

Artículo Original

Utilización de Software Revit y Preswin para elaborar el presupuesto del Centro Escolar "Mártires del Goicuría".

Use of Revit and Preswin Software to prepare the Budget for the "Mártires del Goicuría" School Center.

Claudia Castro Acosta^{1,*}

¹ Carrera de Ingeniería Civil. Departamento de Construcción. Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Km 3/2 carretera Vía Blanca, Matanzas, Cuba.

*Correspondencia: claudia.castro@umcc.cu

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento/No Comercial 4.0 Internacional](#)



Resumen

La metodología *Building Information Modeling* (conocida por sus siglas, BIM) ha revolucionado el mundo de la construcción. El software Revit desarrollado por Autodesk, es una de las herramientas fundamentales de dicha metodología que permite integrar en una única plataforma funciones de diseño arquitectónico, ingeniería estructural y MEP. Durante la preparación técnica de una obra, una de las actividades más importantes es la desagregación del presupuesto de cada objeto de obra; actualmente en Cuba uno de los softwares que se utiliza para la realización de esta actividad es el Preswin 9.1. En este trabajo se presenta el presupuesto de obra del Centro Escolar Mártires del Goicuría a partir del software mencionado anteriormente, vinculado a la facilidad de datos que ofrece el modelado 3D del Revit, posibilitando una mayor rapidez y exactitud al momento de realizar el presupuesto.

Palabras clave: BIM, Centro Escolar Mártires del Goicuría, Modelado 3D, Presupuesto

Abstract

The Building Information Modeling methodology (known by its acronym, BIM) has revolutionized the world of construction. The Revit software developed by Autodesk, is one of the fundamental tools of this methodology that allows to integrate in a single platform function of architectural design, structural engineering and MEP. During the technical preparation of a work, one of the most important activities is the disaggregation of the budget of each object of work; currently in Cuba one of the software used to carry out this activity is Preswin 9.1. This work presents the budget assement of the Mártires del Goicuría School Center from this software, linked to the ease of data offered by the 3D modeling of the Revit, enabling greater speed and accuracy at the time of making the budget

Keywords: 3D Modeling, BIM, Budget, Mártires del Goicuría School Center

1. Introducción

El sector de la construcción llegó al Siglo XXI sin haber integrado eficazmente los avances tecnológicos, de innovación y de gestión que le permitan tener similares niveles de productividad y competitividad que el resto de sectores industriales.

La industria de la construcción está basada en la elaboración de proyectos, donde la metodología tradicional de desarrollo y gestión del proceso constructivo no facilita la incorporación de herramientas suficientemente eficaces para reducir el grado de incertidumbre o aumentar la fiabilidad y exactitud del cumplimiento de los objetivos en términos de plazo, coste y calidad.

La necesidad de modernizar la industria de la construcción, de adecuarlo a las exigencias de sostenibilidad existentes, hicieron necesario su salto cualitativo a un entorno digital global, que abarcara todo el ciclo de vida de un proyecto (desde su inicio hasta su demolición o cambio de uso), y que permitiera la integración y la colaboración de todos los agentes implicados en el proceso. Es por ello que en 1984 surge el primer programa BIM en Hungría por la empresa Graphisoft, pero no es hasta después del 2002 que algunos países comienzan a implementarlo. Durante la última década, la metodología BIM se ha implantado de forma progresiva en diferentes países, siendo para algunos de ellos objetivo prioritario de sus Administraciones Públicas, las cuales han impuesto o valorado su uso en obra pública.

En la actualidad las empresas constructoras han buscado implementar nuevas metodologías de gestión de información que puedan surgir en un mercado grande, complejo y competitivo; siendo una de estas Building Information Modeling (BIM) [1]. Uno de los softwares más difundidos de modelado BIM para arquitectura e ingeniería es el Revit, donde colaboran diferentes disciplinas dentro del diseño, como arquitectura, estructura, mecánica, fontanería y electricidad, posibilitando así una coordinación entre ellas de forma más fácil y armónica.

Para la ejecución de un proyecto se aplican normas, regulaciones y reglamentos; que forman parte del sistema de documentos normativos del Ministerio de la Construcción. En este proceso se realizan las actividades de construcción y montaje, que requiere organización, planificación, gestión y preparación. En esta última etapa es de vital importancia realizar un adecuado cálculo del presupuesto de obra, ya que en él incluyen todos los costos y gastos de la construcción desde su concepción hasta la puesta en explotación [2].

Actualmente en Cuba uno de los softwares que se utilizan para la realización de presupuestos es el Preswin 9.1 el cual está basado en el sistema de precios unitarios de la construcción PRECONS, hoy legislado por la Resolución 38 del MICONS de enero del 2021. Esta herramienta informática fue utilizada para la elaboración del presupuesto de restauración de carpintería y pintura exterior del Centro Escolar Mártires del Goicuría, edificio de alto valor histórico y patrimonial de nuestra ciudad, ubicado en el barrio de Versalles. A partir de lo antes expuesto se define como objetivo general de este trabajo realizar el presupuesto de restauración de carpintería y pintura del Centro escolar mártires del Goicuría mediante la utilización de las tablas de planificación obtenidas del modelado 3D en Revit.

2. Materiales y Métodos

La implementación de la Metodología BIM ha posibilitado una disminución de los tiempos y costos en la construcción, tanto en el modelado de las estructuras como en la presupuestación de la misma. Posibilitando así la detención temprana de errores en la etapa de diseño y no en la etapa de construcción (Ver Figura 1).

Los niveles de costo y dotación de personal son bajos al inicio del proyecto, alcanzan su punto máximo según se desarrolla el trabajo y caen rápidamente cuando el proyecto se acerca al cierre, lo cual genera un incremento de costo durante el proceso de la ejecución. Sin embargo, Patrick MacLeamy impulsor de la metodología BIM, estableció un concepto que se conoce como la Curva de MacLeamy, demostrando

que las decisiones tomadas al principio del proyecto, durante la etapa de diseño pueden ser hechas a un bajo costo y con grandes beneficios [1].

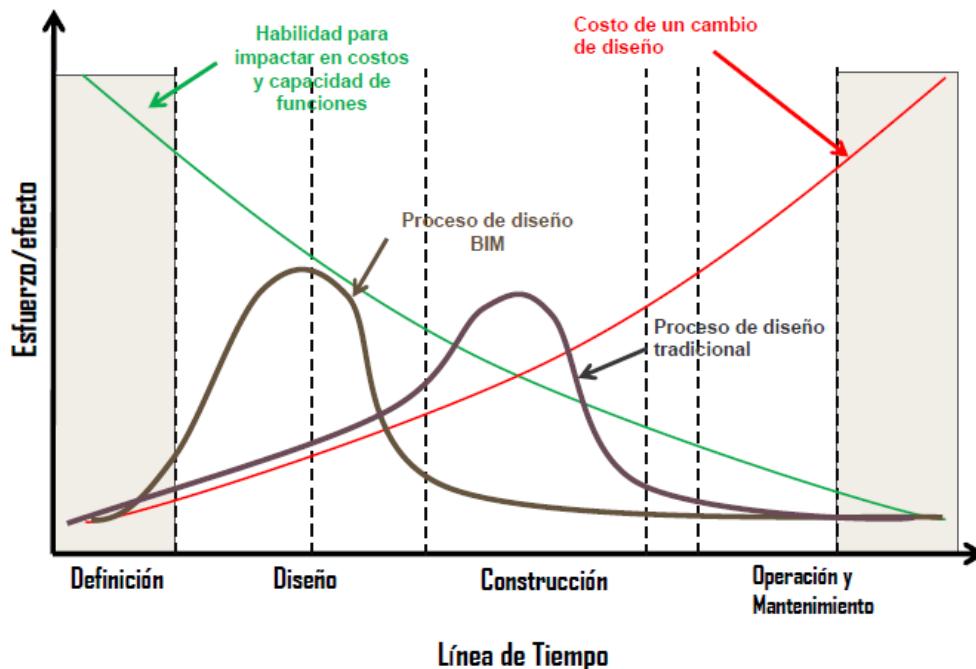


Fig.1 Curva de MacLeamy con la relación de coste-esfuerzo de una edificación durante sus fases [3]

Una premisa básica de BIM es la colaboración de diferentes partes interesadas en diferentes fases del ciclo de vida de una instalación para insertar, extraer, actualizar o modificar información en el BIM para apoyar y reflejar las funciones de ese interesado. Esto permite el flujo de información actualizable instantáneamente, control, supervisión y validación de los procesos involucrados, con la ventaja de que estos cambios son de conocimiento del grupo del proyecto y decisores [4].

BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica, de tiempos y de costes, así como información sobre sostenibilidad y eficiencia energética. El Modelo BIM es un prototipo virtual que reproduce digitalmente lo que se pretende construir. Es una base de datos orientada a objetos que representan tridimensionalmente elementos constructivos. Estos elementos contienen información relativa a la construcción y permite su visualización interactiva, lo cual facilita la comunicación entre los agentes a la vez que contribuye a centralizar el conocimiento que estos tienen sobre lo que se está proyectando, construyendo o explotando.

BIM es la pre-construcción de una infraestructura en un entorno digital. Se puede emplear tanto en construcciones de nueva planta de edificación y obra civil como en proyectos de rehabilitación, cambios de uso, restauración de patrimonio, mantenimiento, etc. La toma de datos digitales combinados con la metodología BIM puede aportar grandes mejoras de precisión, ahorro de costes y tiempos en todo tipo de proyectos de construcción independientemente de su tamaño o complejidad. Una de las mayores ventajas que el BIM nos ofrece es la actualización inmediata de información dentro del modelo. Esto hace que puedan trabajar sobre un proyecto todos los involucrados, teniendo la certeza de que la información es correcta, impidiendo cometer errores. Se puede afirmar que para trabajar con la

metodología BIM es necesario cambiar de mentalidad y tener amplios conocimientos de la herramienta [5]. Mejora la comunicación entre agentes y reduce las incoherencias entre disciplinas, mejorando la calidad final del producto. En la metodología BIM existen diferentes dimensiones de proyecto (Ver Figura 2) las cuales van desde el modelado en 3D hasta el mantenimiento 7D, aunque se habla de un 8D relacionado con la seguridad y salud del trabajo.

Para que la integración técnica de los modelos funcione deben incorporar LOD, un nivel de detalle (Level of Development), proceso de desarrollo enfocado al detalle de la información no gráfica de los elementos, es decir los datos asociados a los elementos que me permiten luego aplicar todos los usos [6]. Aparejado a estas dimisiones se encuentran los niveles de definición del Modelo (Ver Figura 3) los cuales varían en dependencia de las características del proyecto y exigencias del cliente.



Fig.2 Dimisiones de Proyecto

Es importante considerar que BIM no reemplaza las personas, sino que reduce las tareas de trabajo repetitivo y redundante, además de esclarecer el proceso de información, pero aún son personas las que reúnen e ingresan la información al modelo. Por lo mismo, BIM no está libre de errores, pero es una metodología que permite su pronta detección y corrección [4].

Programación y control de costos

El empleo de técnicas de planificación y control de proyectos constituyen un soporte para la administración eficiente de la realización de la obra, cuyo fin es establecer las variables propias de los proyectos e identificar sus relaciones, con la finalidad de acoger medidas que permitan acceder al cumplimiento de las metas de costo, plazos y calidad de los proyectos [5].

El presupuesto o costo estará definido cuando una de las cantidades obtenidas de la cuantificación de los volúmenes o cantidades de todos los conceptos que integran el proyecto de obra, se le aplique el costo por unidad de medida, estas cifras multiplicadas darán los costos parciales por conceptos y estos sumados a su vez dan el valor del presupuesto en cuestión [7].

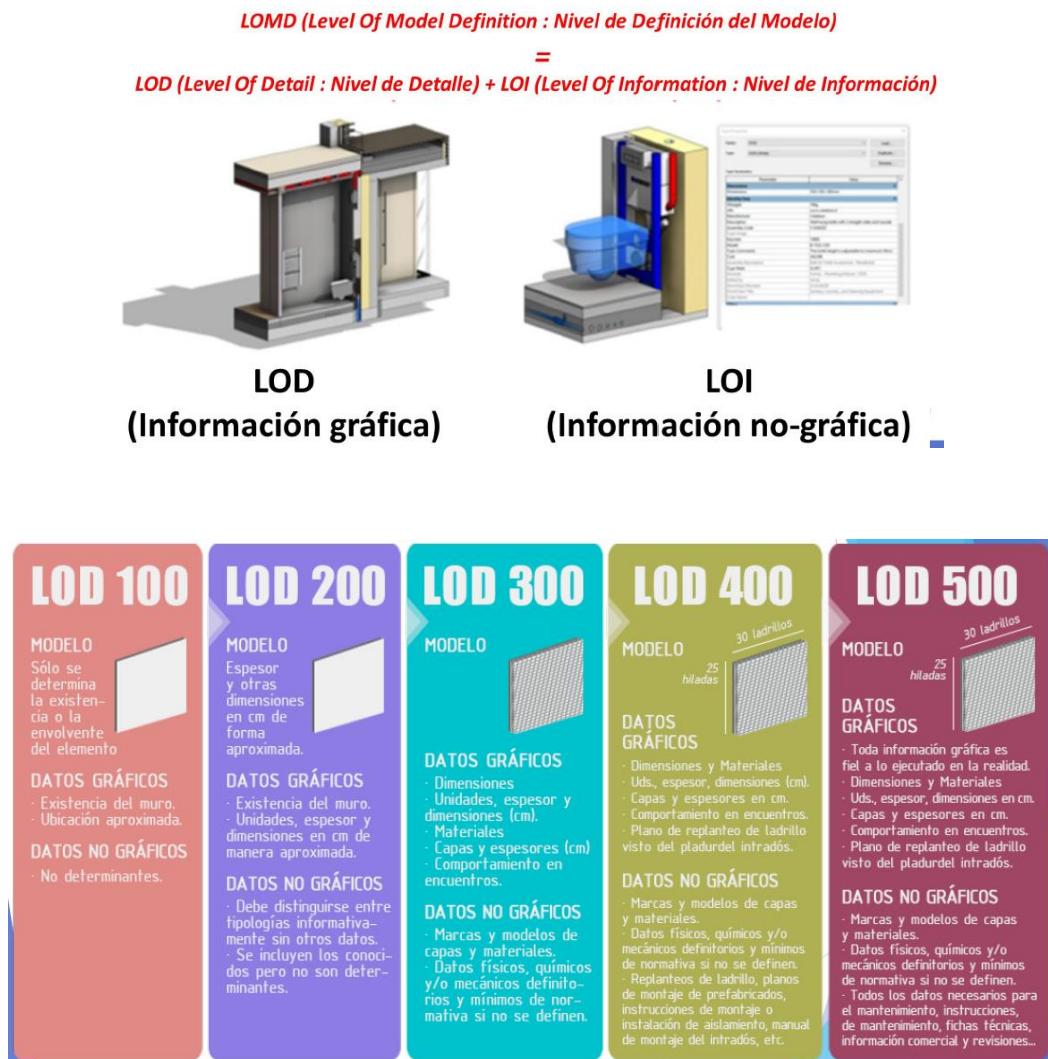


Fig.3 LOMD Nivel de definición del modelo

Según Porras [8] el presupuesto de obra es la estimación o predicción económica que hace referencia a la suma de las actividades o proyecto a ejecutar. Un proyecto u obra debe contar con un presupuesto el cual está basado en precios estimados que son analizados para cada actividad y proceso a realizar, es decir: el presupuesto de una obra es la suma total de los costos directos e indirectos del proyecto. Según el Decreto 327/2014: El presupuesto de la inversión está conformado por los precios estimados según la Ingeniería Básica de los estudios, suministros, trabajos, servicios y monitoreos, que resulten necesarios para la preparación, ejecución, prueba y puesta en explotación de la inversión y por el valor de los equipos no montables. Luego de analizar las definiciones de presupuesto según [7, 8] y lo expresado en el Decreto 327/2014, se concluye que el presupuesto de obra es la suma de los costos directos, que incluye los costos de materiales, mano de obra y equipos, y los costos indirectos, que no son más que los gastos bancarios, de imprevistos, de transportación, de mermas de materiales y otros que sean necesarios tener en cuenta durante la planificación y programación de la obra, que actúan en la misma durante todo su ciclo de vida.

En la construcción el solape de actividades conlleva a una disminución del coste y tiempo total de la misma, por lo que poseer una adecuada programación de la obra es un punto sumamente importante. Esta metodología aborda esta idea mediante sus dimensiones 4D Programación y 5D Control de costes. Para implementar dichas dimensiones del BIM existen diferentes softwares como: el Project Management, Presto, Arquímedes de CYPE Ingenieros S.A o S10 los cuales son utilizados en Europa y Latinoamérica, con un flujo direccional o bi-direccional con respecto al modelo.

En Cuba, al no estar difundido el uso de la metodología BIM, el flujo de información entre los modelos de diseño y los programas de cálculo de presupuesto es casi nulo, salvo el software SIECONS 10 el cual posee un módulo para este trabajo. Otro software muy difundido en la isla es el Preswin, pero este carece de módulos que logren interactuar directamente con el software de Modelado.

Software Revit

Una de las herramientas más difundidas en el mundo BIM para modelar los proyectos es Revit (Ver Figura 4), pues está basado en una metodología de trabajo colaborativa y usando modelado paramétrico de objetos.

REVIT provee una asociatividad completa de orden bi-direccional. Un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas. Un modelo BIM debe contener el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto hasta la edificación. Esto se hace posible mediante la subyacente base de datos relacional de arquitectura y estructura de REVIT, a la que sus creadores llaman el motor de cambios paramétricos [9].

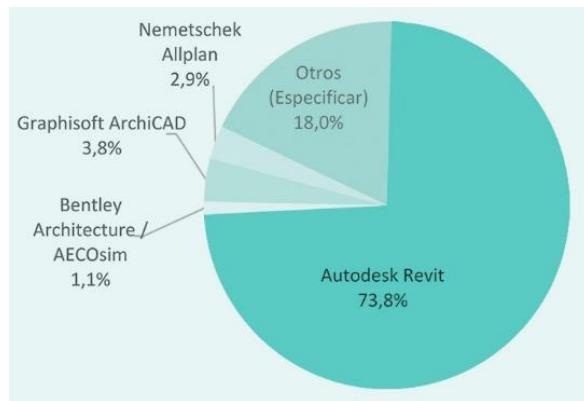


Fig.4 Porcentaje de utilización de Revit sobre otros softwares

Revit es un software CAD BIM, donde colaboran diferentes disciplinas dentro del diseño arquitectónico y constructivo. Dentro, las principales disciplinas que se utilizan en Revit son arquitectura, estructura, mecánica, fontanería, electricidad y coordinación; las cuales, se pueden desglosar sub-disciplinas, acorde a las necesidades del usuario. Las empresas que adoptan el software, pueden examinar el proceso del flujo de trabajo existente para determinar de qué manera deben emplear esta herramienta de colaboración [10].

Revit cuenta con funcionalidades propias para todas las disciplinas y agentes implicados en el proceso de creación de un proyecto de construcción, trabajado todos de manera uniformada en una única plataforma, es por ello que permite el trabajo de un equipo multidisciplinario que se encargan de diseñar

cada parte de la estructura completa, por lo que no se requiere de varios proyectos para la construcción de una estructura. Permite no solo la colocación de elementos sino calcular áreas por pisos, por habitaciones, por plantas, mostrar varias opciones de diseño del mismo edificio, en el mismo archivo. Permite que todos los sistemas que integran una estructura sean diseñados en el mismo archivo, por lo que se trabaja de forma simultánea, identificando fallas y corrigiendo los posibles errores que pueden afectar la estructura en general.

Otras de las funciones que brinda el software es la visualización de las diferentes fases del proyecto. Esta función es de gran ayuda en el momento de la presentación y cortes de producción del proyecto pues, de forma visual se puede apreciar el avance físico de la obra.

Según Parra [11] cada elemento del modelo presenta propiedades como:

- Dimensiones por usuario: este indica aquellos valores que desea posea el objeto según el diseño que quiere crear. Ejemplo: alto, ancho, largo.
- Dimensiones calculadas: Revit, conociendo las propiedades geométricas del componente, calcula valores extras de gran utilidad. Ejemplo: volumen, área.
- Materiales: el usuario escoge el material que posiblemente llevará el elemento, adecuándolo para que las características gráficas y físicas respondan al valor real. En general, un material puede llamarse: concreto, acero, cerámica, plástico, pintura, madera, yeso; sin embargo, cada tipo de concreto es particular y ofrece comportamientos y características diferentes.
- Otros: características definidas por el usuario a manera de conservar una base de datos en los elementos puestos en el modelo, sirviendo como guía y particularización de cada uno de ellos. Ejemplo: costo, fabricante, URL.

3. Resultados y Discusión

A partir del 325 Aniversario de la Ciudad de Matanzas se realizaron diferentes acciones constructivas en el casco histórico y lugares de interés social de la ciudad, tal es el caso del Centro Escolar Mártires del Goicuría, sitio emblemático de la ciudad de Matanzas, por lo que representó en las luchas contra el Régimen de Fulgencio Batista. Estas acciones comienzan por un estudio patológico de la instalación por parte de un grupo de trabajo de la UNAAC, sobre la base del Método Organoléptico, catalogado como regular el estado técnico-constructivo del centro.

Una de las principales acciones a realizar a partir de este estudio fue el desmontaje total de la carpintería existente y colocación nueva de la misma respetando su diseño original, otro de los aspectos que se tuvo en cuenta fue la pintura exterior del centro. Partiendo de estas dos tareas específicas se realizó el modelado y presupuesto del centro utilizando el Revit y Preswin respectivamente.

Las acciones constructivas fueron realizadas por el grupo CASSAN radicado en la provincia de Matanzas hoy con el nombre CASSAN Construcciones SRL, MIPYME en formación.

Utilización de Revit para el modelado, cuantificación de materiales y propuestas de fases de construcción.

Hoy Cuba no posee aun una utilización generalizada de esta metodología ni los softwares que puedan integrar la misma. Solo en las empresas de proyecto es donde se puede apreciar el uso de diferentes softwares como Revit para el modelado de las obras a ejecutar.

Con la apertura de las nuevas formas de gestión no estatal se abre un abanico de oportunidades para las empresas constructoras de utilizar las nuevas tecnologías para ser más eficientes y rentables, reduciendo los costes y tiempos de preparación técnica y presentación de oferta, partiendo de la premisa de empezar a implementar las nuevas tecnologías en los procesos constructivos. Tal es el caso de CASSAN Construcciones SRL el cual realizó en conjunto con la UNAICC el levantamiento del inmueble objeto de estudio, utilizando para su modelado el software Autodesk Revit y ejecutándolo con un LOD 300 (Ver Figuras 5 y 6).

Se proyectaron los muros de la instalación, parametrizando la altura y grosor del mismo. Otro de los parámetros utilizados para poder seccionar la cantidad de pintura a aplicar en el inmueble fue el parámetro “marca” el cual permite darles un valor común a los objetos designados, y poder filtrarlos para la extracción de la información necesaria (Ver Figura 7). Se modelaron las familias de carpintería (puertas y ventanas) para tener el valor de las áreas introduciendo el parámetro marca de la misma forma que en los muros.

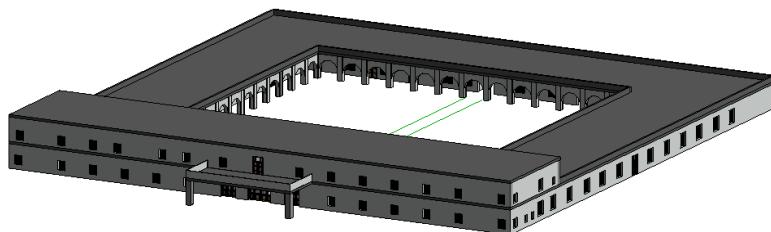
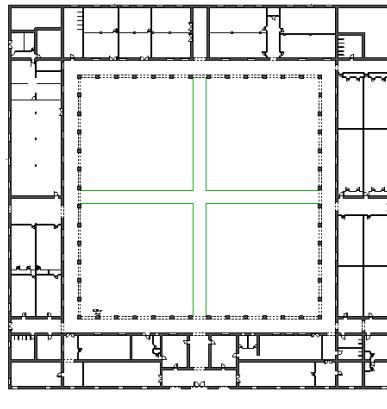
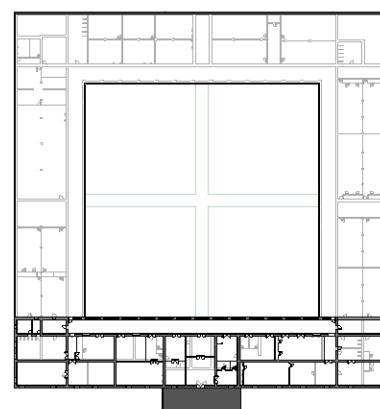


Fig.5 Modelo de Centro Escolar Mártires del Goicuría



6-1



6-2

Fig.6-1 Planta Baja Centro Escolar Mártires del Goicuría

Fig.6-2 Planta Alta Centro Escolar Mártires del Goicuría

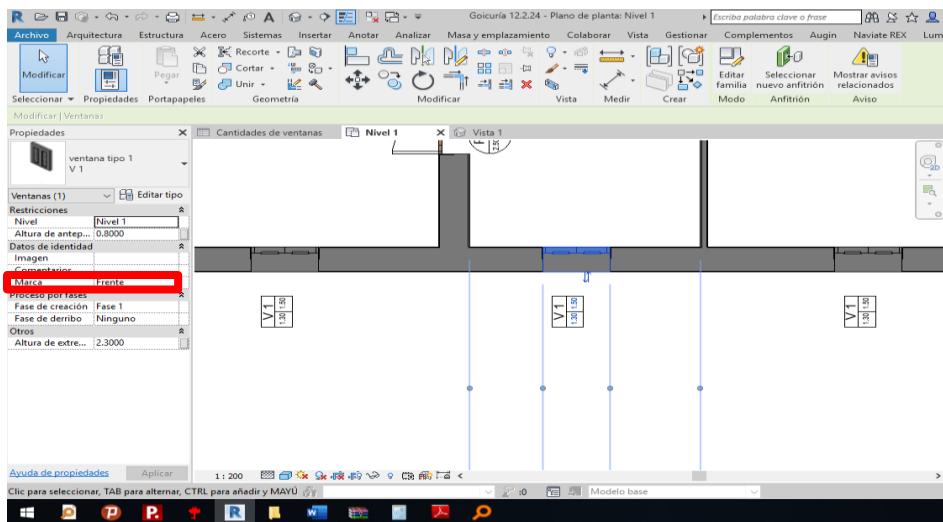


Fig.7 Ventana en el parámetro tipo “marca”

Al tener modelado el inmueble con los parámetros necesarios según el LOD 300, el software posee herramientas para la cuantificación de los mismos, a partir de las Tablas de planificación y materiales; de estas se extrajeron la cantidad de metros cuadrados a pintar (Ver Figura 8) y el área total de carpintería a sustituir (Ver Figura 9), cantidades que posteriormente se utilizan para realizar el presupuesto.

<Tabla de planificación de muros>						
A	B	C	D	E	F	G
Familia y tipo	Tipo	Longitud	Altura desconecta	Área	Pintura	Marca
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm						
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	4.34 m	4.00 m	14 m ²	28 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	1.67 m	4.00 m	6 m ²	12 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	1.67 m	4.00 m	3 m ²	6 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	4.78 m	4.00 m	12 m ²	24 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	1.58 m	1.20 m	2 m ²	3 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	2.40 m	1.20 m	1 m ²	3 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	2.20 m	1.20 m	1 m ²	3 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	1.58 m	1.20 m	2 m ²	3 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 100 mm	Muro de albañilería Exterior 100 mm	6.15 m	1.20 m	7 m ²	13 m ²	001
Muro básico: Muro de albañilería Exterior 130 mm						

Fig.8 Sección de Tabla de planificación de muros. Extraída del modelo de Revit

<Cantidad de ventanas>						
A	B	C	D	E	F	G
Total	Descripción de ventana	Tipo	Anchura	Altura	Marca	Área
12	ventana tipo 1	V 1	1.30	1.50	Frente	23 m ²
6	ventana tipo 2	V 2	1.80	2.30	Frente	25 m ²
4	ventana tipo 3	V 3	1.80	2.30	Frente	17 m ²
3	ventana tipo 4	V 4	0.80	1.20	Frente	3 m ²
3	ventana tipo 5	V 5	0.80	1.20	Frente	3 m ²
Total general						71 m ²

Fig.9 Sección de Tabla de planificación de ventanas Frente del edificio. Extraída del modelo de Revit

Presupuesto de Pintura y Carpintería

El presupuesto presentado es una muestra de los renglones constructivos tomados de la resolución No. 38 de enero del 2021. El software no presenta ninguna interacción directa con el Revit por lo que los valores obtenidos en las tablas de planificación fueron introducidos manualmente.

El presupuesto se dividió en carpintería y pintura por niveles lo que posibilitó una mayor organización al momento de revisarlo (Ver Figura 10). Una vez organizado la desagregación de las especialidades a trabajar y la introducción de las cantidades se obtuvo un valor por renglones constructivos de \$ 5952113.48 MN, así como la cuantificación de materiales y horas hombres para realizar la ejecución de obra.

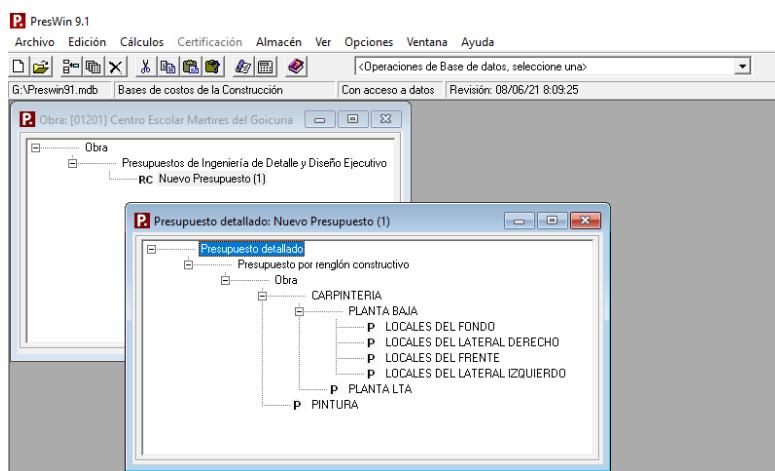


Fig.10 Presupuesto por Renglones Constructivos. Software Preswin 9.1

4. Conclusiones

Se proyectó en Revit el Centro Escolar Mártires del Goicuría con un nivel de detalles LOD 300, también se modelaron las familias de carpintería para introducirlas en el mismo, lo cual posibilitó extraer de forma más exacta y rápida las áreas de pintura y carpintería con las tablas de planificación del Revit, para introducirlas en el Preswin y así obtener el presupuesto por renglones variantes de la obra. La utilización la Metodología BIM posibilitó un trabajo más eficaz a la hora del modelado de la edificación al poder alterarse entre vistas de planta, elevaciones, vistas 3d y tablas de planificación en un mismo entorno. Al ser una construcción digital de la obra se pudo detectar las interferencias entre las diferentes especialidades, siendo más fácil realizar cambios de diseño e incidir en la disminución del costo del presupuesto.

Referencias

1. Julcamoro, P., *Implementación de la Metodología BIM con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del gobierno regional de Cajamarca*, Tesis de Diploma, 2018. Universidad Privada del Norte, Perú.
2. Alvarez, N., *Proceso de enseñanza-aprendizaje de la gestión del Proceso Inversionista. Contribución del cálculo diferencial*. Tesis de Maestría, 2019. Universidad de Matanzas.
3. American Institute of Architects. Convención Anual del American Institute of Architects (AIA), 2005. Curva de MacLeamy.

4. Trejo, N., *Estudio de impacto del uso de la Metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*. Tesis de Diploma, 2018. Universidad de Chile.
5. Hernández, S., *Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María*. Tesis de Maestría, 2018. Universidad César Vallejo.
6. Cerón, I., Liévano, D., *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto*. Tesis de Especialidad, 2017. Universidad Católica de Colombia.
7. García, J., *Sistematización de los procesos de construcción*. Tesis de Diploma, 2003. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, México.
8. Porras, D., *La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación*. Tesis de Diploma, 2015. Universidad Católica de Colombia.
9. Nieto, M., *Manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de información para la construcción de edificaciones en la ciudad de ambato, provincia de Tungurahua*. Tesis de Diploma, 2016. Universidad Técnica de Ambato.
10. Villa, J., *Implementación de tecnologías BIM-Revit en los procesos de diseño de proyectos en la empresa consultora JC. Ingenieros S.R.L.* Tesis de Diploma, 2017. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
11. Parra, S., Vecino, C., *Utilizacion de tecnologia BIM en el modelado y simulación del proeso constructivo de edificaciones en altura. Caso de estudio: Clinica Materno Infantil de Floridablanca*. Tesis de Diploma, 2014. Universidad Industrial de Santander.