírez, 2018).

<b>País/Región</b>	<b>Adopcion de BIM</b>
<b>Norte de Europa</b>	El norte de Europa, se considera el pionero en el uso e implementación BIM; particularmente los países escandinavos y el Reino Unido fueron las primeras regiones en adoptar la metodología BIM. De esta manera todo el uso de la metodología BIM es obligatoria en todo proyecto público.
<b>Centro y Sur de Europa</b>	En el caso del resto de Europa, nos encontramos con fases de implementación muy diferentes en cada país; por ejemplo, Francia ha comenzado con un plan para el uso de BIM que se completara en el año 2022. El caso de Italia pretende su implementación total y obligatoria para el año 2025.
<b>América Central y el Caribe</b>	En el caso del istmo Centroamericano, desde hace dos años se vienen socializando la idea de BIM; A través de una serie de congresos y foros destinados a este fin. Algunas islas del caribe ya empiezan a implementar BIM de manera obligatoria en su territorio; debido a la influencia del turismo y la construcción de grandes hoteles.
<b>Sudamérica</b>	BIM en Sudamérica, se implementó de manera tardía, sin embargo su adaptabilidad e innovación ha permitido el desarrollo acelerado en muchos países. Por ejemplo países como Colombia, Perú y Chile han desarrollado plataformas e incluso decretos que permiten la implementación de BIM en sus territorios.
<b>Asia y Oceanía</b>	En el continente Asiático, tenemos a la cabeza desarrollo BIM a países como Japón China y el Sudeste Asiático, mientras países del oriente medio a excepción de Emiratos Árabes Unidos se encuentran a un en socialización de la metodología.

Tabla 2: Elaboración propia basada en Econova Institute of Architecture and Engineering.

### 3.6 IMPLEMENTACIÓN EN EL SALVADOR

El ministerio de obras públicas y transporte (MOPT) de El Salvador ha iniciado un proceso de transformación digital en su gestión interna, impulsado por el Banco Interamericano de Desarrollo, dicho esfuerzo comenzó con la capacitación técnica del personal del MOPT en 2023 el cual ha con llevado a resultados tangibles, puesto que en 2024 se realizó la primera licitación para diseño y construcción bajo lineamientos de BIM.

Aunque se tiene antecedentes de la implementación de BIM en 2018 con el apoyo de BID y GIZ a manos del Ministerio de Salud (MINSAL) mediante un proyecto

piloto en un hospital en Nejapa. El MOPT reforzó su estrategia con la solicitud formal a su incorporación como miembro observador de la Red BIM de gobiernos.

### 3.7 PRESICION EN LA CUANTIFICACION DE CONCRETO

La exactitud en la cuantificación de concreto constituye un aspecto determinante en la gestión de costos y la programación de obras civiles, ya que un error en las mediciones iniciales puede generar sobrecostos, desperdicio de materiales y retrasos en la ejecución. En los métodos tradicionales, la obtención de volúmenes de concreto se realiza a partir de planos 2D y

cálculos manuales o mediante planillas en Excel, lo que incrementa la posibilidad de errores humanos y discrepancias entre los datos estimados y los reales. Estudios previos evidencian que este tipo de procedimientos pueden generar desviaciones de entre 8 % y 15 % en los volúmenes calculados respecto a los ejecutados en obra (Martínez, J, & Hernández, 2020).

Estos errores suelen originarse por la falta de actualización de planos, omisiones en el cómputo de elementos y la limitada trazabilidad de la información en los procesos manuales. Por el contrario, la metodología BIM permite realizar cuantificaciones con mayor exactitud gracias al uso de modelos tridimensionales paramétricos, donde cada elemento posee información integrada de dimensiones, materiales y relaciones espaciales.

(Eastman & C, 2018) Al automatizar el proceso de extracción de cantidades, BIM reduce significativamente los márgenes de error y los tiempos de procesamiento demuestran que los modelos BIM pueden reducir el % de error en cuantificaciones hasta en un 50 % respecto a los métodos manuales, al tiempo que optimizan entre un 30 % y 40 % el tiempo de obtención de volúmenes. La exactitud, sin embargo, depende del nivel de desarrollo del modelo (LOD), de la calidad de los datos ingresados y de la experiencia del modelador, factores que influyen directamente en la fiabilidad de los resultados (Guamán, y otros, 2022).

En síntesis, mientras la metodología tradicional depende en gran medida del juicio del cuantificador y de la calidad de la documentación, BIM ofrece un entorno digital más preciso, automatizado y trazable, que minimiza errores y acelera la toma de decisiones. No obstante, la exactitud del

método BIM no es absoluta: su rendimiento óptimo se alcanza únicamente cuando el modelo está correctamente estructurado y actualizado, de modo que los factores humanos y técnicos continúan siendo determinantes para garantizar una cuantificación confiable.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 EJERCICIO PRÁCTICO EMPLEANDO METODOLOGÍA BIM.

##### Cálculo de cantidades de obra y cantidades de materiales.

Para el cálculo de dichos parámetros se ha hecho uso del apartado de planificación que trae por defecto el software Revit en su versión 2026, para acceder a estos parámetros se ha dejado el paso a paso en el siguiente espacio para su mejor comprensión.

1. Se selecciona el apartado Tablas de planificación/Cantidades.

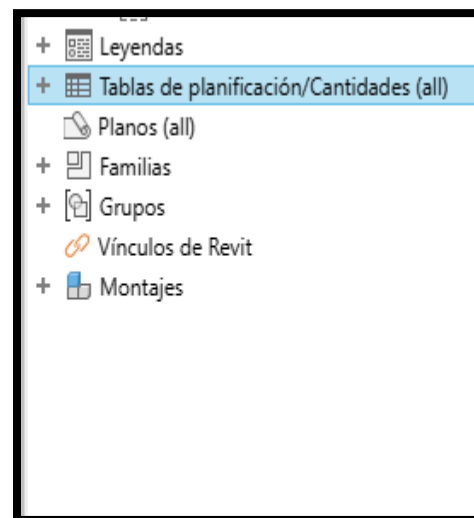


Ilustración 2 Captura de procedimiento en Revit 2026

2. Presionamos clic derecho y nos aparecerá lo siguiente.

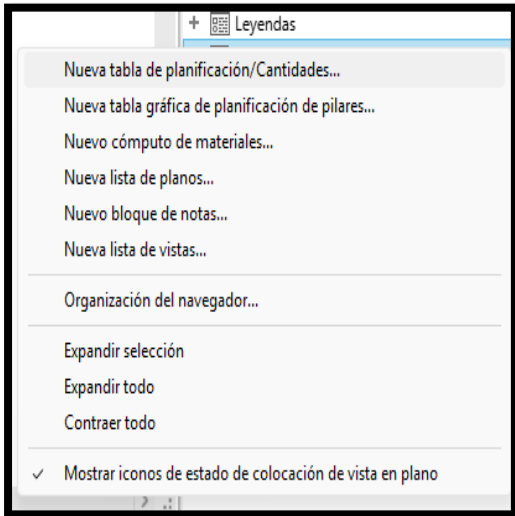


Ilustración 3 Captura de procedimiento en Revit 2026

4. En este caso seleccionaremos la categoría de pilares estructurales, de manera de seguir el ejemplo.

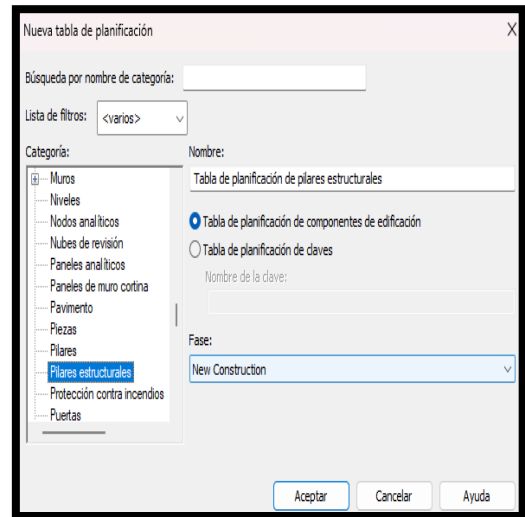


Ilustración 5 Captura de procedimiento en Revit 2026

3. Seleccionamos Nueva tabla de planificación/Cantidades y nos aparecerá el siguiente recuadro para seleccionar nuestra categoría.

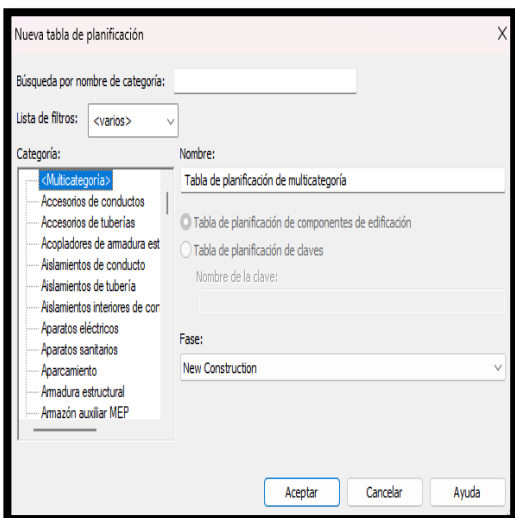


Ilustración 4 Captura de procedimiento en Revit 2026

5. En el siguiente recuadro seleccionamos los parámetros que necesitamos que aparezcan en nuestras tablas.

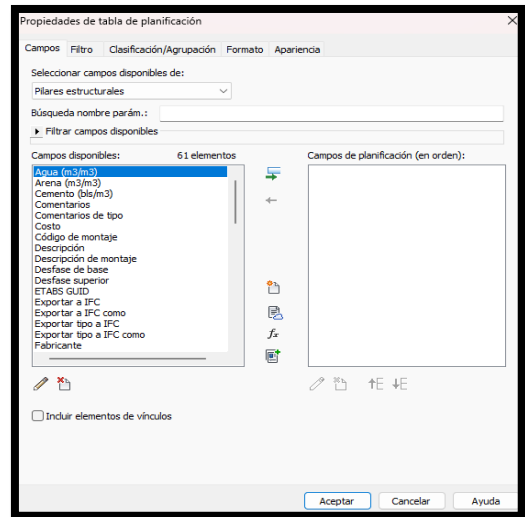


Ilustración 6 Captura de procedimiento en Revit 2026

Cabe recalcar que también se pueden crear parámetros nuevos, como en nuestro caso que hemos creado parámetros, para cemento, arena, grava y agua.

Una vez tenemos nuestras tablas de planificación creadas las exportamos a Excel en unos simples pasos.

1. Abrir la tabla de planificación en Revit.
2. Nos dirigimos al menú de exportación.

3. Seleccionamos la opción de Informes:Exportar → Informes → Tabla de planificación.
4. Guardamos el archivo de texto.
5. Configuramos opciones de exportación.

**A continuación, se aprecian las tablas exportadas a Excel desde Revit 2026.**

1 - Tabla de planificación de Columnas estructurales de concreto										
Familia y tipo	Cantidad	Volumen [M3]	Cemento (bls/m3)	Arena (m3/m3)	Grava (m3/m3)	Agua (m3/m3)	Total Bolsas de cemento	Total m3 de arena	Total m3 de grava	Total m3 de agua
M_Concrete-Rectangular-Column: PD1	32	12.52	8.4	0.47	0.71	0.216	104	5.9	8.89	2.7
M_Concrete-Round-Column: PI	159	199.8	8.4	0.47	0.71	0.216	1749	93.9	141.86	43.16
<b>Total</b>	<b>191</b>	<b>212.32</b>					<b>1853</b>	<b>99.8</b>	<b>150.74</b>	<b>45.86</b>

Tabla 3: Elaboración propia, tabla de concreto para columnas

2 - Tabla de planificación de vigas de concreto										
Familia y tipo	Cantidad	Σ Volumen [M3]	Cemento (bls/m3)	Arena (m3/m3)	Grava (m3/m3)	Agua (m3/m3)	Total Bolsas de cemento	Total m3 de arena	Total m3 de grava	Total m3 de agua
M_Concrete-Rectangular Beam: T1	29	12.79	8.4	0.47	0.71	0.216	107.4	6.01	9.08	2.76
M_Concrete-Rectangular Beam: VF1	7	3.96	8.4	0.47	0.71	0.216	33.23	1.86	2.81	0.85
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>16.74</b>					<b>140.63</b>	<b>7.87</b>	<b>11.89</b>	<b>3.62</b>

Tabla 4: Elaboración propia, tabla de concreto para vigas

<b>3 - Tabla de planificación de fundación estructural</b>										
Familia y tipo	Cantidad	$\Sigma$ Volumen [M3]	Cemento (bls/m3)	Arena (m3/m3)	Grava (m3/m3)	Agua (m3/m3)	Total bolsas de cemento	Total m3 de arena	Total m3 de grava	Total m3 de agua
Losa de cimentación: Z1	2	4	8.4	0.47	0.71	0.216	34	1.9	3	0.9
Losa de cimentación: Z2	1	8.38	8.4	0.47	0.71	0.216	70	3.9	6	1.8
Losa de cimentación: Z3	1	1.81	8.4	0.47	0.71	0.216	15	0.9	1	0.4
Losa de cimentación: Z4	1	1.97	8.4	0.47	0.71	0.216	17	0.9	1	0.4
Losa de cimentación: Z5	1	3.33	8.4	0.47	0.71	0.216	28	1.6	2	0.7
Losa de cimentación: Z6	1	6.91	8.4	0.47	0.71	0.216	58	3.2	5	1.5
Losa de cimentación: Z-F	1	0.93	8.4	0.47	0.71	0.216	8	0.4	1	0.2
Losa de cimentación: ZC-M1	7	36.2	8.4	0.47	0.71	0.216	304	17	26	7.8
M_Footing-Rectangular: Z1	23	46	8.4	0.47	0.71	0.216	391	21.6	33	9.9
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>109.53</b>					<b>925</b>	<b>51.5</b>	<b>78</b>	<b>23.7</b>

Tabla 5: Elaboración propia, tabla de fundaciones.

<b>4 - Tabla de planificación de suelos estructurales</b>										
Familia y tipo	Recuento	Volumen	Cemento (bls/m3)	Arena (m3/m3)	Grava (m3/m3)	Agua (m3/m3)	Total bolsas de cemento	Total m3 de arena	Total m3 de grava	Total m3 de agua
Suelo: F5	2	1.76 m <sup>3</sup>	8.4	0.47	0.71	0.216	14.75	0.83	1.25	0.38
Suelo: F15	1	0.78 m <sup>3</sup>	8.4	0.47	0.71	0.216	6.57	0.37	0.55	0.17
Suelo: LD1	7	12.64 m <sup>3</sup>	8.4	0.47	0.71	0.216	106.19	5.94	8.98	2.73
Suelo: LM1	54	110.60 m <sup>3</sup>	8.4	0.47	0.71	0.216	929.02	51.98	78.52	23.89
Suelo: PC1	2	116.88 m <sup>3</sup>	8.4	0.47	0.71	0.216	981.78	54.93	82.98	25.25
Suelo: Ramp	2	6.98 m <sup>3</sup>	8.4	0.47	0.71	0.216	58.65	3.28	4.96	1.51
Suelo: SUELO COND.	7	219.81 m <sup>3</sup>	8.4	0.47	0.71	0.216	1846.44	103.31	156.07	47.48
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>469.45</b>					<b>3943.4</b>	<b>220.64</b>	<b>333.31</b>	<b>101.4</b>

Tabla 6: Elaboración propia, tabla de suelos estructurales

Total Bolsas de cemento	Total de Volumen m3	Total m3 de arena	Total m3 de grava	Total m3 de agua
<b>6862.03</b>	<b>808.04</b>	<b>379.81</b>	<b>573.94</b>	<b>174.58</b>

*Tabla 7: Elaboración propia, tabla de cantidades totales de materiales para los elementos calculados.*

## **5.2 EJERCICIO PRÁCTICO EMPLEANDO METODOLOGÍA TRADICIONAL.**

### **Cálculo de cantidades de obra y cantidades de materiales.**

Este método se fundamenta en la aplicación de fórmulas geométricas y matemáticas procesadas a través de hojas de cálculo electrónicas (en este caso Microsoft Excel), lo que permite la obtención de los parámetros de cuantificación.

Las proporciones volumétricas específicas empleadas para la dosificación de los materiales (cemento, arena, grava y agua) fueron determinadas con base en la información técnica proporcionada por el Manual del Constructor: Información técnica de albañilería y sobre materiales de construcción.

**Seguidamente se muestran las Tablas Resumen elaboradas en Microsoft Excel 2021.**

Elementos	Volumen (m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Proporción Volumétrica	Materiales					Materiales Totales			
				Cemento (bls/m <sup>3</sup> )	Arena (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Desperdicio	Cemento (bls)	Arena (m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
Z1	4.00	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	33.60	1.88	2.84	0.86
Z2	8.39	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	70.49	3.94	5.96	1.81
Z3	1.83	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	15.37	0.86	1.30	0.40
Z4	1.99	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	16.73	0.94	1.41	0.43
Z5	3.39	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	28.47	1.59	2.41	0.73
Z6	6.96	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	58.42	3.27	4.94	1.50
Z-F	0.95	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	7.95	0.45	0.67	0.20
Z1	46.00	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	386.40	21.62	32.66	9.94
ZC-M1	33.75	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	283.47	15.86	23.96	7.29
ZAPATAS									900.91	50.41	76.15	23.17

Tabla 8: Elaboración propia, tabla de concreto para Cimentaciones.

Elementos	Volumen (m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Proporción Volumétrica	Materiales					Materiales Totales			
				Cemento (bls/m <sup>3</sup> )	Arena (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Desperdicio	Cemento (bls)	Arena (m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
VF1	4.05	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	34.05	1.91	2.88	0.88
T1	13.25	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	111.30	6.23	9.41	2.86
VIGAS DE FUNDACIÓN									145.35	8.13	12.29	3.74

Tabla 9: Elaboración propia, tabla de concreto para Vigas de Fundación.

Elementos	Volumen (m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Proporción Volumétrica	Materiales					Materiales Totales			
				Cemento (bls/m <sup>3</sup> )	Arena (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Desperdicio	Cemento (bls)	Arena (m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
PI	199.81	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	1,678.37	93.91	141.86	43.16
PD1	12.00	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	100.76	5.64	8.52	2.59
ELEMENTOS VERTICALES									1,779.13	99.55	150.38	45.75

Tabla 10: Elaboración propia, tabla de concreto para elementos verticales estructurales (pilotes y pedestales).

Elementos	Volumen (m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Proporción Volumétrica	Materiales					Materiales Totales			
				Cemento (bls/m <sup>3</sup> )	Arena (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Desperdicio	Cemento (bls)	Arena (m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
PC1	117.10	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	983.64	55.04	83.14	25.29
F5	1.75	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	14.73	0.82	1.25	0.38
ramp	7.00	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	58.84	3.29	4.97	1.51
F15	0.61	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	5.14	0.29	0.43	0.13
LD1	10.94	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	91.87	5.14	7.77	2.36
LM1	107.90	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	906.32	50.71	76.61	23.31
SUELO COND.	220.60	210	1 2 3	8.40	0.47	0.71	0.22	1.00	1,853.04	103.68	156.63	47.65
LOSAS									3,913.59	218.97	330.79	100.64

Tabla 11: Elaboración propia, tabla de concreto para Losas Estructurales.

Cemento (bls)	Arena (m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
6,738.98	377.06	569.60	173.29

Tabla 12: Elaboración propia, tabla de Cantidades Totales de Materiales.

## 4 DISCUSION DE RESULTADOS

La discusión de resultados compara la eficiencia y detalle del enfoque BIM frente a la metodología tradicional en la cuantificación de volúmenes de concreto.

### Análisis de los resultados de la Cuantificación en la Metodología Tradicional y la Metodología BIM

Métodos de Cuantificación	Cemento (bls)	Arena (m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
Metodología Tradicional (Hoja de cálculo de Excel)	6,738.98	377.06	569.60	173.29
Metodología BIM (Tablas de Planificación de Revit)	6,862.03	379.81	573.94	174.58
Diferencia	123.05	2.75	4.34	1.29
Porcentaje de diferencia	1.81%	0.73%	0.76%	0.74%

Tabla 13: Diferencia en la cuantificación entre ambas metodologías.

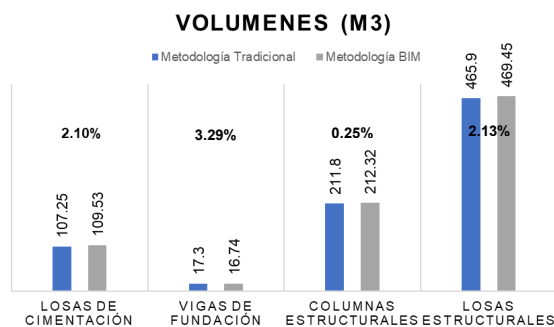


Gráfico 1: Diferencia entre metodologías por grupos de elementos

El análisis comparativo entre los resultados evidencia que la metodología BIM presenta un ligero aumento en la cuantificación de volúmenes y, por ende, en las cantidades de materiales requeridas. Esta sobreestimación se origina principalmente por deficiencias en

el modelado, como duplicidad de elementos, lo cual resulta en datos redundantes.

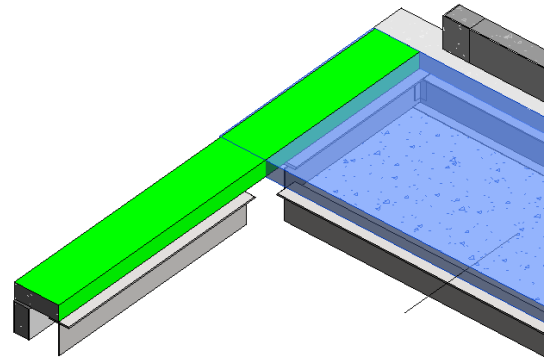


Ilustración 7: Captura tomada del modelo utilizado, elementos LD1

### Factores de exactitud en la Metodología Tradicional

En la Metodología tradicional se conoce que la obtención de volúmenes y metrajés se lleva a cabo a partir de cálculos geométricos y matemáticos manuales en hojas de cálculo y planos 2D.

Con la práctica de este ejercicio se ha podido apreciar posibles errores que pueden afectar los cálculos de metraje de obra, se mencionan los más evidenciados en este caso:

- Errores en transcripción de datos y fórmulas. Fallos al trasladar medidas y dimensiones o errores al escribir las fórmulas de la hoja de cálculo.
- Interpretación de planos. Ambigüedad en la lectura de detalles o secciones, poca claridad de la información.
- Omisión de elementos. Al cuantificar grandes cantidades de elementos es fácil olvidar elementos o repetirlos.

## Factores de exactitud en la Metodología BIM

Según la teoría, la metodología BIM permite realizar cuantificaciones con gran detalle gracias al uso de modelos tridimensionales, en los que cada elemento posee información integrada de dimensiones, materiales y relaciones espaciales.

La constante interacción con el modelo de referencia para esta investigación, se logró apreciar posibles fallos que afectan la información en las tablas de planificación, destacando los siguientes:

- Herramientas de medición. Configuración del software para cortar o unir elementos, al no usar estas herramientas se pueden superponer elementos y por ende hacer doble medición.
- Nivel de desarrollo (LOD). Un LOD bajo que posee poca información puede resultar en cuantificaciones imprecisas.

## Comparación del Tiempo Invertido y Eficiencia.

El análisis comparativo entre los métodos tradicionales y la metodología BIM evidenció una diferencia notable en el tiempo invertido y la eficiencia al obtener cantidades de concreto. En la metodología tradicional, basada en cálculos manuales y hojas de Excel, el proceso de estimación requirió aproximadamente un día y medio, debido a la recopilación, organización y verificación individual de los datos. En contraste, mediante la metodología BIM, el mismo proceso se completó en un lapso aproximado de dos horas.

El modelo digital con información paramétrica permitió automatizar gran parte

de las mediciones, reduciendo significativamente los errores humanos y optimizando el tiempo de respuesta. Además, la metodología BIM mejora la exactitud de los volúmenes de concreto y aumenta la productividad al minimizar tareas repetitivas y dependientes del criterio del técnico.

Asimismo, la eficiencia del método BIM se incrementa conforme se optimiza la estructuración del modelo y el dominio de las herramientas digitales, mientras que los métodos tradicionales presentan menor adaptabilidad ante modificaciones en el diseño.

Método utilizado	Tiempo invertido (horas)	Equivalente en días
Metodo tradicional	36 h	1,5 días
Metodología BIM	2 h	0,08 días

Tabla 14: Comparación de tiempo invertido entre ambas metodologías

## CONCLUSIONES.

- Con la metodología BIM se optimiza el tiempo y la eficiencia frente a la metodología tradicional. El modelo de los elementos estructurales brinda una visión más clara del proyecto, permitiendo visualizar y cuantificar con mayor detalle los volúmenes en las diferentes vistas.
- La Metodología Tradicional presenta una gestión fragmentada y menos interactiva de los materiales por la información descentralizada. En cambio, la metodología BIM concentra toda la información del proyecto en un solo entorno digital,

asegurando que los componentes estén interrelacionados y actualizados en tiempo real.

- La metodología BIM garantiza una exactitud superior en la cuantificación de materiales al vincular los datos con el modelo tridimensional. Esto permite la generación de listados y tablas con un alto nivel de certeza y coherencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- BIM Forum El Salvador. (Octubre de 2024). BIM Essential. El Salvador.
- BIMcollab. (s. f.). (s.f.). BIM vs CAD: principales diferencias. BIMcollab. Obtenido de <https://www.bimcollab.com>
- Borkowski, & J. (2023). *Metodologías tradicionales en construcción; análisis y limitaciones*. (E. d. Civil, Ed.)
- Conferencia 13° Congreso Internacional sobre Avances en Ingeniería Civil. (Septiembre de 2018). Planificación y gestión de proyectos mediante modelado de información de construcción (BIM). Çeşme-İzmir, Turquía.
- Eastman, & C. (2018). BIM Handbook: Guía de Building Information Modeling. John Wiley & Sons.
- Eastman, C. T. (2018). *A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (3rd ed.)*. John Wiley & Sons.
- Elsevier BV. (2019). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580518311944?via%3Dihub>
- Escobar, G. A. (2022). Metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción. Villavicencio, Meta, Colombia.
- f.), B. t. (s.f.). Las 7 dimensiones BIM (1D, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D y 7D). BIMtool. Obtenido de <https://www.bimtool.com/Article/12468893>
- Guamán, C., R., J., López, P.A, & C., & M.E. (2022). Implementación de metodología BIM en proyectos de construcción en Latinoamérica.
- Hernán Porras-Díaz, O. G.-R.-G.-P.-P. (Enero de 2015). Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración. Colombia.
- Liu, R, Issa, R., R., & Olbina, S. (2015). Factors Influencing the adoption of Building Information Modeling in the AEC industry Automation in Construction.
- Martínez, J, & Hernández, L. (2020). Precisión en la cuantificación de concreto en proyectos de vivienda social en El Salvador. Revista Centroamericana de Ingeniería Civil, 12(1), 55-70.
- Ortega, J. (1993). Historia de la construcción: cuantificación y medición de obra desde las civilizaciones antiguas. (Editorial Académica).
- Ramírez , J. L. (2018). La metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción en Colombia y Latinoamérica. Revista Ingeniería y Región.
- Ramírez-Escalona, M. C.-F. (2024). actores que inciden en la planificación y control de obras civiles.
- Redacción BIMGOB LATAM. (Enero de 2025). El Salvador da pasos firmes en la implementación de BIM. BIMGOB LATAM. Obtenido de <https://bimgoblatam.com>
- Serna, S. L. (2020). *Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia*.

## Carpeta de recursos



*Acceso de información 1: Recursos adicionales*