

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación para contrastar los metrados y presupuestos a nivel del casco
estructural con la implementación BIM (Dynamo – Revit) en un edificio
residencial en Lima - Perú**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Yorani Blademir Espíritu Perez

Asesor:

Ing. David Díaz Garamendi

Lima, noviembre 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo *Ing. David Díaz Garamendi*, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Evaluación para contrastar los metrados y presupuestos a nivel del casco estructural con la implementación BIM (Dynamo – Revit) en un edificio residencial en Lima - Perú”** del autor Yorani Blademir Espíritu Pérez tiene un índice de similitud de 13 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de, Lima a los 16 días del mes de octubre del año 2025



Ing. David Díaz Garamendi

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Lima, Naña, Villa Unión, a 27 día(s) del mes de noviembre del año 2025 siendo las 14:30 horas, se

reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a) Mg. Juana Beatriz Aquise Pari

Basualdo el (la) secretario(a): Dr. Rolando Quispe Paucar y los demás miembros: Mg. Leonel Chahuares Garamendi y el (la) asesor(a) Ing. David Diaz

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

"Evaluación para contrastar los metrados y presupuestos a nivel del caso estructural con la implementación BIM (Dynamo-Revit) en un edificio residencial en Lima - Perú" del(los) bachiller(es): a) Yorani Blademir Espiritu Perez

b) c) conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Yorani Blademir Espiritu Perez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy bueno

Bachiller (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Asesor/a

Bachiller (a)

Miembro

Bachiller (b)



Secretario/a

Miembro

Bachiller (c)

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

INDICE

Resumen	1
Palabras Claves	1
Abreviatura	1
1. Introducción	2
2. Metodología	3
2.1 Desarrollo del Modelo BIM	4
2.1.1 Recolección y Revisión de Información.....	4
2.1.2 Modelado 3D de Estructuras del proyecto.....	5
2.1.3 Modelado BIM de Acero de Refuerzo	6
2.2 <i>Cálculo de metrados de Obra aplicando Dynamo en el Modelo BIM 3D</i>	6
2.3 <i>Recopilación del Análisis de Precios Unitarios de Obra y Presupuestos para el Modelo BIM 3D</i>	8
3. Resultados Experimentales y Análisis	8
2.3 <i>Discusión</i>	15
4. Conclusiones y Comentarios	15
Referencias	16

Evaluación para contrastar los metrados y presupuestos a nivel del casco estructural con la implementación BIM (Dynamo – Revit) en un edificio residencial en Lima – Perú

Yorani Espíritu Pérez – David Díaz Garamendi

Universidad Peruana Unión, +51 (Perú); yoraniespiritu@upeu.edu.pe |

Highlights:

- Los resultados en el contraste de metrados y presupuestos influyen directamente en los recursos financieros del proyecto
- El método de evaluación utilizando BIM (Revit-Dynamo) acelera los procesos de gestión de la información, reduciendo costes y tiempo, además de precisión.
- Se recomienda criterios de procesos constructivos, para reflejar resultados más realistas en la cuantificación.

Resumen. La presente investigación tiene como objetivo la evaluación para contrastar los metrados y presupuestos, del proyecto (Edificio Residencial “Cádiz”), realizados bajo los procesos tradicionales de cálculo y dibujos en dos dimensiones (2D), frente al uso de la metodología (BIM), aplicados para la especialidad de estructuras. En ese sentido se presenta la metodología integrando y extrayendo los metrados de manera automática mediante rutinas en Dynamo vinculadas al modelo 3D en Autodesk Revit, lo que permitió la obtención de tablas de cuantificación consistentes para concreto, acero y encofrados. Se efectúa una comparación del metrado y presupuesto de obra obtenido con el método tradicional y el obtenido con la utilización del lenguaje de programación, a partir de la cual es posible verificar el aporte de la implementación de BIM al aumento de la precisión de los cálculos de cantidades y presupuesto de construcción, así mismo reduciendo el tiempo de actividades de elaboración del proyecto. Los resultados obtenidos con Dynamo-Revit de metrados para la especialidad de partidas de Estructura muestran una variación global de 1.1% (concreto), -2.2% (acero) y 1.2% (Encofrados). Finalmente, se registró un aumento en el costo directo de 1.2% (concreto), 0.8% (encofrados) y un déficit de -2.4% (acero).

Summary. This research aims to assess and compare the quantity take-offs and cost estimates of the "Cádiz" Residential Building project, performed using traditional calculation processes and two-dimensional (2D) drawings, against the application of Building Information Modeling (BIM) methodology for the structural discipline. In this context, the methodology is presented by integrating and extracting quantities automatically through Dynamo routines linked to the 3D model in Autodesk Revit, which enabled the generation of consistent quantification tables for concrete, reinforcing steel, and formwork. A comparison is conducted between the quantity take-offs and construction budget obtained through the traditional method and those obtained using visual programming language, from which it is possible to verify the contribution of BIM implementation to increased precision in quantity calculations and construction budgeting, while also reducing project development time. The results obtained with Dynamo-Revit for quantity take-offs in structural work items show an overall variation of 1.1% (concrete), -2.2% (reinforcing steel), and 1.2% (formwork). Finally, an increase in direct costs of 1.2% (concrete) and 0.8% (formwork) was recorded, along with a deficit of -2.4% (reinforcing steel).

Palabras clave: Building Information Modeling (BIM), Metrado Tradicional, Dynamo-Revit, Presupuesto

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Traditional Quantity Take-off, Dynamo-Revit, Budget.

Abreviatura:

BIM - Building Information Modeling

CAD - Diseño Asistido por Computador

API - Interfaz de Programación de Aplicaciones

1. Introducción

BIM (Modelado de Información de Construcción) es una metodología colaborativa que permite crear y administrar modelos digitales de proyectos constructivos, integrando información geométrica, de costo, tiempo y mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida. (Del Savio, 2019).

En la industria de la construcción, la adopción de BIM ha impulsado una creciente digitalización y optimización en la gestión de datos. Particularmente, en las fases de planificación, el análisis de rendimientos y la estimación de metrados y costos se han visto significativamente beneficiados (Borrmann et al., 2018; Wang et al., 2024).

Estudios comparativos entre metodologías tradicionales y BIM demuestran eficiencia económica, con ahorros hasta del 14% en utilidades cuando se incluyen costos de implementación (Duarte H. and Pinilla A. 2014). Al estimar los metrados se identifica el excedente o déficit del proyecto. La precisión en la estimación de metrados mediante BIM alcanza el 95%, permitiendo identificar excedentes o déficits del proyecto de manera temprana (Medina C. et al. 2020)

La cuantificación de cantidades constituye una de las actividades fundamentales en el proceso de construcción, ya que es la base para muchas otras tareas, se miden los elementos del edificio y estas cantidades se utilizan luego para estimar su costo, y obtener sus variaciones presupuestarias (Alfaro, 2019). Esta información se reúne en una lista, tipo de documento que estructura y organiza las medidas, productividades y costos, según la tarea constructiva y respetando el orden de construcción real. (Monteiro & Poças Martins, 2013).

El cálculo de cantidades es una tarea que se realiza generalmente después de la fase de desarrollo del diseño preparando el metrado para licitar el proyecto (Holm and Schaufelberger, 2021). De manera convencional, es un proceso manual que implica medir los diferentes elementos de diseño, es decir, planos de planta, alzados, secciones transversales. Dado que se basa en la interpretación humana, este enfoque es de naturaleza laboriosa y propenso a errores, generando fácilmente una cuantificación insuficiente o excesiva, provocando pérdidas de tiempo y dinero. (Marquez, 2021)

Las diferencias notables entre la estimación de metrados y costos en proyectos de edificación destacan la importancia de adoptar BIM para lograr una planificación y gestión más efectiva de los recursos económicos. Sin embargo, muchas empresas y organizaciones aún no han adoptado esta metodología, lo que evidencia la necesidad de una mayor conciencia y adaptación en la industria de la construcción (Carrizales & Astocaza, 2023).

En una obra de construcción, los costos asociados al diseño, ejecución y funcionamiento se presentan elevados, debido al alto valor de los materiales, la especialización técnica necesaria y la envergadura de los proyectos. Por estas razones, es de gran importancia una eficiente gestión de costos en las distintas fases del proyecto que haga posible reducir las pérdidas asociadas al mismo (Porras-díaz et al., 2015).

Autodesk Revit es una de las aplicaciones más empleadas en la industria BIM, que representa un cambio transformador hacia una mayor eficiencia operativa y de costos (Solanki et al., 2024). La incorporación de Revit facilita la gestión de modelos BIM, permite identificar interferencias entre especialidades, logrando entregables más precisos y optimizando el diseño (Tizón et al., 2024). Para el modelado de una estructura, además se requieren criterios que juegan un papel importante para la etapa de pre construcción en la fase de despegue de cantidades. (Syed & Manzoor, 2022).

Por otro lado, para implementar BIM se debe tener en cuenta las necesidades del proyecto, ya que el nivel de detalle de cada elemento del modelado influye directamente en la estimación de metrados (Medina C. et al., 2020). La incorporación de herramientas de programación visual como Dynamo facilita el manejo automatizado de datos sin requerir habilidades avanzadas de programación (Seghier et al., 2019). Estudios recientes confirman la confiabilidad de este método automatizado, demostrando una reducción significativa en tiempos de procesamiento y mejora en la eficiencia operativa (Thabet, Lucas, and Srinivasan, 2022).

La presente investigación tiene como objetivo contrastar los metrados de un proyecto de edificación residencial de mediana envergadura en partidas de estructuras de concreto armado. El alcance comprende el uso de modelamiento 3D en Revit aplicando una rutina desarrollada en Dynamo, que facilita la comparación con metodologías tradicionales. Esta herramienta permite automatizar la extracción de metrados y presupuestos, mejorar la precisión en cuantificación de materiales y exportar los datos a Excel.

El artículo comienza con la revisión de información del proyecto. Posteriormente, se describe la metodología y el modelado 3D del edificio residencial "Cádiz" (Lima-Perú). Se realiza una comparativa de metrados y presupuestos entre el modelo BIM y el método tradicional a nivel de casco estructural, analizando las cantidades de material para concreto, acero y encofrados. Se discuten los resultados, se identifican las limitaciones del método propuesto y se presentan las conclusiones con recomendaciones para futuras investigaciones.

2. Metodología

La metodología empleada para la presente investigación hace referencia al método científico experimental. (Maya 2014). El desarrollo de la metodología se centra en la creación del modelado tridimensional de un proyecto vivienda residencial en Revit, y aplicando el lenguaje de programación en Dynamo para los metrados automáticos a nivel de partidas de estructuras de concreto (m^3), acero (kg) y encofrados (m^2), contrastando frente al método tradicional de cálculo, buscando esclarecer la influencia de la metodología BIM en la estimación de cantidades y los costos de un proyecto.

La investigación realizada es aplicada, debido a que “depende de los avances de la investigación básica, buscando la aplicación y consecuencias prácticas, sobre todo a nivel tecnológico de los conocimientos” (Maya, 2014, p. pag.17). Consiste en comparar los resultados de la variable independiente, que en este caso es la estimación de metrados y costos, con una variable dependiente que no cuenta con un tratamiento real alternativo, como la metodología BIM en las etapas de elaboración del proyecto, con el propósito de evaluar su influencia.

La Muestra de estudio se ubica en la Urbanización Residencial Higuera; Distrito de Santiago de Surco, Provincia y Departamento de Lima. Se localiza en una zona designada para Vivienda de media densidad (Ver tabla 1), con un área de terreno de 374.40 m² y área a construir de 2,103.84 m² según la memoria descriptiva de arquitectura de dicho proyecto.

Tabla 1. Descripción de la muestra del proyecto evaluado.

Nombre	Descripción del Proyecto
Edificio Residencial “Cadiz”	Edificio realizado de concreto armado, que consta de un sótano, semisótano, cinco pisos superiores y azotea. El sótano y el semisótano están destinados a estacionamientos, depósitos, cisternas y cuarto de bombas; y los niveles superiores, para vivienda.

Para obtener los metrados, es necesario comenzar con un modelo CAD, del cual se consideran las distintas especialidades, como arquitectura, estructura e instalaciones, y dentro de cada una de ellas, según el tipo de elemento a evaluar. Siguiendo además El uso BIM de Ministerio de Economía y Finanzas, que son métodos de aplicación de BIM que se definen a través de procesos que se pueden ubicar, orientar y relacionar con cada fase del ciclo del proyecto, se considera el uso BIM del numeral 8.3 estimación de cantidades y costos, que permite el uso del modelo 3D para generar cantidades de componentes y materiales, para que, en base a esta información, se realicen las estimaciones de costos (Ministerio de Economía y Finanzas 2023:pag.65). En este estudio de investigación, se utilizó la metodología mostrada en el flujograma de la Ilustración 1, que consta de elaborar el modelado 3D en Revit y cuantificar los metrados del modelo estructural tridimensional, siguiendo una estrategia para el correcto y eficiente funcionamiento, a partir del modelo en CAD de una vivienda convencional para el análisis e integración de la información. En la Tabla 2 se presentan los recursos e instrumentos requeridos para el desarrollo de la metodología.

Se crearán los materiales para designarlos antes de modelación de cada elemento estructural; seguidamente se modelará los elementos del casco estructural, asignando su acero según las especificaciones en el plano de cimientos y aligerados del proyecto. Luego se cuantificó el resultado total de concreto y acero en todo el proyecto mediante la aplicación del lenguaje de programación en Dynamo por un Add-in incorporado en Revit. Al completar el cálculo, el modelo dispondrá de datos guardados sobre las mediciones del casco estructural de la vivienda convencional, obtenidos mediante la aplicación del lenguaje de programación Dynamo.

Finalmente se procesa la información de las tablas de cuantificación realizando un contraste de las dos metodologías para determinar un análisis de interpretación, beneficios, limitaciones e impactos en el sector, además su efectividad en tiempo, costos y precisión.

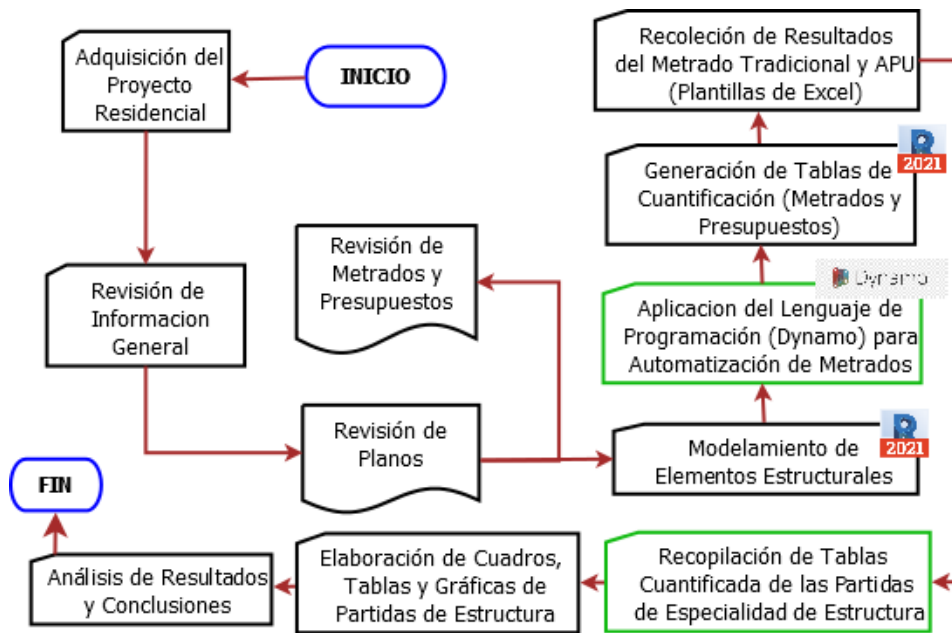


Figura 1. Metodología empleada para el cálculo de cantidades y presupuestos de partidas de estructura.
Fuente: Autoría Propia

Tabla 2. Recursos y Herramientas empleados para la implementación de la metodología.
Fuente: Elaboración Propia.

Recursos e instrumentos	Descripción de Función	Unidad	Cantidad
Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ / CPU con 2.80GHz. Ram de 16.0 GB. NVIDIA Geforce GTX 1050 disco solido 1 Tera.	Equipo con capacidad de procesamiento suficiente para ejecutar el software de modelo BIM, realizar la extracción de metrados, procesar información tridimensional compleja. La tarjeta gráfica permite la visualización fluida del modelo 3D.	Unidad	1
Software Autodesk Revit 2021 con licencia educacional	Plataforma BIM que permite desarrollar el modelo tridimensional paramétrico del proyecto, generar tablas de cantidades de obra. Constituye la herramienta principal para la implementación de la metodología de modelado digital en la investigación.	Unidad	1
Modelador capacitado en el manejo de software Revit	Profesional responsable de ejecutar el modelado 3D, configurar parámetros y familias de elementos constructivos, extraer información de metrados. Su experiencia asegura la correcta aplicación de estándares BIM y la confiabilidad de los resultados.	Horas	240
Capacitaciones en Herramientas de Programación en Dynamo	Formación especializada en programación visual para automatizar procesos repetitivos dentro de Revit, optimizar la extracción de datos, crear rutinas personalizadas para el cálculo de metrados. Permite desarrollar scripts que facilitan la cuantificación automatizada de elementos constructivos.	Horas	120

2.1. Desarrollo del Modelo BIM.

2.1.1. Recolección y Revisión de Información.

Se evaluaron los documentos como los planos CAD 2D (Ver fig.2) tanto de estructuras y de arquitectura, esta última considerándose para la vinculación con Revit a partir del cual se tomarán los ejes en planta y en altura del proyecto. Con los reportes obtenidos, se dan revisión a metrados del proyecto La Castellana “Cádiz” para fines de la investigación, la partida de estructuras, siendo las más incidentes en relación a metrados y presupuestos en edificaciones, en el cual se confirmó la ausencia de errores en la cuantificación de la partida del proyecto; el estudio se centró específicamente en la partida estructural. Las mediciones efectuadas en la obra se realizaron siguiendo los lineamientos establecidos en la norma técnica peruana de metrados para construcciones de edificios y desarrollos urbanos.

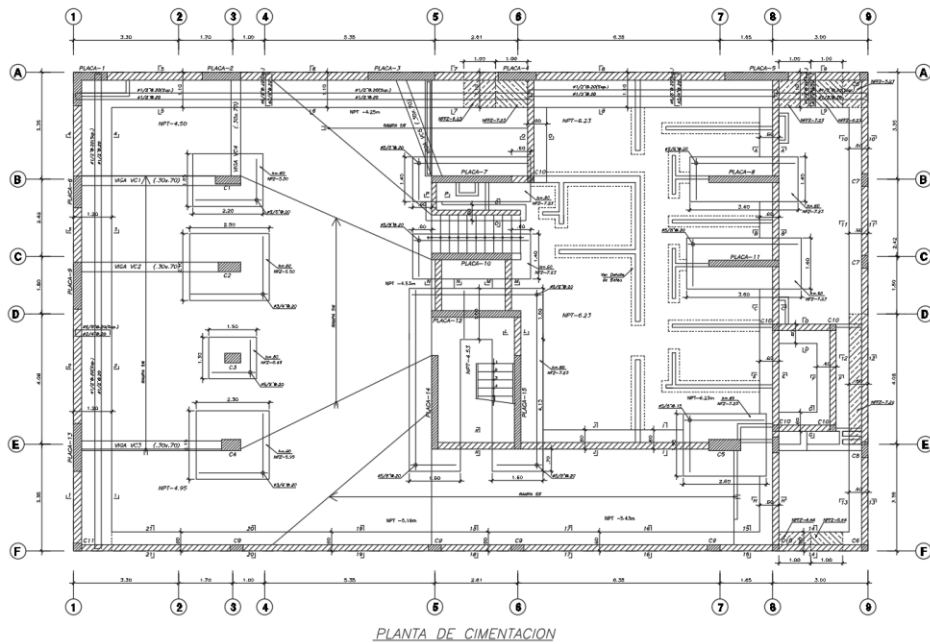


Figura 2. Planos CAD de Cimentación de proyecto “Cádiz” especialidad estructuras
Fuente: Inmobiliaria La Castellana

2.1.2. Modelado 3D de Estructuras del proyecto.

Respecto al objetivo, obtenidos los planos CAD se inicia con el modelado 3D de la estructura (Ver Fig. 3), en la secuencia siguiente: Cimentación, columnas, placas, vigas, suelos y aligerados.

Para la construcción del modelo BIM están disponibles en el mercado distintos softwares, que brindan diversas herramientas de análisis y modelado (Succar, 2009). El proyecto fue desarrollado en el software BIM Autodesk Revit 2021 con licencia estudiantil.

Durante la creación del modelo se deben considerar los procedimientos constructivos, con el propósito de facilitar la correcta representación tridimensional del edificio y el procedimiento de extracción de cantidades de obra, incorporando una base de datos de información correspondiente al proyecto.

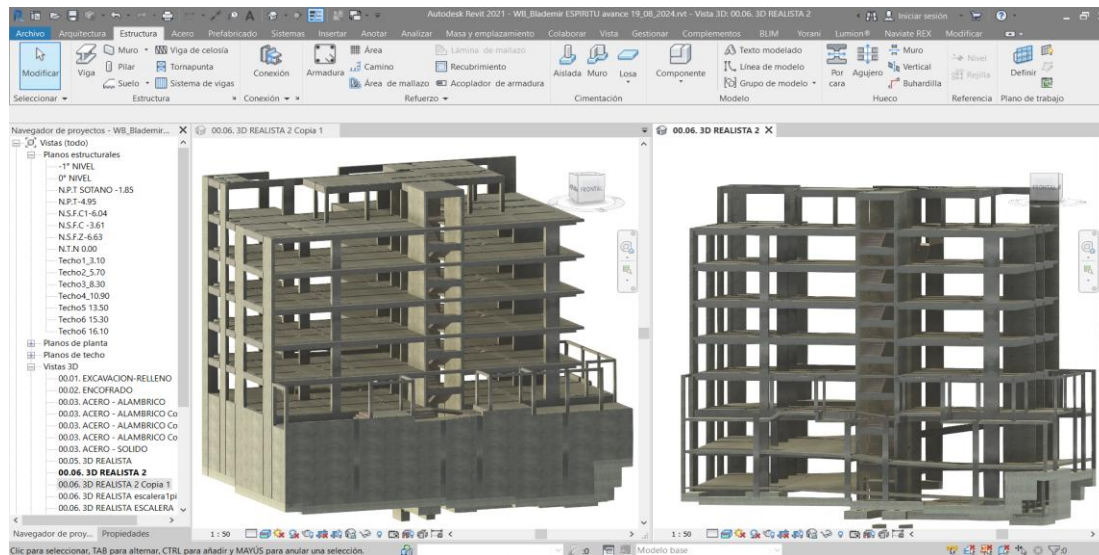


Figura 3. Modelo tridimensional BIM de la estructura de proyecto.
Fuente: Autoría Propia.

2.1.3. Modelado BIM de Acero de Refuerzo

Una vez definidos los componentes estructurales, se puede proceder con el modelado del acero de refuerzo en la estructura considerando la información extraída de los planos 2D. Cabe destacar que esta fase constituye el procedimiento más laborioso debido a su complejidad y el considerable tiempo que requiere su elaboración digital. Se sugiere que, debido al volumen considerable de componentes que conforman el acero de refuerzo en las estructuras, el modelado de estos se realice en un archivo separado del correspondiente a los elementos estructurales. En proyectos de gran extensión, es aconsejable segmentar la obra en diversas fases para evitar ralentizaciones en el procesamiento causadas por restricciones de capacidad computacional. En el desarrollo del modelado de acero es importante considerar los detalles constructivos longitudes de desarrollo, longitudes de empalmes o traslapes, diámetros y doblados de barras, radio y longitudes de ganchos en estribos (zapatas, columnas, vigas y aligerado). Al finalizar el modelado se aprecia el resultado mostrado en la fig.4. creando los aceros en todos los elementos de concreto armado existentes en el proyecto

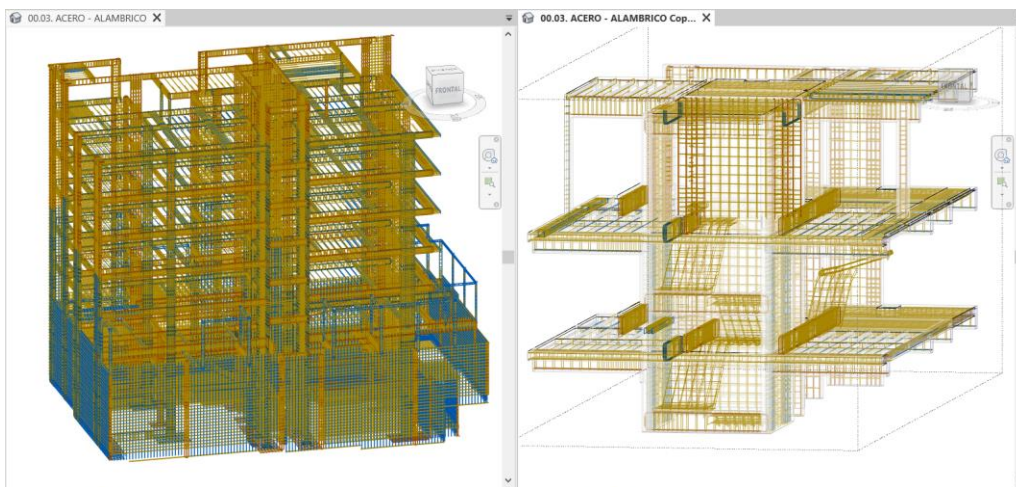


Figura 4. Modelo BIM 3D acero de refuerzo, con detalles en elementos de concreto.
Fuente: Elaboración Propia.

2.2. Cálculo de metrados de Obra aplicando Dynamo en el Modelo BIM 3D

Las aplicaciones convencionales para el cálculo detallado de cantidades no son muy adecuadas. Dynamo es uno de los complementos de Revit, que puede ayudar a la integración de procesos favoreciendo la exactitud en el cálculo de metrados, disminuyendo considerablemente las imprecisiones y contradicciones durante la estimación de recursos. (Shi et al., 2020). El modelo se desarrolla a un detalle denominado LOD 300, según Alonso (2015) es el nivel en el que se define gráficamente el elemento, especificando de forma precisa cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Comúnmente en la ejecución de proyectos, las cuantificaciones que se obtienen con mayor frecuencia de un modelo BIM incluyen concreto, encofrado, acero de refuerzo, entre otros elementos.

“El modelo BIM gestiona toda la información con el software Dynamo y la API (interfaz de programación de aplicaciones) para la automatización” (Hui et al., 2019). Dynamo ofrece a los usuarios la capacidad de expandir las capacidades de Revit y desarrollar instrumentos adaptados a sus necesidades. Funciona como una extensión o complemento para Revit y facilita la creación de geometrías matemáticas sofisticadas mediante códigos y parámetros, actualizando modificaciones de forma automática desde la plataforma BIM (Dzwierzynska & Lechwar, 2022, Kensek, 2014).

Desarrollado el lenguaje de programación visual en Dynamo para automatizar las planillas de cuantificación según la Normativa Peruana, mediante el diseño de nodos específicos para las partidas de concreto armado, lo que simplifica el proceso de metrado en comparación con el método convencional de cálculo basado en representaciones bidimensionales. Dynamo es una plataforma de código abierto, que permite a los usuarios crear algoritmos personalizados mediante la vinculación y secuencia de comandos, siendo descargable y compatible con aplicaciones como Revit o Civil 3D (Dynamo, 2024).

Cabe mencionar que en el modelo se debe de configurar y brindar una codificación a cada elemento creado según sus características (familia, tipo, diámetro de barra), cuya finalidad es el filtro por Dynamo al aplicar el lenguaje de programación.

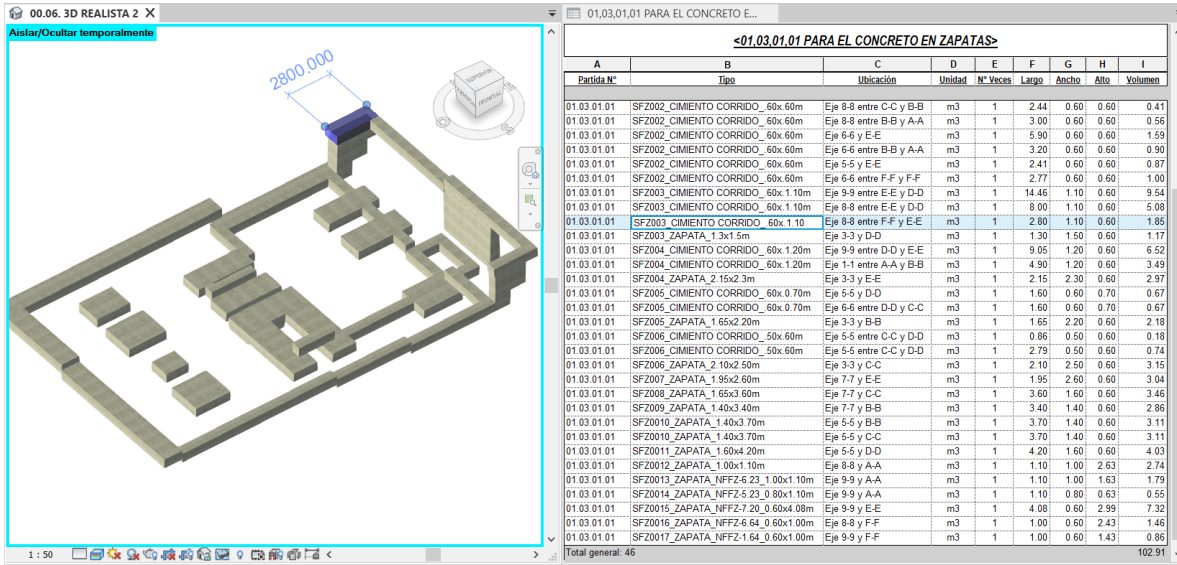


Figura 5. Modelo BIM 3D visualización de elementos de zapata y tabla de cuantificación en zapatas según N.T.P
Fuente: Elaboración Propia.

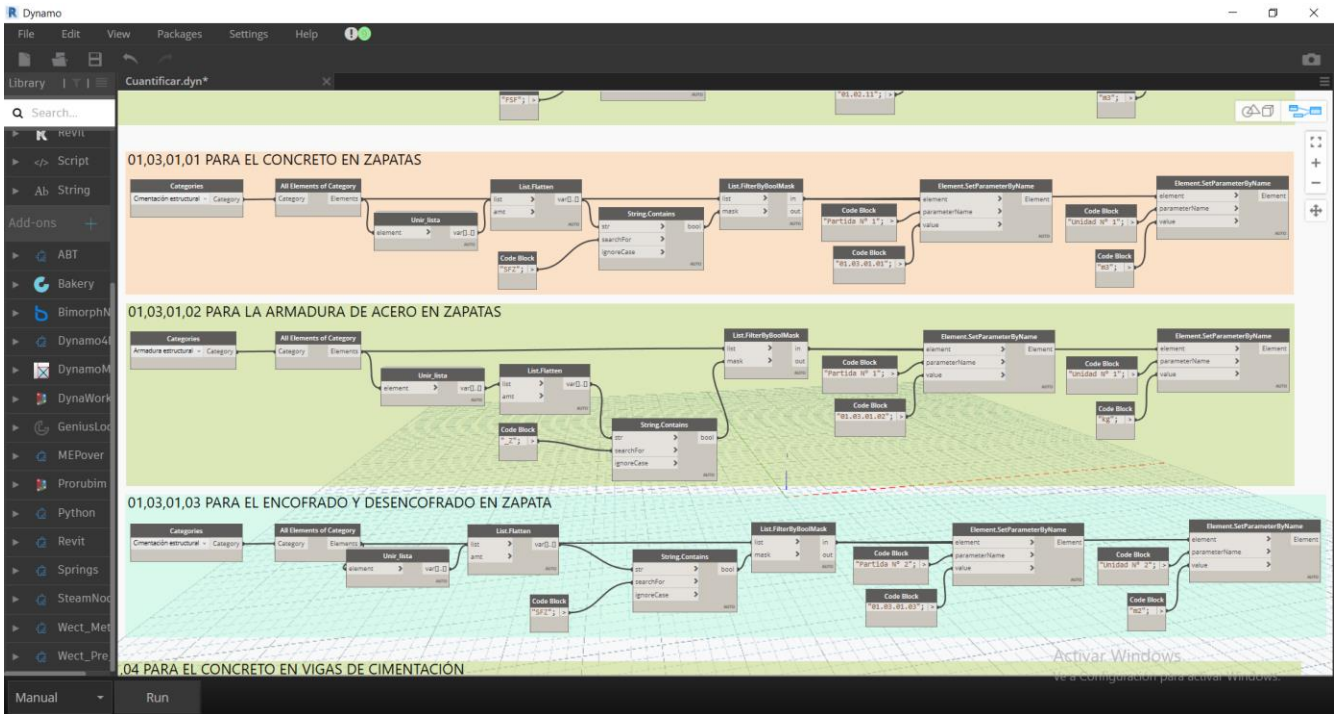


Figura 6. Desarrollo de Programación Visual en el entorno Dynamo-Revit para automatización planillas de metrados.
Fuente: Elaboración Propia.

La configuración de tablas de planificación, se desarrolló bajo la lista de formato de la Norma Técnica Peruana de Metrados, organizando la información de acuerdo a un orden dado por la Norma, La Fig.7. muestra la lista desplegable de las partidas de estructura, con un ítem de identificación que a su vez reconoce y usa dynamo para el procesamiento de información.

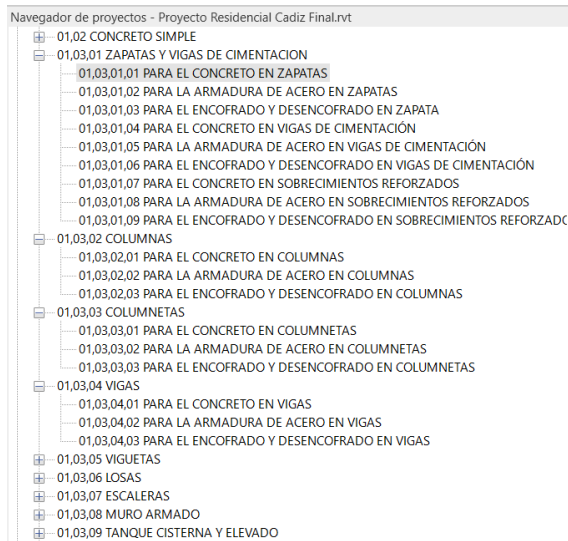


Figura 7. Elaboración de lista de partidas de estructura comparable a la Norma Técnica Peruana de Metrados
Fuente: Autoría Propia.

2.3. Recopilación del Análisis de Precios Unitarios de Obra y Presupuestos para el Modelo BIM 3D.

Posterior a la obtención de los metrados, se recopila la información del Análisis de Precios Unitarios (APU), empleados en el proyecto, para precisar cuánto es el costo de todos los recursos realizados en la elaboración de cada unidad del metrado, los factores que influyen en estos recursos incluyen: Personal (mano de obra), insumos (materiales), maquinaria e instrumentos. Al realizar el análisis de costos unitarios se toman en cuenta elementos como la localización geográfica de la obra, importante para la determinación de un adecuado presupuesto, asimismo un especialista con experiencia con base en datos históricos, referencias del lugar, que logre determinar la evaluación de acuerdo a la zona de análisis, en consecuencia, se logra una asignación eficaz de los recursos a emplear.

La estimación de costos es fundamental para los procesos en la industria de la construcción, convirtiéndose en un punto crítico en los proyectos de construcción tanto para presupuestar como para programar, se buscan formas más eficientes de estimar el costo de proyectos más aún si existe mayor complejidad en el mismo.

La información recolectada del proyecto son los precios unitarios las cuales se extraen en una base de datos creadas en Excel para complementar con los metrados obtenidos tras la implementación de Dynamo en el despegue de tablas de cuantificación.

3. Resultados Experimentales y Análisis.

Para la evaluación y contraste de los datos obtenidos tras el modelado BIM, empleando Revit-Dynamo, se evaluó las diferencias porcentuales existentes en los metrados tradicionales respecto al empleo de la metodología BIM automatizada por la aplicación de Dynamo, los resultados se basan principalmente en el despegue automático de las tablas de cuantificación, generadas por el algoritmo de programación visual empleado por Dynamo.

La cuantificación mediante BIM transforma notablemente el proceso convencional de medición. Durante la implementación metodológica se evidenció la sencillez, velocidad y exactitud en la obtención de cantidades de obra, contrastando con el procedimiento tradicional que resultó extenso y tedioso, habitualmente vulnerable a interpretaciones incorrectas de la información.

Fue posible observar con base en lo desarrollado que las variaciones obtenidos generalmente se dan por el método tradicional, estas suscitadas por errores humanos, elementos que no son visibles en los planos, errores de dibujo CAD. En la Fig. 8, es posible observar la interfaz de usuario del software Autodesk Revit 2021, complementado con la automatización Revit-Dynamo al momento del cálculo de despegue de cantidades de estructuras del proyecto evaluado.

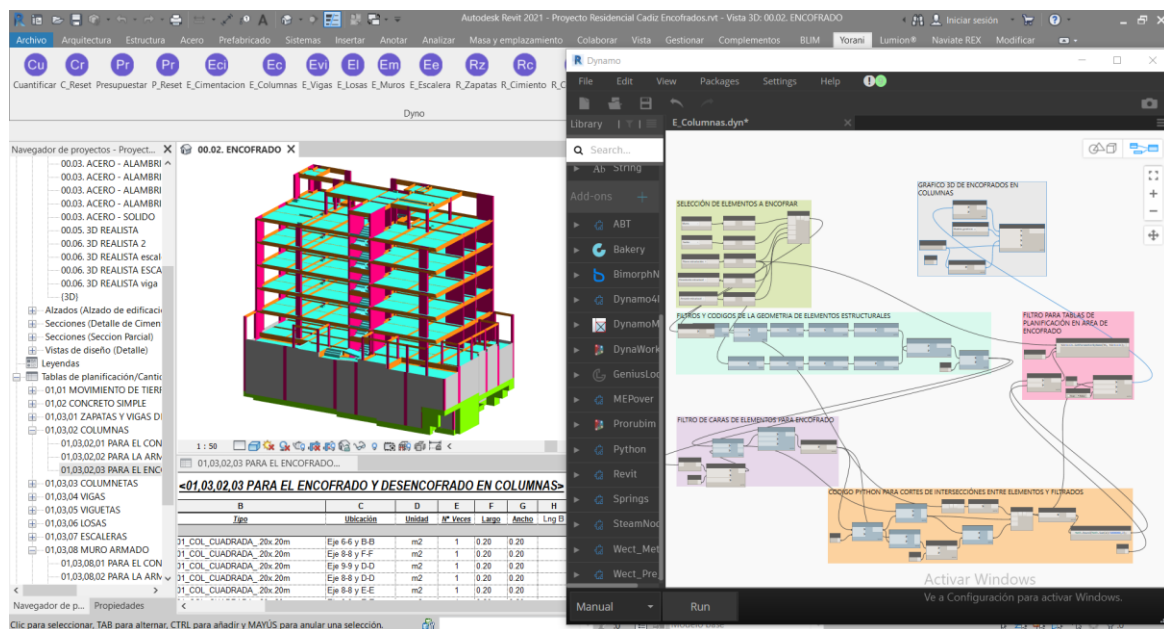


Figure 8. Modelo BIM 3D del proyecto, metrados ejecutados mediante Dynamo en encofrados
Fuente: Autoría Propia

En la Tabla 3, se pueden observar las comparaciones resultantes de los metrados realizados tradicionalmente frente al despegue de cantidades con Revit-Dynamo en la especialidad de partidas de estructura. Las variaciones porcentuales del modelo, se interpretan de la siguiente manera los valores ($\Delta\%$) se traducen en un mayor metrado, los valores ($-\Delta\%$) menor metrado, respecto a la metodología tradicional.

Tabla 3. Metrados de obra de estructuras proyecto “Cádiz”, extraídas mediante la metodología convencional y la aplicación de automatización Dynamo en Revit V.2021
Fuente: Elaboración Propia.

Metrados Estimados de la Especialidad de Estructura: Elementos de Concreto, Acero y Encofrados									
Análisis de Metodo Manual de cálculo									
Partidas de Estructura	Método Tradicional 2D			Método BIM (Revit-Dynamo)			Variaciones Porcentuales		
	Concreto (m3)	Acero de Refuerzo (kg)	Encofrado (m2)	Concreto (m3)	Acero de Refuerzo (kg)	Encofrado (m2)	Concreto $\Delta\%$	Acero $\Delta\%$	Encofrado $\Delta\%$
Zapatas	103.2	2461.1	247.8	102.9	2362.6	241.9	0.28%	4.0%	2.4%
Vigas de Cimentación	3.01	429.4	19.6	3.02	447.2	19.8	-0.33%	-4.1%	-1.0%
Columnas y Placas	181.9	27697.9	1559.1	173.7	28580.4	1618.3	4.51%	-3.2%	-3.8%
Vigas	116.1	21340.9	1050.3	114.4	21861.2	994.6	1.49%	-2.4%	5.3%
Losas	175.7	10050.0	1678.8	173.5	10121.0	1642.0	1.25%	-0.7%	2.2%
Escalera	19.1	1184.5	149.0	19.4	1217.4	142.3	-1.78%	-2.8%	4.5%
Muro Armado	89.5	7745.2	849.1	93.3	7868.5	825.7	-4.21%	-1.6%	2.8%
Tanque Cisterna	8.2	816.3	68.9	8.5	827.4	69.4	-4.42%	-1.4%	-0.7%
Variación del proyecto	696.7	71725.2	5622.4	688.7	73285.6	5553.8	1.1%	-2.2%	1.2%

Los resultados obtenidos en la Tabla 3, muestran variaciones porcentuales mínimas, las más significativas se observan en las zapatas con incrementos de 0.28% en concreto, 4.0% en acero de refuerzo y 2.4% en encofrado. Por el contrario, la partida de tanque cisterna presenta las mayores reducciones, con -4.42% en concreto, -1.4% en acero y -0.7% en encofrado. El análisis

global del proyecto evidencia variaciones mínimas de 1.1% en concreto, -2.2% en acero de refuerzo y 1.2% en encofrado, lo que sugiere una concordancia aceptable entre ambas metodologías.

El acero de refuerzo muestra la mayor variación (4.0%) en zapatas, atribuyendo estas diferencias a la capacidad del software BIM para contabilizar traslapes, anclajes y dobleces con mayor exactitud.

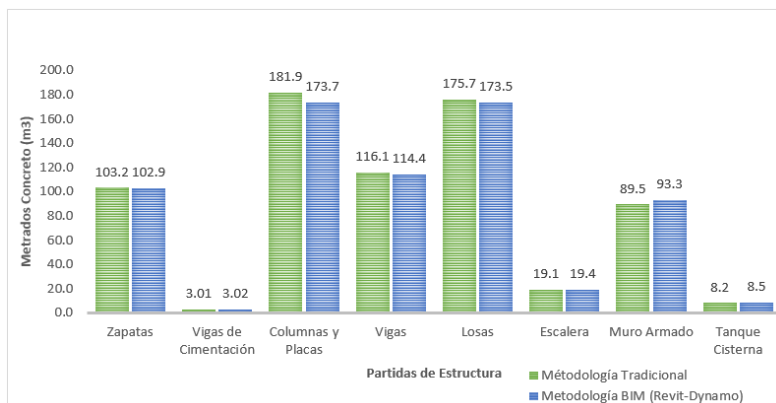


Figura 9. Metrados por método tradicional / Metrados empleando Dynamo-Revit, para concreto

Fuente: Autoría Propia.

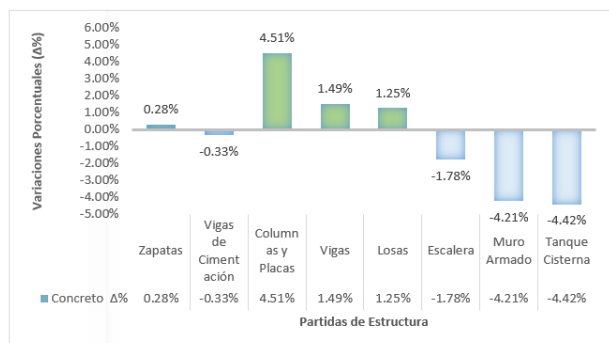


Figura 10. Variaciones Porcentuales de metrados de concreto por partidas

Fuente: Autoría Propia.

En la Fig. 10, Las columnas y placas registran variaciones de 4.51% y -3.2% respectivamente en concreto, mientras que las vigas de cimentación muestran reducciones mínimas (-0.33%). Hallazgos que determinan que elementos repetitivos como columnas son susceptibles a errores de conteo manual, mientras que el modelado paramétrico garantiza la cuantificación exacta de todos los elementos insertados.

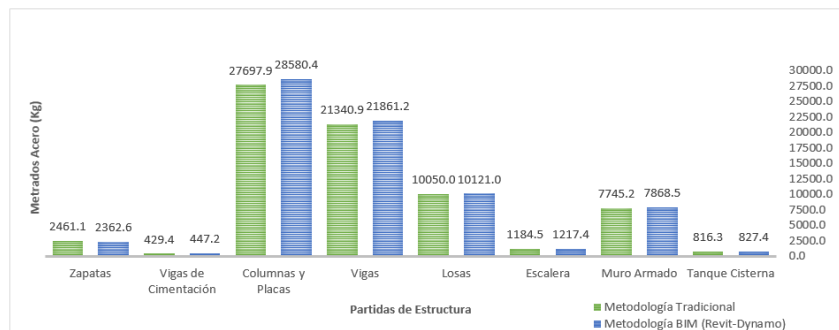


Figura 11. Metrados por método tradicional / Metrados empleando Dynamo-Revit para Acero de refuerzo

Fuente: Elaboración Propia.

Se muestra una mayor incidencia en la Fig. 11, para los metrados de acero en columnas y placas, ya que estos elementos representan la mayor cantidad respecto a los demás elementos estructurales. La Fig. 12, muestra la deficiencia de cálculo de metrados en acero alcanzando un valor de -4.1% en vigas de cimentación.

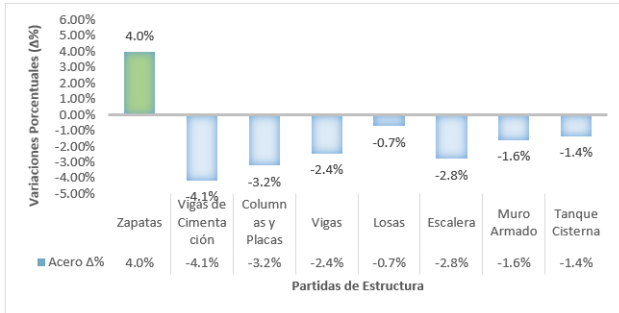


Figura 12. Variación Porcentual en las partidas de estructura en Acero de Refuerzo
Fuente: Autoría Propia.

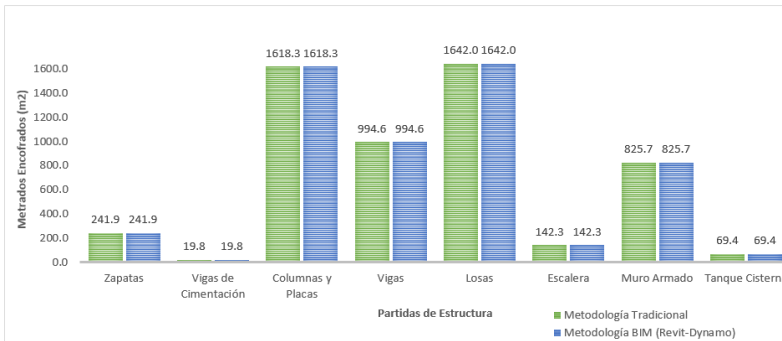


Figura 13. Metrados de encofrados para partidas de estructura, método tradicional / metodología BIM
Fuente: Autoría Propia.

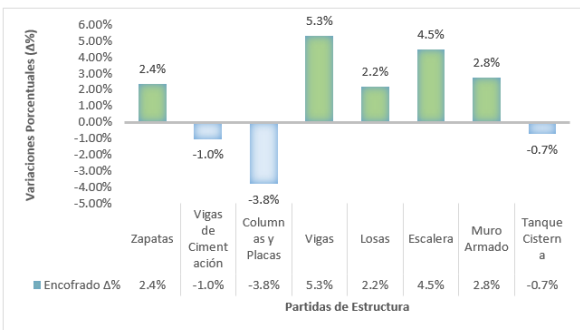


Figura 14. Variación Porcentual en las partidas de encofrados.
Fuente: Elaboración Propia.

Para las losas presentan incrementos de 2.2% en encofrado, valores aceptables dentro de los márgenes de tolerancia ingenieril (Ver Fig. 14). La escalera muestra variaciones negativas en concreto (-1.78%) ver Fig. 10, (-2.8%) Ver Fig.12, y positivas en encofrado (4.5%), lo que evidencia la complejidad geométrica de este elemento y la dificultad del cálculo tradicional para determinar con precisión superficies inclinadas y áreas de contacto.

El valor porcentual máximo 5.3% para elementos de viga en encofrados, mostrados en la Fig.14, muestran un mayor metrado del método tradicional, atribuyendo deficiencias a duplicidad, cortes en uniones de viga columna a comparación de la metodología BIM, que considera cortes en esquinas y uniones brindando una mayor precisión en los cálculos automatizados implementando Dynamo.

Se demuestran que la metodología BIM proporciona metrados con un nivel de precisión comparable al método tradicional, con variaciones que se mantienen dentro de rangos técnicamente aceptables (menores al 5% en la mayoría de partidas). Estas variaciones, lejos de representar errores sistemáticos, reflejan las diferencias inherentes entre un proceso de cálculo manual susceptible a aproximaciones y un modelo digital paramétrico que considera mayor nivel de detalle geométrico.

Tabla 4. Costos directos del presupuesto del proyecto “Cádiz” metodología tradicional y metodología BIM. Concreto
Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de Presupuesto de Obra Costo Directo. Elementos de Concreto							
Partidas de Estructura	Método Tradicional 2D			Método BIM (Revit-Dynamo)			Variación Porcentual Δ%
	Concreto (m ³)	Precio Unitario (S/)	Parcial (S/)	Concreto (m ³)	Precio Unitario (S/)	Parcial (S/)	
Zapatas	51.10	306.53	15663.68	51.18	306.53	15688.21	-0.2%
Cimiento Corrido	52.10	306.53	15970.21	51.72	306.53	15853.73	0.7%
Vigas de Cimentación	3.01	306.53	922.66	3.02	306.53	925.72	-0.3%
Columnas	30.40	366.37	11137.65	28.39	366.37	10401.24	6.6%
Placas	151.50	366.39	55507.63	145.31	366.39	53239.69	4.1%
Vigas	116.30	340.29	39575.73	114.37	340.29	38918.97	1.7%
Losas Aligerdas	24.50	340.29	8337.11	23.80	340.29	8098.90	2.9%
Losa Maciza	151.20	340.29	51451.85	149.70	340.29	50941.41	1.0%
Escalera	19.05	352.27	6710.74	19.39	352.27	6830.52	-1.8%
Muro Armado	89.50	360.74	32286.23	93.27	360.74	33646.22	-4.2%
Tanque Cisterna	8.15	343.04	2795.78	8.51	343.04	2919.27	-4.4%
Costo Directo Concreto			S/.,240,359.26			S/.,237,463.88	1.2%
Variación en Soles						S/.,2,895.37	

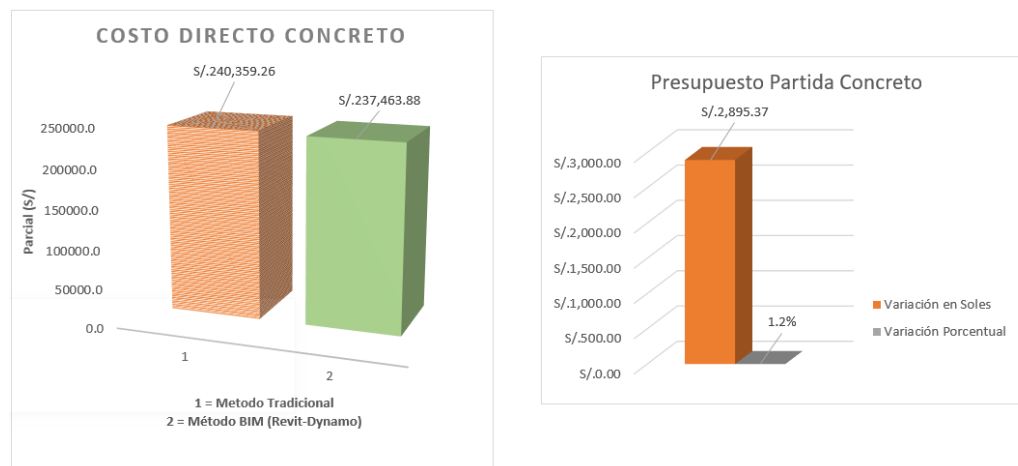


Figura 16. Costos directos de concreto y presupuesto parcial
Fuente: Elaboración Propia.

Se muestra la Tabla 4, la para costos directos en elementos de concreto entre el método tradicional 2D y el método BIM con Dynamo revela diferencias significativas, resultando en una variación presupuestaria global del 1.2% (S/., 2,895.37), indicando que el método tradicional tiende a sobredimensionar las cantidades, por ende, el costo directo. Las columnas (6.6%) y placas (4.1%) muestran las mayores discrepancias, elementos que requieren consideración tridimensional de intersecciones entre columnas y vigas, siendo limitaciones evidenciadas en el método manual, lo que conlleva a un incremento de gastos respecto a la metodología BIM.

La Fig. 16 (lado izquierdo) sobrestima en S/., 2,895.37 (1.2%) el método tradicional, representando recursos que podrían no utilizarse, optimizando presupuesto y reduciendo desperdicios por pedidos excesivos de concreto. En proyectos de mayor envergadura, el 1.2% puede representar ahorros significativos.

Si bien el método BIM no garantiza automáticamente mayor precisión, pero cuando se implementa correctamente (como evidencia la consistencia de resultados), proporciona mayor confiabilidad.

Tabla 5. Costos directos del presupuesto del proyecto “Cádiz” metodología tradicional y metodología BIM. Acero
Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de Presupuesto de Obra Costo Directo. Elementos de Acero							
Partidas de Estructura	Método Tradicional 2D			Método BIM (Revit-Dynamo)			Variación Porcentual Δ%
	Acero (kg)	Precio Unitario (S/)	Parcial (S/)	Acero (kg)	Precio Unitario (S/)	Parcial (S/)	
Zapatas	1043.01	6.11	6372.79	1010.3	6.11	6172.93	3.1%
Cimiento Corrido	1417.06	6.11	8658.24	1352.3	6.11	8262.55	4.6%
Vigas de Cimentación	429.35	6.11	2623.33	447.20	6.11	2732.39	-4.2%
Columnas	4880.30	6.11	29818.63	5000.1	6.11	30550.61	-2.5%
Placas	22817.60	6.11	139415.54	23580.3	6.11	144075.63	-3.3%
Vigas	21340.85	6.11	130392.59	21861.2	6.11	133571.93	-2.4%
Losas Aligerdas	149.30	6.11	912.22	156.4	6.11	955.60	-4.8%
Losa Maciza	9900.71	6.11	60493.34	10121.0	6.11	61839.31	-2.2%
Escalera	1184.53	6.11	7237.48	1217.4	6.11	7438.31	-2.8%
Muro Armado	7745.19	6.11	47323.11	7838.5	6.11	47893.24	-1.2%
Tanque Cisterna	816.28	6.11	4987.47	827.4	6.11	5055.41	-1.4%
Costo Directo Acero			S/ 438,234.74			S/ 448,547.93	-2.4%
Variación en Soles						-S/ 10,313.19	

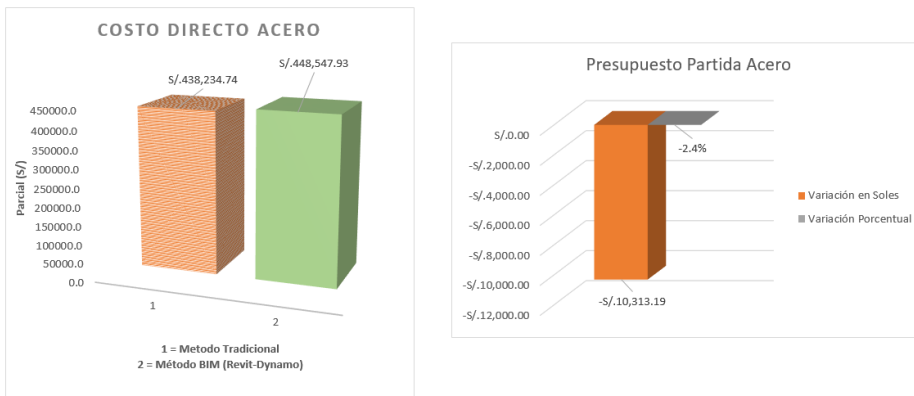


Figura 17. Costos directos de acero (izquierda) y variación porcentual acero(derecha)
Fuente: Elaboración Propia.

Se muestra la Tabla 5, con variación global del -2.4% (-S/ 10,313.19) obteniendo una mayor precisión del método BIM que captura acero real necesario. El método tradicional genera muchas veces presupuestos artificialmente bajos, creando riesgo de adicionales durante ejecución. Las placas concentran el mayor impacto económico (diferencia de S/ 4,660.10) entre ambas metodologías, siendo el elemento crítico a controlar.

La partida de acero representa significativamente el mayor costo del proyecto con un valor de (S/ 448,547.93) en el método BIM ver Fig. 17 (lado izquierdo),

En su mayoría la variación porcentual tiende al valor negativo, lo que representa un déficit en el costo de las partidas de acero, indicando omisiones sistemáticas de acero en elementos verticales y horizontales en el método tradicional con limitaciones debido a diferentes metradistas, falta de experiencia del profesional o no hay una clara trazabilidad de cálculos.

Tabla 6. Costos directos del presupuesto del proyecto “Cádiz” metodología tradicional y metodología BIM. Encofrados
Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de Presupuesto de Obra Costo Directo. Encofrados							
Partidas de Estructura	Método Tradicional 2D			Método BIM (Revit-Dynamo)			Variación Porcentual $\Delta\%$
	Encofrados (m2)	Precio Unitario (S/)	Parcial (S/)	Encofrados (m2)	Precio Unitario (S/)	Parcial (S/)	
Zapatas	133.76	68.25	S/ 9,129.12	132.03	68.25	S/ 9,011.05	1.3%
Cimiento Corrido	114.02	35.79	S/ 4,080.78	109.87	35.79	S/ 3,932.25	3.6%
Vigas de Cimentación	19.57	73.85	S/ 1,445.24	19.80	73.85	S/ 1,462.23	-1.2%
Columnas	261.49	80.39	S/ 21,021.18	267.52	80.39	S/ 21,505.93	-2.3%
Placas	1297.60	80.39	S/ 104,314.06	1350.78	80.39	S/ 108,589.20	-4.1%
Vigas	1050.25	93.60	S/ 98,303.40	994.60	93.60	S/ 93,094.56	5.3%
Losas Aligeradas	1027.01	57.32	S/ 58,868.21	1001.21	57.32	S/ 57,389.36	2.5%
Losa Maciza	651.80	70.40	S/ 45,886.72	640.80	70.40	S/ 45,112.32	1.7%
Escalera	148.99	108.88	S/ 16,222.03	142.30	108.88	S/ 15,493.62	4.5%
Muro Armado	825.14	78.86	S/ 65,070.54	825.70	78.86	S/ 65,114.70	-0.1%
Tanque Cisterna	68.85	64.35	S/ 4,430.50	69.40	64.35	S/ 4,465.89	-0.8%
Costo Directo Encofrados			S/ 428,771.79			S/ 425,171.12	0.8%
Variación en Soles						S/ 3,600.67	

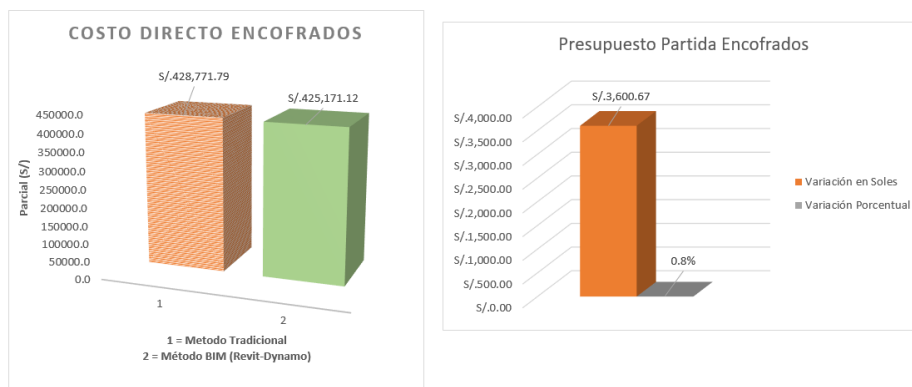


Figura 18. Costos directos de encofrado (izquierda) y variación porcentual encofrados (derecha)
Fuente: Autoría Propia.

A diferencia de los elementos de concreto y acero, donde BIM (Revit-Dynamo) detectaba mayores cantidades, en encofrados el método tradicional sobreestima en 0.8%, generando un presupuesto excesivo de S/ 3,600.67 ver Tabla 6, el método manual tiende a "redondear hacia arriba" las áreas de encofrado, no considera descartes automáticos en intersecciones. El mayor impacto económico se ve en las placas (-4.1%) ver Tabla 6, interpretando como una subestimación en el costo, con omisiones en el encofrado de geometría compleja o formas irregulares, y mayor sobreestimación del método tradicional en vigas (5.3%), cuya causa probable que la forma manual calcula perímetros sin considerar intersecciones con columnas obteniendo área bruta a diferencia de BIM. Y ambos métodos usan mismos costos unitarios, y las variaciones son atribuibles a diferencias en metrados.

Finalmente, el beneficio del método (Revit-Dynamo) al obtener ahorros, mejorando en planificación, programación exacta en paneles, reducción de transporte excedente. También se dan implicaciones para propietarios en el método BIM es más ajustado, menor riesgo de pagar por encofrado no utilizado, y para el proyecto el monto de S/ 3,600.67 puede reinvertirse en otras partidas.

3.1. *Discusión.*

Según los hallazgos del estudio realizado en el proyecto Residencial "Cádiz", específicamente en las partidas estructurales, se confirma que la implementación de tecnologías BIM como la combinación Revit-Dynamo disminuye significativamente el tiempo dedicado a los procesos de metrados y elaboración de presupuestos, en comparación con los métodos convencionales. Una ventaja crucial adicional es que cuando se realizan modificaciones al proyecto, solo es necesario actualizar el modelo tridimensional para que automáticamente se reflejen estos cambios en las tablas de cuantificación correspondientes.

Los hallazgos confirman las conclusiones expuestas por Marquez (2021), evidenciando que las tecnologías BIM proporcionan un nivel de exactitud considerablemente superior en la cuantificación de metrados, con un margen de error relativo de apenas 1.01%, en claro contraste con el sustancial error aproximado del 25.66% asociado a las metodologías convencionales.

Por otro lado, este estudio corrobora las conclusiones dadas en la literatura científica. Coinciden con los descubrimientos de Medina C. et al. (2020), "encontrando que la falta de implementación de la metodología BIM conlleva un aumento en los costos y los tiempos empleados en proyectos de ingeniería".

"La incorporación de Dynamo potencia el modelado paramétrico de las herramientas BIM y la capacidad de personalización de las herramientas de programación visual han hecho posible la automatización de tareas repetitivas" (Seghier et al. 2019), Además, se alinean con las investigaciones de Alfaro (2019), quien encontró que los incrementos en costos representaban menos del 4% en relación al costo directo total y al presupuesto. Confirmando la importancia de minimizar las discrepancias en presupuestos y cuantificaciones en los proyectos de construcción, se plantea que la adopción de metodología BIM podría resultar ventajosa no solamente para construcciones de edificios, sino también para iniciativas de proyectos de mayor escala y complejidad.

Morales (2018) evaluó dos proyectos similares de edificios multifamiliares, logrando una optimización en la cuantificación de metrados en uno de los proyectos al implementar la metodología BIM, ya que obtuvo una rentabilidad de -3.94 % en el edificio sin BIM y +1.39 % en el edificio con BIM, todo ello por la diferencia de metrados y precios unitarios entre las partidas del presupuesto, logrando un mayor control en el cálculo de metrados al implementar BIM. Así mismo "BIM puede mejorar notablemente la satisfacción del propietario del proyecto con el diseño y los cambios de diseño, así como reducir la variación de costos" (Wang et al., 2024).

Por último, en consecuencia, la presente investigación a diferencia de los autores mencionados, se enfoca en una evaluación comparativa, cotejando los resultados cuantitativos de la metodología BIM, aplicados con la herramienta Dynamo en Revit, con respecto al metrado tradicional y cálculo manual, cuyo objetivo es generar el modelo 3D, aplicar el lenguaje de programación visual desarrollado en Dynamo y cuantificar los metrados del proyecto, analizando las variaciones porcentuales y los déficit o sobrecostos en el proyecto, quedando demostrado que es adecuado su implementación con el propósito de aumentar la eficiencia, precisión y disminución de tiempo en el cálculo de cuantificación y costos.

4. **Conclusiones y Comentarios**

En vista de que se han alcanzado los objetivos establecidos, a continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos durante la investigación.

1. Estudios destacan los beneficios que brindan la implementación de BIM, como lo menciona Medina C. et al. (2020). Resaltando que el uso de esta metodología empleando Autodesk Revit, obtiene una eficiencia de 95% en el sector de la construcción para el modelado 3D paramétrico del proyecto. Así mismo los cálculos y estimaciones manuales de cantidades, están experimentando un cambio hacia la gestión de información, que permita un manejo de calidad y consistencia en la obtención de datos, aplicando la extracción de información mediante la automatización en dynamo. Siendo el primer objetivo de este estudio se logró el alcance del modelado 3D del proyecto residencial "Cádiz" en Revit, considerando las fases constructivas y criterios de campo adquiridos por el autor.

2. Por otro lado, respecto al segundo objetivo, aplicar el lenguaje de programación visual en Dynamo para la automatización de cálculos y exportación de resultados, potencia las labores de trabajo repetitivos en la recolección de datos métricos del proyecto, permitiendo mejorar la fluidez del equipo computacional debido a que limita la acumulación de información, además concediendo el reseteo de la data de tablas de cuantificación, las veces que sean necesarias para optimizar el flujo de trabajo en el modelo 3D. Los resultados obtenidos tras la aplicación de Dynamo en metrados para la especialidad de partidas de estructura en la (Tabla 3) muestran una variación global de 1.1% (concreto), -2.2% (acero) y 1.2% (Encofrados), cuyos porcentajes positivos muestran un mayor metrado del método manual y el negativo una deficiencia.

Las rutinas de nodos y cables empleadas por Dynamo como se evidencia en la (Fig. 6) permiten adecuarnos a un entorno más amigable a la norma técnica de metrados, empleadas en Perú, para la extracción de la información de metrados de las partidas de estructura, de manera más estructurada mostradas en la (Fig. 7) Así mismo estas rutinas pueden ser empleados en diferentes proyectos de edificación adaptándose al modelo.

3. Al ejecutar los flujos de trabajo de ambas metodologías, los resultados cuantitativos del modelo 3D mediante programación en Dynamo muestran mayor precisión en comparación con el método manual de cálculo. El análisis evidencia variaciones porcentuales en costos directos de 1.2% en concreto (Tabla 4), -2.4% en acero (Tabla 5) y 0.8% en encofrado (Tabla 6). Estas variaciones se traducen en un aumento de costo total de S/ 2,895.37 para concreto, S/ 3,600.67 para encofrado, y una reducción de S/ 10,313.19 para acero. La partida de acero representa la variación más significativa e influyente en metrados y costos del proyecto.

Los resultados confirman que la metodología BIM con programación visual aumenta la eficacia y precisión en la cuantificación, además de reducir tiempos y costos en comparación con el método tradicional. Estas mejoras se atribuyen a la capacidad del software para contabilizar traslapes, anclajes y dobleces con mayor exactitud, eliminando errores derivados de cálculos manuales.

En el contexto actual de la industria de la construcción, es imperativo que los profesionales adquieran competencias en metodologías BIM y programación visual, fundamentadas en criterios de procesos constructivos más allá de la modelación del proyecto. Esta capacitación integral es esencial para garantizar la implementación exitosa del BIM en el país.

La aplicación de lenguajes de programación para cuantificar metrados y evaluar la incidencia de costos ha demostrado ser efectiva y viable. Se recomienda extender futuras investigaciones a proyectos de diversas envergaduras, como viviendas unifamiliares y multifamiliares, para verificar la replicabilidad de estos beneficios en términos de reducción de tiempos, mejora de productividades y eliminación de re-trabajo.

Funding: El autor no recibió financiación para la elaboración del proyecto.

Acknowledgments: El autor agradece a todas las personas que contribuyeron a la realización del artículo.

Conflicts of interest: No se tiene conflicto de intereses por parte del autor.

References

- Alfaro, L. (2019). *Incidencia en presupuesto aplicando la metodología Building Information Modeling (BIM) para la Ugel-Bambamarca y bloque 1 del Hospital de Jaén* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Lima, Perú.
- Alonso, J. (2015). BIM (Building Information Modeling): New LOD definitions. Level of Development for LOD000 to LOD600 and LOD X00. *Spanish Journal of BIM, Volumen 15(1)*, 40-55.
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018). *Building Information Modeling, Foundations, Technology Practice, Industry*. Springer International Publishing.
- Carrizales, E., & Astocaza, S. (2023). Optimización de Costos y Metrados en Ingeniería Civil: Análisis Comparativo BIM vs . Procesos Tradicionales en Instituciones Educativas. *Revista Pakamuros, 11(2)*, 36–48.
- Del Savio, A. A. (2019, 11 de abril). *BIM en el Perú*. RPP Noticias. Recuperado de <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/bim-en-el-peru-noticia-1190692?fbclid=IwAR1QUYsk5Uoz0oPSmz5nmd2xUyE0z5KfjCDAKCM-h6zyKAGx3AinrPva9tM>
- Duarte H., N., & Pinilla A., J. (2014). *Razón de costo efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia
- Dynamo. (2024). *Dynamo primer*. Recuperado de <https://primer2.dynamobim.org/>
- Dzwierzynska, J., & Lechwar, P. (2022). Algorithmic-aided approach for the design and evaluation of. *materiales, 15(3656)*. <https://doi.org/10.3390/ma15103656>
- Holm, L., & Schaufelberger, J. E. (2021). *Construction cost estimating, process and practices*. (1ra ed). Nueva York, NY: Routledge.
- Hui, W., Xu, H., Zhifeng, L., & Chaofan, M. (2019). Parametric design and application of assembled steel plate composite beam bridge based on BIM technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 371*, 022034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/371/2/022074>
- Kensek, K. M. (2014). *Integration of environmental sensors with BIM : case studies using Arduino , Dynamo , and the Revit API*. Informes de la Construcción 66, Vol. 66, 536.
- Marquez, K. V. (2021). Análisis comparativo de herramientas BIM vs herramientas tradicionales al cuantificar y presupuestar la partida estructural de un proyecto de edificación (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Los Andes. *Huancayo, Perú*.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. México D.F, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Medina C., P., Salomon A., N., & Gómez M., R. (2020). Evaluation of the estimation of quantities for the costs of the departure of architecture of a retail work in Lima in 2019 with the implementation BIM. *Investigación y Desarrollo*, 20(1), 155–171. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-12i>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Guía técnica BIM para edificaciones e infraestructura*. Lima, Perú; MEF
- Monteiro, A., & Poças Martins, J. (2013). A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. *Automation in Construction*, 35, 238–253. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.005>
- Morales Rios, S. V. (2018). Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres-Lima (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2555>
- Porras-díaz, H., Sánchez-rivera, O. G., Galvis-guerra, J. A., & Castañeda-parra, K. M. (2015). *Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado **. *Ingeniería y tecnología*, 11(1), 230–249. <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>
- Morales Rios, S. V. (2018). Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres-Lima [Universidad Nacional Federico Villarreal]. In *Universidad Nacional Federico Villarreal*. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2555>
- Pacheco, P., & Coelho, H. (2017). *Superar los desafíos de la construcción de viaductos de varios tramos*. *Konstantinidis 2003*, 1–10.
- Porras-díaz, H., Sánchez-rivera, O. G., Galvis-guerra, J. A., & Castañeda-parra, K. M. (2015). *Tecnologías “ Building Information Modeling ” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado **. 11(1), 230–249.
- Seghier, T. E., Ahmad, M. H., & Lim, Y. (2019). Automation of concrete usage index (CUI) assessment using computational BIM Automation of Concrete Usage Index (CUI) assessment using computational BIM. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, January. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v6.n1.319>
- Shi, A., Shirowzhan, S., & Sepasgozar, S. M. E. (2020). 5D BIM Applications in Quantity Surveying : Dynamo and 3D Printing Technologies. Londres, Reino Unido: *IntechOpen*, 1–18. <https://doi.org/10.5772/intechopen.91221>
- Solanki, D., Raichura, P. C. S., Pitroda, P. J. R., & Macwan, E. M. (2024). *Enhancing construction project management through the implementation of Revit for effective panning and coordination : A Review*: *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, 1–10. <https://doi.org/10.55041/IJSREM39400>
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Syed, E. U., & Manzoor, K. M. (2022). Analysis and design of buildings using Revit and ETABS software. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1478–1485. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322026517>
- Thabet, W., Lucas, J., & Srinivasan, S. (2022). Linking life cycle BIM data to a facility management system using Revit Dynamo. *Organization, Technology and Management in Construction*, 14(1), 2539–2558. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2022-0001>
- Tizón C., D. S., Mamani C., E., & Espinoza V., A. J. (2024). Integrating BIM and IPD for optimized design of residential buildings : A Case Study in Peru. *Preprints*. <https://doi.org/10.20944/preprints202410.2462.v1>
- Wang, S., Wang, H., Wang, W., & Huang, S. (2024). Impact of BIM Usage Levels on Project Performance : Public Construction Projects in Taiwan. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 100142. <https://doi.org/10.1016/j.kscej.2024.100142>

EVIDENCIA DE SUMISIÓN

1. NOMBRE DE LA REVISTA Y LINK DE UBICACIÓN DIGITAL

Revista de la Construcción (Journal of Construction)



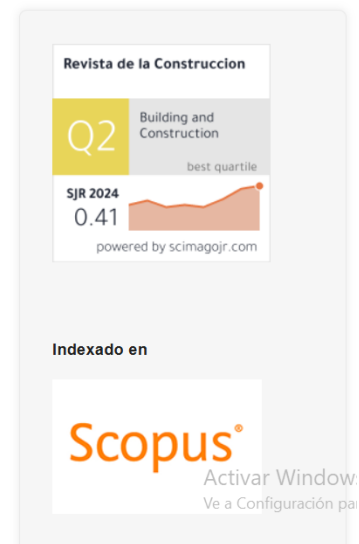
Número actual

vol. 24 No. 2 (2025): Revista de la Construcción. Revista de construcción



Revista de la Construcción. Journal of Construction (RDLC) es una revista científica internacional, creada en 2002 y editada por la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. La RDLC está indexada en el Journal Citation Reports de Web of Science desde 2007. También está indexada en varias bases de datos mundiales, como Scopus, SciELO, LATINDEX y DOAJ. Publica trabajos originales revisados por pares centrados en el sector de la construcción, con especial énfasis en obras civiles/edificación, sostenibilidad, gestión, estructuras, ciencias de la construcción, materiales, ingeniería y tecnología. La RDLC está dirigida a académicos, investigadores, profesionales, empresas y a cualquier persona que desee ampliar y actualizar sus conocimientos sobre la investigación en el sector de la construcción. La RDLC publica tres

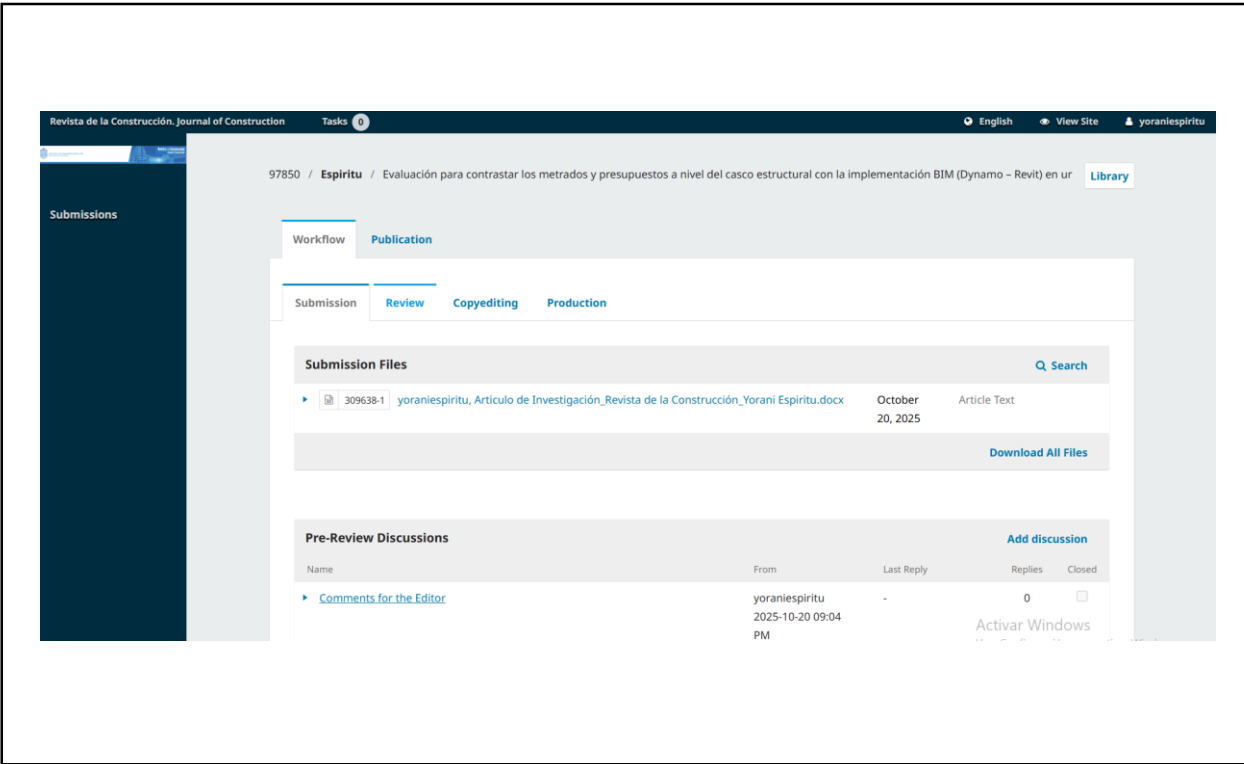
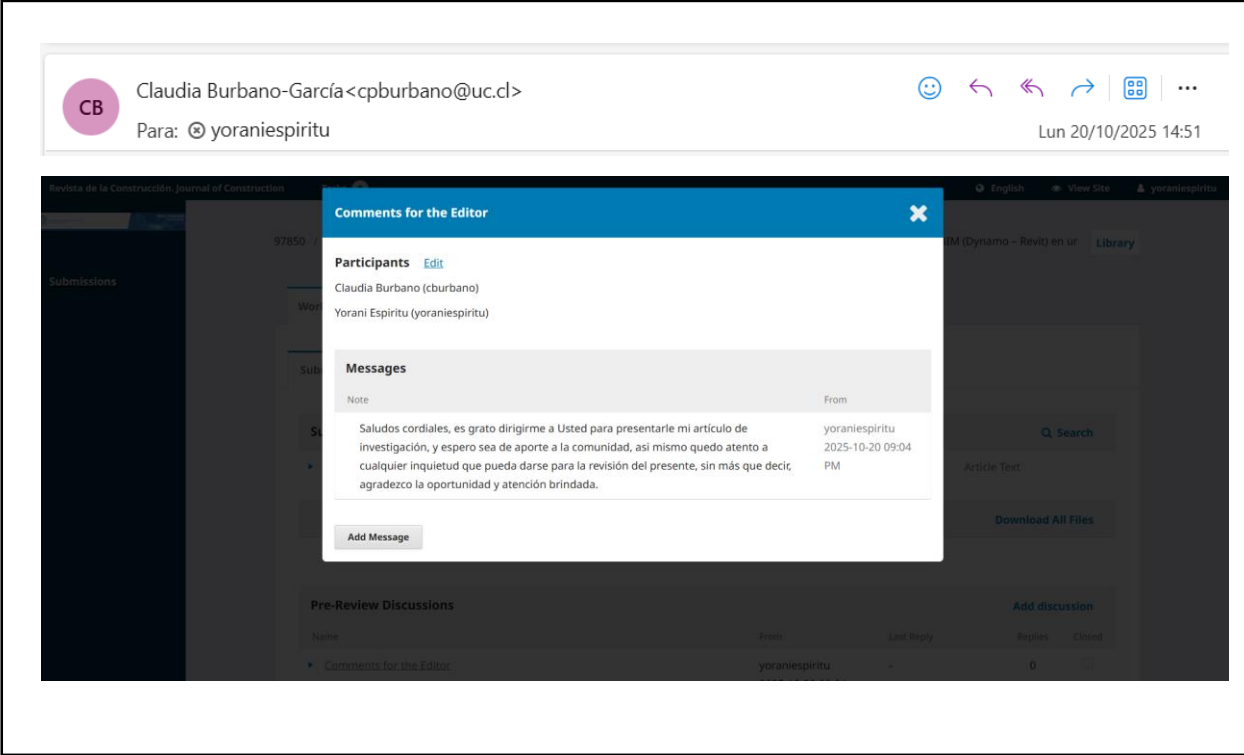
números al año (abril, agosto y diciembre) y las publicaciones son gratuitas. La RDLC recibe apoyo de Bibliotecas UC y este apoyo es ampliamente reconocido.

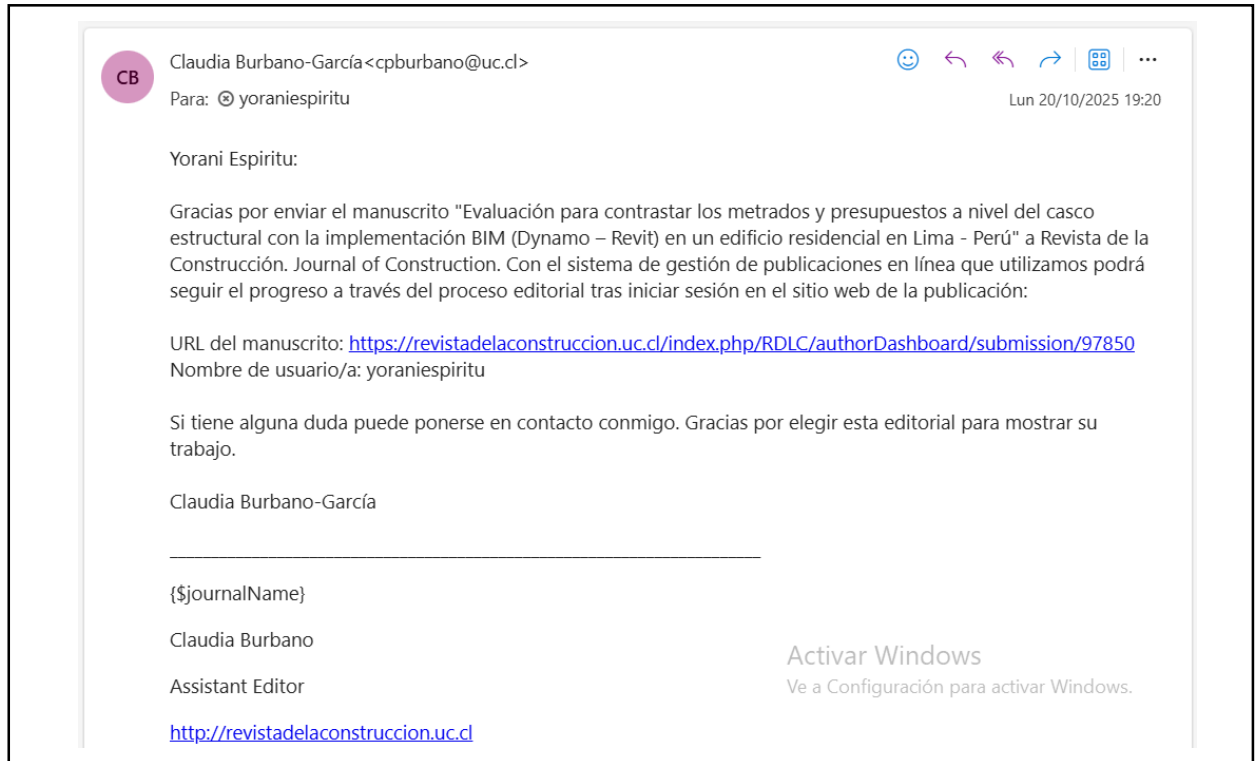


LINK:

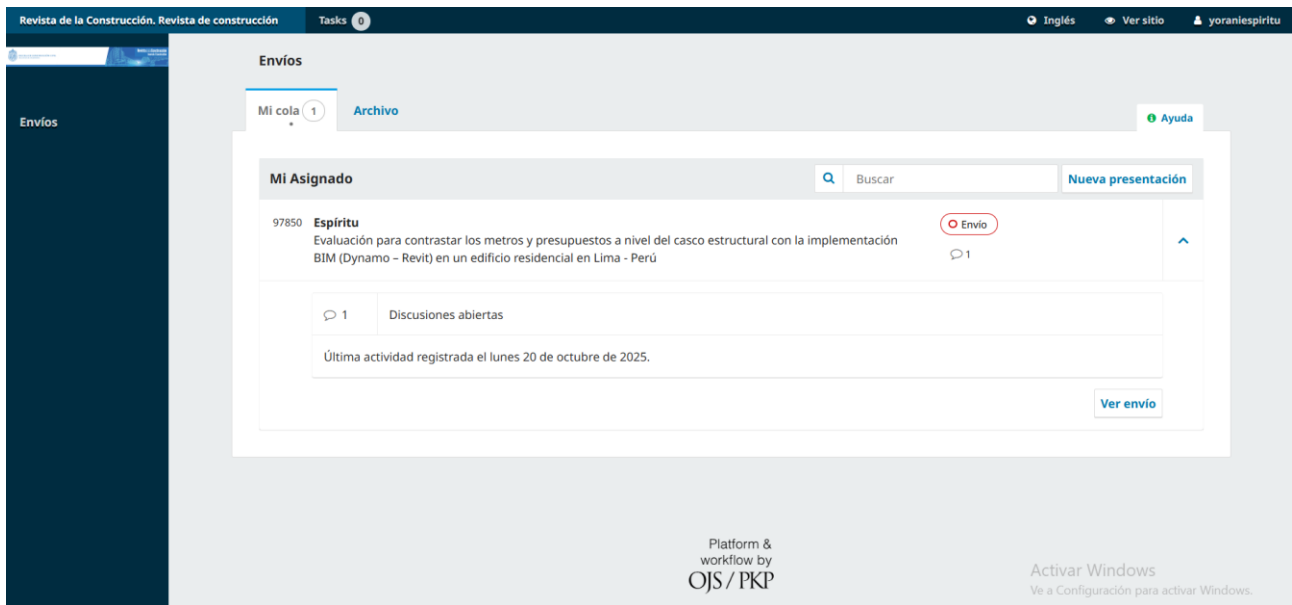
<https://revistadelaconstruccion.uc.cl/index.php/RDLC>

2. SCREENSHOT DEL CORREO DE CONTACTO, ENVÍO DEL ARTÍCULO Y RESPUESTA DE LA REVISTA





2. SCREENSHOT DEL INTERFACE DE LA PLATAFORMA DE LA REVISTA CON EL ENVÍO DEL ARTÍCULO





“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCIÓN N° 0973-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 12 de diciembre de 2023

VISTO:

El expediente de **Espíritu Pérez, Yorani Blademir**, identificado(a) con Código Universitario N° 200810406 y **Tizado Canaza, Paúl Josué**, identificado(a) con Código Universitario N° 201611568, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Espíritu Pérez, Yorani Blademir** y **Tizado Canaza, Paúl Josué**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Evaluación para contrastar los metrados y presupuestos a nivel del casco estructural con la implementación BIM (Dynamo – Revit) en un edificio residencial en Lima - Peru" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 12 de diciembre de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:


Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Evaluación para contrastar los metrados y presupuestos a nivel del casco estructural con la implementación BIM (Dynamo – Revit) en un edificio residencial en Lima - Peru**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Ing. David Diaz Garamendi** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Roberto Roland Yoctun Rios** y **Mtro. Leonel Chahuares Paucar**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Mg. Ketty Magaly Arellano Lino
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:

- Interesado
- Asesor
- Dirección General de Investigación
- Archivo