

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA  
METODOLOGÍA BIM APLICADA EN EL  
PRESUPUESTO TRADICIONAL A NIVEL  
ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL DEL  
COLEGIO DE NUTRICIONISTAS DEL PERÚ –  
JESÚS MARÍA – LIMA -2020”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERA CIVIL**

**Autores:**

Karla Dayana Rebaza Paredes  
Stephany Milagros Ruiz Anapan

**Asesor:**

MBA. Ing. José Luis Neyra Torres  
<https://orcid.org/0000-0002-6470-2998>

Lima - Perú

**JURADO EVALUADOR**

|                           |                               |                 |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Jurado 1<br>Presidente(a) | <b>Edmundo Vereau Miranda</b> | <b>10557797</b> |
|                           | Nombre y Apellidos            | Nº DNI          |

|          |                                      |                 |
|----------|--------------------------------------|-----------------|
| Jurado 2 | <b>Ruben Kevin Manturano Chipana</b> | <b>46905022</b> |
|          | Nombre y Apellidos                   | Nº DNI          |

|          |                              |                 |
|----------|------------------------------|-----------------|
| Jurado 3 | <b>Neicer Campos Vasquez</b> | <b>42584435</b> |
|          | Nombre y Apellidos           | Nº DNI          |

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedicamos a nuestros  
Padres y familia, por el apoyo constante y  
por siempre ser nuestra fuente de inspiración.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a todos nuestros profesores que  
han contribuido con nuestra preparación profesional,  
a nuestras familias por la motivación y a nuestros amigos

## Tabla de contenido

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| JURADO EVALUADOR                      | 2  |
| DEDICATORIA                           | 3  |
| AGRADECIMIENTO                        | 4  |
| TABLA DE CONTENIDO                    | 5  |
| ÍNDICE DE TABLAS                      | 6  |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES               | 7  |
| RESUMEN                               | 8  |
| ABSTRACT                              | 9  |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN              | 10 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA              | 35 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS              | 47 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 64 |
| REFERENCIAS                           | 68 |
| ANEXOS                                | 73 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: <i>Tabla de Matriz de Consistencia.</i> .....   | 40 |
| Tabla 2: <i>Tabla de Operacionalización de variables.</i> .....                                      | 41 |
| Tabla 3: <i>Cuadro resumen de partidas arquitectónicas.</i> .....                                    | 52 |
| Tabla 4: <i>Cuadro resumen de metrados estructurales</i> .....                                       | 54 |
| Tabla 5: <i>Cuadro de presupuesto arquitectónico de la metodología tradicional versus BIM.</i> ..... | 56 |
| Tabla 6: <i>Cuadro de presupuesto estructural de la metodología tradicional versus BIM.</i> .....    | 59 |
| Tabla 7: <i>Variación porcentual de los presupuestos arquitectónicos.</i> .....                      | 61 |
| Tabla 8: <i>Variación porcentual de los presupuestos estructurales.</i> .....                        | 62 |
| Tabla 9: <i>Variación porcentual de los presupuestos con la influencia BIM.</i> .....                | 63 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| <i>Ilustración 1: Mapa de implementación BIM, datos del 2014</i> .....                                       | 11 |
| <i>Ilustración 2: Porcentajes de aumento en mejoras de implementación metodología</i> .....                  | 12 |
| <i>Ilustración 3: Ítems de las definiciones conceptuales R.M. N°174-2016-VIVIENDA</i> .....                  | 19 |
| <i>Ilustración 4: Ítems de las definiciones conceptuales D.S. N°289-2019-EF</i> .....                        | 21 |
| <i>Ilustración 5: Ítems de las definiciones conceptuales Resolución Directoral</i> .....                     | 22 |
| <i>Ilustración 6: Procesos constructivos de obra.</i> .....  | 24 |
| <i>Ilustración 7: Proceso constructivo tradicional de una vivienda.</i> .....                                | 26 |
| <i>Ilustración 8: Imagen referencial de un presupuesto.</i> .....  | 27 |
| <i>Ilustración 9: Ejemplo referencial de un Análisis de Precios Unitarios.</i> .....                         | 29 |
| <i>Ilustración 10: Relación entre la Metodología BIM y factores involucrados</i> .....                       | 30 |
| <i>Ilustración 11: Niveles de análisis de la Metodología BIM.</i> .....                                      | 32 |
| <i>Ilustración 12: Collage de viviendas multifamiliares, edificaciones y oficinas administrativas.</i> ..... | 36 |
| <i>Ilustración 13: Planilla de metrados de Arquitectura del Colegio de Nutricionistas</i> .....              | 42 |
| <i>Ilustración 14: Planilla de metrados de acero estructural del Colegio de Nutricionistas</i> .....         | 43 |
| <i>Ilustración 15: Capas de un muro en REVIT a una cara</i> .....  | 44 |
| <i>Ilustración 16: Presupuesto en el software S10</i> .....  | 46 |
| <i>Ilustración 17: Vista frontales del modelado arquitectónico en Revit del CNP</i> .....                    | 47 |
| <i>Ilustración 18: Vistas transversales del modelado arquitectónico en Revit del CNP</i> .....               | 48 |
| <i>Ilustración 19: Vistas del modelado estructural en Revit del CNP</i> .....                                | 48 |
| <i>Ilustración 20: Metrados de las partidas de acero del CNP</i> .....                                       | 49 |
| <i>Ilustración 21: Metrados de las partidas de concreto del CNP</i> .....                                    | 50 |
| <b>Ilustración 22: Metrados de las partidas de concreto del CNP</b> .....                                    | 51 |
| <i>Ilustración 23: Gráfica representativa del presupuesto de arquitectura</i> .....                          | 61 |
| <i>Ilustración 24: Gráfica representativa y comparativa del presupuesto de estructura</i> .....              | 62 |
| <i>Ilustración 25: Gráfica representativa y comparativa del presupuesto total</i> .....                      | 63 |

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación analizaremos la influencia de la metodología BIM en el presupuesto de un proyecto, para ello hemos tomado en consideración dos presupuestos desarrollados, uno basado en la metodología tradicional y otro con la metodología BIM. El primero pertenece a la memoria descriptiva del Colegio de Nutricionistas del Perú, el cual se obtuvo en conjunto con los planos de este. Mientras que el segundo, se creó un desde cero empleando un metrado proporcionado por el modelado realizado en el programa Revit, estos se desarrollaron en las áreas de estructura y arquitectura siguiendo las mismas partidas que el presupuesto brindado, los precios tomados fueron los mismos considerando que el estudio fue implementado en el mismo año.

Al implementar la metodología BIM en el presupuesto del Colegio de Nutricionistas del Perú, apreciamos que la misma influyó de manera favorable con un porcentaje de reducción de 2.53. Con ello podemos afirmar que este trabajo de investigación cumple con el propósito de demostrar que el implementar la metodología BIM trae mejoras, no solo en la reducción de costos sino también en comprensión del proyecto, tiempos, programación, etc., ya que la metodología tiene la características de usar diferentes programas que se adaptan a la necesidad del proyecto.

**PALABRAS CLAVES:** metodología BIM, implementación, influencia, presupuesto..



## ABSTRACT

In this research work we will analyze the influence of the BIM methodology on the budget of a project, for this we have taken into consideration two developed budgets, one based on the traditional methodology and the other with the BIM methodology. The first belongs to the descriptive memory of the Association of Nutritionists of Peru, which was obtained together with its plans. While the second one was created from scratch using a measurement provided by the modeling carried out in the Revit program, these were developed in the areas of structure and architecture following the same items as the budget provided, the prices taken were the same considering that the study was implemented in the same year.

When implementing the BIM methodology in the budget of the College of Nutritionists of Peru, we appreciate that it had a favorable influence with a reduction percentage of 2.53. With this we can affirm that this research work fulfills the purpose of demonstrating that implementing the BIM methodology brings improvements, not only in cost reduction but also in understanding the project, times, programming, etc., since the methodology has the characteristics of using different programs that adapt to the needs of the project.

**KEY WORDS:** BIM methodology, implementation, influence, budget.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

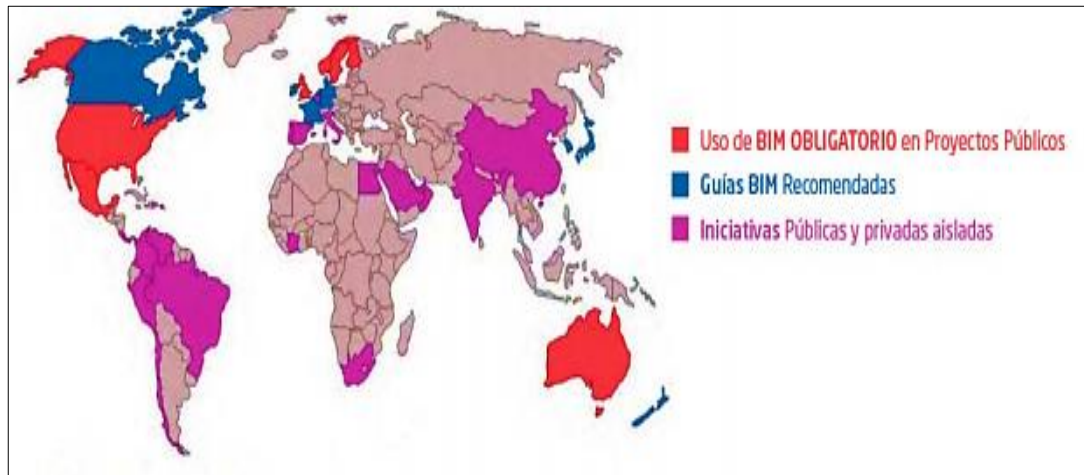
### 1.1. Realidad problemática

Sáenz (2017), en Valencia, España nos dice que, la metodología BIM, siglas de Building Information Modeling, es la nueva implementación principalmente en el mundo de la construcción, consiste en obtener toda la información general sobre el proyecto conectada en un único archivo, esto garantizara que alguna actualización de datos sea de forma inmediata en todos los archivos entrelazados, para esto la metodología te brinda diferentes herramientas digitales como softwares que se adecuan a la necesidad del proyecto.

Según López (Madrid, España, 2016) un entorno cada vez más globalizado, con una creciente internacionalización de empresas españolas (constructoras, ingenierías, estudios de arquitectura, fabricantes de productos de construcción), es imprescindible conocer el grado de implantación de BIM en el resto del mundo. Desde entonces varios países europeos han ido desarrollando sus propias regulaciones (Finlandia, Suecia, Dinamarca y Holanda), destacándose la reciente entrada del nivel 2 (sobre 3) de BIM en los proyectos públicos que se realicen en el Reino Unido con el objetivo de reducir hasta un 33% los costos de proyecto. En Alemania, el plan data del pasado año, impulsado por el sector privado y apoyado por el Gobierno a través de una serie de obras piloto. Respecto a Francia, su plan se inició en 2014 y fijará un uso obligatorio de BIM en la edificación a partir de 2017. Como se puede apreciar, el autor en esta revista nos muestra cómo se desarrolla la metodología en los diferentes países respetando en cada uno de estos su autonomía legislativa.

A continuación, se presentará la Ilustración 1 que consiste en el Mapa de implementación BIM del 2014.

*Ilustración 1: Mapa de implementación BIM, datos del 2014*



*Fuente: Dossier de la Comisión BIM del Ministerio de Fomento*

Los procesos constructivos en el Perú han tenido muchos problemas principalmente por no tener un presupuesto base ejecutado con un plan de acción inicial, esto generará que el presupuesto final cambie de forma considerable mientras el proyecto se desarrolle, por ello es que las autoridades ven la necesidad de seguir con los ejemplos internacionales y decretar leyes nuevas. Mientras que en Perú, el Ministerio de Economía y Finanzas (2018) nos dice que, con fecha 9 de diciembre de 2018 se publicó el Decreto Supremo N°284-2018-EF, que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, estableciendo como función de la Dirección General de Inversión Pública (DGPMI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) la emisión de metodologías colaborativas de modelamiento digital de la información, para mejorar la transparencia, calidad y eficiencia de las inversiones. Es así como en el Perú se empieza a trabajar con esta metodología, se espera que para el 2030 sea

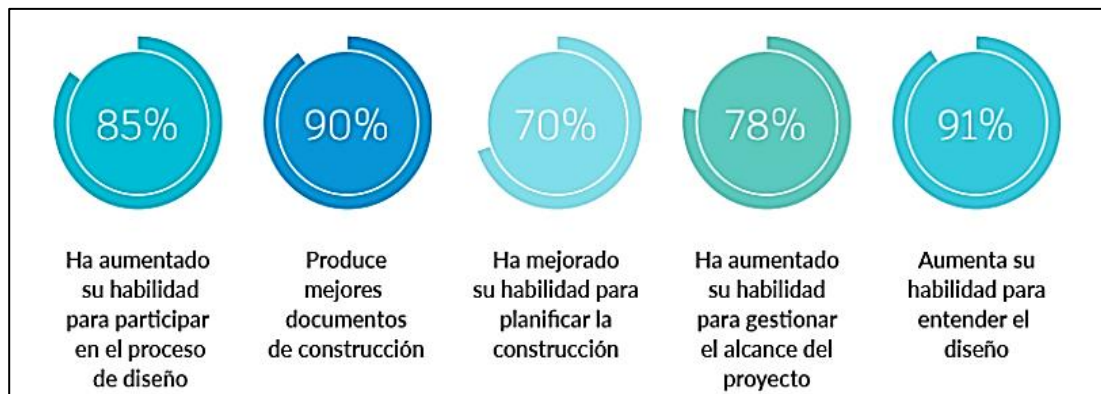
obligatorio que todos los proyectos públicos y privados se trabajen bajo esta modalidad de forma obligatoria.

El sector construcción tiene un gran desarrollo dentro de las actividades económicas más importantes del país, es por ello, que el ejecutar un proyecto público principalmente cuenta con varias supervisiones, valorizaciones, y trámites engorrosos pero necesarios para realizar una inversión pública adecuada y de calidad.

Como nos indica el Diario Perú21 (2019), El Plan Nacional de Competitividad y Productividad, para el logro del objetivo prioritario N°1 “Dotar al país de infraestructura económica y social de calidad”, contiene como medida de política el uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) en la formulación y evaluación, ejecución y funcionamiento de los proyectos de inversión. El objetivo es contar con una gestión transparente y lograr la reducción de plazos y costos en los proyectos de inversión pública. Acotamos que el BIM aparte de mejorar los procesos constructivos coopera con la comprensión de diseño, planeación, presupuestos, etc.

En la Ilustración 2 mostraremos los porcentajes de aumentos en las mejoras de implementación de la metodología BIM.

**Ilustración 2:** Porcentajes de aumento en mejoras de implementación metodología



*Fuente: Página BIM Community*

De igual forma, en Lima tenemos claros ejemplos de proyectos que han trabajado bajo el concepto de esta metodología como lo es la construcción de las instalaciones de los Juegos Panamericanos 2019. Taype (2019), nos dice, algo que sorprendió a muchos críticos del evento es la eficiencia y eficacia mediante la cual se pudo superar el reto de la organización y de la construcción de su infraestructura en relativamente tan corto tiempo. Y es que en este proyecto se utilizó la metodología Building Information Modeling (BIM) lo cual ha llevado al Gobierno peruano a plantear que en la formulación, evaluación, ejecución y funcionamiento de los proyectos de inversión se aplique esta metodología.

Según la revista, Perú Construye (2020), El Programa Nacional de Infraestructura Educativa (Pronied) del Ministerio de Educación, viene participando en la elaboración del documento base para una nueva norma a fin de establecer los lineamientos técnicos mínimos para obtener un Modelo BIM (Building Information Modeling), que permitirá mejorar la eficiencia en la construcción de colegios al garantizar la transparencia en el manejo de los recursos, así como el ahorro de tiempos y costos. Esta metodología utiliza herramientas informáticas para la gestión de proyectos de infraestructura, manejando información gráfica y no gráfica, que permite crear un modelo tridimensional inteligente. Este modelo incluye información como las especificaciones técnicas, metrados, programación de la ejecución de la obra, entre otros. Gracias a esta metodología será posible mejorar la supervisión y eficiencia en el diseño, metrado, presupuesto, planeamiento, etc., además de favorecer la transparencia en el sector construcción y garantizar que las contrataciones del Estado usen tecnologías nuevas, pero dando resultados óptimos y con la calidad requerida del proyecto.

### **Antecedentes internacionales**

Duarte & Pinilla (2014) en su presente trabajo “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” busca encontrar técnicas mediante metodologías idóneas que permitan planificar y controlar un proyecto, de tal manera que no se originen sobrecostos al ejecutar una obra. El objetivo del presente proyecto es establecer la razón de costo – efectividad al implementar la metodología BIM y el método tradicional a las etapas de planeación y control en un proyecto constructivo. Para cumplir con ello, seleccionó una vivienda de interés social, la cual constaba de doscientas viviendas, más solo se optó por analizar dos edificios de veinte domicilios cada una. Por último, los resultados fueron positivos, puesto que al comparar los costos de ejecución mediante el método tradicional y la metodología BIM, se comprobó que con la segunda se puede ahorrar hasta el 14% del valor analizado.

Barreto (2020) en su trabajo de Colombia, “El BIM en la interventoría de proyectos: aportes para la reducción de sobrecostos y reprocesos desde la etapa de diseño” nos dice dirigir actividades constructivas es un trabajo de suma importancia, ya que se debe tener un adecuado control para manejar los tiempos establecidos, respetar los presupuestos pactados, entre otras actividades. Asimismo, explica que un factor que influye en la mala práctica de la interventoría es el no tener metodologías adecuadas que nos brinden herramientas que ayuden a disminuir la complejidad de un proyecto.

El objetivo de este proyecto es plantear soluciones para superar los déficits que pueda haber, mediante la implementación de las siguientes metodologías: IPD (Integrated

Project Delivery) y BIM (Building Information Modeling), los cuales permitirán tener un mayor control del proyecto a construir. Para ello, se estudió La Ciudadela de Occidente de la Empresa de Desarrollo Urbano, en la cual se constató que hay muchas falencias en la interventoría al diseñar el presente proyecto, generando sobre costos que pueden ser evitadas al usar BIM.

### **Antecedentes nacionales y locales**

Viña (2015) en su trabajo de investigación “BIM, para asegurar el costo contractual de obra y su implementación en un proyecto multifamiliar” estudia el comportamiento de edificios multifamiliares en Lima, durante su proceso de construcción. Pues el mercado actual cada año más competitivo, se desarrollan proyectos con más complejidad y exigencia, estos se tienen que ejecutar en menor tiempo, haciendo que muchos de ellos no tengan un adecuado control de calidad, obteniendo así considerables incompatibilidades e interferencias que se convierten en deficiencias del proyecto y pueden ser sancionadas con penalidades, aumento en los sobrecostos y reducción de las utilidades. Es por ello que tiene como objetivo principal el mostrar incompatibilidades en las construcciones que son desarrolladas y ejecutadas mediante métodos tradicionales y manifestar que, si se realizan los mismos procesos ayudados con la metodología BIM, los resultados serán más favorable en el aspecto económico, disminuirán los plazos de entrega, asegurando considerablemente el costo contractual y el margen de utilidad que se obtiene en la obra. Para ello, examinaron 2 empresas, una constructora y una gerencia de proyectos, recolectando los datos de 5 proyectos (presupuestos, información técnica, costo de adicionales, entre otros). Al analizar la presente data, se pudo constatar que los proyectos que son ejecutados con BIM tienen

un mejor desempeño que los que usan los métodos tradicionales, ya que los procesos generados se desempeñan mejor, se obtienen mayores beneficios y garantizan mayores ganancias.

Julcamoro (2018) en su proyecto “Implementación de la Metodología BIM con Revit en la fase de diseño de expediente Técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca – 2018” nos dice que al aumentar la población también incrementan los requisitos laborales. Asimismo, las empresas de construcción buscan profesionales con ideas más innovadoras que puedan resolver proyectos con grados más altos de complejidad y buscan tener como resultado una calidad óptima en sus proyectos constructivos. Por esto, la finalidad de este proyecto es implementar la metodología BIM con el programa Revit en la fase de diseño arquitectónico y estructural en los expedientes técnicos. Se obtuvieron resultados óptimos, debido a que al usar la aplicación se encontraron errores que pudieron ser evitados. Asimismo, se constató que usando la presente metodología pudieron obtener un presupuesto más preciso con una 10% de diferencia.

Chirinos & Pecho (2019) En Cajamarca, en su proyecto de investigación “Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido” nos dice que los mundos de las construcciones están en constante cambio, pues se indagan en distintas metodologías que usan otros países que viene industrializando los procesos constructivos. Existen diversas metodologías, tales como: Lean Project Delivery System, Virtual Desing and Construction, Bim Execution Plan, entre otros. Usando en el presente trabajo la metodología BIM, aplicada en el proyecto multifamiliar DUPLO, el cual se encuentra



en el distrito de Breña, cuenta con 28 pisos y 5 sótanos. Asimismo, tuvo como plazo de culminación 12 meses calendario. El objetivo principal de aplicar BIM a este proyecto es evitar los tiempos muertos en la construcción, eludir las ampliaciones de plazo debido a incompatibilidades y por último prevenir los sobrecostos que generan las ampliaciones. Se analizó la información recopilada del proyecto mediante una metodología analítica, donde se buscó indicadores que demuestran que la metodología BIM es competente. Obteniendo un resultado positivo, pues al usar BIM se evitaron sobrecostos y pérdidas en la ejecución del proyecto.

Macalupu & Sánchez (2019) nos presenta su proyecto de investigación “Optimización del proceso de elaboración de presupuestos para obras privadas en edificaciones mediante el uso de la metodología BIM” en el cual comenta que el uso de la tecnología se viene aplicando en distintos rubros, entre ellos el de la construcción. Ya que los proyectos actuales son de mayor complejidad, exigen que los plazos de entrega sean menores, haciendo que estos tengan un riesgo mayor, que los costos proyectados aumenten y se reduzcan sus utilidades. Teniendo como objetivo principal el reducir los costos y tiempo en la elaboración de un presupuesto apoyados de la metodología BIM. Para ello, estudiaron tres empresas constructoras y se enfocaron en el área de licitaciones. En estas analizaron sus procesos y la forma de crear sus presupuestos, identificando sus puntos débiles para mejorarlos mediante propuestas con herramientas BIM, obteniendo resultados óptimos, pues se redujo tiempo y un presupuesto más exacto para la ejecución de la obra.

### **Definiciones conceptuales**

Según la Resolución Ministerial N°174-2016-VIVIENDA (2016) se define lo siguiente:

**Construcción:** Acción que comprende las obras de la edificación nueva, de ampliación, reconstrucción, refacción, remodelación, acondicionamiento y/o puesta en valor, así como las obras de ingeniería. Dentro de estas actividades se incluye la instalación de sistemas necesarios para el funcionamiento de la edificación y/u obra de ingeniería.

**Diseño:** Disciplina que tiene por objeto la armonización del entorno humano, desde la concepción de los objetos de uso, hasta el urbanismo.

**Edificación:** Obra de carácter permanente, cuyo destino es albergar actividades humanas. Comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella.

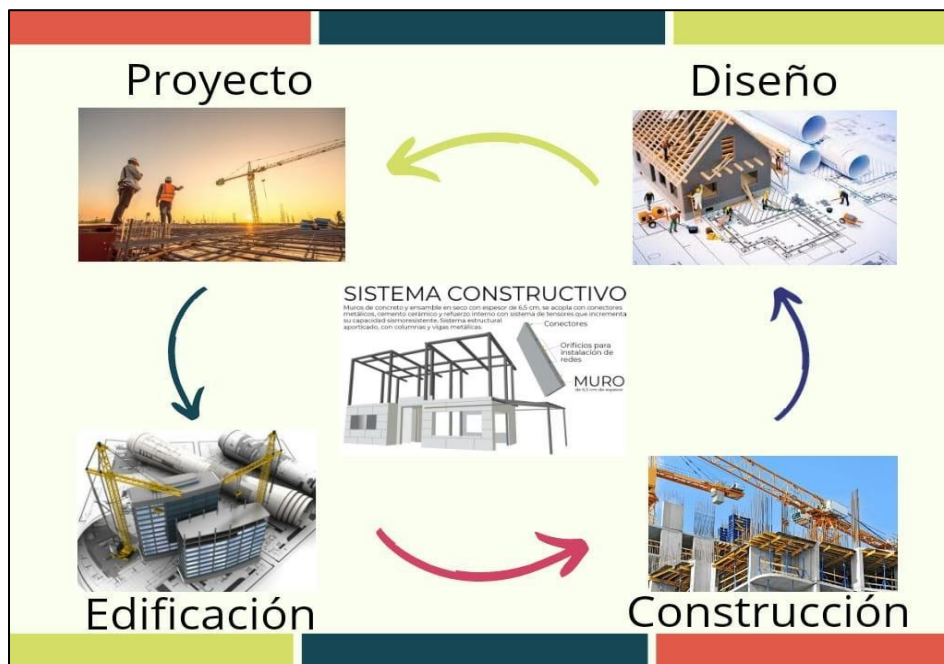
**Edificio multifamiliar:** Edificación única con dos o más unidades de vivienda que mantienen con copropiedad del terreno y de las áreas y servicios comunes.

**Expediente técnico:** Conjunto de documentos que determinan en forma explícita las características, requisitos y especificaciones necesarias para la ejecución de la obra.

**Proyecto:** Conjunto de actividades que demandan recursos múltiples que tienen como objetivo la materialización de una idea. Información técnica que permite ejecutar una obra de edificación o habilitación urbana.

**Sistema constructivo:** Conjunto integral de materiales de construcción que, combinados según lineamientos técnicos precisos, es decir, según un determinado proceso constructivo, se construye un edificio u obra de ingeniería. En la Ilustración 3 mostramos un collage de ítems de las definiciones conceptuales según la resolución ministerial N°174-2016- VIVIENDA

**Ilustración 3:** Ítems de las definiciones conceptuales R.M. N°174-2016-VIVIENDA



*Fuente: Elaboración propia*

Según el Decreto Supremo N°289-2019-EF (209), se puede dar el alcance teórico del BIM:

**BIM (Building Information Modeling):** Es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten formular, diseñar, construir, operar y mantener una infraestructura pública de forma colaborativa en un espacio virtual.

**Calidad:** Las aplicaciones BIM deben garantizar que la infraestructura pública se ejecute acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio en beneficio de la población.

**Colaboración:** La adopción y uso de BIM debe garantizar la máxima participación, comunicación e intercambio de información entre los diversos agentes involucrados en el desarrollo de una infraestructura pública, en cada una de las diferentes etapas y fases del ciclo de inversión.

**Coordinación:** La implementación de BIM debe promover e integrar la participación del sector público, sector privado y la academia a fin de garantizar las condiciones normativas e institucionales que faciliten su aplicación a nivel nacional y aseguren la sostenibilidad de su adopción y uso en el tiempo

**Eficiencia:** Se debe asegurar que el BIM genere ahorros en el uso de los fondos públicos a lo largo del ciclo de inversión, en términos de reducción de sobrecostos y atrasos en la ejecución de la infraestructura pública, así como en un uso racional de recursos destinados a operación y mantenimiento.

**Integralidad:** Se orienta a incorporar información de la infraestructura pública desde sus fases iniciales a fin de asegurar la trazabilidad e idoneidad de la información para su posterior utilización en las demás fases del ciclo de inversión.

**Modelo BIM:** Es la representación digital de los elementos de una infraestructura pública que incluye su geometría e información. Un modelo BIM puede generarse y/o gestionarse durante cualquier etapa y/o fase del ciclo de inversión.

**Nivel de información o desarrollo:** Son los grados de profundidad que puede tener tanto la información geométrica como no geométrica contenida en los elementos de los modelos BIM, según el estado de avance de la información de los modelos en que se requiera. A continuación, se presenta la Ilustración 4, consiste en un collage de fotos según los ítems de las definiciones conceptuales del decreto supremo N°289-2019- EF.

**Ilustración 4:** Ítems de las definiciones conceptuales D.S. N°289-2019-EF



*Fuente: Elaboración Propia*

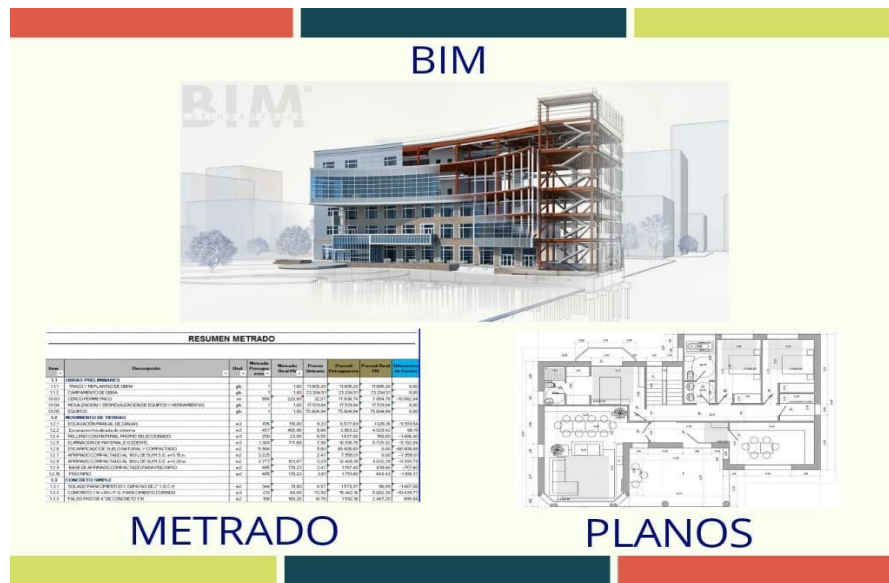
Según la Resolución Directoral N°073-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC (2010), se tienen las siguientes definiciones:

**Metrado:** En conformidad con el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, es el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar.

**Planos del proyecto:** Representación gráfica y conceptual de una obra, constituida por plantas, perfiles, secciones transversales y dibujos complementarios de ejecución. Los planos muestran la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles

del trabajo a ejecutar. Al igual que el en los casos anteriores, se presenta la Ilustración 5 en donde obtenemos un collage de fotos según los ítems de las definiciones de la resolución directoral N°073 – 2010/ VIVIENDA/ VMCS-DNC (2010).

**Ilustración 5:** Ítems de las definiciones conceptuales Resolución Directoral



*Fuente: Elaboración Propia*

Según el Decreto Supremo N°344 - 2018 - EF del Reglamento de la ley N°30225 - Ley de Contrataciones del Estado (2018), nos aporta con las siguientes definiciones:

**Especificaciones técnicas:** Descripción de las características técnicas y/o requisitos funcionales del bien a ser contratado. Incluye las cantidades, calidades y las condiciones bajo las que se ejecutan las obligaciones.

**Gastos generales:** Son aquellos costos indirectos que el contratista efectúa para la ejecución de la prestación a su cargo, derivados de su propia actividad empresarial, por lo que no pueden ser incluidos dentro de las partidas de las obras o de los costos directos del servicio.

**Gastos generales fijos:** Son aquellos que no están relacionados con el tiempo de ejecución de la prestación a cargo del contratista.

**Gastos Generales Variables:** Son aquellos que están directamente relacionados con el tiempo de ejecución de la obra y pueden incurrir a lo largo del plazo de ejecución de la prestación a cargo del contratista.

**Partida:** Cada una de las partes que conforman el presupuesto de una obra y precio unitario.

**Presupuesto de obra:** Es el valor económico de la obra estructurado por partidas con sus respectivos metrados, análisis de precios unitarios, gastos generales, utilidad e impuestos.

### **Bases teóricas**

#### **Procesos Constructivos**

Según Ardila (2017), nos dice que, los procesos constructivos son las formas que se llevan a cabo para construir de una forma determinada un proyecto buscando la eficacia, son importantes para dominar la obra y así poder cumplir con nuestros objetivos planeados. Mediante los procesos constructivos obtendremos información como el orden de ejecución, detalle de cada ejecución, tiempo de ejecución y demás detalles constructivos. Estos controles hacen posibles que las acciones necesarias en la gestión de obra se cumplan, son importantes pues esto ayuda a que entiendas cómo funcionará tu planeamiento y sobre todo cómo será tu ejecución, a continuación, algunas acciones:

- Contratar o subcontratar de la forma adecuada.
- Tener previsión.
- Organizar la obra.
- Optimizar técnicamente.
- Detectar errores técnicos o mejorar detalles constructivos.
- Optimizar el plazo.
- Por tanto, optimizar económicamente.
- Solucionar problemas técnicos adecuadamente.
- Recuperar el plazo.
- Defender económicamente la obra.
- Planificar técnica y económicamente los costos directos y los costos indirectos.

A continuación, se presentará la Ilustración 6 donde podemos comprender de forma didáctica los procesos constructivos de obra.

**Ilustración 6:** *Procesos constructivos de obra.*



*Fuente: Página de Stb Deacero.*



## Proceso tradicional de diseño

Según Sistema Constructivo Tradicional (s.f.) En la actualidad, gran parte de las construcciones que se realizan son llevadas a cabo mediante sistemas constructivos denominados construcción tradicional. ¿En qué se basa este sistema? Se fundamenta en la utilización y empleo de estructuras de muros portantes, (es decir fábrica de ladrillo, bloques o piedras, etc.) o estructuras de pilares realizadas en hormigón armado o de acero laminado. Generalmente muros portantes y pilares forman parte de una misma estructura como es el caso de los edificios dando lugar a soluciones mixtas. Tiene varias características particulares las cuales presentamos a continuación:

- Los muros de ladrillo o bloques de hormigón se caracterizan por contar con una buena capacidad portante, esto significa que son suficientes para soportar toda una planta sin ningún refuerzo tradicional. Para alturas mayores se puede acompañar con refuerzos o con más pilares.
- Este sistema se caracteriza por contar con muros que disponen de una mayor masa con respecto a otros sistemas como el de madera y el steel framing. Esto tiene la ventaja de permitir su utilización como acumuladores de calor dentro de un diseño especial de tipo bioclimático.
- Es importante mencionar que los muros tienen un buen comportamiento acústico por sí mismo al margen de la ayuda que aporta el aislamiento incorporado.
- No menos importante es mencionar que este sistema de construcción pese a ser de construcción húmeda e implicar una mayor demanda de tiempo en el proceso de construcción tiene la gran ventaja de facilitar las modificaciones que deseen realizarse sobre el diseño original.

- Siguiendo con las ventajas, este sistema tiene la particularidad de incorporar de manera fácil la solución de fachadas ventiladas.
- Tiene como todo sistema algunas desventajas. Es un tipo de construcción lento y por lo tanto caro, además tiene la particularidad de obligar realizar marcha y contramarcha de los trabajos, por ejemplo, cuando se construye la pared y luego se debe picar parte para poder colocar las tuberías y conexiones. Pero de todas formas podemos decir que es el sistema de construcción más antiguo y también uno de los más difundidos, el cual basa su éxito en sus principales características las cuales son la nobleza y la durabilidad.
- El sistema constructivo tradicional es muy útil a la hora de realizar construcciones nobles, durables y sólidas. (Ver Ilustración 7).

**Ilustración 7:** *Proceso constructivo tradicional de una vivienda.*



*Fuente: Bayona Arquitectos.*

## **Presupuestos**

Según la Universidad Tecnológica de Chile (2007), el primer paso para comenzar a estudiar un presupuesto, es dividir la obra en partidas, o ítems de pago que deben considerar todos los gastos en que se incurrirá en la construcción de la obra. Las

partidas son las faenas o elementos constructivos que se pueden evaluar individualmente. Estos deben ser medibles, presupuestales y verificables, de modo de controlar avances, cobrar estados de pago y comparar el avance real con el programado. En cada partida se debe determinar la unidad que tendrá ésta, pues es muy importante para el presupuesto que tenga unidades que estén a la par con las de los precios unitarios, tales como estas: m3, m2, ml, gl, etc. El segundo paso consiste en ubicar las distintas partidas, es decir, calcular las cantidades de unidades de cada partida, sean éstas en volúmenes, áreas o longitudes. Teniendo todo lo anterior se puede elaborar un presupuesto, para ello se debe estimar el costo de cada partida, estudiando y haciendo un detalle de cada precio unitario (P.U.), ésta debe incluir todos los costos que se necesitan para ejecutar un trabajo, debiendo ser compatible con las bases de medición y pagos de cada partida. En la Ilustración 8 nos referimos a una imagen referencial de un presupuesto.

**Ilustración 8:** Imagen referencial de un presupuesto.

| <b>Presupuesto</b>  |  |      |  |            |                   |
|---|--|------|--|------------|-------------------|
| Presupuesto   | 0302002 Puente en carretera                            |      | Cabecera: Se registra en el escenario de Datos generales |            |                   |
| Subpresupuesto  | 001 Estructuras  |      |  |            |                   |
| Cliente   | Ministerio de Transportes y Comunicaciones             |      |  |            |                   |
| Lugar   | CUSCO - URUBAMBA - URUBAMBA                            |      | Costo al 03/01/2005                                      |            |                   |
| Item  | Descripción  | Und. | Metrado  | Precio SI. | Parcial SI.       |
| 01  | <b>CONCRETO ARMADO</b>                                 |      |  |            | <b>835,708.89</b> |
| 01.01   | <b>ENCOFRADO</b>                                       |      |  |            | <b>88,019.68</b>  |
| 01.01.01  | Encofrado de cimentación                               | m2   | 264.00   | 49.10      | 12,962.40         |
| 01.01.02  | Encofrado de elevación                                 | m2   | 864.00   | 53.37      | 46,111.68         |
| 01.01.03  | Encofrado de superestructura                           | m2   | 632.00   | 45.80      | 28,945.60         |
| 01.02   | <b>ACERO</b>   |      |  |            | <b>448,487.40</b> |
| 01.02.01  | Acero ordinario  |      | 47,490.00  | 3.26       | 154,817.40        |
| 01.02.02  | Acero para pretensado                                  | kg   | 117,000.00   | 2.51       | 293,670.00        |
| 01.03   | <b>CONCRETO</b>  |      |  |            | <b>299,201.81</b> |
| 01.03.01  | Concreto f'c = 100 kg/cm2 (solado)                     | m3   | 40.50  | 198.71     | 8,047.76          |
| 01.03.02  | Concreto f'c = 210 kg/cm2 (cimentación)                | m3   | 125.00   | 180.87     | 22,608.75         |
| 01.03.03  | Concreto f'c = 140 kg/cm2 (elevación)                  | m3   | 740.00   | 228.29     | 168,934.60        |
| 01.03.04  | Concreto pretensado f'c = 280 kg/cm2 (superestructura) | m3   | 322.00   | 309.35     | 99,610.70         |
| <b>COSTO DIRECTO</b>  |  |      |  |            | <b>835,708.89</b> |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>  |  |      |  |            | <b>835,708.89</b> |
| <b>SON : OCHOCIENTOS TRENTICINCO MIL SETECIENTOS OCHO Y 89/100 NUEVOS SOLES</b> |  |      |  |            |                   |

*Fuente:* Libro del curso Costos y Presupuestos S10.

## **Análisis de precios unitarios**

El Precio Unitario (P.U.) de cada partida, se considera como la sumatoria de los precios unitarios de mano de obra, materiales, maquinarias, equipos, etc (UTC, 2007).

$$P.U. partida = P.U. mano de obra + P.U. equipos + otros costos$$

### **Precio Unitario de mano de obra**

Según la UTC (2007) se define como Mano de Obra al costo de obra involucrada en la partida, para ello se debe estimar el rendimiento del trabajador para tener una buena evaluación. Los costos de mano de obra que se consideran son los Costos Fijos, que constituyen la remuneración del trabajador, y los Costos variables, que se dividen en:

- Costos variables mensuales, los que a su vez se dividen en: - Sobretiempo, que normalmente es un 50% en horas extras en días hábiles y del 110% horas extras de días Domingos y festivos, trato y participaciones.
- Costo variable anual (gratificaciones según corresponda)
- Leyes Sociales, las que a su vez se dividen en: imposiciones calculadas sobre la base de un porcentaje sobre la remuneración imponible. Son parte del dinero del trabajador que el empleador retiene e ingresa a los fondos de pensiones y de salud a nombre del trabajador. Seguro de accidente: considerando un porcentaje sobre el total ganado por el trabajador, variando de acuerdo a los índices de accidentalidad de la empresa.

Otras asignaciones:

- De alimentación
- De movilización
- Viáticos (según corresponda)

- Asignación por desgaste de herramientas (según corresponda)
- Asignación por pérdida de caja (según corresponda)
- Indemnizaciones: son los costos en que se incurre al despedir un trabajador. Estas se dividen en:
  - Desahucio, cancelando un mes de sueldo al trabajador, que es despedido sin el previo aviso de un mes por lo menos.
  - Indemnización por años de servicio, que corresponde a un mes de sueldo por cada año de servicio.
  - Pago proporcional por vacaciones, pagándose al trabajador que sea despedido antes de haber hecho uso de sus vacaciones.

Se observa un ejemplo referencial de los análisis de precios unitarios según partidas, rendimientos, precio, cantidades, etc.

**Ilustración 9:** Ejemplo referencial de un Análisis de Precios Unitarios.

| Partida     | 04.02                                 | PISO DE PORCELANATO |            |          |            |                                 |  |              |
|-------------|---------------------------------------|---------------------|------------|----------|------------|---------------------------------|--|--------------|
| Rendimiento | m2/DIA                                | MO. 6.0000          | EQ. 6.0000 |          |            | Costo unitario directo por : m2 |  | <b>61.16</b> |
| Código      | Descripción Recurso                   | Unidad              | Cuadrilla  | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/.                     |  |              |
|             | <b>Mano de Obra</b>                   |                     |            |          |            |                                 |  |              |
| 0147010001  | GAPATAZ                               | hh                  | 0.1000     | 0.1333   | 14.34      | 1.91                            |  |              |
| 0147010002  | OPERARIO                              | hh                  | 1.0000     | 1.3333   | 13.04      | 17.39                           |  |              |
| 0147010004  | PEON                                  | hh                  | 0.3333     | 0.4444   | 10.49      | 4.66                            |  |              |
|             |                                       |                     |            |          |            | <b>23.96</b>                    |  |              |
|             | <b>Materiales</b>                     |                     |            |          |            |                                 |  |              |
| 0229450025  | CERAMICO PORCELANATO                  | m2                  |            | 1.0300   | 33.61      | 34.62                           |  |              |
| 0230000002  | PORCELANA                             | kg                  |            | 0.2000   | 4.69       | 0.94                            |  |              |
| 0230460061  | PEGAMENTO PARA PORCELANATO (BOL 20KG) | und                 |            | 0.0315   | 29.33      | 0.92                            |  |              |
|             |                                       |                     |            |          |            | <b>36.48</b>                    |  |              |
|             | <b>Equipos</b>                        |                     |            |          |            |                                 |  |              |
| 0337010001  | HERRAMIENTAS MANUALES                 | %MO                 |            | 3.0000   | 23.96      | 0.72                            |  |              |
|             |                                       |                     |            |          |            | <b>0.72</b>                     |  |              |

Fuente: Bibliocad

### ¿Qué es el BIM?

BIM es un conjunto de tecnologías, procesos y políticas que permiten a múltiples partes interesadas diseñar, construir y operar en colaboración, una instalación en un

espacio virtual. Como término, BIM ha crecido enormemente a lo largo de los años y ahora es la expresión actual de innovación digital en toda la industria de la construcción (DataLaing, 2017).

Asimismo, Arias (2019), nos comenta que se le puede aplicar principios económicos, ambientales, que son eficientes para el manejo de recursos, debido a que se puede visualizar el proceso de la obra antes de construirla. BIM está compuesto por distintos softwares que facilitan, agilizan y disminuyen costos en los procesos esenciales

Entre los principales tenemos los siguientes: REVIT, ARCHICAD, ALLPLAN, AECOSIM, SOLIBRI MODEL CHECKER, PRESTO, NAVISWORKS, CYPE y CONTROL BIM, donde cada uno tiene una función distinta, tal como: diseñar, asignar los recursos, calcular los costos, controlar los plazos, entre otros (Oussou Pure & Delgado, 2016). A continuación, se representa la relación entre la metodología BIM y sus principales factores involucrados.

**Ilustración 10:** *Relación entre la Metodología BIM y factores involucrados*



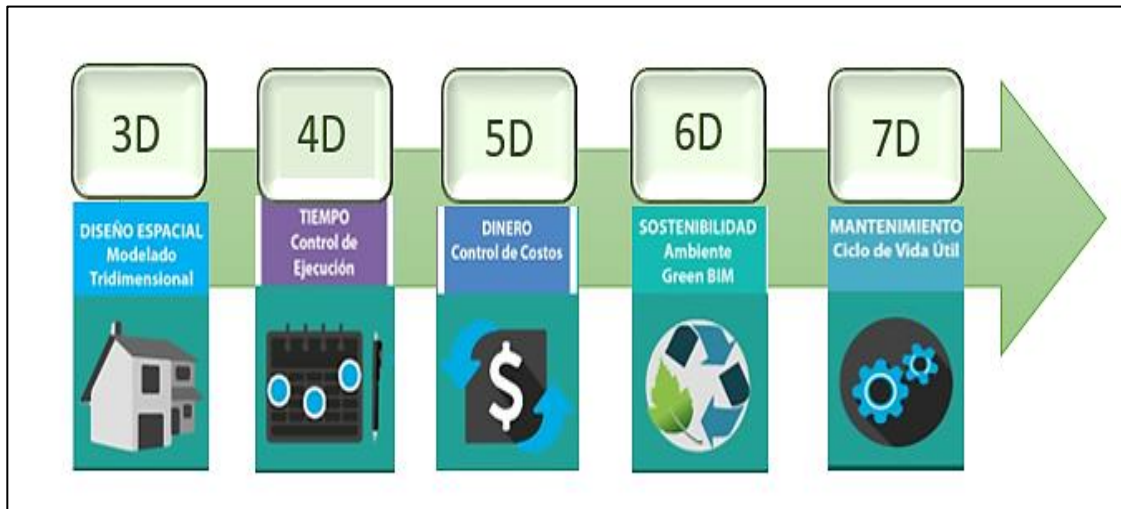
*Fuente:Elaboración Propia*

El BIM nos permite construir de manera sostenible y competente, reduciendo costos y tiempos, debido a que se anticipa a posibles dificultades. Se divide en distintos niveles, los cuales dependen de la madurez de la organización, el equipamiento y la capacitación que tiene sus especialistas (Oussou Pure & Delgado, 2016). Siendo los niveles los siguientes:

- BIM 3D: Es un modelo orientado a objetos (Columnas, Vigas, Muros, etc.), que representará toda la información geométrica del proyecto de forma integrada.
- BIM 4D, +3D: Al modelo se le añade la dimensión del tiempo y facilita controlar la dinámica del proyecto, realizar simulaciones de sus diferentes fases, diseñar el plan de ejecución para detectar posibles dificultades que pueden ser resueltas con posible reducción de costo y plazo.
- BIM 5D, +4D: Abarca el control de los costos integrados al sistema en el proceso de simulación de la ejecución.
- BIM 6D, +5D: La sexta dimensión de BIM está relacionada con un factor que tiene cada vez más importancia, la sostenibilidad del proyecto en todas las fases del mismo, con un análisis integral desde los compromisos establecidos en la iniciación hasta su desactivación. Permite la toma de decisiones por partes del proyecto antes de su ejecución. Sistema de información único.
- BIM 7D: o Facility management, es la dimensión empleada para las operaciones de mantenimiento de las instalaciones durante la vida útil de la inversión en un modelo as built del mismo.

A continuación se desarrolla mediante una línea ascendente los niveles de análisis de la metodología BIM con relación a lo que se desea obtener.

**Ilustración 11:** Niveles de análisis de la Metodología BIM.



*Fuente: Elaboración Propia*

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1 Problema general

- **PG1:** ¿Cómo influye la aplicación de la metodología BIM en el presupuesto tradicional del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima – 2020?

### 1.2.2 Problemas específicos

- **PE1:** ¿Qué acción plantea la metodología BIM al aplicarse en el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - 2020 BIM enfocado en el área de Estructuras y Arquitectura?
- **PE2:** ¿Qué mejora se establecerá en la elaboración del presupuesto para el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María – Lima - 2020, desarrollado mediante la metodología BIM?
- **PE3:** ¿En que medida influye la aplicación de la metodología BIM en el presupuesto ejecutado en el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - 2020?



### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

- **OG1:** Identificar la influencia de la aplicación de la metodología BIM en el presupuesto tradicional del proyecto Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María – Lima – 2020 y demostrar que dicha metodología nos ofrece una mayor efectividad

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- **OE1:** Elaborar un nuevo presupuesto mediante la metodología BIM enfocado en el área de Estructuras y Arquitectura para el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020
- **OE2:** Identificar las mejoras encontradas en el desarrollo de un nuevo presupuesto para el Colegio de Nutricionistas del Perú- Jesús María - Lima - 2020, mediante la metodología BIM.
- **OE3:** Cuantificar la influencia de la implementación de la metodología BIM aplicado en el presupuesto del Colegio de Nutricionistas del Perú- Jesús María - Lima - 2020

### 1.4. Hipótesis

#### 1.1.1. Hipótesis general

- **HG1:** La influencia de la metodología BIM y sus nuevas estrategias disminuirán los costos establecidos en un 10% del presupuesto estructural y arquitectónico del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020.

#### 1.1.2. Hipótesis específicas

- **HE1:** Se evidenciará una reducción de tiempo al gestionar los presupuestos mediante la metodología BIM para el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020, enfocado principalmente en el área de estructural y arquitectónica.
- **HE2:** El usar la metodología BIM para el desarrollo del presupuesto estructural y arquitectónico del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020, ayudará a identificar las mejoras y a optimizar su ejecución dentro del proyecto.
- **HE3:** Al implementar la metodología BIM en el presupuesto estructural y arquitectónico del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima- 2020, se obtendrá mayores beneficios, tales como, una visualización 3D y la optimización considerable de costos al tener mayores aptitudes en el cálculo de metrados.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

Existen diversos tipos de investigación, estas se clasifican de diversas maneras según su propósito, tipo de estudio, entre otros. Cada una de estas metodologías se basan en técnicas realizadas con diferentes procedimientos. Es por ello, que se buscará y analizará las más adecuadas a nuestro proyecto. De esta manera, se define la investigación aplicada, la cual está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Esto nos quiere decir que el ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado (Oblitas, 2018, pág. 26). Asimismo, se describe la investigación cuantitativa, esta “se centra en el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis” (Oblitas, 2018, pág. 27)

Según las definiciones anteriores brindadas por el autor Oblitas se puede identificar que nuestra tesis de investigación según el propósito que tiene es de tipo aplicada, pues con la metodología BIM encontraremos técnicas para poder lograr nuestros objetivos; y según su naturaleza de datos es cuantitativa debido a que al implementar la mencionada metodología en el presupuesto arquitectónico y estructural del Colegio de Nutricionistas del Perú, se cuantificara y analizará los datos iniciales que nos proporcionaron con los datos que obtendremos al desarrollar un nuevo presupuesto.

### **Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

#### **Población**

“La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados” (Arias, Villasís & Miranda; México; 2016).

Según la definición que tenemos de la población, podemos decir que es un universo de acontecimientos que tienen diversas características en común. De este modo, se infiere que la presente tesis de investigación tiene como población a toda edificación familiar, multifamiliar o de carácter administrativo, ya que al ser las mencionadas de similar proceso constructivo; en todas se puede implementar la metodología BIM, ya sea en el presupuesto, valorización, gestión, entre otras áreas.

El objeto de estudio de la presente tesis es la implementación de la metodología BIM en el presupuesto del Colegio de Nutricionistas del Perú, la cual comprende un conjunto de oficinas administrativas que representa y agrupa a todos sus profesionales. El proceso constructivo de estas es muy similar a la de viviendas familiares, ya que se tienen distintos ambientes con áreas privadas y comunes que albergan a personas durante diversos instantes de su tiempo de vida útil.

**Ilustración 12:** Collage de viviendas multifamiliares, edificaciones y oficinas administrativas.



*Fuente: Elaboración Propia*

## **Muestra**

Según la última definición de la RAE, se denomina muestra a una parte o porción extraída de un conjunto, por métodos que permiten considerarla como representativa de él. Existen distintos tipos y técnicas de muestreo, se tiene los probabilísticos y los no probabilísticos, dentro de estos se encuentran diversos subtipos, los cuales te permiten identificar la técnica apropiada para realizar un muestreo.

El muestreo por conveniencia es un subtipo no probabilístico; “permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (Otzen & Manterola, 2017). La muestra de la presente tesis es el Colegio de Nutricionistas del Perú ubicado en el distrito de Jesús María. Se realizó esta selección debido a que se tuvo la oportunidad de trabajar dentro del proyecto en el área de Oficina Técnica, obteniendo información y acceso a gran parte de la memoria descriptiva del proyecto, la cual está comprendida por planos, presupuestos, entre otros elementos. Por lo mencionado, se concluye que la muestra de la presente tesis es no probabilística por conveniencia, ya que se seleccionó el caso más asequible a nuestro alcance.

### **2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

“Las técnicas de recolección de datos son mecanismos e instrumentos que se utilizan para reunir y medir información de forma organizada y con un objetivo específico” (Caro, 2021).

La presente tesis se basa en la implementación de la metodología BIM en el presupuesto arquitectónico y estructural del Colegio de Nutricionistas del Perú. Es por

ello, que se realizará un modelado en el software Revit, el cual nos permitirá obtener un nuevo metrado para la elaboración de un presupuesto y de esta manera cuantificar la influencia en el mismo, para ello desarrollaremos actividades con un mejor control , además de coordinar y relacionar los recursos para cumplir con las metas establecidas usando el presupuesto inicial del proyecto como también los planos en PDF que se adquirieron en parte de la memoria descriptiva del colegio. Estos documentos fueron de fácil recolección debido a que trabajó en la Oficina Técnica de la empresa que realizó la presente obra, obteniendo acceso directo a la información.

### **Materiales - instrumentos de oficina**

- Laptop
- Planos
- Escalímetro
- Lápiz
- Cuadernos
- Calculadora

### **Instrumentos para el análisis de datos**

Para poder analizar los datos recolectados se usarán distintos programas y metodologías . Tales como:

- **Microsoft Excel:** Nos ayuda con el metrado, aquí se colocará toda la información con el criterio escogido bajo un formato, se desarrollará bajo el orden de partidas a ejecutar

- **Microsoft Word:** Sirve para entrelazar la información del presupuesto final.
- **S10:** Es un programa que nos ayudará con la elaboración del nuevo presupuesto, en este se colocará el metrado de acuerdo a la relación de partidas establecidas.
- **Revit:** Es un software perteneciente a la Metodología BIM que se encargará del diseño arquitectónico, estructural, etc. que nos brindará detalles de ingeniería y construcción.
- **BIM :** Metodología colaborativa donde se desarrolla la gestión a través de herramientas y softwares con el fin de lograr un modelado en 3D que ayude en los procesos constructivos.

### 2.3. Variables

Cauas (2015) nos indica que el termino variable proviene de las matemáticas, la cual se usa de manera flexible en entornos de las ciencias sociales. Asimismo, lo describe como “propiedad o característica de un objeto o fenómeno que presenta variaciones en sucesivas mediciones temporales”. Existen diversos significados para la palabra variable, así como se ubican distintas clasificaciones de la misma; como cualitativa, cuantitativa, continuas, dependientes, entre otras.

Se define la variable dependiente como aquella que se debe interpretar en base a otro factor y variable independiente a aquella que se utilizan para analizar los experimentos (Cauas, 2015). En nuestra tesis, tenemos una variable dependiente la cual es el Presupuesto y una variable independiente que es la Metodología BIM, debido que al implementar la segunda en el Colegio de Nutricionistas, se estima una variación en la primera.

Tabla 1: *Tabla de Matriz de Consistencia.*

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Formulación del problema   | Objetivos   | Hipótesis  | Variable y= f(x)                                    | Indicadores                                   |
|--|---|--|---|---|
| <p><b>Problema General:</b> ¿Cómo influye la aplicación de la metodología BIM en el presupuesto tradicional del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020?</p>  | <p><b>Objetivo General:</b> Identificar la influencia de la aplicación de la metodología BIM en el presupuesto tradicional del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020 y demostrar que dicha metodología nos ofrece una mayor efectividad</p>  | <p><b>Hipótesis General:</b> La influencia de la metodología BIM y sus nuevas estrategias ayudarán a reducir los costos establecidos en un 10% del presupuesto estructural y arquitectónico del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020.</p> <p><b>Hipótesis Específicos:</b><br/>           - HE1: Se evidenciara una reducción de tiempo y evitará problemas no previstos ante la elaboración de un presupuesto mediante la metodología BIM para el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020, enfocado principalmente en el área de estructural y arquitectónica<br/>           - HE2: El usar la metodología BIM para el desarrollo del presupuesto estructural y arquitectónico del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020, ayudará a identificar las mejoras y a optimizar la ejecución dentro del proyecto.<br/>           - HE3: Al implementar la metodología BIM en el presupuesto estructural y arquitectónico del Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima- 2020, se obtendrá mayores beneficios, tales como, una visualización 3D y la optimización considerable de costos al tener mayores aptitudes en el cálculo de metrados.</p> | <p><b>Variable Dependiente:</b><br/>Presupuesto</p> | <p>PARTIDAS COSTO DIRECTO COSTO INDIRECTO</p> |
| <p><b>Problemas Específicos:</b><br/>           - PE1: ¿Qué acción plantea la metodología BIM al aplicarse en el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - 2020 BIM enfocado en el área de Estructuras y Arquitectura?<br/>           - PE2: ¿Qué mejora se establecerá en la elaboración del presupuesto para el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020, desarrollado mediante la metodología BIM?<br/>           - PE3: ¿En que medida influye la aplicación de la metodología BIM en el presupuesto ejecutado en el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - 2020?</p> | <p><b>Objetivos Específicos:</b><br/>           - OE1: Elaborar un nuevo presupuesto mediante la metodología BIM enfocado en el área de Estructuras y Arquitectura para el Colegio de Nutricionistas del Perú - Jesús María - Lima - 2020<br/>           - OE2: Identificar las mejoras encontradas en el desarrollo de un nuevo presupuesto para el Colegio de Nutricionistas del Perú- Jesús María - Lima - 2020, mediante la metodología BIM.<br/>           - OE3: Cuantificar la influencia de la implementación de la metodología BIM aplicado en el presupuesto del Colegio de Nutricionistas del Perú- Jesús María - Lima - 2020.</p> | <p><b>Variable Independiente:</b><br/>Metodología BIM</p>  | <p>REVIT ESTRUCTURAL REVIT ARQUITECTÓNICO</p>       |   |

*Fuente: Elaboración propia.*



. Tabla 2: *Tabla de Operacionalización de variables.*

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| Tipo de Variable | Variables       | Definición Conceptual  | Dimensiones | Indicadores                            | Instrumento                            |
|------------------|-----------------|--|-------------|--|--|
| DEPENDIENTE      | Presupuesto     | Es el valor económico de la obra estructurado por partidas con sus respectivos metrados, análisis de precios unitarios, gastos generales, utilidad e impuestos.              | Costo       | Porcentaje de mejora en el presupuesto | Partidas Costo Directo Costo Indirecto |
| INDIPENDIENTE    | Metodología BIM | Metodología colaborativa donde se desarrolla la gestión a través de herramientas y softwares con el fin de lograr un modelado en 3D que ayude en los procesos constructivos. | Metrados    | Minimizador de fallas                  | Revit Estructural Revit Arquitectónico |

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 2.4. Procedimiento

Para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación realizamos los siguientes pasos procurando siempre respetar nuestros objetivos antes mencionados, para ello el orden fue el siguiente:

- a) Recolección de datos del presupuesto tradicional del Colegio de Nutricionistas del Perú.
- b) Modelado en Revit del proyecto en el área de estructuras y arquitectura con los planos de replanteo y pdf.
- c) Cálculo de metrados según el programa Revit.
- d) Elaboración de un presupuesto con los nuevos metrados obtenidos en Revit.
- e) Calcular la influencia al implementar la metodología BIM en el presupuesto arquitectónico y estructural del Colegio de Nutricionistas del Perú.

## Presupuesto tradicional del Colegio de Nutricionistas del Perú brindado por la empresa Construcciones Vanguardistas S.A.C










Este presupuesto se realizó mediante un método tradicional, el cual se basa en seguir los procesos constructivos, donde se metran las partidas en su totalidad según el expediente técnico brindado; además se utilizan las especificaciones de los planos impresos y/o en autocad, dosificaciones del concreto, especificaciones técnicas, etc; estos se emplean para un cálculo más certero y una mayor visibilidad del proyecto a realizar. Para el metrado, se obtienen las medidas y espesores de los elementos, se colocan en el programa Excel siguiendo un formato con los siguientes ítems: partida, descripción, cantidad, ancho, largo, parcial, total; consiguiendo así los metrados finales que se usarán en el presupuesto. A continuación, se presenta la planilla de metrados que se utilizó para cuantificar las partidas arquitectónicas del Colegio de Nutricionistas del Perú (ver ilustración 13) y la planilla de metrados que se utilizó para cuantificar las partidas de acero (ver ilustración 14), las cuales se recolectaron en conjunto con algunos elementos de la memoria descriptiva perteneciente al proyecto.

**Ilustración 13:** Planilla de metrados de Arquitectura del Colegio de Nutricionistas

| Partida             | Descripción                             | Und | N°<br>Veces | Dimensiones |   |     | Parcial | Total  |
|---------------------|---|-----|-------------|-------------|---|-----|---------|--------|
|                     |   |     |             | L           | A | H   |         |        |
| <b>Arquitectura</b> |   |     |             |             |   |     |         |        |
| 02.02               | MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA         |     |             |             |   |     |         |        |
| 02.02.01            | MUROS DE LADRILLO KING KONG DE ARCILLA  |     |             |             |   |     |         |        |
| 02.02.01.01         | MUROS DE LADRILLO KK SOGA MEZCLA CA 1:5 |     |             |             |   |     |         | 307.81 |
| 02.02.01.02         | TABIQUES DE ALBAÑILERIA                 |     |             |             |   |     |         | 105.15 |
| 14                  | Sala de gerencia                        | m2  | 1           | 0.90        |   | 2.8 | 2.52    |        |
| 15                  | Cuarto de basura                        | m2  | 1           | 2.50        |   | 2.8 | 7.00    |        |
| 16                  | Baño                                    | m2  | 1           | 5.60        |   | 2.8 | 15.68   |        |
| 17                  | v1                                      | m2  | -2          |             | 1 | 0.4 | -0.80   |        |
| 18                  | Ascensor                                | m2  | 2           | 1.00        |   | 2.8 | 5.60    |        |
| 19                  | Recepcion                               | m2  | 1           | 2.57        |   | 2.8 | 7.20    |        |
| 20                  | Hall                                    | m2  | 1           | 1.50        |   | 2.8 | 4.20    |        |
| 21                  | Gerencia                                | m2  | 1           | 1.25        |   | 2.8 | 3.50    |        |
| 22                  | Baño                                    | m2  | 1           | 6.03        |   | 2.8 | 16.88   |        |
| 23                  | v1                                      | m2  | -2          |             | 1 | 0.4 | -0.80   |        |
| 24                  | Poso de luz                             | m2  | 1           | 4.55        |   | 1   | 4.55    |        |
| 25                  | Baño                                    | m2  | 1           | 5.57        |   | 2.8 | 15.60   |        |
| 26                  | Baño                                    | m2  | 1           | 8.58        |   | 2.8 | 24.02   |        |
| 27                  |   |     |             |             |   |     |         |        |

**Fuente:** Construcciones Vanguardistas S.A.C

**Ilustración 14:** Planilla de metrados de acero estructural del Colegio de Nutricionistas

|     |             |   |      |                     |                      |                     |                                       |       |        |          |      |    |       |
|-----|-------------|---|------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------------|-------|--------|----------|------|----|-------|
| 143 |             |   |      |                     |                      |                     |                                       |       |        |          |      |    |       |
| 144 | 02.03.04.02 | Acero Corrugado f'y= 4200 Kg/cm2  |      |                     |                      |                     |                                       |       |        | 1er piso |      |    | Vigas |
| 145 |             |   |      |                     |                      |                     |                                       |       |        |          |      |    |       |
| 146 | ELEMENTO    |   | Ø    | Número de Elementos | Número de Piezas por | Long. por Pieza (m) | LONGITUD (Metros Lineales de Varilla) |       |        |          |      |    |       |
| 147 |             |   |      |                     |                      |                     | 1/4"                                  | 3/8"  | 1/2"   | 5/8"     | 3/4" | 1" |       |
| 148 |             | DISEÑO ELEMENTO   |      |                     |                      |                     | m                                     | m     | m      | m        | m    | m  |       |
| 149 | VP-1        |        | 1/2" | 1                   | 5                    | 16.2                |                                       |       | 81     |          |      |    |       |
| 150 |             |  eje A | 3/8" | 1                   | 103                  | 1.3                 |                                       | 133.9 |        |          |      |    |       |
| 151 | VP-1        |        | 1/2" | 1                   | 5                    | 23.85               |                                       |       | 119.25 |          |      |    |       |
| 152 |             |  eje C | 3/8" | 1                   | 163                  | 1.3                 |                                       | 211.9 |        |          |      |    |       |
| 153 | VP-2        |        | 1/2" | 1                   | 4                    | 6.1                 |                                       |       | 24.4   |          |      |    |       |
| 154 |             |  eje A | 3/8" | 1                   | 38                   | 1.3                 |                                       | 49.4  |        |          |      |    |       |
| 155 | VP-2        |        | 1/2" | 1                   | 4                    | 8                   |                                       |       | 32     |          |      |    |       |
| 156 |             |  eje C | 3/8" | 1                   | 44                   | 1.3                 |                                       | 57.2  |        |          |      |    |       |
| 157 | VP-2        |        | 1/2" | 2                   | 4                    | 3.8                 |                                       |       | 30.4   |          |      |    |       |

Fuente: Construcciones Vanguarditas S.A.C

Estos metrados son elaborados para el área estructural y arquitectónica. El fin es realizarlos para la cuantificación del material que se necesitará en la construcción del proyecto. De esta forma se realizó el presupuesto inicial, el cual nos brindó el consorcio Vanguardista.

### Implementación de la metodología BIM – Modelado del proyecto en Revit

Nuestra tesis desarrollará un nuevo presupuesto con los metrados obtenidos del software Revit, en este se colocarán paso a paso los planos estructurales y arquitectónicos que pertenecen al Colegio de Nutricionistas del Perú. La presente aplicación te brinda una vista en 3D de la edificación especificando los detalles del proyecto, aquí podremos apreciar incluso el material que se utilizó.

Para el modelado en el software Revit, primero desarrollamos los planos en autocad, debido a que estos solo se obtuvieron en formato PDF (ver anexo N°1) . Luego se insertaron los planos arquitectónicos y estructurales según su especialidad en el

software. El objetivo principal de todo este proceso es reducir errores en los metrados de las partidas establecidas.

Luego de insertar los planos arquitectónicos en el software Revit se prosiguió con el modelado siguiendo las especificaciones técnicas. Se insertaron muros, puertas, ventanas, entre otros elementos pertenecientes al proyecto. Al instalar los muros se tuvo en cuenta la altura de 2.8 metros de estos, asimismo se verifico que estos no se situen en los mismos lugares que placas y columnas. También se tuvo en consideración los distintos vanos y alturas de puertas y ventanas. Para facilitar la extracción de los metrados se clasificaron los muros con distintos nombres en el software, ya que algunos contaban con tarrajeo y pintura a una cara y otros a dos caras. Por ejemplo tenemos al muro de ladrillo KING KONG el cual está compuesto por 3 capas: ladrillo común, tarrajeo interior y pintura (ver ilustración 15), este fue usado para la zona perimétrica sin contar la fachada; mientras que a los muros interiores se les colocó una capa de tarrajeo y pintura a cada lado. Para una mejor comprensión de los pasos del modelado arquitectónico ver el anexo N°2

**Ilustración 15:** Capas de un muro en REVIT a una cara

| Función             | Material                       |
|---------------------|--------------------------------|
| Contorno del núcleo | Capas de envolvente por encima |
| Estructura [1]      | Ladrillo, común                |
| Acabado 2 [5]       | PINTURA                        |
| Acabado 1 [4]       | TARRAJEO INTERIORES            |
| Contorno del núcleo | Capas de envolvente por debajo |

*Fuente: Elaboración Propia*

De igual manera se inserto los planos estructurales en el software Revit, siguiendo el proceso constructivo básico. Se respeto las longitudes, latitudes y espesores de los planos. Se inició instalando las zapatas a la altura del plano de cimentación; primero

se creó cada zapata con su respectivo nombre y se inserto sus dimensiones; luego se procedió a colocarle el acero a cada una de ellas, para facilitar la inserción de estos se realizaron cortes transversales. Prosiguiendo se instalaron los cimientos corridos, columnas, placas, vigas y el techo, realizando el mismo procedimiento mencionado. Para una mejor visualización y comprensión de los pasos del modelado estructural revisar el anexo N° 3.

El nuevo metrado se obtuvo del software Revit, ya que el programa no solo ayuda en la mejor comprensión espacial de cada estructura, sino también nos brinda otras opciones como metrados. Con estos resultados esperamos que el porcentaje de error en el metrado sea mínimo.

Para la elaboración del nuevo presupuesto se utilizó el programa S10, en el cual se introdujeron las partidas que nos brindo la empresa Construcciones Vanguardistas S.A.C y se colocaron los nuevos metrados realizados mediante el software perteneciente a la metodología BIM. En todas las partidas se consideraron los precios empleados en el anterior presupuesto, para poder hacer un cálculo adecuado. Después de elaborarlas, procedimos a realizar el diseño del pie de presupuesto, agregando el 18% perteneciente al IGV, los costos indirectos y las utilidades correspondientes, obteniendo así el presupuesto final.

Por último, se calculo la influencia de la implemetacion de la metodologia BIM en el presupuesto al contrastar el brindado por la empresa, que due el presupuesto inicial con el obtenido con el programa S10 luego de insertar los nuevos metrados en las partidas. A continuación, se muestra el presupuesto final realizado en el software S10.

**Ilustración 16:** Presupuesto en el software S10

| Item               | Descripción   | Und | Metrado  | Precio (S/.) | Parcial (S/.)     |
|--------------------|---|-----|----------|--------------|-------------------|
| <b>01</b>          | <b>ESTRUCTURAS</b>                                      |     |          |              | <b>172,793.52</b> |
| <b>01.01</b>       | <b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>                         |     |          |              | <b>17,330.61</b>  |
| <b>01.01.01</b>    | <b>CIMENTOS CORRIDOS</b>                                |     |          |              | <b>5,066.69</b>   |
| 01.01.01.01        | CONCRETO CICLOPEO F'C=100 KG/CM2, MÁS 30% PG (6" MÁX)   | M2  | 24.98    | 202.83       | 5,066.69          |
| <b>01.01.02</b>    | <b>SOLADO E=0.10M</b>                                   |     |          |              | <b>2,766.03</b>   |
| 01.01.02.01        | CONCRETO F'C=100 KG/CM2                                 | M2  | 44.52    | 62.13        | 2,766.03          |
| <b>01.01.03</b>    | <b>SOBRECIMIENTO CORRIDO</b>                            |     |          |              | <b>3,766.25</b>   |
| 01.01.03.01        | CONCRETO CICLOPEO F'C=140 KG/CM2, MÁS 25% PG (3" MÁX)   | M3  | 4.50     | 292.00       | 1,314.00          |
| 01.01.03.02        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMENTOS      | M2  | 60.06    | 40.83        | 2,452.25          |
| <b>01.01.04</b>    | <b>FALSO PISO E=0.10M</b>                               |     |          |              | <b>5,731.64</b>   |
| 01.01.04.01        | CONCRETO F'C=100 KG/CM2                                 | M3  | 185.55   | 30.89        | 5,731.64          |
| <b>01.02</b>       | <b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>                         |     |          |              | <b>155,462.91</b> |
| <b>01.02.01</b>    | <b>ZAPATAS</b>  |     |          |              | <b>9,490.29</b>   |
| 01.02.01.01        | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | M3  | 16.07    | 322.20       | 5,177.75          |
| 01.02.01.02        | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2 D=1/2"                 | KG  | 424.60   | 4.28         | 1,817.29          |
| 01.02.01.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL ZAPATAS                 | M2  | 55.45    | 45.00        | 2,495.25          |
| <b>01.02.02</b>    | <b>MUROS REFORZADOS</b>                                 |     |          |              | <b>46,486.75</b>  |
| <b>01.02.02.01</b> | <b>MUROS DE CONCRETO, TABIQUES DE CONCRETO Y PLACAS</b> |     |          |              | <b>46,486.75</b>  |
| 01.02.02.01.01     | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | M3  | 27.84    | 556.00       | 15,479.04         |
| 01.02.02.01.02     | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | KG  | 3,705.13 | 4.28         | 15,857.96         |
| 01.02.02.01.03     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL TABIQUE Y PLACA         | M2  | 275.45   | 55.00        | 15,149.75         |
| <b>01.02.03</b>    | <b>COLUMNAS</b>   |     |          |              | <b>33,048.15</b>  |
| 01.02.03.01        | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | M3  | 15.60    | 495.00       | 7,722.00          |
| 01.02.03.02        | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | KG  | 2,610.00 | 4.28         | 11,170.80         |
| 01.02.03.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL COLUMNAS                | M2  | 257.37   | 55.00        | 14,155.35         |
| <b>01.02.04</b>    | <b>VIGAS</b>  |     |          |              | <b>29,795.07</b>  |
| 01.02.04.01        | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | M3  | 22.96    | 361.00       | 8,288.56          |
| 01.02.04.02        | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | KG  | 2,448.60 | 4.28         | 10,480.01         |
| 01.02.04.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL VIGAS RECTAS            | M2  | 220.53   | 50.00        | 11,026.50         |
| <b>01.02.05</b>    | <b>LOSAS</b>  |     |          |              | <b>28,337.89</b>  |
| <b>01.02.05.01</b> | <b>LOSAS MACIZAS</b>                                    |     |          |              | <b>977.66</b>     |
| 01.02.05.01.01     | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | M3  | 1.22     | 361.00       | 440.42            |
| 01.02.05.01.02     | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | KG  | 57.00    | 4.28         | 243.96            |
| 01.02.05.01.03     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA MACIZA             | M2  | 6.11     | 48.00        | 293.28            |
| <b>01.02.05.02</b> | <b>LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES</b>                  |     |          |              | <b>27,360.23</b>  |
| 01.02.05.02.01     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA ALIGERADA          | M2  | 207.36   | 45.13        | 9,358.16          |
| 01.02.05.02.02     | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | M3  | 18.90    | 345.00       | 6,520.50          |
| 01.02.05.02.03     | LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 15X30X30 CM                 | UND | 1,672.00 | 2.46         | 4,113.12          |
| 01.02.05.02.04     | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | KG  | 1,721.60 | 4.28         | 7,368.45          |
| <b>01.02.06</b>    | <b>ESCALERAS</b>  |     |          |              | <b>5,728.53</b>   |
| 01.02.06.01        | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | M3  | 5.35     | 503.64       | 2,694.47          |
| 01.02.06.02        | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | KG  | 642.00   | 4.28         | 2,747.76          |
| 01.02.06.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL ESCALERA                | M2  | 4.09     | 70.00        | 286.30            |
| <b>01.02.07</b>    | <b>CISTERNA</b>   |     |          |              | <b>2,576.23</b>   |
| 01.02.07.01        | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | M3  | 2.88     | 515.00       | 1,483.20          |
| 01.02.07.02        | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | KG  | 197.28   | 4.28         | 844.36            |
| 01.02.07.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL CISTERNA                | M2  | 5.35     | 46.48        | 248.67            |
| <b>02</b>          | <b>ARQUITECTURA</b>                                     |     |          |              | <b>155,097.97</b> |
| <b>02.01</b>       | <b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA ARMADA</b>           |     |          |              | <b>23,128.96</b>  |
| 02.01.01           | MURO LADRILLO KING KONG, MEZCLA C:A 1:4, TIPO IV        | M2  | 396.75   | 55.30        | 21,940.28         |
| 02.01.02           | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | KG  | 277.73   | 4.28         | 1,188.68          |

Fuente: Elaboración propia

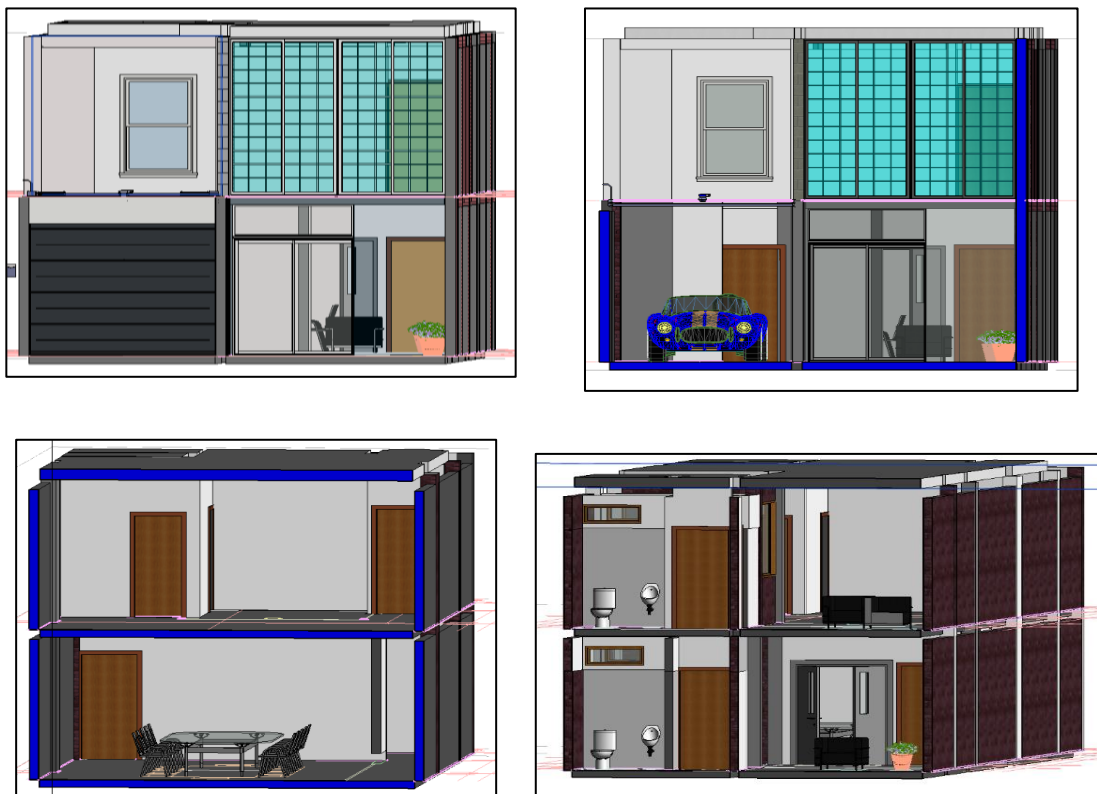
## 2.5. Aspectos Éticos

Para este trabajo de investigación hemos recaudado datos confiables pertenecientes al Colegio de Nutricionistas del Perú, los cuales fueron proporcionados por la misma entidad, ya que se tuvo la oportunidad de trabajar en este proyecto. Además, desarrollaremos nuevas propuestas constructivas que serán creadas bajo un enfoque fidedigno con la fuente de información y respetando los códigos éticos del Colegio de Ingenieros del Perú. Cabe resaltar que toda información recaudada para esta investigación, tales como tesis, papers, revistas, decretos, bases teóricas, entre otros, han sido citadas cumpliendo la normativa APA Sexta Edición, logrando así un trabajo que cumple con las normas de investigación.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

En el presente capítulo de la investigación se muestran los resultados obtenidos. En primer lugar, se aprecian las vistas arquitectónicas del modelado del proyecto, el cual se realizó en Revit, estas son frontales (ver ilustración 32) y transversales (ver ilustración 33), en las mismas se puede observar los diferentes ambientes del Colegio de Nutricionistas del Perú. En segundo lugar, se presenta el modelado estructural, donde se contemplan las zapatas, cimientos, columnas, vigas, acero en general, entre otros elementos (ver ilustración 34). Por último, de estos modelados se extrajeron los metrados para la elaboración del presupuesto bajo el enfoque Bim (ver ilustración 35). De esta manera, se calculó la influencia de la metodología BIM al aplicada en el presupuesto tradicional en el área de estructura y arquitectura del Colegio de Nutricionistas del Perú.

**Ilustración 17:** *Vista frontales del modelado arquitectónico en Revit del CNP*



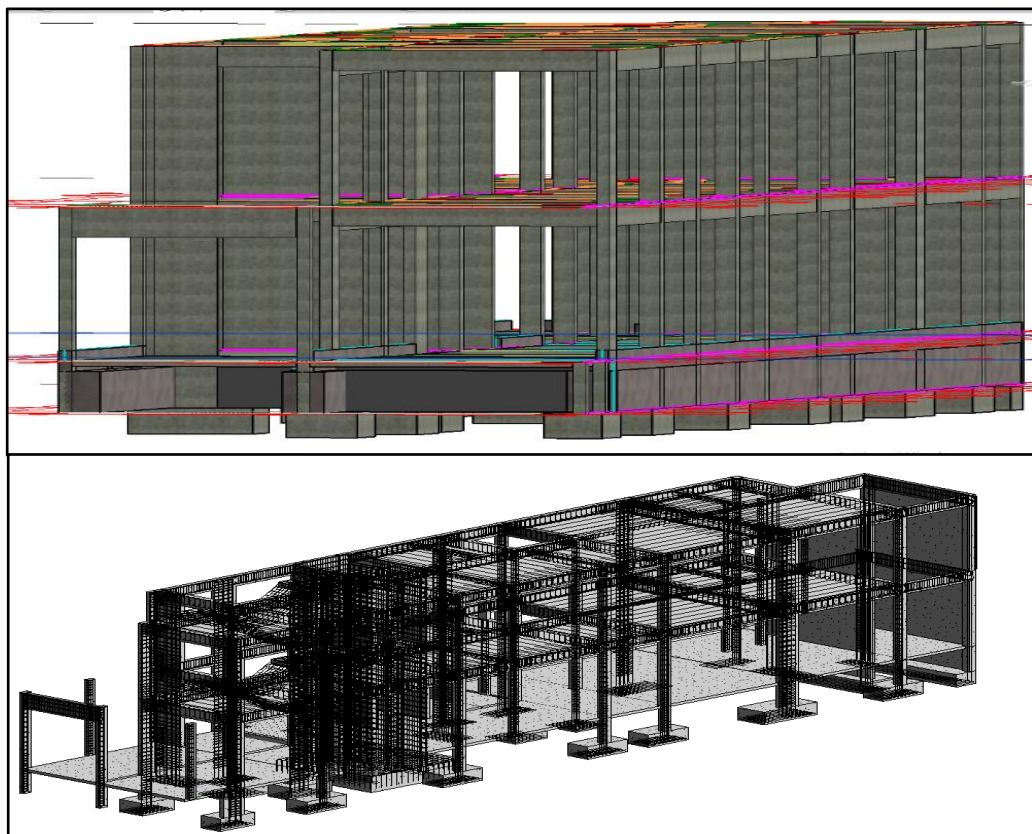
*Fuente: Elaboración propia*

**Ilustración 18:** *Vistas transversales del modelado arquitectónico en Revit del CNP*



*Fuente: Elaboración propia*

**Ilustración 19:** *Vistas del modelado estructural en Revit del CNP*



*Fuente: Elaboración propia*



Prosiguiendo, se muestran los metrados obtenidos en la aplicación Revit:

**Ilustración 20:** *Metrados de las partidas de acero del CNP*

| <Acero refuerzo en zapata> |      |          |                   |            |            |
|----------------------------|------|----------|-------------------|------------|------------|
| A                          | B    | C        | D                 | E          | F          |
| Categoría de anfitrión     | Tipo | Cantidad | Longitud de barra | Kg/m       | Peso       |
| Cimentación estructural    | 1/2" |          | 82.47 m           | 0.994 kg/m | 720.19 kg  |
| Cimentación estructural    | 3/8" |          | 28.07 m           | 0.560 kg/m | 174.55 kg  |
| Cimentación estructural    | 5/8" |          | 8.66 m            | 1.552 kg/m | 248.33 kg  |
|                            |      |          | 119.20 m          |            | 1143.07 kg |

| <Acero de refuerzo en Cisterna> |                         |      |          |                   |            |           |
|---------------------------------|-------------------------|------|----------|-------------------|------------|-----------|
| A                               | B                       | C    | D        | E                 | F          | G         |
| Partida                         | Categoría de anfitrión  | Tipo | Cantidad | Longitud de barra | Kg/m       | Peso      |
| Cisterna                        | Cimentación estructural | 3/8" |          | 28.07 m           | 0.560 kg/m | 174.55 kg |
| Cisterna                        | Pilar estructural       | 3/8" |          | 33.47 m           | 0.560 kg/m | 173.94 kg |
|                                 |                         |      |          | 61.53 m           |            | 348.49 kg |

| <Acero de refuerzo en Columnas> |          |               |          |                   |            |            |
|---------------------------------|----------|---------------|----------|-------------------|------------|------------|
| A                               | B        | C             | D        | E                 | F          | G          |
| Categoría de anfitrión          | Partida  | Tipo          | Cantidad | Longitud de barra | Kg/m       | Peso       |
| Pilar estructural               | Columnas | 1/2"          |          | 597.55 m          | 0.994 kg/m | 599.81 kg  |
| Pilar estructural               | Columnas | 1/4"          |          | 57.71 m           | 0.222 kg/m | 57.09 kg   |
| Pilar estructural               | Columnas | 3/4"          |          | 67.24 m           | 2.235 kg/m | 652.32 kg  |
| Pilar estructural               | Columnas | 3/4" original | 1        | 120.63 m          | 2.235 kg/m | 269.60 kg  |
| Pilar estructural               | Columnas | 3/8"          |          | 386.19 m          | 0.560 kg/m | 841.91 kg  |
| Pilar estructural               | Columnas | 5/8"          | 1        | 444.83 m          | 1.552 kg/m | 690.37 kg  |
|                                 |          |               |          | 1674.15 m         |            | 3111.10 kg |

| <Acero de refuerzo en Escalera> |                         |      |          |                   |            |           |
|---------------------------------|-------------------------|------|----------|-------------------|------------|-----------|
| A                               | B                       | C    | D        | E                 | F          | G         |
| Partida                         | Categoría de anfitrión  | Tipo | Cantidad | Longitud de barra | Kg/m       | Peso      |
| Escalera                        | Cimentación estructural | 1/2" |          | 4.88 m            | 0.994 kg/m | 46.08 kg  |
| Escalera                        | Escaleras               | 1/2" |          | 114.52 m          | 0.994 kg/m | 524.57 kg |
|                                 |                         |      |          | 119.40 m          |            | 570.65 kg |

| <Acero de refuerzo en Placas> |         |      |          |                   |            |           |
|-------------------------------|---------|------|----------|-------------------|------------|-----------|
| A                             | B       | C    | D        | E                 | F          | G         |
| Categoría de anfitrión        | Partida | Tipo | Cantidad | Longitud de barra | Kg/m       | Peso      |
| Pilar estructural             | PLACAS  | 1/2" |          | 55.49 m           | 0.994 kg/m | 166.51 kg |
| Pilar estructural             | PLACAS  | 1/4" |          | 3.65 m            | 0.222 kg/m | 5.03 kg   |
| Pilar estructural             | PLACAS  | 3/8" |          | 97.25 m           | 0.560 kg/m | 672.89 kg |
| Pilar estructural             | PLACAS  | 5/8" | 2        | 15.08 m           | 1.552 kg/m | 46.79 kg  |
|                               |         |      |          | 171.47 m          |            | 891.22 kg |

| <Acero refuerzo en vigas> |      |          |                   |            |            |
|---------------------------|------|----------|-------------------|------------|------------|
| A                         | B    | C        | D                 | E          | F          |
| Categoría de anfitrión    | Tipo | Cantidad | Longitud de barra | Kg/m       | Peso       |
| Armazón estructural       | 1/2" |          | 1580.79 m         |            | 943.23 kg  |
| Armazón estructural       | 1/4" |          | 39.54 m           | 0.222 kg/m | 38.43 kg   |
| Armazón estructural       | 3/4" |          | 37.54 m           | 2.235 kg/m | 223.77 kg  |
| Armazón estructural       | 3/8" |          | 462.78 m          | 0.560 kg/m | 1095.43 kg |
| Armazón estructural       | 5/8" |          | 204.94 m          | 1.552 kg/m | 706.14 kg  |
|                           |      |          | 2325.60 m         |            | 3007.00 kg |

*Fuente: Elaboración propia*

**Ilustración 21:** *Metrados de las partidas de concreto del CNP*

| <Tabla de planificación de vigas y viguetas> |                      |
|--|----------------------|
| A  | B                    |
| Tipo   | Volumen              |
| Viga 1                                       | 1.17 m <sup>3</sup>  |
| Viga 3                                       | 0.81 m <sup>3</sup>  |
| Vigueta 0.1x0.2                              | 6.78 m <sup>3</sup>  |
| VP 1   | 6.71 m <sup>3</sup>  |
| VP 2   | 2.06 m <sup>3</sup>  |
| VP 3   | 2.00 m <sup>3</sup>  |
| VP 4   | 5.59 m <sup>3</sup>  |
| VP 5   | 1.38 m <sup>3</sup>  |
| VP 6   | 1.40 m <sup>3</sup>  |
| VP 6-VIGA VERTIC                             | 1.02 m <sup>3</sup>  |
| VP 7   | 0.24 m <sup>3</sup>  |
| Total general: 238                           | 29.16 m <sup>3</sup> |

| <Tabla de planificación de cimentación estructural> |                      |
|---|----------------------|
| A   | B                    |
| Tipo  | Volumen              |
| FALSO PISO  | 17.39 m <sup>3</sup> |
| LOSA DE CISTERN                                     | 2.13 m <sup>3</sup>  |
| LOSA MACISA   | 1.11 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 1  | 1.44 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 2  | 5.06 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 3  | 0.46 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 4  | 2.00 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 5  | 0.68 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 6  | 0.51 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 7  | 0.90 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 8  | 0.83 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 9  | 0.68 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 10   | 1.73 m <sup>3</sup>  |
| Zapata 11   | 2.03 m <sup>3</sup>  |
| Zapata Ascensor                                     | 8.05 m <sup>3</sup>  |
| Total general: 37                                   | 44.99 m <sup>3</sup> |

| <Tabla de planificación de pilares estructurales> |                      |
|---|----------------------|
| A   | B                    |
| Tipo  | Volumen              |
| C1  | 4.50 m <sup>3</sup>  |
| C2  | 2.10 m <sup>3</sup>  |
| C3  | 2.65 m <sup>3</sup>  |
| C4  | 1.05 m <sup>3</sup>  |
| C5-1  | 0.44 m <sup>3</sup>  |
| C5-2  | 0.21 m <sup>3</sup>  |
| C6- 2   | 0.79 m <sup>3</sup>  |
| C6- 2.2   | 0.44 m <sup>3</sup>  |
| C7  | 0.81 m <sup>3</sup>  |
| CA  | 1.64 m <sup>3</sup>  |
| CISTERNA 1  | 1.38 m <sup>3</sup>  |
| CISTERNA 2  | 1.12 m <sup>3</sup>  |
| PL2   | 2.79 m <sup>3</sup>  |
| PL2 0.15x0.50                                     | 0.93 m <sup>3</sup>  |
| PL3   | 3.51 m <sup>3</sup>  |
| PL3 0.25x0.25                                     | 0.44 m <sup>3</sup>  |
| PLACA 0.5x0.15                                    | 1.02 m <sup>3</sup>  |
| PLACA 0.30x0.15                                   | 0.31 m <sup>3</sup>  |
| PLACA 0.35x0.15                                   | 0.80 m <sup>3</sup>  |
| PLACA 1-4   | 0.96 m <sup>3</sup>  |
| PLACA 1-5   | 0.66 m <sup>3</sup>  |
| PLACA 1.23x0.15                                   | 1.40 m <sup>3</sup>  |
| PLACA 2.20x0.15                                   | 2.24 m <sup>3</sup>  |
| PLACA 2.25x0.15                                   | 2.30 m <sup>3</sup>  |
| Total general: 142                                | 34.48 m <sup>3</sup> |

*Fuente: Elaboración propia*

**Ilustración 22:** Metrados de las partidas de concreto del CNP

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| 3 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 5 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 3 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 3 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 0 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 5 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 1 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 4 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 1 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 2 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 1 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 1 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 2 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 3 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 2 m <sup>2</sup>   | TARRAJEO INTERIORES |
| 561 m <sup>2</sup> |                     |

| <Tabla de planificación de suelos 3> |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| A                                    | B                                |
| Área                                 | Familia y tipo                   |
| 5 m <sup>2</sup>                     | Suelo: PISO PORCELANATO Baño     |
| 5 m <sup>2</sup>                     | Suelo: PISO PORCELANATO 03.05.05 |
| 5 m <sup>2</sup>                     | Suelo: PISO PORCELANATO 03.05.05 |
| 56 m <sup>2</sup>                    | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 49 m <sup>2</sup>                    | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 2 m <sup>2</sup>                     | Suelo: PISO PORCELANATO Baño     |
| 2 m <sup>2</sup>                     | Suelo: PISO PORCELANATO Baño     |
| 16 m <sup>2</sup>                    | Suelo: PISO PORCELANATO Baño     |
| 61 m <sup>2</sup>                    | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 28 m <sup>2</sup>                    | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 15 m <sup>2</sup>                    | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 6 m <sup>2</sup>                     | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 14 m <sup>2</sup>                    | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 11 m <sup>2</sup>                    | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 1 m <sup>2</sup>                     | Suelo: PISO PORCELANATO Resto    |
| 7 m <sup>2</sup>                     | Suelo: PISO PORCELANATO Baño     |
| 284 m <sup>2</sup>                   |                                  |

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| 4 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 3 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 6 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 6 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 9 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 5 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 1 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 2 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 0 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 2 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 6 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 6 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 5 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 5 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 6 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 7 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 6 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 8 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 10 m <sup>2</sup>  | Ladrillo, común |
| 4 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 3 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 4 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 4 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 5 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 2 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 8 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 7 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 3 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 1 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 5 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 7 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 4 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 2 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 3 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 3 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 0 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 5 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 1 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 4 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 1 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 2 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 1 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 3 m <sup>2</sup>   | Ladrillo, común |
| 425 m <sup>2</sup> |                 |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentará la Tabla N°3, donde se desarrolló el resumen de las partidas en el área de arquitectura. Debido a que se desea apreciar la diferencia de cada calculo, se empleó dos columnas, la primera que posee el metrado inicial y la segunda con el metrado de la influencia Bim, visualizando que en algunos casos el resultado de la metodología tradicional es mayor, mientras que en otros es menor.

**Tabla 3:** Cuadro resumen de partidas arquitectónicas.

| Partida      | Descripción   | Und | Metrado     | Metrado |
|--------------|---|-----|-------------|---------|
|              |   |     | TRADICIONAL | BIM     |
| <b>03</b>    | <b>ARQUITECTURA</b>   |     |             |         |
| <b>03.01</b> | <b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>  |     |             |         |
| 03.01.01     | MUROS DE LADRILLO KK SOGA MEZCLA CA 1:5   | m2  | 396.75      | 425     |
| 03.01.02     | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2  | kg  | 277.73      | 750.43  |
| <b>03.02</b> | <b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>   |     |             |         |
| 03.02.01     | TARRAJEO RAYADO C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5 cm   | m2  | 96.83       | 96      |
| 03.02.02     | TARRAJEO EN INTERIORES C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5cm   | m2  | 708.34      | 559     |
| 03.02.03     | TARRAJEO EN EXTERIORES C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5cm   | m2  | 13.77       | 13      |
| 03.02.04     | TARRAJEO DE VIGAS C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5CM  | m2  | 146.87      | 125     |
| 03.02.05     | TARRAJEO EN COLUMNAS C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5cm   | m2  | 98.81       | 70.25   |
| 03.02.06     | TARRAJEO DE DERRAMES DE VENTANAS  | m2  | 61.2        | 52.3    |
| <b>03.03</b> | <b>CIELORASO</b>  |     |             |         |
| 03.03.01     | CIELORERASO C/MEZCLA C:A 1:5 C/CINTAS E=1.50cm  | m2  | 204.78      | 222     |
| 03.03.02     | VESTIDURA EN FONDO DE ESCALERA C/MEZCLA C:A 1:4   | m2  | 40.38       | 40.378  |
| <b>03.04</b> | <b>PISOS Y CONTRAPISOS</b>  |     |             |         |
| 03.04.01     | CONTRAPISOS C/MEZCLA E=40MM MEZCLA 1:5  | m2  | 256.1       | 290     |
| 03.04.02     | PISO DE CERAMICA PARQUETON CELIMA 60x60 cm JUNTA=3MM  | m2  | 287.4       | 284     |
| 03.04.03     | PISO DE CERAMICA CELIMA 30x30 cm P/BAÑO   | m2  | 22.94       | 21.78   |
| <b>03.05</b> | <b>CONTRAZOCALOS</b>  |     |             |         |
| 03.05.01     | CONTRAZOCALO PORCELANATO O PORCELANICO P/BAÑO H=2.1M (máxima resistencia, duración y mínima absorción de agua menor a 0.5%) CON DISEÑOS | m2  | 257.9       | 236     |
| <b>03.06</b> | <b>ZOCALOS</b>  |     |             |         |
| 03.06.01     | ZOCALO CERAMICO CELIMA 30x30 cm P/BAÑO H=0.1M   | m2  | 96.43       | 98      |
| <b>03.07</b> | <b>REVESTIMIENTO DE GRADAS Y ESCALERAS</b>  |     |             |         |
| 03.07.01     | REVESTIMIENTO DE CEMENTO PULIDO C/MEZCLA C:A 1:4 E=1.5 cm   | m2  | 37.18       | 37.18   |
| <b>03.08</b> | <b>CARPINTERIA DE MADERA</b>  |     |             |         |
| 03.08.01     | PUERTAS CONTRAPLACADAS E=35MM C/TRIPLAY LUPUNA 4MM  | und | 13          | 13      |
|              | Puerta Seccionable (2.7x3.0)  | und | 1           | 1       |
|              | P2 (1.0X2.1)  | und | 5           | 5       |
|              | P4 (0.90X2.1)   | und | 2           | 2       |

|                 |  |                  |     |        |       |
|-----------------|--|------------------|-----|--------|-------|
|                 |  | P5 (0.80X2.1)    | und | 2      | 2     |
|                 |  | P6 (0.75X2.1)    | und | 3      | 3     |
| 03.08.02        | PUERTA CORTAFUEGO  |                  |     |        |       |
|                 |  | P3 (1.0X2.1)     | und | 3      | 3     |
| <b>03.09</b>    | <b>VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES</b>                            |                  |     |        |       |
| <b>03.09.01</b> | <b>MURO BLOQUE DE VIDRIO</b>                                     |                  |     |        |       |
| 03.09.01.01     | <b>Puertas de Vidrio Templado y Mampara</b>                      |                  | und | 6      | 6     |
| 03.09.01.01.01  |  | P1 (2.0x2.1 )    | und | 1      | 1     |
| 03.09.01.01.02  |  | P7 (1.50X2.1)    | und | 1      | 1     |
| 03.09.01.01.03  |  | P8 (1.20x 2.1)   | und | 1      | 1     |
| 03.09.01.01.04  |  | M1 (1.50x2.1)    | und | 1      | 1     |
| 03.09.01.01.05  |  | M2 (2.825x2.5)   | und | 1      | 1     |
| 03.09.01.01.06  |  | M(EJE 4- 2°PISO) | und | 1      | 1     |
| 03.09.01.02     | CUB. LADR. PAST. 30X30 ASENT. C/MEZC. 1:5 2.5cm; JUNTA 1:5 1.5cm |                  | m2  | 11.15  | 11.15 |
| 03.09.01.03     | VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM                                     |                  | m2  | 38.9   | 38.9  |
| 03.09.01.03.01  |  | v3(2.5x1.6)      | und | 1      | 1     |
| 03.09.01.03.02  |  | v4(2.05x1.6)     | und | 1      | 1     |
| 03.09.01.03.03  |  | v5(2.24x1.6)     | und | 2      | 2     |
| <b>03.10</b>    | <b>CERRAJERÍA</b>  |                  |     |        |       |
| <b>03.10.01</b> | <b>BISAGRAS</b>  |                  |     |        |       |
| 03.10.01.01     | BISAGRA TIPO CAPUCHINA ALUMINIZADA 3 1/2"                        |                  | und | 42     | 48    |
| 03.10.01.02     | BISAGRA DE PISO TIPO VAIVEN ACERO INOXIDABLE P/MAMPARAS          |                  | und | 6      | 6     |
| <b>03.10.02</b> | <b>CERRADURAS</b>  |                  |     |        |       |
| 03.10.02.01     | CERRADURA PUERTA PRINCIPAL PESADA                                |                  | und | 1      | 1     |
| 03.10.02.02     | CERRADURA P/BAÑO BRONCE ANTIGUO                                  |                  | und | 7      | 7     |
| 03.10.02.03     | CERRADURA PARA PUERTA INTERIOR BRONCE ANTIGUO                    |                  | und | 11     | 11    |
| <b>03.11</b>    | <b>PINTURA</b>   |                  |     |        |       |
| <b>03.11.01</b> | <b>PINTURA DE CIELORASO, VIGAS, COLUMNAS Y PAREDES</b>           |                  |     |        |       |
| 03.11.01.01     | PINTURA MUROS INTERIORES VINILICAS-2 MANOS C/IMPRIMANTE          |                  | m2  | 708.34 | 559   |
| 03.11.01.02     | PINTURA MUROS INTERIORES AL TEMPLE                               |                  | m2  | 708.34 | 559   |
| 03.11.01.03     | PINTURA DE CIELORRASO VINILICA-2 MANOS                           |                  | m2  | 204.78 | 222   |
| 03.11.01.04     | PINTURA DE CIELORRASO AL TEMPLE                                  |                  | m2  | 204.78 | 222   |
| 03.11.01.05     | PINTURA DE FONDO DE ESCALERA VINILICA-2 MANOS                    |                  | m2  | 40.38  | 24.12 |
| <b>03.11.02</b> | <b>PINTURA DE PUERTAS</b>  |                  |     |        |       |
| 03.11.02.01     | PINTURA EN PUERTAS DE MADERA C/BARNIZ-2 MANOS                    |                  | m2  | 30.97  | 30.69 |
| <b>03.11.03</b> | <b>PINTURA DE CONTRAZOCALO Y BARANDAS</b>                        |                  |     |        |       |
| 03.11.03.01     | PINTURA EN CONTRAZOCALO CON ESMALTE-2 MANOS (H=0.15M)            |                  | ml  | 257.9  | 257.9 |
| 03.11.03.02     | PINTURA DE PASAMANOS CON ESMALTE-2 MANOS (H=1.00M)               |                  | ml  | 15.35  | 25.86 |

*Fuente: Elaboración propia*

De igual manera, se muestra la Tabla N°4, donde se evidencia las partidas del área estructural, con las mismas cualidades que la anterior tabla.

**Tabla 4:** Cuadro resumen de metrados estructurales

| Partida            | Descripción   | Und | Metrado     | Metrado |
|--------------------|---|-----|-------------|---------|
|                    |   |     | TRADICIONAL | BIM     |
| <b>02</b>          | <b>ESTRUCTURAS</b>                                      |     |             |         |
| <b>02.01</b>       | <b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>                         |     |             |         |
| <b>02.01.01</b>    | <b>CIMIENTOS CORRIDOS</b>                               |     |             |         |
| 02.01.01.01        | CONCRETO CICLOPEO F´C=100 KG/CM2, MÁS 30% PG (6" MÁX)   | m2  | 24.98       | 37.43   |
| <b>02.01.02</b>    | <b>SOLADO E=0.10M</b>                                   |     |             |         |
| 02.01.02.01        | CONCRETO F´C=100 KG/CM2                                 | m2  | 44.52       | 32.6    |
| <b>02.01.03</b>    | <b>SOBRECIMIENTO CORRIDO</b>                            |     |             |         |
| 02.01.03.01        | CONCRETO CICLOPEO F´C=140 KG/CM2, MÁS 25% PG (3" MÁX)   | m3  | 4.5         | 4.22    |
| 02.01.03.02        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTOS     | m2  | 60.06       | 58.76   |
| <b>02.02.04</b>    | <b>FALSO PISO E=0.10M</b>                               |     |             |         |
| 02.01.04.01        | CONCRETO F´C=100 KG/CM2                                 | m3  | 185.55      | 173     |
| <b>02.02</b>       | <b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>                         |     |             |         |
| <b>02.02.01</b>    | <b>ZAPATAS</b>  |     |             |         |
| 02.02.01.01        | CONCRETO F´C=210 KG/CM2                                 | m3  | 16.07       | 16.3    |
| 02.02.01.02        | ACERO CORRUGADO F´Y= 4200 KG/CM2                        | kg  | 424.6       | 1143.07 |
| 02.02.01.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL ZAPATAS                 | m2  | 55.45       | 56.85   |
| <b>02.02.02</b>    | <b>MUROS REFORZADOS</b>                                 |     |             |         |
| <b>02.02.02.01</b> | <b>MUROS DE CONCRETO, TABIQUES DE CONCRETO Y PLACAS</b> |     |             |         |
| 02.02.02.01.01     | CONCRETO F´C=210 KG/CM2                                 | m3  | 27.84       | 17.36   |
| 02.02.02.01.02     | ACERO CORRUGADO F´Y= 4200 KG/CM2                        | kg  | 3705.13     | 2063.82 |
| 02.02.02.01.03     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL TABIQUE Y PLACA         | m2  | 275.45      | 235.6   |
| <b>02.02.03</b>    | <b>COLUMNAS</b>   |     |             |         |
| 02.02.03.01        | CONCRETO F´C=210 KG/CM2                                 | m3  | 15.6        | 14.63   |
| 02.02.03.02        | ACERO CORRUGADO F´Y= 4200 KG/CM2                        | kg  | 2610        | 3011.1  |
| 02.02.03.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL COLUMNAS                | m2  | 257.37      | 242.5   |
| <b>02.02.04</b>    | <b>VIGAS</b>  |     |             |         |
| 02.02.04.01        | CONCRETO F´C=210 KG/CM2                                 | m3  | 22.96       | 22.38   |
| 02.02.04.02        | ACERO CORRUGADO F´Y= 4200 KG/CM2                        | kg  | 2448.6      | 4078.92 |
| 02.02.04.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL VIGAS RECTAS            | m2  | 220.53      | 213.5   |
| <b>02.02.05</b>    | <b>LOSAS</b>  |     |             |         |
| <b>02.02.05.01</b> | <b>LOSAS MACIZAS</b>                                    |     |             |         |
| 02.02.05.01.01     | CONCRETO F´C=210 KG/CM2                                 | m3  | 1.22        | 1.22    |
| 02.02.05.01.02     | ACERO CORRUGADO F´Y= 4200 KG/CM2                        | kg  | 57          | 22.12   |
| 02.02.05.01.03     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA MACIZA             | m2  | 6.11        | 6.08    |
| <b>02.02.05.02</b> | <b>LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES</b>                  |     |             |         |
| 02.02.05.02.01     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA ALIGERADA          | m2  | 207.36      | 201.5   |
| 02.02.05.02.02     | CONCRETO F´C=210 KG/CM2                                 | m3  | 18.9        | 6.78    |
| 02.02.05.02.03     | LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 15X30X30 CM                 | und | 1672        | 1596    |

|                 |  |    |        |        |
|-----------------|--|----|--------|--------|
| 02.02.05.02.04  | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2         | kg | 1721.6 | 1255.2 |
| <b>02.02.06</b> | <b>ESCALERAS</b>                         |    |        |        |
| 02.02.06.01     | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                  | m3 | 5.35   | 5.39   |
| 02.02.06.02     | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2         | kg | 642    | 529.16 |
| 02.02.06.03     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL ESCALERA | m2 | 4.09   | 32.08  |
| <b>02.02.07</b> | <b>CISTERNA</b>                          |    |        |        |
| 02.02.07.01     | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                  | m3 | 2.88   | 5      |
| 02.02.07.02     | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2         | kg | 197.28 | 348.49 |
| 02.02.07.03     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL CISTERNA | m2 | 5.35   | 28.62  |

*Fuente: Elaboración propia*

Estas tablas se realizaron porque queremos calcular la influencia de la metodología BIM en el presupuesto del Colegio de Nutricionistas del Peru. Para ello se muestra a continuación la Tabla N°5, en donde presentamos el presupuesto arquitectónico que contiene los subtotales de los metrados anteriormente mencionados y los mismos precios del presupuesto inicial, obteniendo de esta manera el nuevo presupuesto arquitectónico elaborado con la influencia de la metodología BIM. El fin de todo este procedimiento es llegar a conocer el porcentaje de influencia del BIM en nuestro proyecto y comprobar si nuestra hipótesis de reducir un 10 % el costo directo es verídica o no.

Igualmente, en la Tabla N°6 hemos realizado el nuevo presupuesto estructural, influenciado bajo la metodología BIM; donde se realizó el mismo procedimiento que en el arquitectónico; el cual posee el mismo propósito.

**Tabla 5:** Cuadro de presupuesto arquitectónico de la metodología tradicional versus BIM

| Partida      | Descripción   | Und | Metrado | Precio  | Parcial     | Metrado | Precio  | Parcial     |
|--------------|---|-----|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|
| <b>03</b>    | <b>ARQUITECTURA</b>   |     |         |         |             |         |         |             |
| <b>03.01</b> | <b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>  |     |         |         |             |         |         |             |
| 03.01.01     | MUROS DE LADRILLO KK SOGA MEZCLA CA 1:5   | m2  | 396.75  | S/55.30 | S/21,940.28 | 425     | S/55.30 | S/23,502.50 |
| 03.01.02     | ACERO CORRUGADO F´Y= 4200 KG/CM2  | kg  | 277.73  | S/4.28  | S/1,188.68  | 750.43  | S/4.28  | S/3,211.84  |
| <b>03.02</b> | <b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>   |     |         |         |             |         |         |             |
| 03.02.01     | TARRAJEO RAYADO C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5 cm   | m2  | 96.83   | S/21.30 | S/2,062.48  | 96      | S/21.30 | S/2,044.80  |
| 03.02.02     | TARRAJEO EN INTERIORES C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5cm   | m2  | 708.34  | S/19.73 | S/13,975.55 | 559     | S/19.73 | S/11,029.07 |
| 03.02.03     | TARRAJEO EN EXTERIORES C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5cm   | m2  | 13.77   | S/26.04 | S/358.57    | 13      | S/26.04 | S/338.52    |
| 03.02.04     | TARRAJEO DE VIGAS C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5CM  | m2  | 146.87  | S/30.30 | S/4,450.16  | 125     | S/30.30 | S/3,787.50  |
| 03.02.05     | TARRAJEO EN COLUMNAS C/MEZCLA C:A 1:5 E=1.5cm   | m2  | 98.81   | S/30.30 | S/2,993.94  | 70.25   | S/30.30 | S/2,128.58  |
| 03.02.06     | TARRAJEO DE DERRAMES DE VENTANAS  | m2  | 61.2    | S/17.05 | S/1,043.46  | 52.3    | S/17.05 | S/891.72    |
| <b>03.03</b> | <b>CIELORASO</b>  |     |         |         |             |         |         |             |
| 03.03.01     | CIELORERASO C/MEZCLA C:A 1:5 C/CINTAS E=1.50cm  | m2  | 204.78  | S/25.19 | S/5,158.41  | 222     | S/25.19 | S/5,592.18  |
| 03.03.02     | VESTIDURA EN FONDO DE ESCALERA C/MEZCLA C:A 1:4   | m2  | 40.38   | S/41.04 | S/1,657.20  | 40.378  | S/41.04 | S/1,657.11  |
| <b>03.04</b> | <b>PISOS Y CONTRAPISOS</b>  |     |         |         |             |         |         |             |
| 03.04.01     | CONTRAPISOS C/MEZCLA E=40MM MEZCLA 1:5  | m2  | 256.1   | S/28.07 | S/7,188.73  | 290     | S/28.07 | S/8,140.30  |
| 03.04.02     | PISO DE CERAMICA PARQUETON CELIMA 60x60 cm JUNTA=3MM  | m2  | 287.4   | S/69.56 | S/19,991.54 | 284     | S/69.56 | S/19,755.04 |
| 03.04.03     | PISO DE CERAMICA CELIMA 30x30 cm P/BAÑO   | m2  | 22.94   | S/69.56 | S/1,595.71  | 21.78   | S/69.56 | S/1,515.02  |
| <b>03.05</b> | <b>CONTRAZOCALOS</b>  |     |         |         |             |         |         |             |
| 03.05.01     | CONTRAZOCALO PORCELANATO O PORCELANICO P/BAÑO H=2.1M (máxima resistencia, duración y mínima absorción de agua menor a 0.5%) CON DISEÑOS | m2  | 257.9   | S/69.56 | S/17,939.52 | 236     | S/69.56 | S/16,416.16 |
| <b>03.06</b> | <b>ZOCALOS</b>  |     |         |         |             |         |         |             |
| 03.06.01     | ZOCALO CERAMICO CELIMA 30x30 cm P/BAÑO H=0.1M   | m2  | 96.43   | S/17.55 | S/1,692.35  | 98      | S/17.55 | S/1,719.90  |



|                 |  |     |       |             |             |       |             |             |  |
|-----------------|--|-----|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|--|
| <b>03.07</b>    | <b>REVESTIMIENTO DE GRADAS Y ESCALERAS</b>                       |     |       |             |             |       |             |             |  |
| 03.07.01        | REVESTIMIENTO DE CEMENTO PULIDO C/MEZCLA C:A 1:4 E=1.5 cm        | m2  | 37.18 | S/55.25     | S/2,054.20  | 37.18 | S/55.25     | S/2,054.20  |  |
| <b>03.08</b>    | <b>CARPINTERIA DE MADERA</b>                                     |     |       |             |             |       |             |             |  |
| 03.08.01        | PUERTAS CONTRAPLACADAS E=35MM C/TRIPLAY LUPUNA 4MM               | und | 13    |             |             | 13    |             |             |  |
|                 | Puerta Seccionable (2.7x3.0)                                     | und | 1     | S/11,220.00 | S/11,220.00 | 1     | S/11,220.00 | S/11,220.00 |  |
|                 | P2 (1.0X2.1)   | und | 5     | S/635.00    | S/3,175.00  | 5     | S/635.00    | S/3,175.00  |  |
|                 | P4 (0.90X2.1)  | und | 2     | S/600.00    | S/1,200.00  | 2     | S/600.00    | S/1,200.00  |  |
|                 | P5 (0.80X2.1)  | und | 2     | S/590.00    | S/1,180.00  | 2     | S/590.00    | S/1,180.00  |  |
|                 | P6 (0.75X2.1)  | und | 3     | S/500.00    | S/1,500.00  | 3     | S/500.00    | S/1,500.00  |  |
| 03.08.02        | PUERTA CORTAFUEGO  |     |       |             |             |       |             |             |  |
|                 | P3 (1.0X2.1)   | und | 3     | S/250.00    | S/750.00    | 3     | S/250.00    | S/750.00    |  |
| <b>03.09</b>    | <b>VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES</b>                            |     |       |             |             |       |             |             |  |
| <b>03.09.01</b> | <b>MURO BLOQUE DE VIDRIO</b>                                     |     |       |             |             |       |             |             |  |
| 03.09.01.01     | <b>Puertas de Vidrio Templado y Mampara</b>                      | und | 6     |             |             | 6     |             |             |  |
| 03.09.01.01.01  | P1 (2.0x2.1 )  | und | 1     | S/1,537.20  | S/1,537.20  | 1     | S/1,537.20  | S/1,537.20  |  |
| 03.09.01.01.02  | P7 (1.50X2.1)  | und | 1     | S/1,152.90  | S/1,152.90  | 1     | S/1,152.90  | S/1,152.90  |  |
| 03.09.01.01.03  | P8 (1.20x 2.1)   | und | 1     | S/922.32    | S/922.32    | 1     | S/922.32    | S/922.32    |  |
| 03.09.01.01.04  | M1 (1.50x2.1)  | und | 1     | S/400.00    | S/400.00    | 1     | S/400.00    | S/400.00    |  |
| 03.09.01.01.05  | M2 (2.825x2.5)   | und | 1     | S/950.00    | S/950.00    | 1     | S/950.00    | S/950.00    |  |
| 03.09.01.01.06  | M(EJE 4- 2°PISO)   | und | 1     | S/760.00    | S/760.00    | 1     | S/760.00    | S/760.00    |  |
| 03.09.01.02     | CUB. LADR. PAST. 30X30 ASENT. C/MEZC. 1:5 2.5cm; JUNTA 1:5 1.5cm | m2  | 11.15 | S/62.70     | S/699.11    | 11.15 | S/62.70     | S/699.11    |  |
| 03.09.01.03     | VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 6MM                                     | m2  | 38.9  |             |             | 38.9  |             |             |  |
| 03.09.01.03.01  | v3(2.5x1.6)  | und | 1     | S/1,200.00  | S/1,200.00  | 1     | S/1,200.00  | S/1,200.00  |  |
| 03.09.01.03.02  | v4(2.05x1.6)   | und | 1     | S/820.00    | S/820.00    | 1     | S/820.00    | S/820.00    |  |
| 03.09.01.03.03  | v5(2.24x1.6)   | und | 2     | S/1,268.00  | S/2,536.00  | 2     | S/1,268.00  | S/2,536.00  |  |
| <b>03.10</b>    | <b>CERRAJERÍA</b>  |     |       |             |             |       |             |             |  |
| <b>03.10.01</b> | <b>BISAGRAS</b>  |     |       |             |             |       |             |             |  |
| 03.10.01.01     | BISAGRA TIPO CAPUCHINA ALUMINIZADA 3 1/2"                        | und | 42    | S/11.04     | S/463.68    | 48    | S/11.04     | S/529.92    |  |

|                 |   |     |        |         |            |       |         |            |
|-----------------|---|-----|--------|---------|------------|-------|---------|------------|
| 03.10.01.02     | BISAGRA DE PISO TIPO VAIVEN ACERO INOXIDABLE P/MAMPARAS | und | 6      | S/99.40 | S/596.40   | 6     | S/99.40 | S/596.40   |
| <b>03.10.02</b> | <b>CERRADURAS</b>                                       |     |        |         |            |       |         |            |
| 03.10.02.01     | CERRADURA PUERTA PRINCIPAL PESADA                       | und | 1      | S/83.85 | S/83.85    | 1     | S/83.85 | S/83.85    |
| 03.10.02.02     | CERRADURA P/BAÑO BRONCE ANTIGUO                         | und | 7      | S/74.04 | S/518.28   | 7     | S/74.04 | S/518.28   |
| 03.10.02.03     | CERRADURA PARA PUERTA INTERIOR BRONCE ANTIGUO           | und | 11     | S/74.04 | S/814.44   | 11    | S/74.04 | S/814.44   |
| <b>03.11</b>    | <b>PINTURA</b>  |     |        |         |            |       |         |            |
| <b>03.11.01</b> | <b>PINTURA DE CIELORASO, VIGAS, COLUMNAS Y PAREDES</b>  |     |        |         |            |       |         |            |
| 03.11.01.01     | PINTURA MUROS INTERIORES VINILICAS-2 MANOS C/IMPRIMANTE | m2  | 708.34 | S/8.80  | S/6,233.39 | 559   | S/8.80  | S/4,919.20 |
| 03.11.01.02     | PINTURA MUROS INTERIORES AL TEMPLE                      | m2  | 708.34 | S/5.05  | S/3,577.12 | 559   | S/5.05  | S/2,822.95 |
| 03.11.01.03     | PINTURA DE CIELORRASO VINILICA-2 MANOS                  | m2  | 204.78 | S/9.80  | S/2,006.84 | 222   | S/9.80  | S/2,175.60 |
| 03.11.01.04     | PINTURA DE CIELORRASO AL TEMPLE                         | m2  | 204.78 | S/14.90 | S/3,051.22 | 222   | S/14.90 | S/3,307.80 |
| 03.11.01.05     | PINTURA DE FONDO DE ESCALERA VINILICA-2 MANOS           | m2  | 40.38  | S/18.05 | S/728.86   | 24.12 | S/18.05 | S/435.37   |
| <b>03.11.02</b> | <b>PINTURA DE PUERTAS</b>                               |     |        |         |            |       |         |            |
| 03.11.02.01     | PINTURA EN PUERTAS DE MADERA C/BARNIZ-2 MANOS           | m2  | 30.97  | S/17.94 | S/555.60   | 30.69 | S/17.94 | S/550.58   |
| <b>03.11.03</b> | <b>PINTURA DE CONTRAZOCALO Y BARANDAS</b>               |     |        |         |            |       |         |            |
| 03.11.03.01     | PINTURA EN CONTRAZOCALO CON ESMALTE-2 MANOS (H=0.15M)   | ml  | 257.9  | S/4.30  | S/1,108.97 | 257.9 | S/4.30  | S/1,108.97 |
| 03.11.03.02     | PINTURA DE PASAMANOS CON ESMALTE-2 MANOS (H=1.00M)      | ml  | 15.35  | S/4.30  | S/66.01    | 10.48 | S/4.30  | S/45.06    |

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 6: Cuadro de presupuesto estructural de la metodología tradicional versus BIM**

| Partida            | Descripción   | Und | TRADICIONAL |          |             | BIM     |          |             |
|--------------------|---|-----|-------------|----------|-------------|---------|----------|-------------|
|                    |   |     | Metrado     | Precio   | Parcial     | Metrado | Precio   | Parcial     |
| <b>02</b>          | <b>ESTRUCTURAS</b>                                      |     |             |          |             |         |          |             |
| <b>02.01</b>       | <b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>                         |     |             |          |             |         |          |             |
| <b>02.01.01</b>    | <b>CIMIENOS CORRIDOS</b>                                |     |             |          |             |         |          |             |
| 02.01.01.01        | CONCRETO CICLOPEO F'C=100 KG/CM2, MÁS 30% PG (6" MÁX)   | m2  | 24.98       | S/202.83 | S/5,066.69  | 37.43   | S/202.83 | S/7,591.93  |
| <b>02.01.02</b>    | <b>SOLADO E=0.10M</b>                                   |     |             |          |             |         |          |             |
| 02.01.02.01        | CONCRETO F'C=100 KG/CM2                                 | m2  | 44.52       | S/62.13  | S/2,765.81  | 32.6    | S/62.13  | S/2,025.44  |
| <b>02.01.03</b>    | <b>SOBRECIMIENTO CORRIDO</b>                            |     |             |          |             |         |          |             |
| 02.01.03.01        | CONCRETO CICLOPEO F'C=140 KG/CM2, MÁS 25% PG (3" MÁX)   | m3  | 4.5         | S/292.00 | S/1,314.00  | 4.22    | S/292.00 | S/1,232.24  |
| 02.01.03.02        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTOS     | m2  | 60.06       | S/40.83  | S/2,452.25  | 58.76   | S/40.83  | S/2,399.17  |
| <b>02.02.04</b>    | <b>FALSO PISO E=0.10M</b>                               |     |             |          |             |         |          |             |
| 02.01.04.01        | CONCRETO F'C=100 KG/CM2                                 | m3  | 185.55      | S/30.89  | S/5,731.64  | 173     | S/30.89  | S/5,343.97  |
| <b>02.02</b>       | <b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>                         |     |             |          |             |         |          |             |
| <b>02.02.01</b>    | <b>ZAPATAS</b>  |     |             |          |             |         |          |             |
| 02.02.01.01        | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | m3  | 16.07       | S/322.20 | S/5,177.75  | 16.3    | S/322.20 | S/5,251.86  |
| 02.02.01.02        | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | kg  | 424.6       | S/4.28   | S/1,817.29  | 1143.07 | S/4.28   | S/4,892.34  |
| 02.02.01.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL ZAPATAS                 | m2  | 55.45       | S/45.00  | S/2,495.25  | 56.85   | S/45.00  | S/2,558.25  |
| <b>02.02.02</b>    | <b>MUROS REFORZADOS</b>                                 |     |             |          |             |         |          |             |
| <b>02.02.02.01</b> | <b>MUROS DE CONCRETO, TABIQUES DE CONCRETO Y PLACAS</b> |     |             |          |             |         |          |             |
| 02.02.02.01.01     | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | m3  | 27.84       | S/556.00 | S/15,479.04 | 17.36   | S/556.00 | S/9,652.16  |
| 02.02.02.01.02     | ACERO CORRUGADO F'Y= 4200 KG/CM2                        | kg  | 3705.13     | S/4.28   | S/15,857.96 | 2063.82 | S/4.28   | S/8,833.15  |
| 02.02.02.01.03     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL TABIQUE Y PLACA         | m2  | 275.45      | S/55.00  | S/15,149.75 | 235.6   | S/55.00  | S/12,958.00 |
| <b>02.02.03</b>    | <b>COLUMNAS</b>   |     |             |          |             |         |          |             |
| 02.02.03.01        | CONCRETO F'C=210 KG/CM2                                 | m3  | 15.6        | S/495.00 | S/7,722.00  | 14.63   | S/495.00 | S/7,241.85  |

|                    |  |     |        |          |             |         |          |             |
|--------------------|--|-----|--------|----------|-------------|---------|----------|-------------|
| 02.02.03.02        | ACERO CORRUGADO F <sup>Y</sup> = 4200 KG/CM2   | kg  | 2610   | S/4.28   | S/11,170.80 | 3011.1  | S/4.28   | S/12,887.51 |
| 02.02.03.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL COLUMNAS       | m2  | 257.37 | S/55.00  | S/14,155.35 | 242.5   | S/55.00  | S/13,337.50 |
| <b>02.02.04</b>    | <b>VIGAS</b>                                   |     |        |          |             |         |          |             |
| 02.02.04.01        | CONCRETO F <sup>C</sup> =210 KG/CM2            | m3  | 22.96  | S/361.00 | S/8,288.56  | 22.38   | S/361.00 | S/8,079.18  |
| 02.02.04.02        | ACERO CORRUGADO F <sup>Y</sup> = 4200 KG/CM2   | kg  | 2448.6 | S/4.28   | S/10,480.01 | 4078.92 | S/4.28   | S/17,457.78 |
| 02.02.04.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL VIGAS RECTAS   | m2  | 220.53 | S/50.00  | S/11,026.50 | 213.5   | S/50.00  | S/10,675.00 |
| <b>02.02.05</b>    | <b>LOSAS</b>                                   |     |        |          |             |         |          |             |
| <b>02.02.05.01</b> | <b>LOSAS MACIZAS</b>                           |     |        |          |             |         |          |             |
| 02.02.05.01.01     | CONCRETO F <sup>C</sup> =210 KG/CM2            | m3  | 1.22   | S/361.00 | S/440.42    | 1.22    | S/361.00 | S/440.42    |
| 02.02.05.01.02     | ACERO CORRUGADO F <sup>Y</sup> = 4200 KG/CM2   | kg  | 57     | S/4.28   | S/243.96    | 22.12   | S/4.28   | S/94.67     |
| 02.02.05.01.03     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA MACIZA    | m2  | 6.11   | S/48.00  | S/293.28    | 6.08    | S/48.00  | S/291.84    |
| <b>02.02.05.02</b> | <b>LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES</b>         |     |        |          |             |         |          |             |
| 02.02.05.02.01     | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA ALIGERADA | m2  | 207.36 | S/45.13  | S/9,358.16  | 201.5   | S/45.13  | S/9,093.70  |
| 02.02.05.02.02     | CONCRETO F <sup>C</sup> =210 KG/CM2            | m3  | 18.9   | S/345.00 | S/6,520.50  | 6.78    | S/345.00 | S/2,339.10  |
| 02.02.05.02.03     | LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 15X30X30 CM        | und | 1672   | S/2.46   | S/4,113.12  | 1596    | S/2.46   | S/3,926.16  |
| 02.02.05.02.04     | ACERO CORRUGADO F <sup>Y</sup> = 4200 KG/CM2   | kg  | 1721.6 | S/4.28   | S/7,368.45  | 1255.2  | S/4.28   | S/5,372.26  |
| <b>02.02.06</b>    | <b>ESCALERAS</b>                               |     |        |          |             |         |          |             |
| 02.02.06.01        | CONCRETO F <sup>C</sup> =210 KG/CM2            | m3  | 5.35   | S/503.64 | S/2,694.47  | 5.39    | S/503.64 | S/2,714.62  |
| 02.02.06.02        | ACERO CORRUGADO F <sup>Y</sup> = 4200 KG/CM2   | kg  | 642    | S/4.28   | S/2,747.76  | 529.16  | S/4.28   | S/2,264.80  |
| 02.02.06.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL ESCALERA       | m2  | 4.09   | S/70.00  | S/286.30    | 32.08   | S/70.00  | S/2,245.60  |
| <b>02.02.07</b>    | <b>CISTERNA</b>                                |     |        |          |             |         |          |             |
| 02.02.07.01        | CONCRETO F <sup>C</sup> =210 KG/CM2            | m3  | 2.88   | S/515.00 | S/1,483.20  | 5       | S/515.00 | S/2,575.00  |
| 02.02.07.02        | ACERO CORRUGADO F <sup>Y</sup> = 4200 KG/CM2   | kg  | 197.28 | S/4.28   | S/844.36    | 348.49  | S/4.28   | S/1,491.54  |
| 02.02.07.03        | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL CISTERNA       | m2  | 5.35   | S/46.48  | S/248.67    | 28.62   | S/46.48  | S/1,330.26  |

En la Tabla N°7, se aprecia la variación porcentual entre los dos presupuestos arquitectónicos, se obtuvo una reducción del 2.49 % del costo directo en arquitectura.

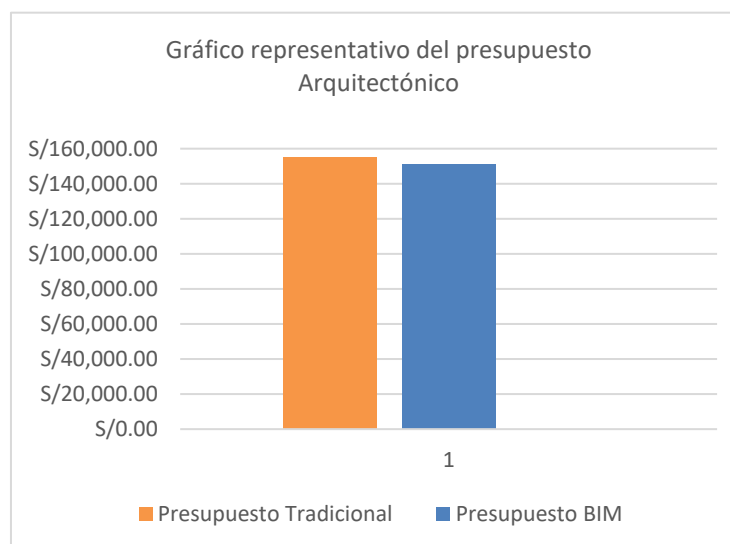
**Tabla 7:** Variación porcentual de los presupuestos arquitectónicos.

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Presupuesto Tradicional | S/155,097.97 |
| Presupuesto BIM         | S/151,229.00 |
| % de Variación          | <b>2.49%</b> |

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la ilustración N°23 podemos apreciar un gráfico de barras que representa gráficamente la variación obtenida al implementar la metodología en el presupuesto de arquitectura.

**Ilustración 23:** Gráfica representativa del presupuesto de arquitectura



**Fuente:** Elaboración propia.

En la Tabla N°8, se aprecia la variación porcentual entre los dos presupuestos estructurales, se obtuvo una reducción del 3.59 % del costo directo de las partidas presentadas en la tabla de metrados.

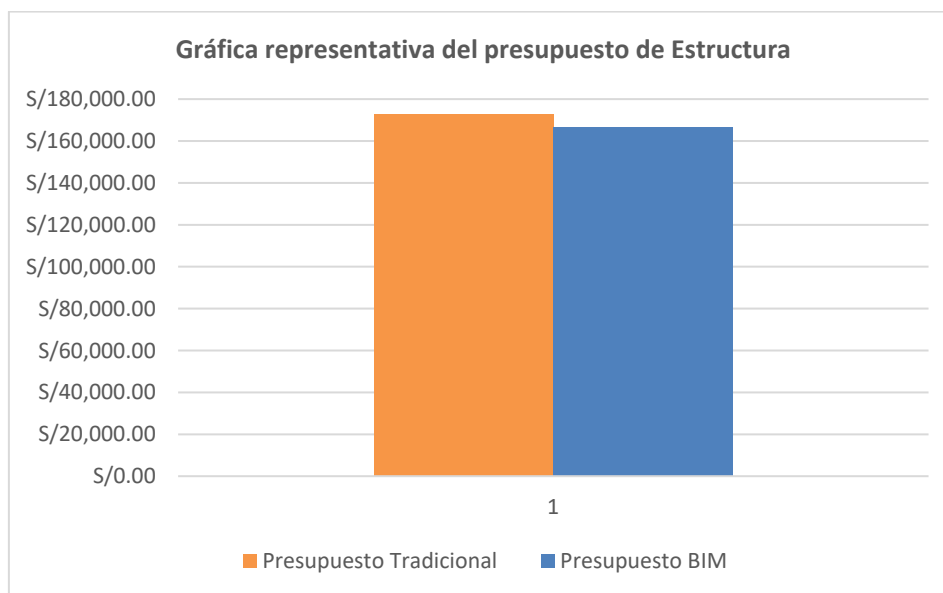
**Tabla 8:** Variación porcentual de los presupuestos estructurales.

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Presupuesto Tradicional | S/172,793.52 |
| Presupuesto BIM         | S/166.597.30 |
| % de Variación          | <b>3.59%</b> |

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la ilustración N°24 podemos apreciar un gráfico de barras que representa gráficamente la variación obtenida al implementar la metodología en el presupuesto de estructura.

**Ilustración 24:** Gráfica representativa y comparativa del presupuesto de estructura



**Fuente:** Propia.

En la tabla N°9, se aprecia la variación porcentual obtenida al implementar la metodología en el presupuesto, hemos tomado la suma del presupuesto estructural y arquitectónico y cómo podemos apreciar cuanta con 2.93% de reducción.

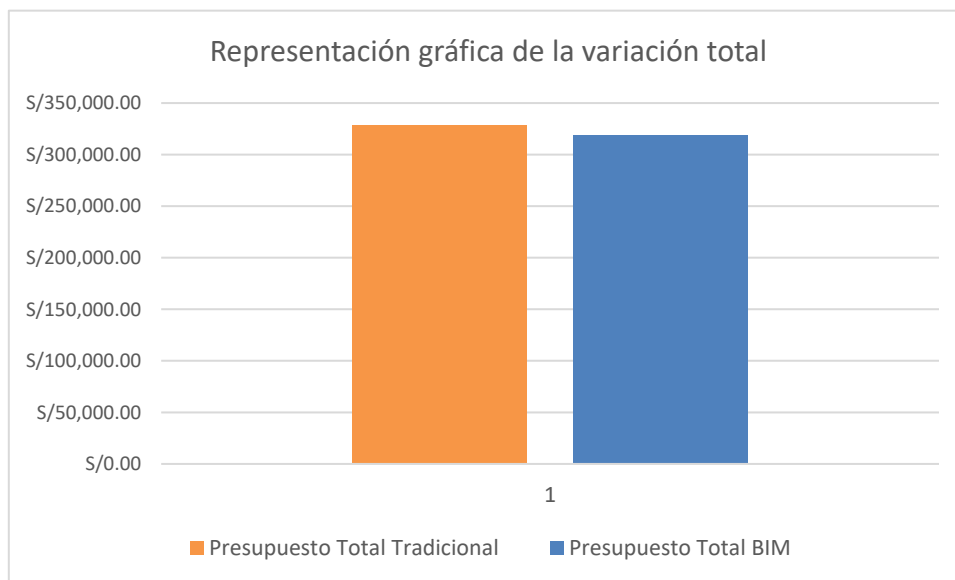
**Tabla 9:** Variación porcentual de los presupuestos con la influencia BIM.

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| Presupuesto Total Tradicional | S/327,891,49 |
| Presupuesto Total BIM         | S/318,292.68 |
| % de Variación                | <b>2.93%</b> |

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la ilustración N°25 podemos apreciar un gráfico de barras donde tenemos la representación gráfica obtenida al implementar la metodología en el presupuesto final

**Ilustración 25:** Gráfica representativa y comparativa del presupuesto total



**Fuente:** Elaboración Propia.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Al realizar la implementación de la metodología BIM en el presupuesto del Colegio de Nutricionistas del Perú, se obtuvo que el presupuesto arquitectónico bajo el enfoque BIM se redujo en 2.49% en relación al inicial. Asimismo, en el presupuesto estructural se apreció que el porcentaje de reducción fue de 3.59%. Por último, la variación del presupuesto final, donde se incluyó ambas especialidades, fue de 2.93%.

Analizando los resultados anteriormente descritos se afirma que, no se llegó a cumplir con la hipótesis general; en la cual se supuso obtener una reducción del 10%. Julcamoro (2018), en su proyecto “Mejoramiento de los servicios de atención integral de niñas, niños y adolescentes de la aldea infantil San Antonio, Cajamarca, Cajamarca”, nos menciona que obtuvo una diferencia del 10.56% sobre el monto original del presupuesto, desarrollándose en las fases de diseño arquitectónico y estructural del proyecto ejecutado; siendo las causantes el error en metrados, omisiones y excesos, lo cual se pudo haber evitado mediante la implementación de la metodología BIM y el uso del programa Revit.

Sin embargo, el presupuesto de la tesis comparada que se elaboró con la metodología BIM fue mayor; caso contrario al nuestro, donde obtuvimos un presupuesto BIM con menor costo. Esto pudo deberse a que, según lo indicado por Julcamoro, hubo omisiones en algunas partidas, provocando que su metrado obtenido en Revit varíe en comparación al inicial. Se infiere también que nuestro proyecto solo conto con 2 pisos realizados y con un área de terreno de 189.09 m<sup>2</sup>, caso contrario al



proyecto de Julcamoro, que cuenta con área de terreno aproximada de 15,000 m<sup>2</sup>. Se sabe que a mayor sea la magnitud del proyecto, más errores se pueden encontrar. Por ende, se pudo haber cometido más errores al momento de metrar, afectando seriamente al presupuesto. Si esta hubiese sido una obra ejecutada a suma alzada, hubiese traído grandes pérdidas a la empresa que realizó el proyecto.

Acotamos que, para hallar ambos porcentajes de reducción de las 2 especialidades, se modeló en Revit. Esta herramienta ayudó con las vistas en 3D, donde nos dimos cuenta de los errores en los planos pdf, sobre todo consultas tipo RDI para aclarar dudas con respecto a incompatibilidades en los planos. Además, nos brinda una mejor comprensión del proceso constructivo y del desarrollo de cada estructura.

Julcamoro (2018), afirma que, “los beneficios del uso de la metodología BIM en futuros expedientes técnicos y ejecuciones son: realizar y/o encontrar menos incongruencias, incompatibilidades, errores y omisiones, lográndose con esto evitar un aumento en plazo y presupuesto”. Al desarrollar el modelado en Revit, se encontraron distintos beneficios. Siendo uno de ellos es la mejor visualización de los elementos desarrollados.

Además, Barreto (2020), nos indica que “la aplicación de las herramientas y procesos BIM ayuda a reducir los reprocesos que usualmente aparecen en la fase de ejecución y por consiguiente los sobrecostos y cambio a los valores contractuales que provienen de dichos sobrecostos”, quien se suma a la idea de Duarte y Pinilla (2014) que nos dice “La relación de costo efectividad es satisfactoria en el caso de la utilización de la metodología BIM, esto se debe principalmente a que la influencia es

mayor en términos de costos calculados a partir de los procesos de modelación paramétrica”

Inferimos también que en esta oportunidad nuestros dos referentes Duarte y Pinilla (2014) y Julcamoro (2018) han aumentando el valor de su presupuesto en 14% y 10.56% respectivamente, mientras que, en esta investigación logramos reducir el 2,93%, del presupuesto con la influencia de la metodología BIM, es probable que se deba a que nuestro presupuesto inicial tubo menos errores de metrados, por ende los valores no tienen mucha diferencia en comparación a los presupuestos referenciales.

#### **4.2 Conclusiones**

- En la presente tesis se concluye que, con la influencia de la metodología BIM en los presupuestos se obtuvo una considerable reducción en los costos del proyecto, demostrando así una mayor efectividad al implementar la metodología mencionada.
- Se logró elaborar efectivamente los presupuestos en las especialidades de arquitectura y estructura, apoyados en la herramienta de trabajo S10 y los metrados con la aplicación REVIT, la cual es una de las más representativas en el modelamiento BIM.
- Al desarrollar el nuevo presupuesto apoyados con la metodología BIM, logramos identificar mejoras considerables como la reducción de metrados, esto es muy importante ya que con eso logramos la reducción de costos, además de la visualización 3D que ayuda con la mitigación de errores geoespaciales.
- Se cotejo el nuevo presupuesto con enfoque en la metodología BIM y el presupuesto tradicional, para esto se realizó el modelado en Revit, el

desarrollo de metrados, la elaboración de planos en AutoCAD con los planos de pdf y replanteo, todos estos pasos fueron necesarios para la realización de este trabajo de investigación.

- Al analizar nuestra hipótesis planteada con los resultados obtenidos se concluye que, no se llegó a reducir el 10% esperado, más si se redujo en un 2.93%, siendo este un valor apreciado para el desarrollo de un proyecto.

## REFERENCIAS

- Ardila R. (2017). Procedimientos constructivos en obra. *Escuela de jefes de obra*. Recuperado de <https://procedimientoconstructivoardila.com/procedimientos->
- Arguello, M. (2019) *Plan de Adopción BIM en un proyecto de edificación* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CD. MX. Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2019/septiembre/0795620/Index.html>
- Arias, R. (2019) Reseña: *La Cámara de la Construcción Introduce BIM en Barquisimeto*. Revista Gaceta Técnica. 1(21), 3-4. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5703/570362079005/index.html>
- Barreto, A. (2020) *El BIM en la interventoría de proyectos: aportes para la reducción de sobrecostos y reprocesos desde la etapa de diseño* (Tesis de Maestría en Construcción). Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77401>
- Bayona Arquitectos. (2010). Vivienda unifamiliar en Arroyomolinos (Figura). Recuperado de <https://www.bayona.es/1042-vivienda%20unifamiliar%20en%20arroyomolinos/1042-vivienda%20unifamiliar%20en%20arroyomolinos.html>
- Bibliocad. (s.f). Análisis de predios unitarios e insumos (Figura). Recuperado de [https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/analisis-de-precios-unitarios-y-insumos\\_105883/](https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/analisis-de-precios-unitarios-y-insumos_105883/)

BIM Community (s.f.). Porcentajes de aumento en mejoras de implementación de metodología (Figura)

Cajamarca – Perú.

Chirinos, L; Pecho, J. (2019). *Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido* (Tesis de Maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú. Recuperado de

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626030>

Decreto Supremo N° 289-2019-EF. Diario El Peruano, Lima, Perú, 8 de setiembre del 2019. Recuperado de:

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/359371/DS289\\_2019EF.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/359371/DS289_2019EF.pdf)

Decreto supremo N° 344-2018-EF. Diario El Peruano, Lima, Perú 31 de diciembre del 2018. Recuperado de

[https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/legislacion/ley/2018\\_DL1444/DS%20344-2018-EF%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20N%C2%B0%2030225.pdf](https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/legislacion/ley/2018_DL1444/DS%20344-2018-EF%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20N%C2%B0%2030225.pdf)

Dirección de Ingeniería – Área Construcción (S.F.). Unidad de Aprendizaje N°3: Procesos y Técnicas de Construcción. Universidad Tecnológica de Chile Instituto Profesional Centro de Formación Técnica. Recuperado de

[http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/profesor/Construccion/Taller-de-Construccion/G07\\_Taller\\_de\\_Construccion.\\_Presupuestos\\_de\\_Obra.pdf](http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/profesor/Construccion/Taller-de-Construccion/G07_Taller_de_Construccion._Presupuestos_de_Obra.pdf)

Dossier de la Comisión BIM del Ministerio de Fomento. (2014). Mapa de implementación BIM, datos del 2014 (Figura)

- Duarte, N.; Pinilla, 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 D.C. – Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12691/DuarteHinojosaNaisir2014.pdf?sequence=3>
- El blog STB de acero (2017). La sustentabilidad en la producción (Figura). Recuperado de <https://stbdeacero.com/2017/02/28/la-sustentabilidad-en-la-produccion/>  
[https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/analisis-de-precios-unitarios-y-insumos\\_105883/](https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/analisis-de-precios-unitarios-y-insumos_105883/)
- Julcamoro, P. (2018). *Implementación de la metodología BIM con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del gobierno regional de Cajamarca – 2018* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22181>
- López, A. (2016) Una revolución llamada BIM. *Revista Técnica Cemento Hormigón*, 974. Recuperado de [http://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/revolucion\\_bim\\_cementohormigon.pdf](http://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/revolucion_bim_cementohormigon.pdf)
- Macalupu, I.; Sánchez, J. A. (2019). *Optimización del proceso de elaboración de presupuestos para obras privadas en edificaciones mediante el uso de la metodología BIM* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628181/Macalupu\\_YI.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628181/Macalupu_YI.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Ministerio de Economía y Finanzas (2018). ¿Qué es el BIM?, Perú. Recuperado de

<https://www.mef.gob.pe/es/normatividad-inv-publica/instrumento/decretos-supremos/18647-decreto-supremo-n-284-2018-ef-1/file>

Norma técnica metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas. Ministerio de

Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima, Perú, 12 de diciembre del 2011. Recuperado de

<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/mayo/18/RD-073-2010-VIVIENDA-VMCS-DNC.pdf>

Oblitas, J. (2018). Guía de investigación científica 2018 (Facultad de ingeniería) Universidad Privada del Norte.

Oussouboure, G., Delgado, R. (2016) *La Asignación de Recursos en la Gestión de*

*Proyectos Orientada a la Metodología BIM*. Revista de Arquitectura e Ingeniería. 11(1), 2. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1939/193955500004/index.html>

Propiedadesuy (s.f.). Sistema constructivo tradicional. Recuperado de

<https://www.propiedades.com.uy/es/articulo/12/Sistema%20constructivo%20tradicional#>

Redacción Perú21 (2019). Plan BIM Perú: Gobierno mejorará gestión, costos y plazos en proyectos de inversión. *Perú21*. Recuperado de

<https://peru21.pe/economia/plan-bim-peru-gobierno-mejorara-gestion-costos-plazos-proyectos-inversion-nndc-496080-noticia/?ref=p21r>

Resolución Ministerial N° 174-2016-VIVIENDA. Diario El Peruano, Lima, Perú, 20 de julio del 2016. Recuperado de

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/22025/RM\\_174-2016-VIVIENDA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/22025/RM_174-2016-VIVIENDA.pdf)

Revista Perú Construye (2019) Pronied participa en norma de Modelo BIM para inversiones en las obras educativas. *Revista Perú Construye*. Recuperado de <https://peruconstruye.net/2019/05/06/pronied-participa-en-norma-de-modelo-bim-para-inversiones-en-obras-educativas32757-2/>

S10. (s.f.). Manual de S10 (Figura). Recuperado de <https://docslide.es/engineering/manual-de-s10-55b0b64775299.html>  
<https://es.slideshare.net/juan2244/manual-de-s10-34998515>

Sanz, M. J. (2017). BIM en el mundo. Implantación en la nueva tecnología en el sector de la arquitectura. *Arquitectura y Empresa*. Recuperado de: <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/bim-en-el-mundo-implantacion-de-la-nueva-metodologia-en-el-sector-de-la-arquitectura>

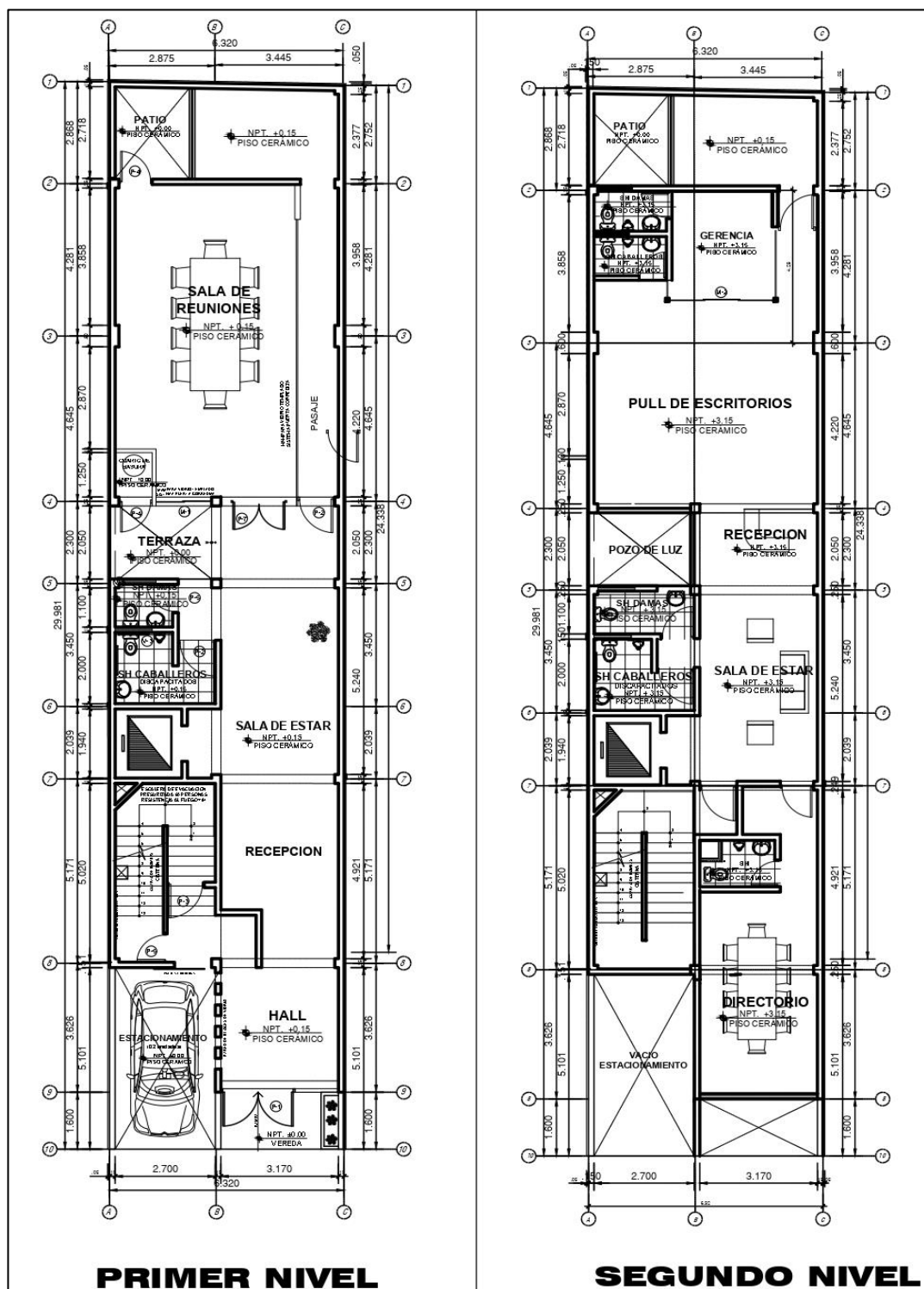
Taype, M. (2019) Experiencia exitosa de la metodología BIM. *El Montonero*. Recuperado de <https://elmontonero.pe/columnas/experiencia-exitosa-de-la-metodologia-bim>

Viñas, V. (2015). *BIM para asegurar el costo contractual de obra y su implementación en un proyecto multifamiliar* (Tesis de Maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/596038/BIM%2C%20para%20asegurar%20el%20costo%20Contractual%20de%20obra%20y%20su%20implementaci%20n%20en%20un%20Proyecto%20Multifamiliar.pdf?sequence=1>



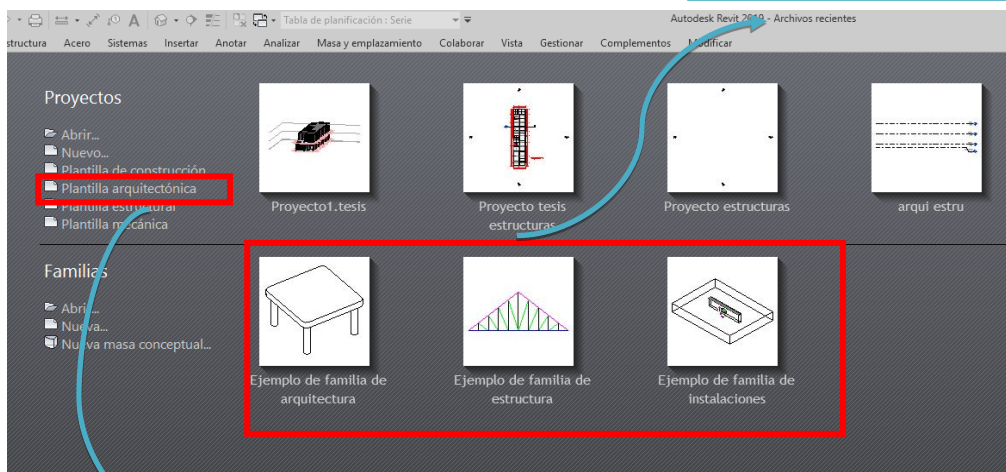
## ANEXOS

Anexo N° 1 : Layout de planos en PDF del Colegio de Nutricionistas del Perú.

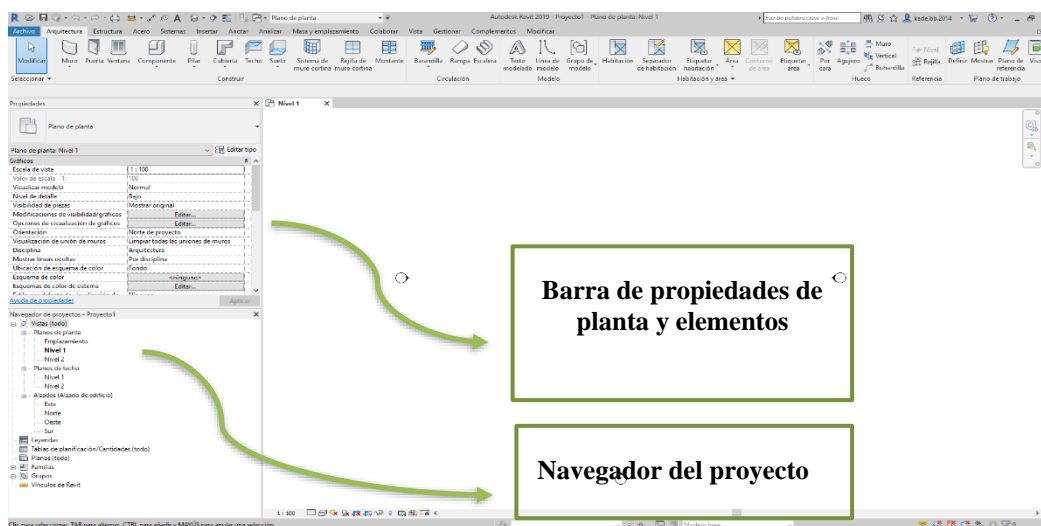


## Anexo N° 2: Manual del modelado arquitectónico

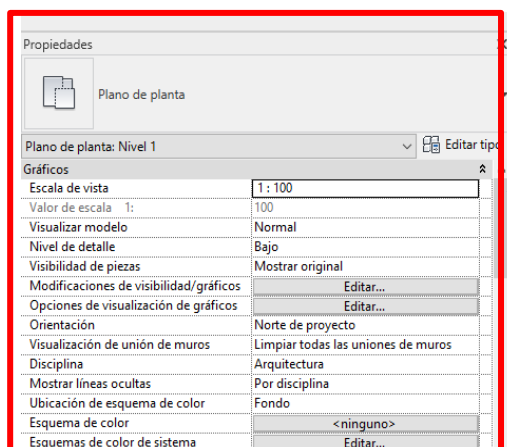
En este lado podemos encontrar ejemplos de familias, ya sean arquitectónicas o estructurales.



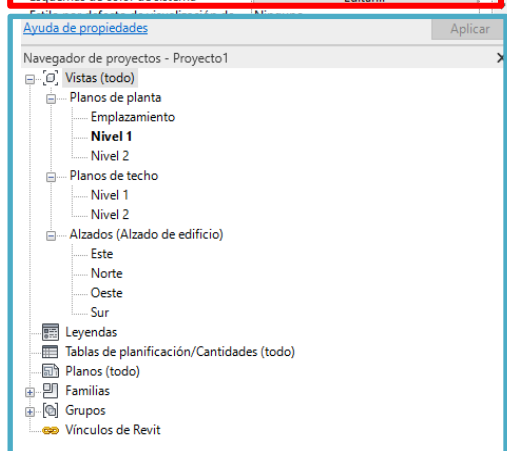
Para dar inicio al modelamiento arquitectónico del Colegio de Nutricionistas del Perú se abrió la aplicación Revit y se dio clic a “plantilla arquitectónica”



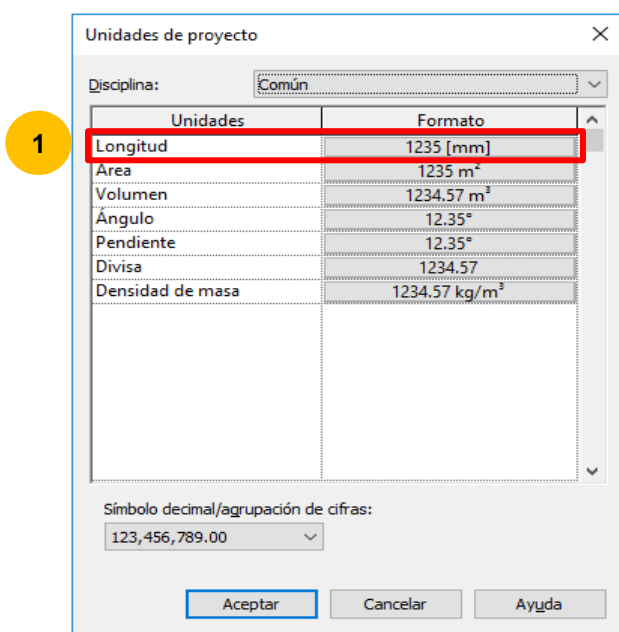
Una vez abierta la plantilla arquitectónica nos encontramos tendremos varios elementos importantes que se mostraran a continuación.



En este lado tenemos la barra de propiedades de planta y de los elementos que se colocaran, ahí se puede visualizar la escala que vamos a trabajar en cada planta que se elabore. Mas adelante se ira mostrando a detalle su función.

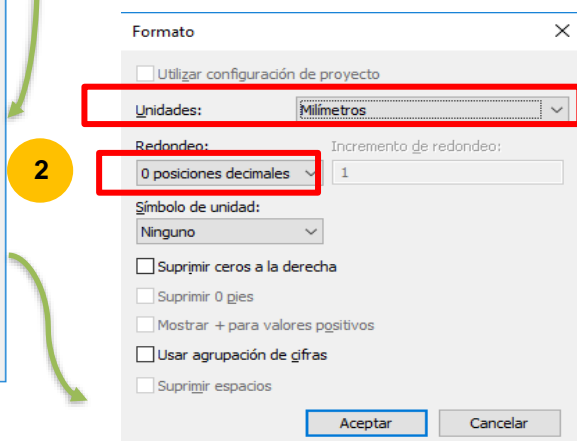


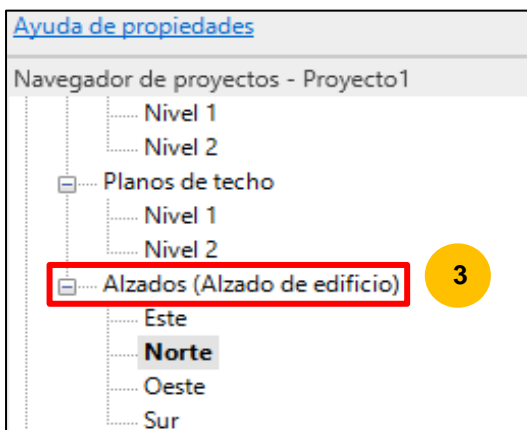
En este lado encontramos las vistas en de los planos de planta, techo y los alzados en distintas orientaciones. También podemos ver las leyendas, las familias, entre otros.



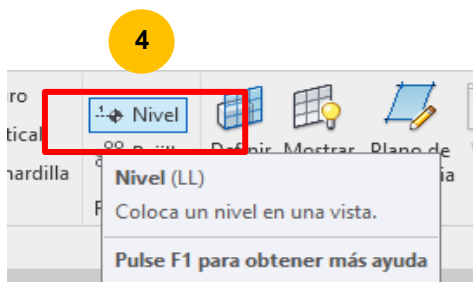
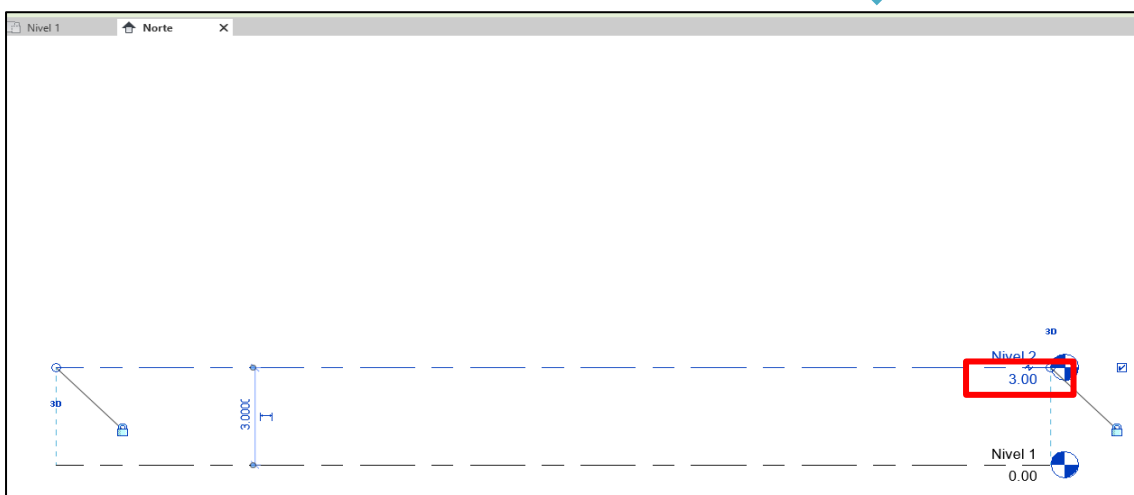
Lo primero que vamos a revisar es que las unidades utilizadas de longitud se den en metros. Para ello, se colocará “UN” en el teclado de esa manera nos aparecerá la siguiente barra.

Después de dará doble clic en “longitud”. Nos aparecerá la siguiente barra, en la cual se cambiará la unidad de milímetros a metros y se le colocará dos posiciones decimales.

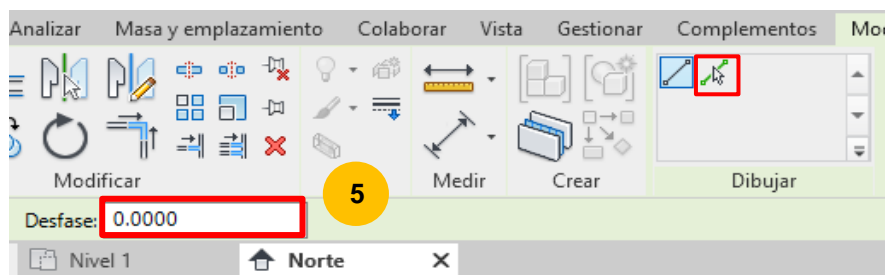


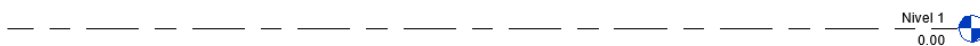


Una vez que las unidades estén cambiadas nos dirigiremos a “vistas – alzados”, daremos clic a “Norte” y nos aparecerá la mostrada a continuación. En esta vamos a crear los niveles necesarios para modelar nuestra edificación, en nuestro caso la altura total es de 6,00 metros. Para ello tuvimos que crear un nivel más de 3 metros. Para cambiar la altura del nivel solo se debe dar doble clic en número.

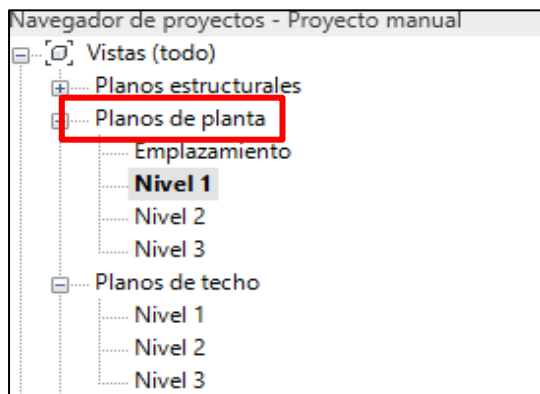
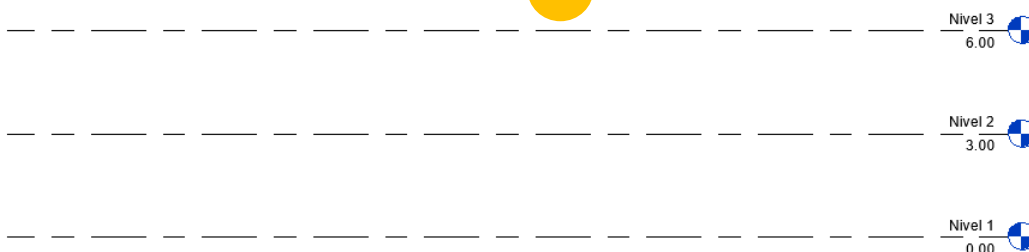


Nos dirigimos a la barra “arquitectura”, casi al final de la barra desplegada buscaremos “Nivel”, le damos clic y nos aparecerá dos opciones para agregar niveles, se seleccionará la mostrada y al mismo tiempo se colocará el valor de desface deseado, en nuestro caso fue de 3,00 metros.

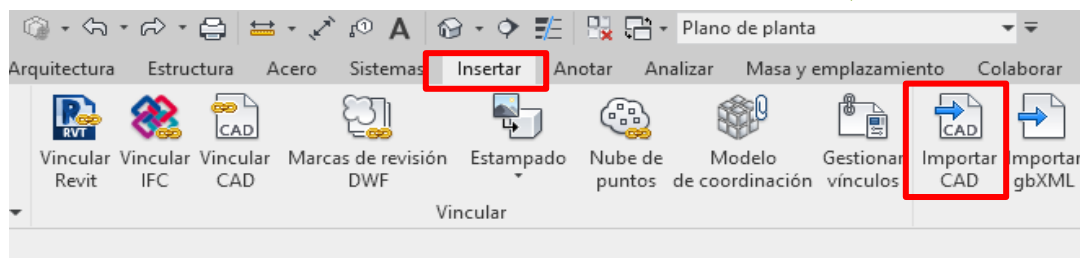


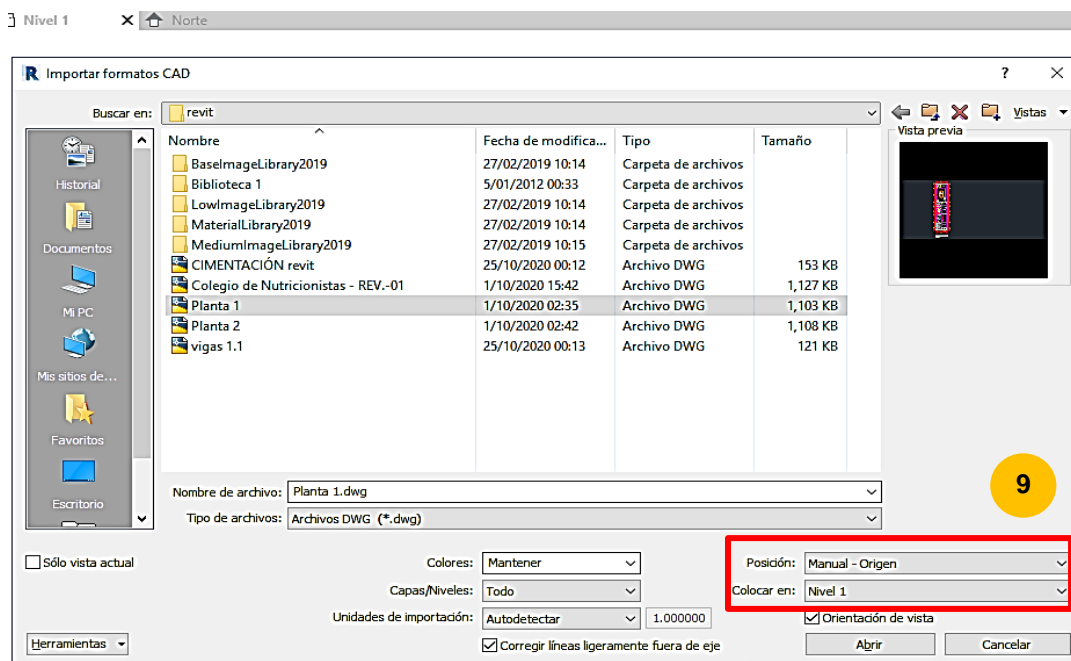


Después de colocar el desface necesario se seleccionará el nivel 2. Al seleccionarlo nos aparecerá unas líneas punteadas, ese va a ser nuestro nuevo nivel, se da clic y nos aparecerá el nuevo nivel.



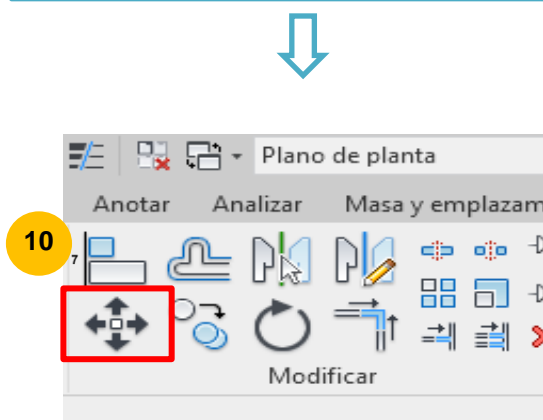
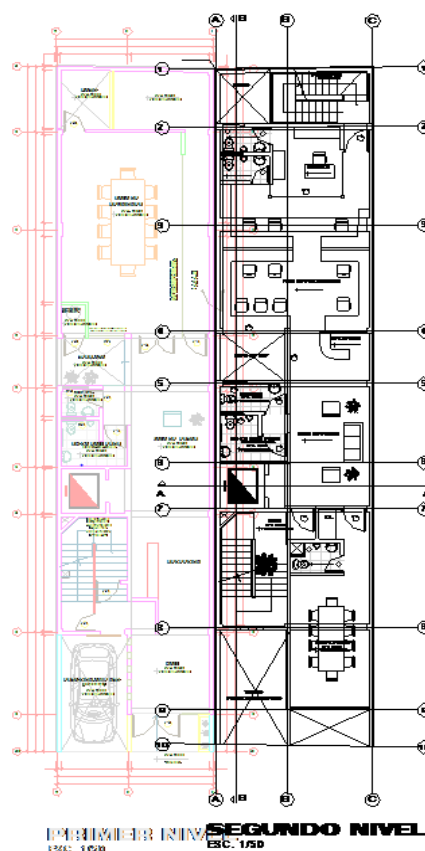
8 Cuando ya hayamos hecho nuestros niveles nos dirigiremos a “vista – planos de planta – nivel 1”. En este vamos a insertar la planta del primer nivel que se tiene en AutoCAD, este nos permitirá dibujar adecuadamente. Para ello nos dirigimos a “Insertar – Importar CAD”

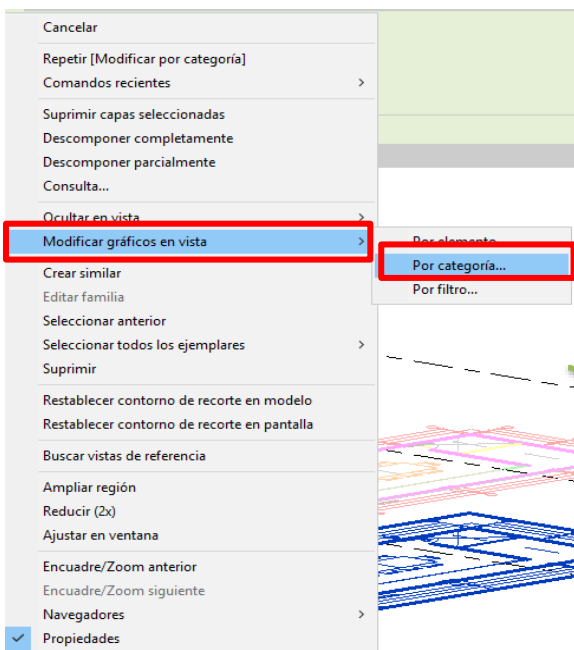
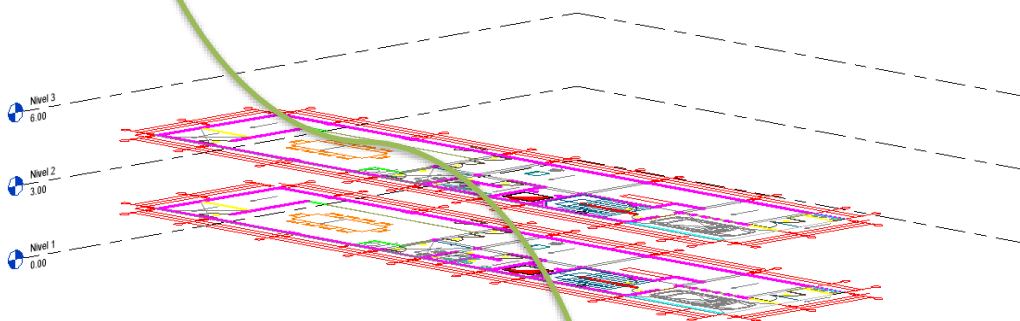
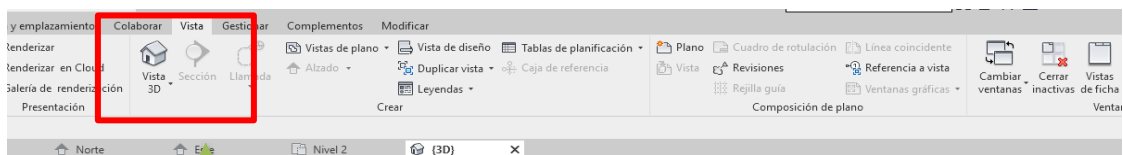




Seleccionaremos la planta del primer nivel que será insertada y cambiamos la posición en la que se insertará, en este caso lo colocamos en “Manual – Origen”, damos clic en abrir. Luego nos dirigimos al nivel 2 y procedemos a colocar de la misma manera el plano de planta del segundo nivel.

Como ambos niveles deben encajar, se deberá mover el segundo nivel a la altura del primero. Para ello, nos dirigimos a “Propiedades – Modificar” y seleccionamos el plano y luego la herramienta “mover”. Le damos clic a una esquina con la que se pueda alinear el plano y lo movemos hasta que ambos queden paralelos.

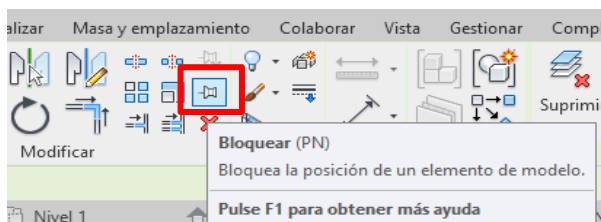
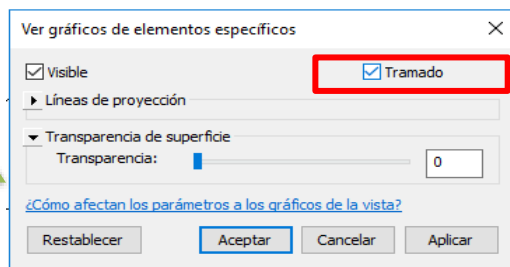




11

Una vez que los niveles estén alineados podremos dirigirnos a “Vista – Vista 3D”. damos clic y seleccionamos “vista 3D por defecto”. Aquí vamos a modificar la visibilidad de los planos, de esa manera se podrá dibujar sencillamente. Para ello, se seleccionará cada plano y daremos clic derecho, clic en “modificar gráficos en vista” y clic en “por categoría”, por último, clic en “tramado” y aceptar.

12



13

Para que al momento de dibujar los planos no se muevan, nos dirigiremos a la barra de herramientas y seleccionaremos “Modificar” y daremos clic en “bloquear”.

Navegador de proyectos - Proyecto manual

- Vistas (todo)
  - Planos estructurales
    - Planos de planta
    - Emplazamiento
      - Nivel 1
      - Nivel 2
      - Nivel 3
    - Planos de techo
      - Nivel 1
      - Nivel 2

14

Una vez seguidos los pasos anteriores, iremos a “Planos de planta – nivel 1”. Empezaremos a dibujar los muros en la primera planta.

Para dibujar nos dirigiremos a la barra de herramientas y haremos clic en “arquitectura”, luego haremos clic en “muros – muro: arquitectónico”

Muro básico  
Genérico - 200 mm

Buscar

- Exterior - Ladrillo en entramado metálico
- Genérico - 200 mm
- Genérico - 200 mm - Rellenado
- Genérico - 300 mm
- Genérico - Albañilería 140 mm
- Genérico - Albañilería 225 mm
- Genérico - Ladrillo 90 mm
- Interior - bloques 100 mm
- Interior - bloques 140 mm
- Interior - bloques 190 mm
- Interior - Partición 79 mm (1-hr)

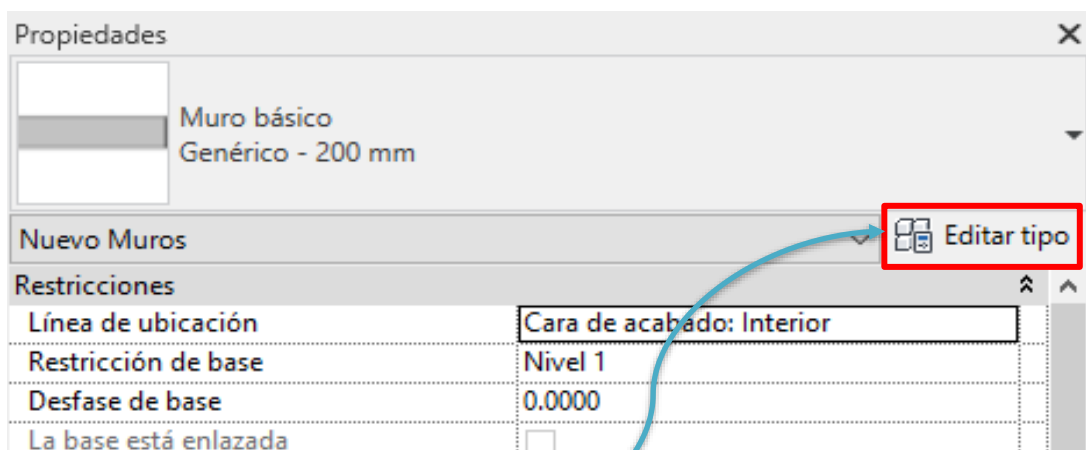
Tipos usados más recientemente

- Muro básico : Genérico - 200 mm
- Muro básico : Interior - Partición 79 mm (1-hr)
- Muro básico : MURO LADRILLO KINK KONG
- Muro básico : Muro ladrillo king kong 15cm

15

Cuando hayamos dado clic en muro arquitectónico nos aparecerá los distintos tipos de muros que hay. Como nuestro propósito de realizar el modelamiento es poder obtener los metrados, pues crearemos nuestro propio muro, para ello vamos a seleccionar un “muro básico” y haremos los respectivos cambios según las indicaciones que tenemos en nuestros planos.



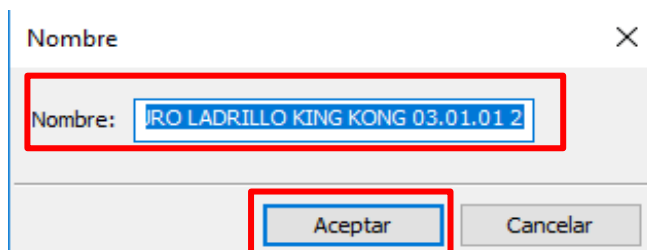
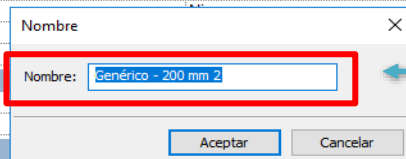
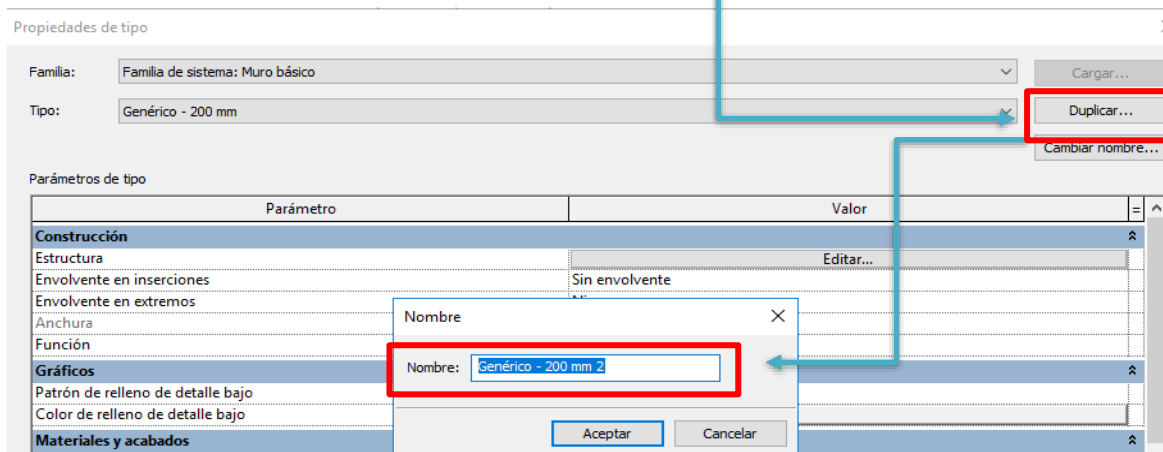
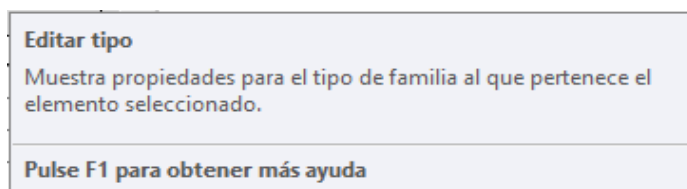


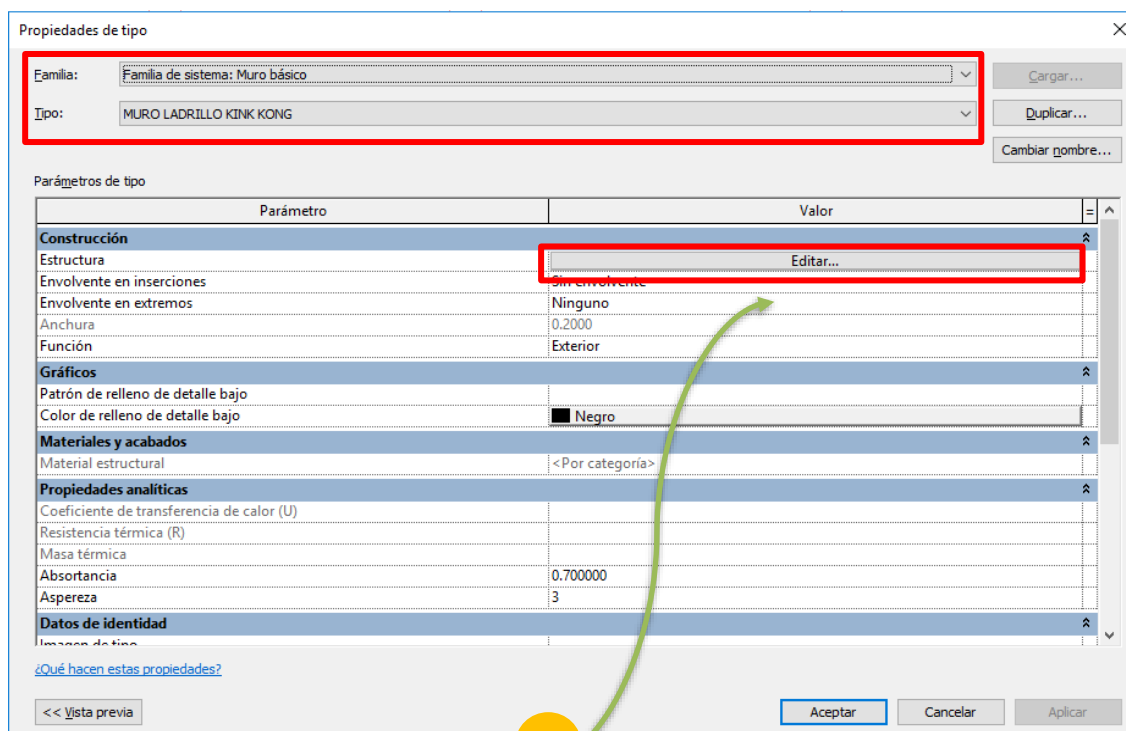
**16**

Para poder modificar el muro que deseábamos colocar en nuestro plano nos dirigimos a “Editar tipo” y hacemos clic.

Nos saldrá el siguiente cuadro y daremos clic a “Duplicar”, de esta manera haremos nuestro propio muro, colocamos el nombre que deseamos darle y damos clic en “aceptar”.

**17**





18

Quando ya hayamos creado nuestro muro vamos a editarlo, daremos clic a “editar”

|   | Función             | Material                     | Grosor | Envoltivos | Material estructural                |
|---|---------------------|------------------------------|--------|------------|-------------------------------------|
| 1 | Contorno del núcleo | Capas de envoltivo por enci  | 0.0000 |            |                                     |
| 2 | Estructura [1]      | <Por categoría>              | 0.2000 |            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 | Contorno del núcleo | Capas de envoltivo por debaj | 0.0000 |            |                                     |

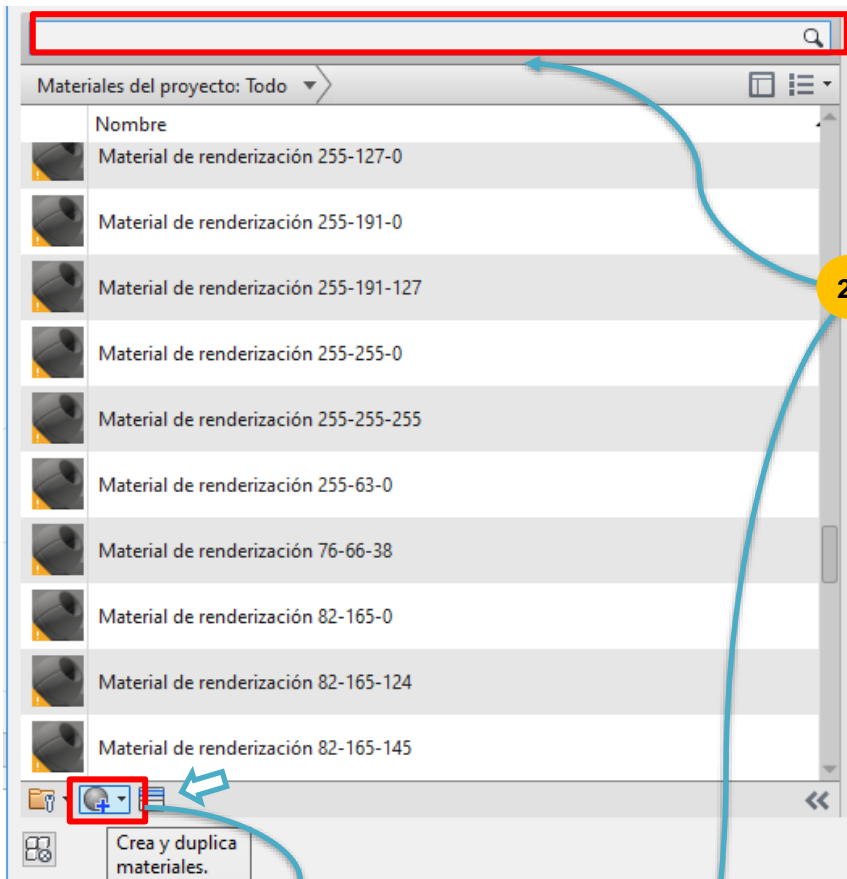
CARA INTERIOR

Insertar    Suprimir    Arriba    Abajo

Luego daremos clic en “insertar” dos veces para que nos aparezca dos capas más. Una vez que hayan aparecido seleccionaremos los números y cambiaremos el espesor de cada uno. Nuestros muros son de 0.15 m. es por ello que colocaremos una capa de 0.130 y dos de 0.010, de esa manera obtendremos 0.15 m de espesor. Después de ello, procederemos a cambiar el material de cada capa, ya que el objetivo es sacar los metrados mediante computo de materiales. Para ello haremos clic en “Poe categoría”, en los tres puntitos. Ahí nos aparecerán los materiales.

19

| Capas |                     |                              |        | CARA EXTERIOR |
|-------|---------------------|------------------------------|--------|---------------|
|       | Función             | Material                     | Grosor |               |
| 1     | Contorno del núcleo | Capas de envoltivo por enci  | 0.0000 |               |
| 2     | Estructura [1]      | <Por categoría>              | 0.010  |               |
| 3     | Estructura [1]      | <Por categoría>              | 0.0100 |               |
| 4     | Estructura [1]      | <Por categoría>              | 0.1300 |               |
| 5     | Contorno del núcleo | Capas de envoltivo por debaj | 0.0000 |               |

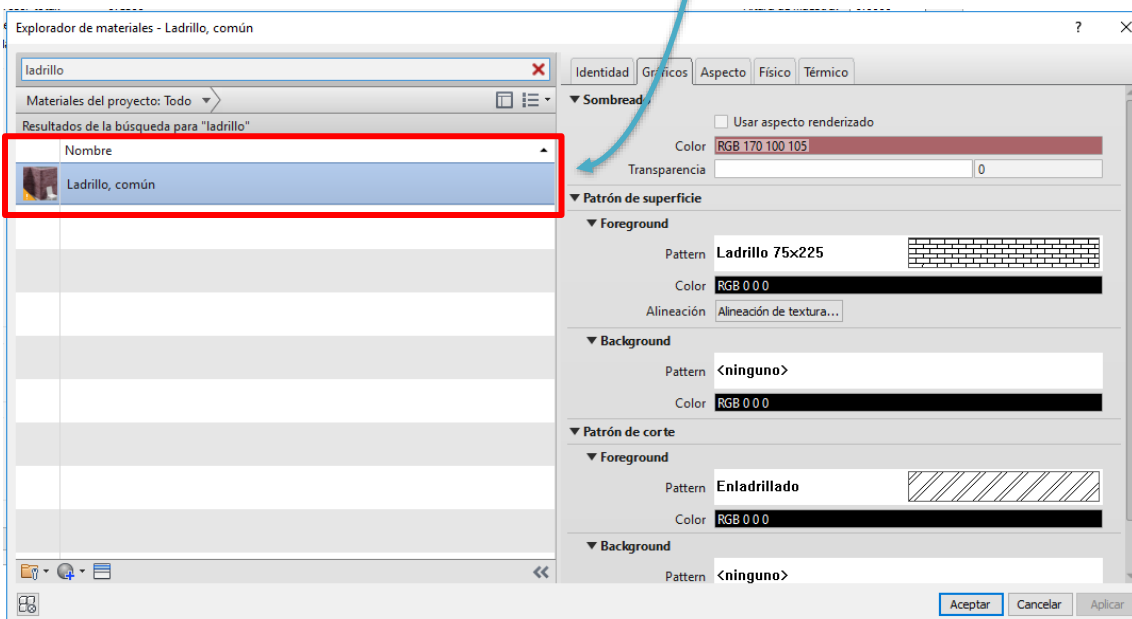


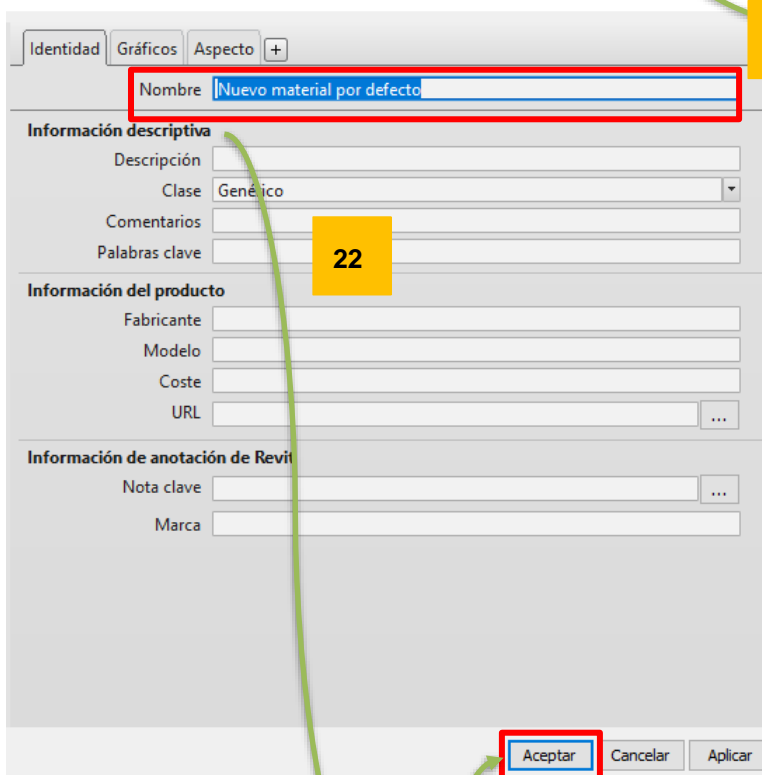
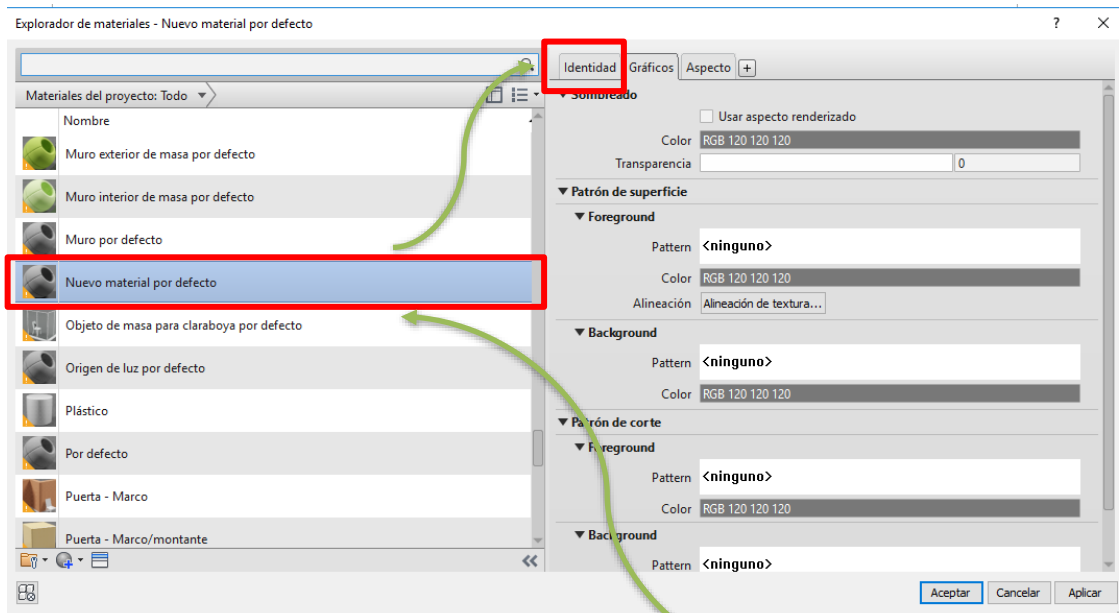
20

Quando estemos en materiales, colocaremos en el buscador “ladrillo común”, es el material del que estará compuesto nuestro muro.

Luego crearemos nuestros otros dos materiales, el tarrajeo de interiores y la pintura de interiores. Para ello haremos clic en el siguiente icono y clic en “crear nuevo material”

Crear material nuevo  
Duplicar el material seleccionado

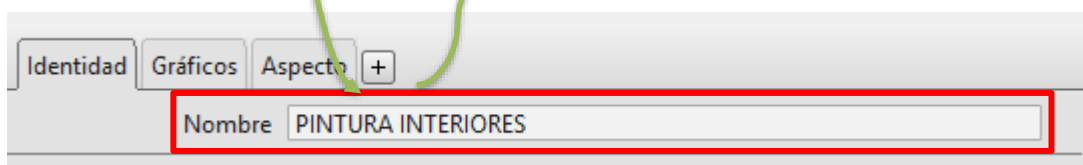




21

Cuando ya este creado nuestro material nos aparecerá con el nombre de “nuevo material por defecto”, lo seleccionaremos y nos dirigimos a “identidad”, damos clic y le cambiaremos el nombre. En este caso colocaremos “pinturas interiores”. Una vez cambiado el nombre daremos a aceptar. Volveremos a seguir el procedimiento para poder crear el otro material llamado “tarrajeo”

22



|   | Función                  | Material                      | Grosor |
|---|--------------------------|-------------------------------|--------|
| 1 | Contorno del núcleo      | Capas de envolvente por enci  | 0.0000 |
| 2 | Estructura [1]           | PINTURA INTERIORES            | 0.0100 |
| 3 | Estructura [1]           | TARRAJEO INTERIORES           | 0.0100 |
| 4 | Estructura [1]           | Ladrillo, común               | 0.1300 |
| 5 | Substrato [2]            | Capas de envolvente por debaj | 0.0000 |
|   | Capa térmica/de aire [3] |                               |        |
|   | Acabado 1 [4]            |                               |        |
|   | Acabado 2 [5]            |                               |        |
|   | Capa membrana            |                               |        |



23

Como resultado final tendremos nuestras tres capas con un espesor total de 0.15 que se reflejara en el plano de planta. Cambiaremos el nombre de la función de las capas, para ello la seleccionaremos y colocaremos “acabado 1(4)” y al otro se le colocara “acabado (5)”. Obteniendo el siguiente resultado:

24

Editar montaje

Familia: Muro básico  
 Tipo: MURO LADRILLO KINK KONG  
 Grosor total: 0.1500  
 Resistencia (R): 0.2407 (m²·K)/W  
 Masa térmica: 15.72 kJ/K

Altura de muestra: 5.0000

|   | Función             | Material                      | Grosor | Envoltentes              | Material estructural                |
|---|---------------------|-------------------------------|--------|--------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por enci  | 0.0000 |                          |                                     |
| 2 | Acabado 2 [5]       | PINTURA INTERIORES            | 0.0100 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 3 | Acabado 1 [4]       | TARRAJEO INTERIORES           | 0.0100 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 4 | Estructura [1]      | Ladrillo, común               | 0.1300 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por debaj | 0.0000 |                          |                                     |

CARA EXTERIOR

CARA INTERIOR

Inserir Suprimir Arriba Abajo

Envoltente por defecto  
 En las inserciones: Sin envoltente  
 En los extremos: Ninguno

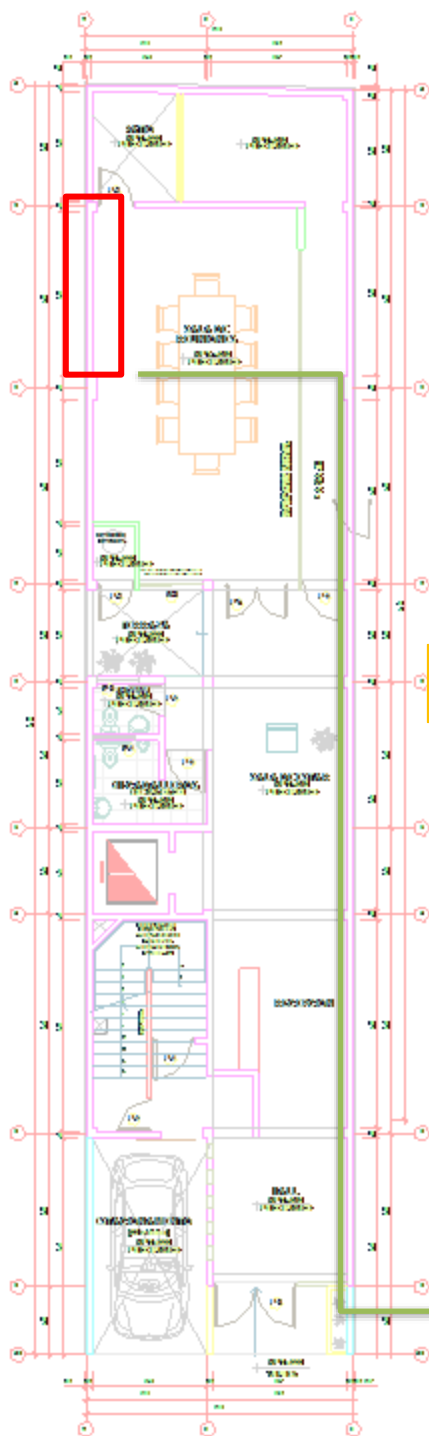
Modificar estructura vertical (sólo en vista previa de sección)  
 Modificar Fusionar regiones Barridos  
 Asignar capas Dividir región Telares

<< Vista previa

Aceptar Cancelar Ayuda

25

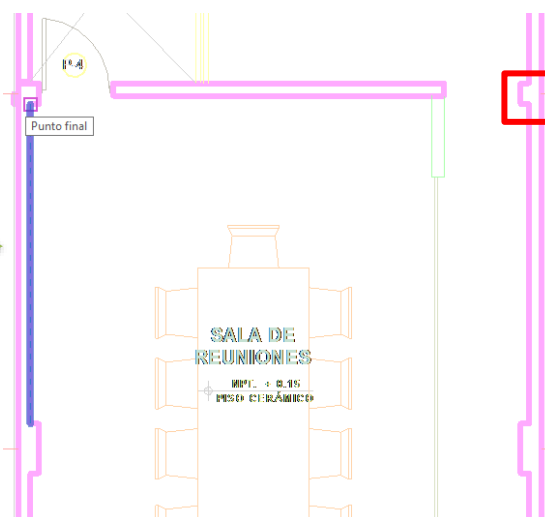
Por último, se dará clic en aceptar y empezarnos a colocar nuestros muros en el plano. Este muro se colocará en los lugares donde solo se tarrajeará y colocará pintura en cara interior. Para aquellos muros que necesiten pintura y tarrajeo a dos capas se creara otro muro.



| Propiedades                            |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Muro básico<br>MURO LADRILLO KINK KONG |                                     |
| Muros (1) Editar tipo                  |                                     |
| Restricciones                          |                                     |
| Línea de ubicación                     | Cara de acabado: Interior           |
| Restricción de base                    | Nivel 1                             |
| Desfase de base                        | 0.0000                              |
| La base está enlazada                  | <input type="checkbox"/>            |
| Distancia de extensión de base         | 0.0000                              |
| Restricción superior                   | No conectada                        |
| Altura desconectada                    | 2.8000                              |
| Desfase superior                       | 0.0000                              |
| La parte superior está enlazada        | <input type="checkbox"/>            |
| Distancia de extensión superior        | 0.0000                              |
| Delimitación de habitación             | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Relacionado con masa                   | <input type="checkbox"/>            |

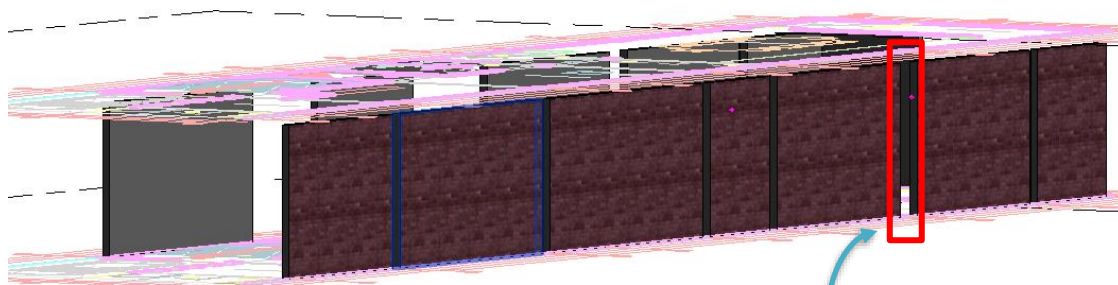
26

Quando ya hayamos configurado nuestro muro, lo seleccionaremos y colocaremos en el plano según sea necesario, la línea de ubicación del muro será “cara de acabado interior”, si el muro nos sale para el lado equivocado solo presionamos “tab” y cambia de posición. Asimismo, se cambiará la “altura desconectada” a 2.80. normalmente en “restricción superior” debería ir el nivel 2, pero como deseamos obtener metrados y la altura de las vigas conectadas a los muros es de 0.20, solo tomamos la altura del muro hasta 2.80 m.



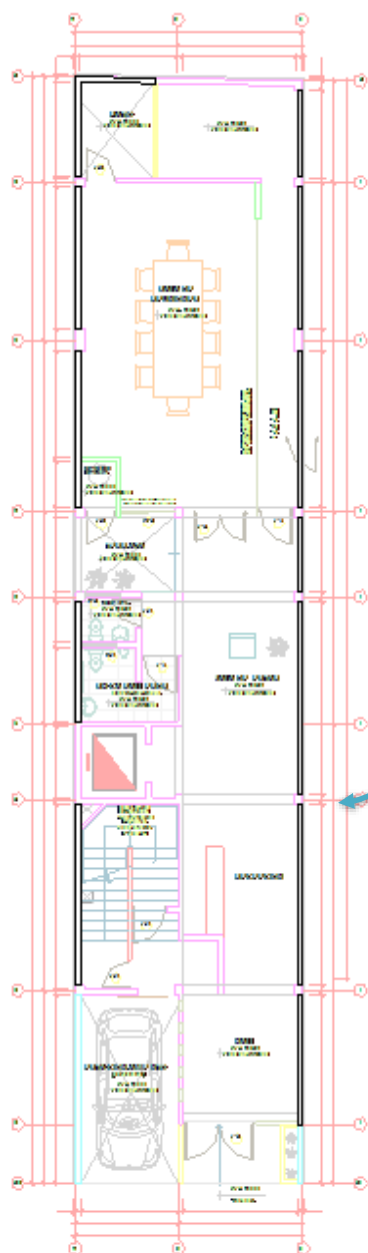
27

Se tiene que verificar que no se coloque muros donde está el lugar de las columnas y las placas, de esa manera se obtendrá un metrado más preciso.



28

Aquí se puede apreciar cómo se ven los muros en 2D, si nos dirigimos a “vistas – vistas 3D podemos apreciar los muros. Asimismo, se puede apreciar que se le está dejando espacio en donde deberían ir las columnas.



En este lado podemos ver que esta quedando un espacio grande, en planta pareciera que es un muro más. Es por ello, que al momento de modelar se debe tener en cuenta los planos estructurales, ya que en este pudimos apreciar que en el lado derecho va una placa, debido a que en ese lado va el ascensor. Asimismo, a la derecha vamos a tener un muro distinto, ya que ese muro tendrá tarrajeo, pero no contará con pintura, sino con mayólica hasta la altura de 2.10, ya que ese lado pertenece al baño.

29



PRIMER NIVEL.  
ESCALA: 1:200

Se empezará a crear otro muro según lo explicado anteriormente. La característica de este muro es que tendrá dos capas de tarrajeo y dos de pintura y se ubicará dónde están los muros interiores. Se sigue el proceso constructivo, muro de ladrillo al medio, una capa de tarrajeo y pintura en un a cara y otra capa de tarrajeo y pintura al otro lado. De igual manera este muro tendrá 0115 m de espesor. Se obtendrá el siguiente resultado:



Familia: Muro básico

Tipo: **MURO LADRILLO KING KONG INTERIOR 03.01.01**

Grosor total: 0.1500

Resistencia (R): 0.2222 (m²·K)/W

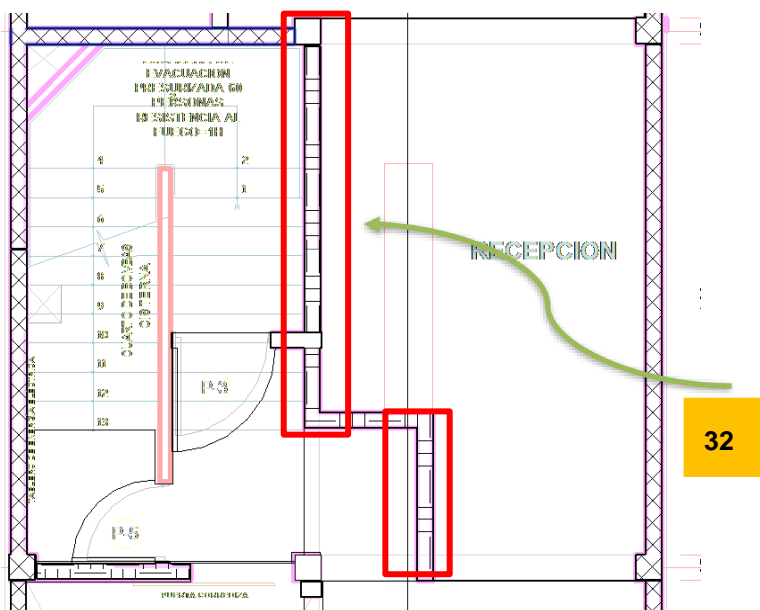
Masa térmica: 14.52 kJ/K

Capas

|   | Función             | Material                     | Grosor |
|---|---------------------|------------------------------|--------|
| 1 | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por enci | 0.0000 |
| 2 | Acabado 2 [5]       | PINTURA                      | 0.0050 |
| 3 | Acabado 1 [4]       | TARRAJEO INTERIORES          | 0.0100 |
| 4 | Estructura [1]      | Ladrillo, común              | 0.1200 |
| 5 | Acabado 1 [4]       | TARRAJEO INTERIORES          | 0.0100 |
| 6 | Acabado 2 [5]       | PINTURA                      | 0.0050 |
| 7 | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por deba | 0.0000 |

CARA INTERIOR

Insertar    Suprimir    **Arriba**    **Abajo**



Para lograr que el “ladrillo, común” quede al medio podremos usar los comandos “arriba” o “abajo”.

Luego se irán colocando los muros en interiores. En la siguiente foto se pueden apreciar como quedan.





|   |                           |
|---|---------------------------|
| Muro básico                               |                           |
| MURO LADRILLO KING KONG INTERIOR 03.01.01 |                           |
| Muros (1)                                 |                           |
| Restricciones                             |                           |
| Línea de ubicación                        | Cara de acabado: Interior |
| Restricción de base                       | Nivel 1                   |
| Desfase de base                           | 2.1000                    |
| La base esta enlazada                     | <input type="checkbox"/>  |
| Distancia de extensión de base            | 0.0000                    |
| Restricción superior                      | No conectada              |
| Altura desconectada                       | 0.7000                    |

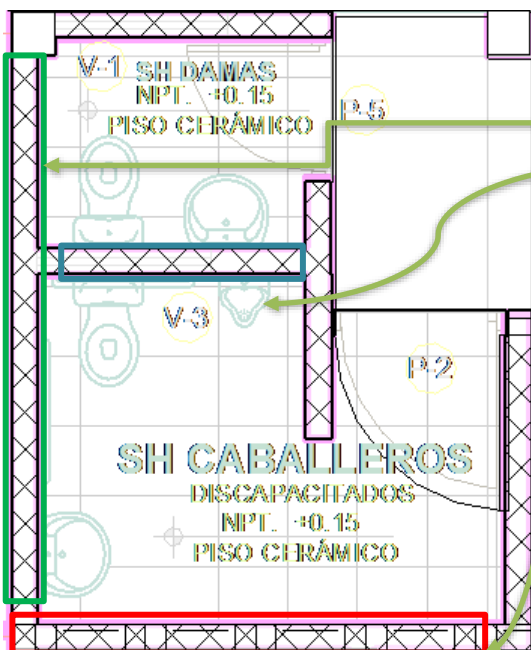
Ahora nos toca crear y colocar los muros de los baños, primero vamos a colocar un muro normal, ya sea a cara doble cara o una cara, según corresponda, este tendrá una “altura desconectada” de 0.70 y se colocara el “desfase de base” desde la altura 2.10.

Luego se creará tres muros, uno que tenga el tarrajeo y pintura de baño en ambas caras; otro que tenga el tarrajeo y pintura de baño en una sola cara; otro que cuenta con una cara de pintura y tarrajeo de baño y la otra con tarrajeo de interiores y pintura normal. Los tres tendrán una altura de 2.10.

| Familia:         | Muro básico                             |                              |
|------------------|---|------------------------------|
| Tipo:            | MURO LADRILLO KING KONG BAÑOS Y PINTURA |                              |
| Grosor total:    | 0.1500                                  |                              |
| Resistencia (R): | 0.2407 (m²·K)/W                         |                              |
| Masa térmica:    | 15.72 kJ/K                              |                              |
| Capas            |   |                              |
|                  | Función                                 | Material                     |
| 1                | Contorno del núcleo                     | Capas de envolvente por enci |
| 2                | Estructura [1]                          | PINTURA                      |
| 3                | Estructura [1]                          | TARRAJEO INTERIORES          |
| 4                | Estructura [1]                          | Ladrillo, común              |
| 5                | Acabado 2 [5]                           | TARRAJEO BAÑOS               |
| 6                | Acabado 1 [4]                           | MAYOLICA BAÑOS               |

| Familia:         | Muro básico                              |                              |
|------------------|--|------------------------------|
| Tipo:            | MURO LADRILLO KING KONG BAÑOS DOBLE CARA |                              |
| Grosor total:    | 0.1500                                   |                              |
| Resistencia (R): | 0.2407 (m²·K)/W                          |                              |
| Masa térmica:    | 15.72 kJ/K                               |                              |
| Capas            |  |                              |
|                  | Función                                  | Material                     |
| 1                | Contorno del núcleo                      | Capas de envolvente por enci |
| 2                | Estructura [1]                           | MAYOLICA BAÑOS               |
| 3                | Estructura [1]                           | TARRAJEO BAÑOS               |
| 4                | Estructura [1]                           | Ladrillo, común              |
| 5                | Acabado 2 [5]                            | TARRAJEO BAÑOS               |
| 6                | Acabado 1 [4]                            | MAYOLICA BAÑOS               |

| Familia:         | Muro básico                   |                               |        |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|
| Tipo:            | MURO LADRILLO KING KONG BAÑOS |                               |        |
| Grosor total:    | 0.1500                        |                               |        |
| Resistencia (R): | 0.2407 (m²·K)/W               |                               |        |
| Masa térmica:    | 15.72 kJ/K                    |                               |        |
| Capas            |                               |                               |        |
| CARA EXTERIOR    |                               |                               |        |
|                  | Función                       | Material                      | Grosor |
| 1                | Contorno del núcleo           | Capas de envolvente por enci  | 0.0000 |
| 2                | Estructura [1]                | Ladrillo, común               | 0.1300 |
| 3                | Acabado 2 [5]                 | TARRAJEO BAÑOS                | 0.0100 |
| 4                | Acabado 1 [4]                 | MAYOLICA BAÑOS                | 0.0100 |
| 5                | Contorno del núcleo           | Capas de envolvente por debai | 0.0000 |

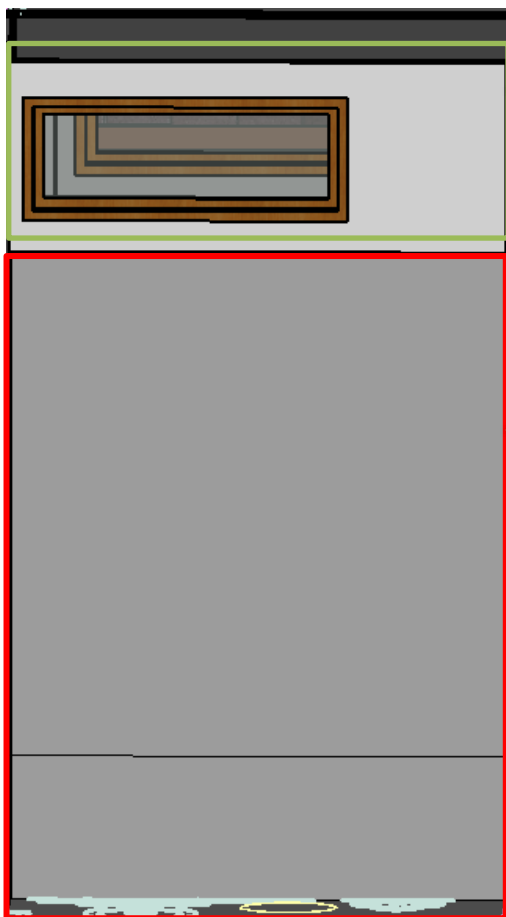


36

Aquí se puede apreciar los muros colocados en los baños. Algunos tendrán el tarrajeo de baño y pintura de baño en ambas caras (azul); otro que cuenta con una cara de pintura baño y tarrajeo de baño (verde); y el último que cuenta con una cara de pintura y tarrajeo de baño y la otra con tarrajeo de interiores y pintura normal (rojo).

37

Aquí se puede apreciar la diferencia de los muros. El de abajo es donde va ir el tarrajeo especial para baños y la mayólica. El de arriba es el muro con “tarrajeo de interiores” y “pintura” Se hizo de esta manera para poder sacar los metrados en m2 de los materiales colocados.



Propiedades

Muro básico  
MURO LADRILLO KING KONG BAÑOS

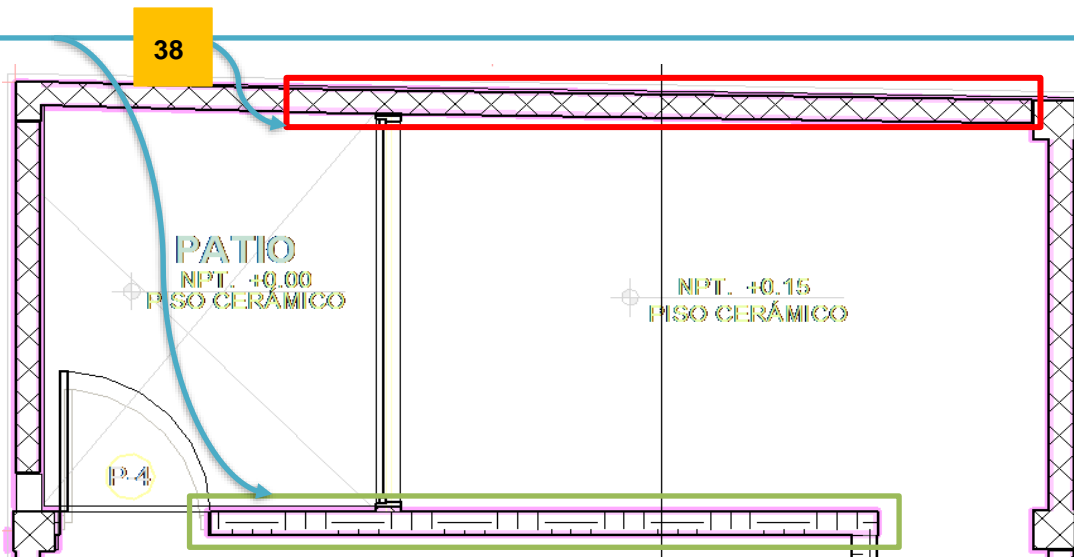
Muros (1) Editar tipo

| Restricciones                   |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Línea de ubicación              | Cara de acabado: Interior           |
| Restricción de base             | Nivel 1                             |
| Desfase de base                 | 0.0000                              |
| La base está enlazada           | <input type="checkbox"/>            |
| Distancia de extensión de base  | 0.0000                              |
| Restricción superior            | No conectada                        |
| Altura desconectada             | 2.1000                              |
| Desfase superior                | 0.0000                              |
| La parte superior está enlazada | <input type="checkbox"/>            |
| Distancia de extensión superior | 0.0000                              |
| Delimitación de habitación      | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Relacionado con masa            | <input type="checkbox"/>            |



Acá tenemos las propiedades de uno de los muros que debe tener de “altura desconectada 2.10”

Se colocarán las placas como si fuesen muros. Sin embargo, el material utilizado no será “ladrillo, común”, ya que eso provocaría un aumento del metrado de muros innecesario. Es por ello que el material será “muro por defecto”. Como las placas también deben estar pintadas y tarrajeadas, se les colara pintura de interiores y tarrajeo interiores, ya sea en una o dos caspas. en la siguiente foto podemos apreciar la placa interior (verde) y la placa que solo tiene una capa de pintura y tarrajeo (rojo)



Familia: Muro básico  
 Tipo: Placa interior  
 Grosor total: 0.1500  
 Resistencia (R): 0.0000 (m<sup>2</sup>·K)/W  
 Masa térmica: 0.00 kJ/K

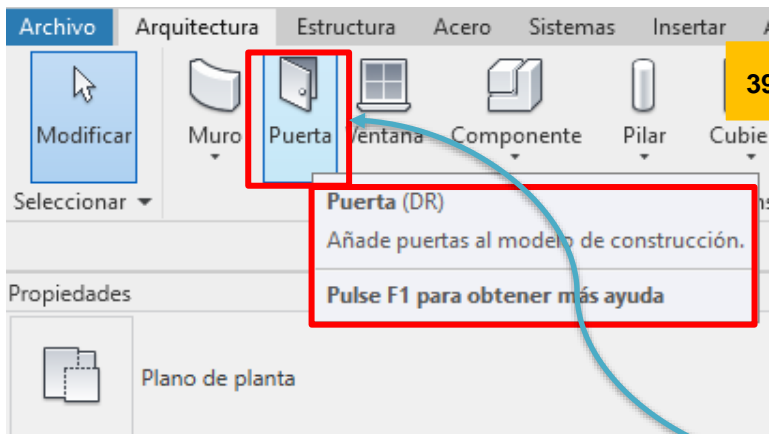
Capas

|   |                     |                              | CARA EXTERIOR |
|---|---------------------|------------------------------|---------------|
|   | Función             | Material                     | Grosor        |
| 1 | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por enci | 0.0000        |
| 2 | Estructura [1]      | PINTURA                      | 0.0050        |
| 3 | Estructura [1]      | TARRAJEO INTERIORES          | 0.0100        |
| 4 | Estructura [1]      | Muro por defecto             | 0.1200        |
| 5 | Estructura [1]      | TARRAJEO INTERIORES          | 0.0100        |
| 6 | Estructura [1]      | PINTURA                      | 0.0050        |
| 7 | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por deba | 0.0000        |

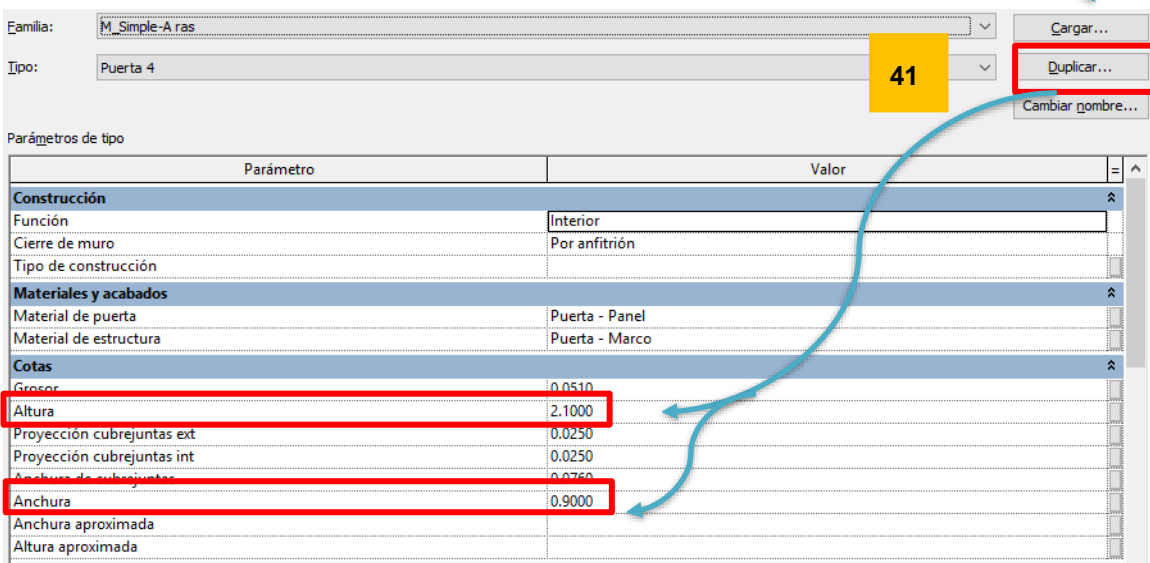
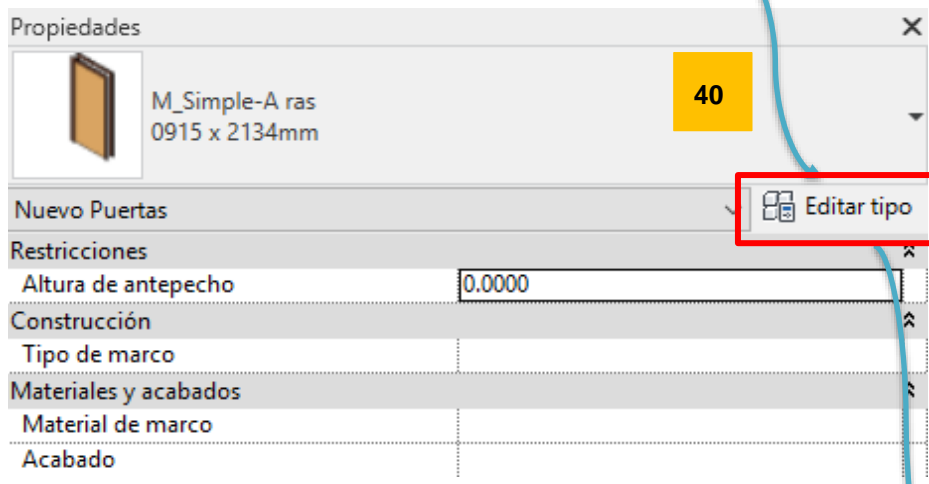
Familia: Muro básico  
 Tipo: Placa  
 Grosor total: 0.1500  
 Resistencia (R): 0.0000 (m<sup>2</sup>·K)/W  
 Masa térmica: 0.00 kJ/K

Capas

|   |                     |                               | CARA EXTERIOR |
|---|---------------------|-------------------------------|---------------|
|   | Función             | Material                      | Grosor        |
| 1 | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por enci  | 0.0000        |
| 2 | Estructura [1]      | PINTURA                       | 0.0100        |
| 3 | Estructura [1]      | TARRAJEO INTERIORES           | 0.0100        |
| 4 | Estructura [1]      | Muro por defecto              | 0.1300        |
| 5 | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por debaj | 0.0000        |



Para la creación de puertas nos dirigiremos a “arquitectura – Puerta” y daremos clic, nos aparecerá el siguiente cuadro y se seguirá el proceso mostrado anteriormente en los muros, solo que esta vez se les aplicará a las puertas. Daremos clic en “editar tipo” y después a “duplica”, se le colocara el nombre y se cambiaran los valores de altura y anchura según los planos.



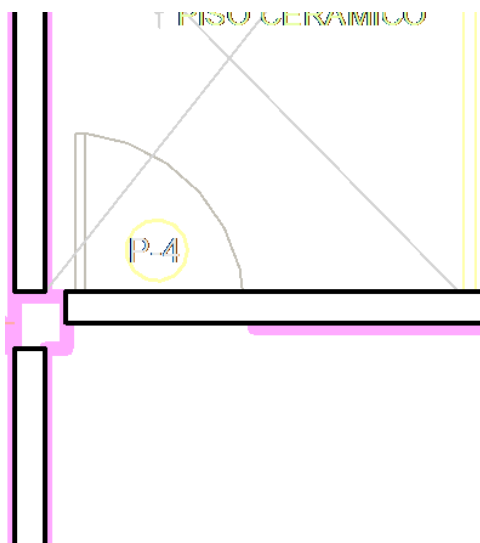
Después de configurar nuestra primera puerta, la seleccionaremos y nos dirigiremos al plano.

Una vez seleccionada, la colocaremos en el lugar donde nos indica el plano, si la puerta sale para el otro lado, la cambiaremos de lugar con simple “tab”.

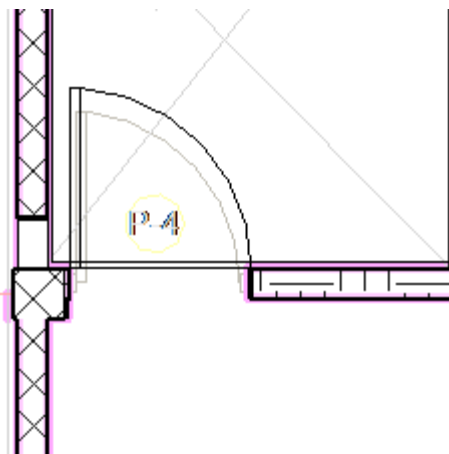
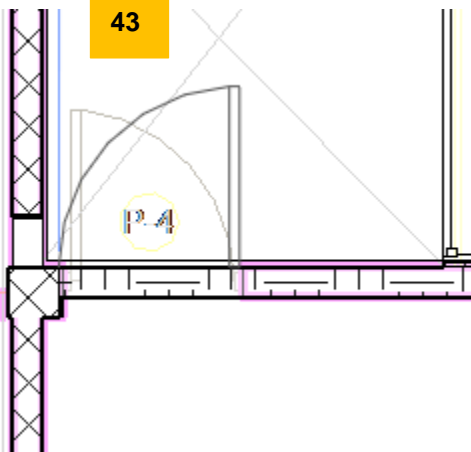
Se obtendrá como resultado final nuestra puerta ubicada en el plano. Recordar que las puertas solo pueden ser colocadas en muros.

De esta manera se colocarán todas las puertas del plano, según las dimensiones indicadas.

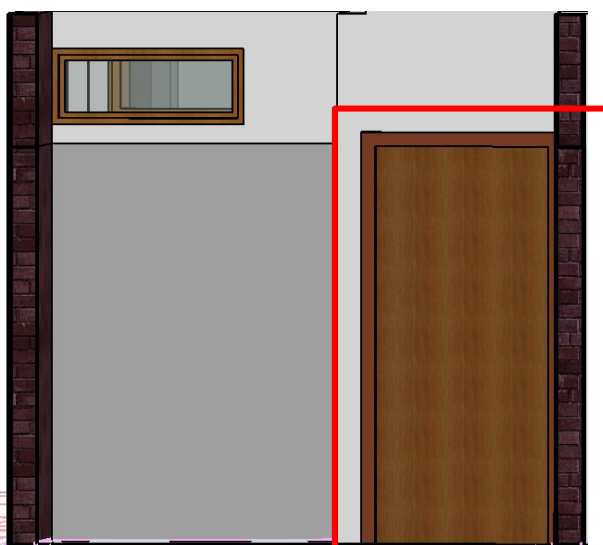
42



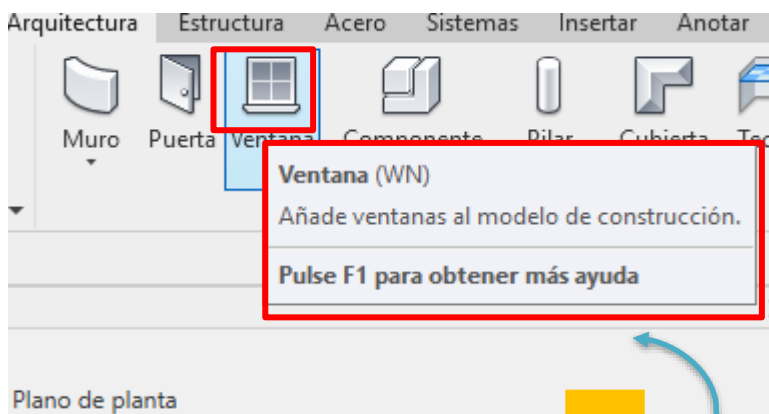
43



44



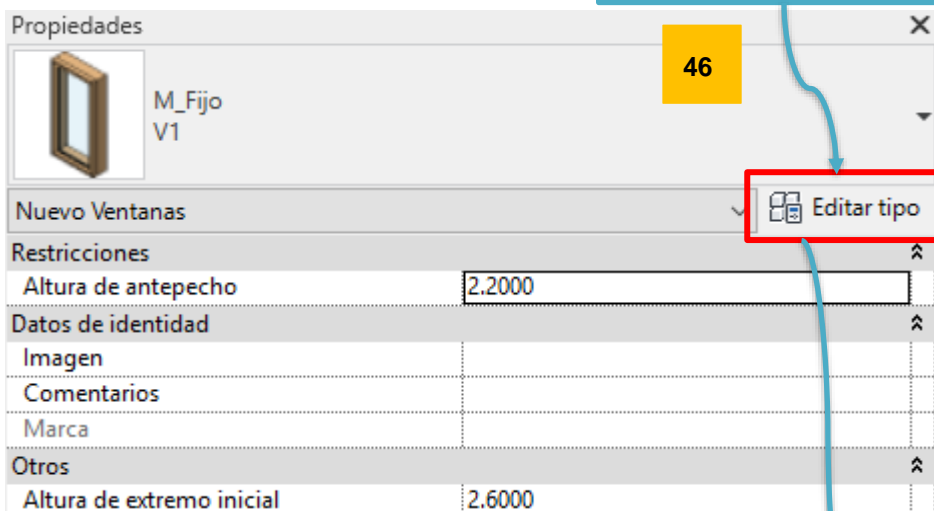
Cuando ya estén colocadas todas nuestras puertas podremos verlas en una dimensión 3D, de esta manera podremos ver si la puerta fue colocada adecuadamente.



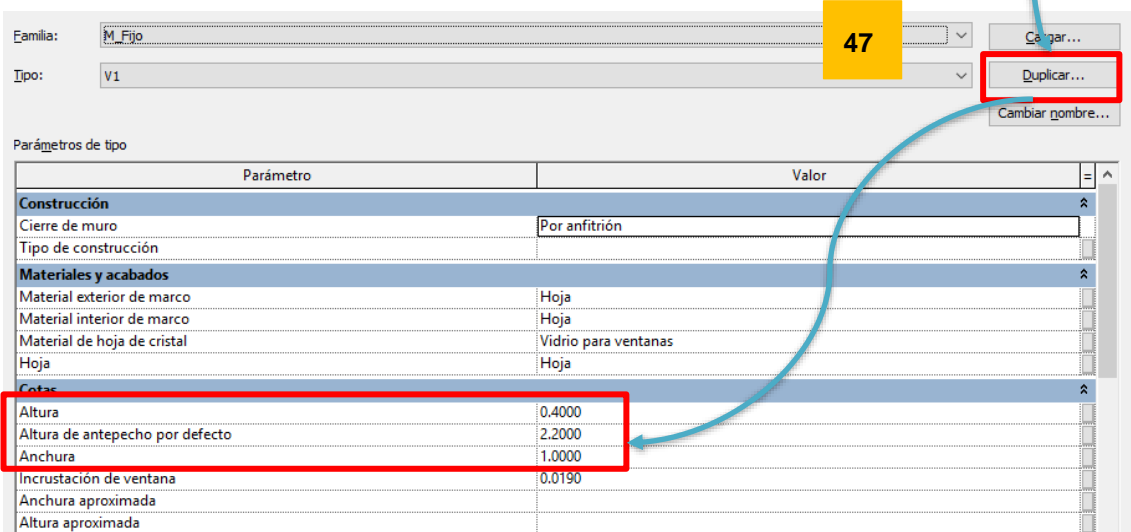
Para la creación de ventanas nos dirigiremos a “arquitectura – ventana” y daremos clic, nos aparecerá el siguiente cuadro y se seguirá el proceso mostrado anteriormente en los muros, solo que esta vez se les aplicará a las ventanas.

Daremos clic en “editar tipo” y después a “duplica”, se le colocará el nombre y se cambiarán los valores de “altura”, “anchura” y “altura de antepecho por defecto”, el último es el valor del alfeizar; según los planos.

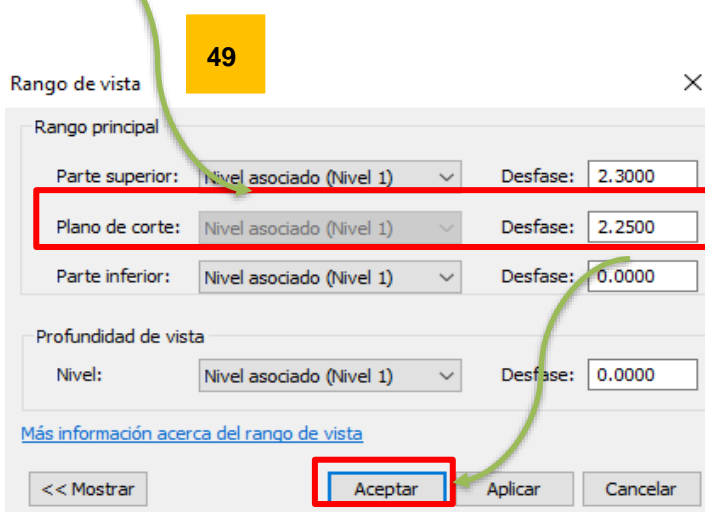
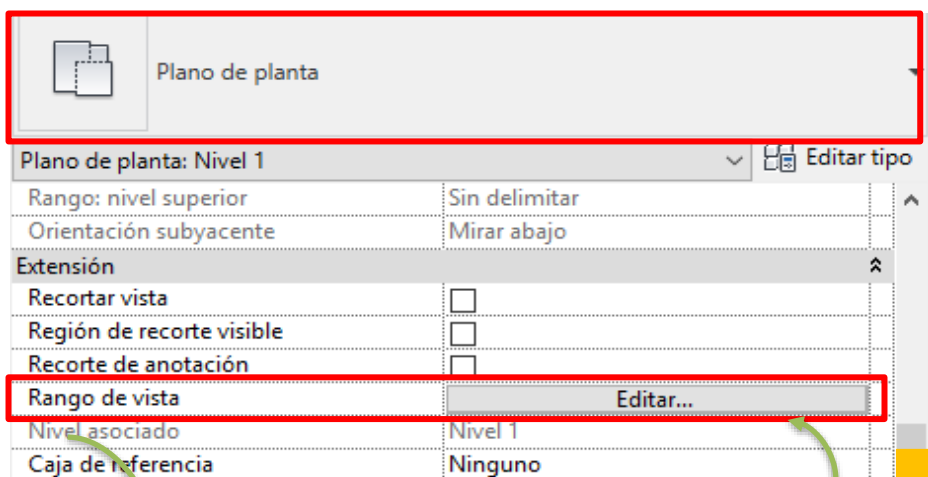
45



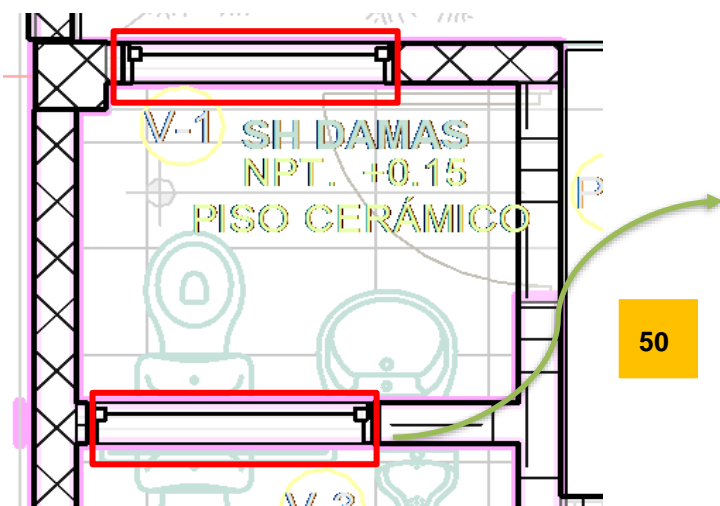
46

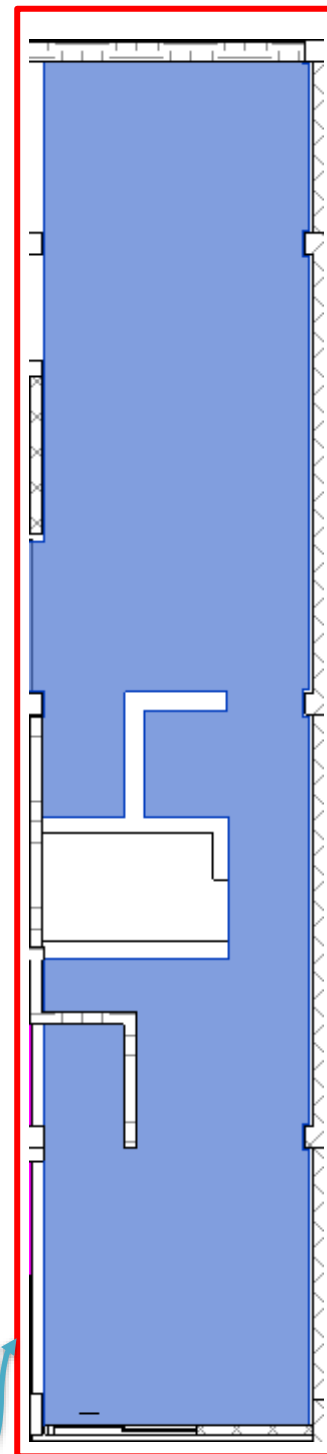
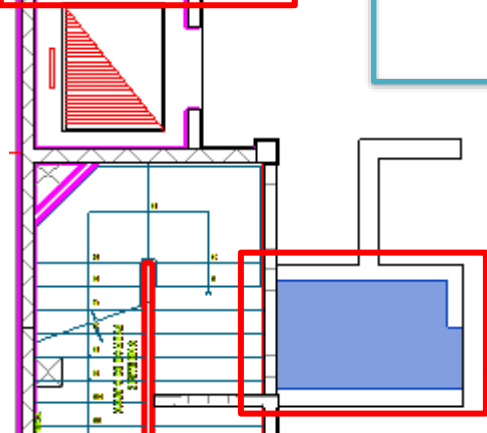
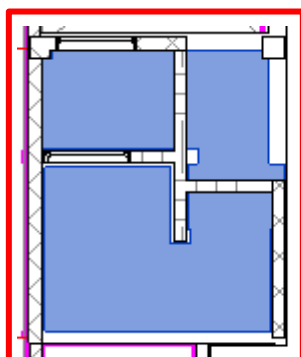
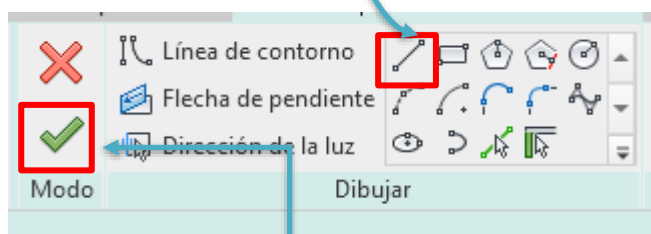
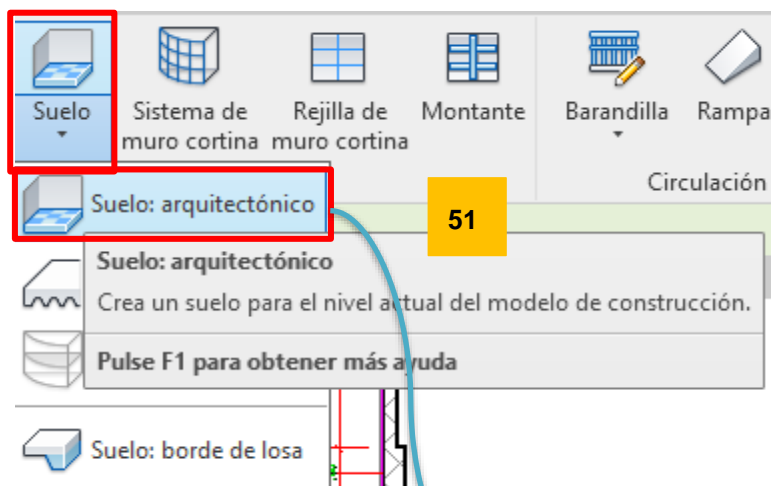


47



Cuando seleccionemos la ventana y queramos colocarla nos daremos con la sorpresa que no aparece en nuestra vista, esto se debe a que el plano de corte solo este dado a la altura de 1.20. Para colocar la ventana en lugar adecuado daremos clic en “editar” de “rango de vista” que se encuentra en las propiedades del “plano de planta”. Nos dirigiremos a “plano de corte” y cambiaremos el desfase a 2.25, es una altura mayor a donde empieza la ventana. Después de colocar todas las ventanas, regresaremos el desfase a 1.20.





Colocaremos el suelo y se empezará a dibujar. En nuestro caso tuvimos 2 tipos de suelo y como deseábamos el metrado de cada uno de ellos, se dibujaron ambos con distintos nombres.

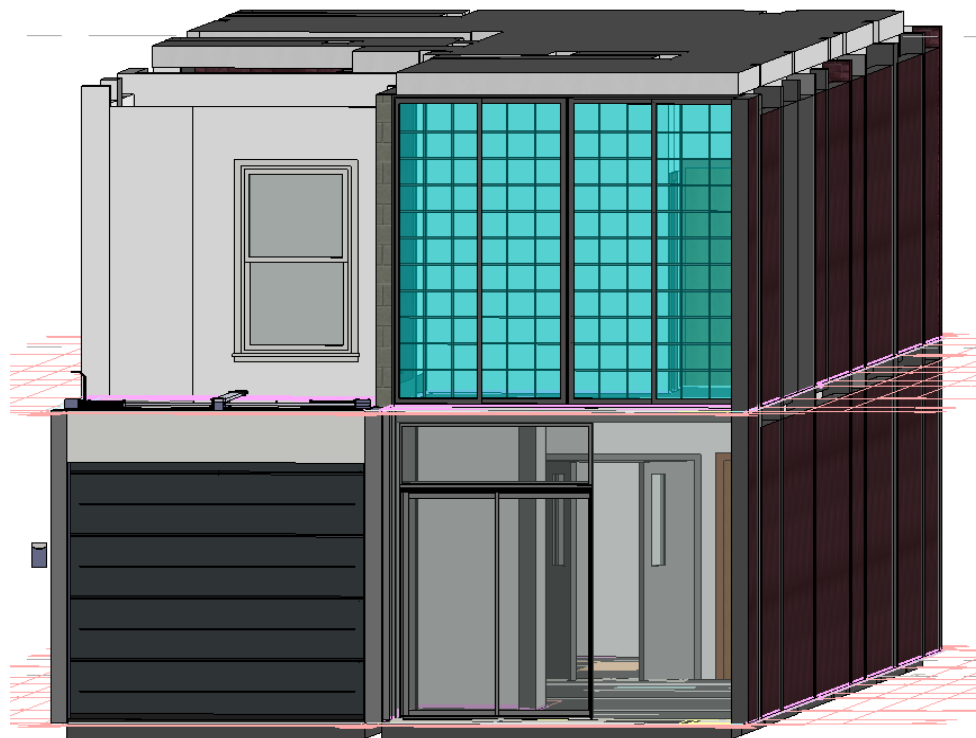
Se dibujo con la línea indicada y al finalizar se colocó “finalizar modo de edición”

Como producto final tendremos nuestros suelos.

Se seguirá el mismo procedimiento para la creación del techo.

Siguiendo el mismo procedimiento se hará el nivel 2

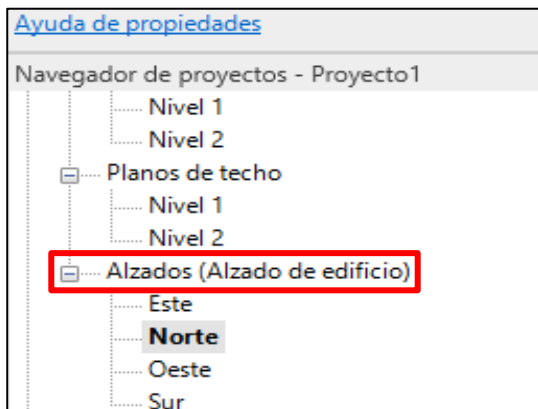




**Resultado final del modelado en Revit.**

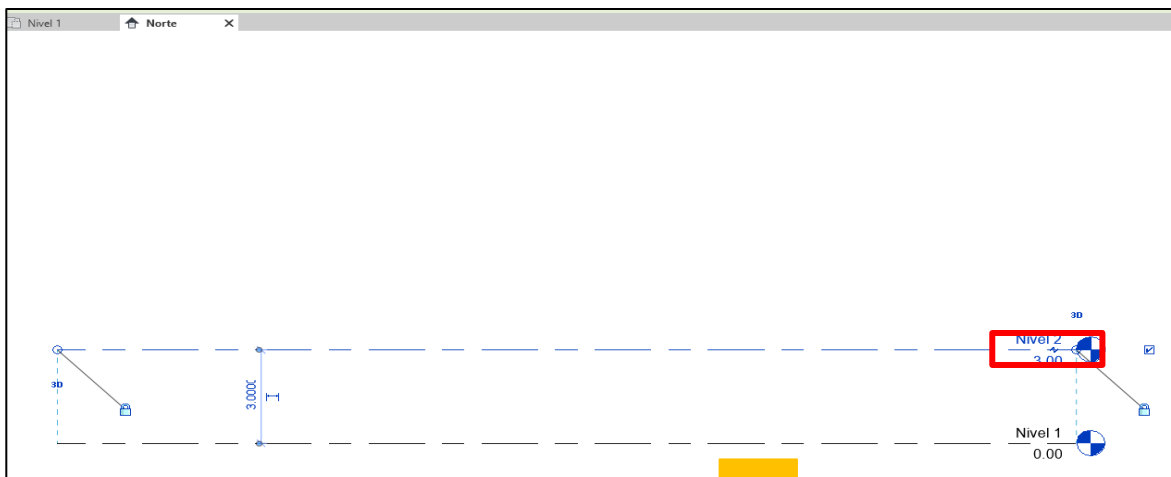


### Anexo N° 3: Manual del modelado estructural en Revit

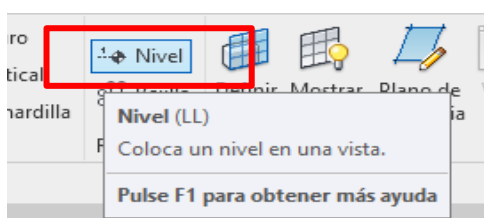


1

Cambiaremos nuestras unidades igual que lo hicimos en arquitectura. Primero haremos nuestros niveles en arquitectura, luego se insertarán a una planilla estructural.

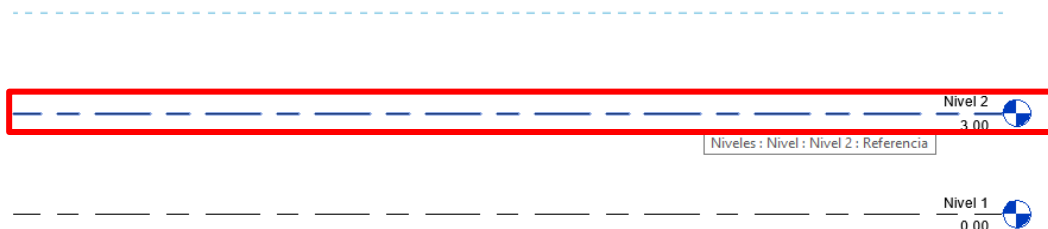


2

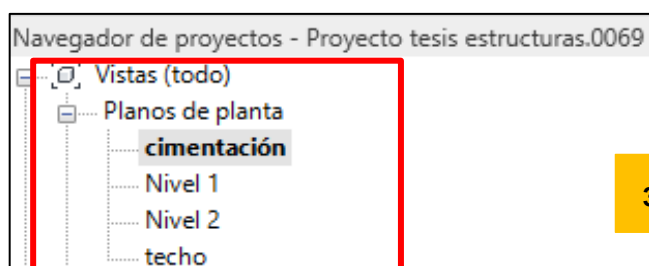
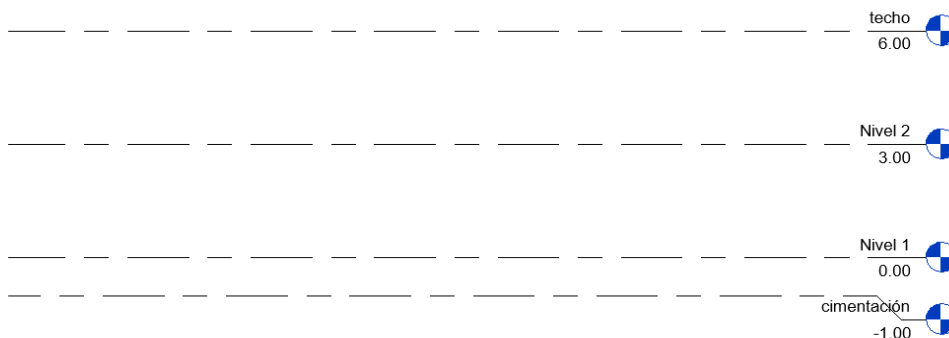


Nos dirigimos a la barra “arquitectura”, casi al final de la barra desplegada buscaremos “Nivel”, le damos clic y nos aparecerá dos opciones para agregar niveles, se seleccionará la mostrada y al mismo tiempo se colocará el valor de desface deseado, en nuestro caso fue de 3,00 metros

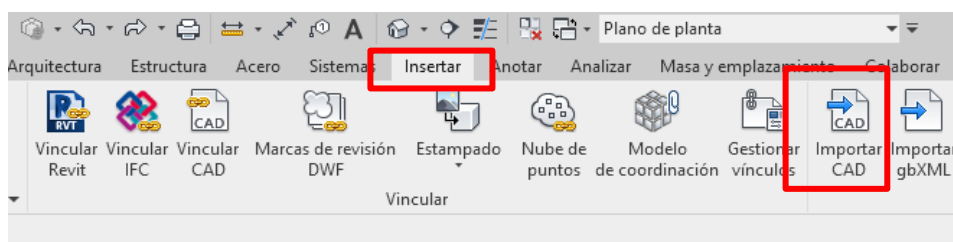


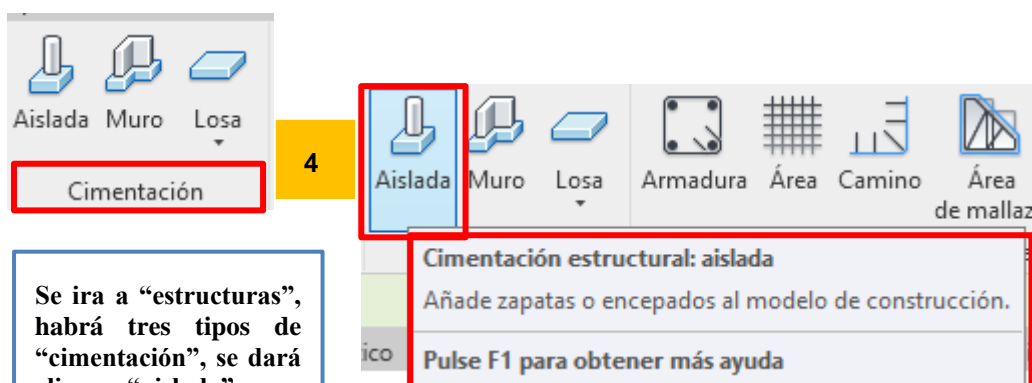


Después de colocar el desface necesario se seleccionará el nivel 2. Al seleccionarlo nos aparecerá unas líneas punteadas, ese va a ser nuestro nuevo nivel, se da clic y nos aparecerá el nuevo nivel. También se colocará el espesor de cimentación que es de 1 metro. Este será colocado en la parte inferior del nivel 1



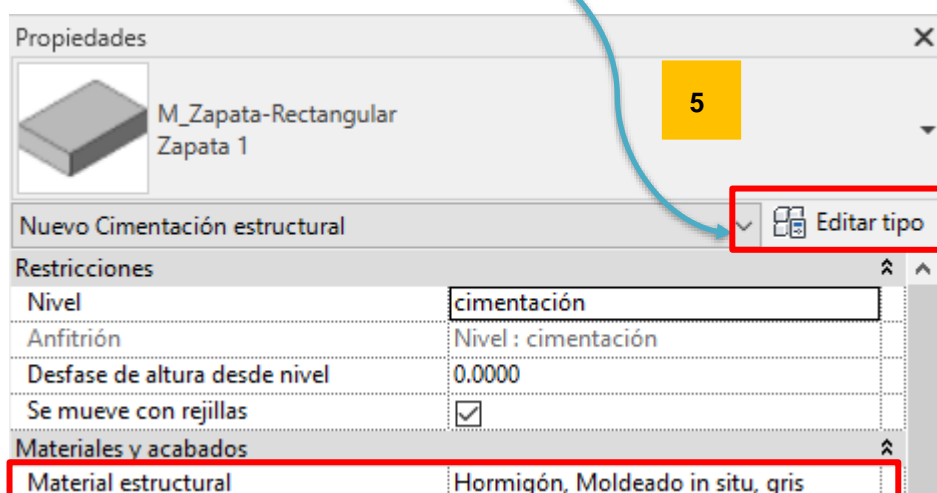
Cuando ya hayamos hecho nuestros niveles, vamos a importarlo en una plantilla estructural. Se procederá a insertar los planos de cimentación, nivel 1 y nivel 2 según lo enseñado en el manual anterior y se dejará listo para empezar a dibujar



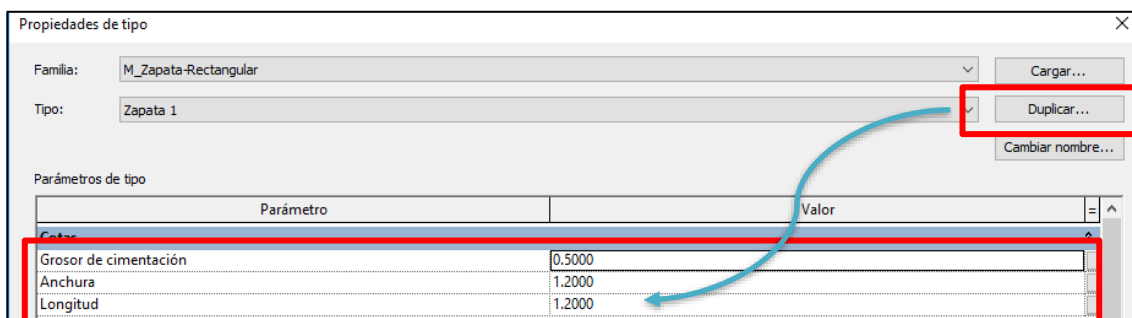


Se ira a “estructuras”, habrá tres tipos de “cimentación”, se dará clic en “aislada” para elaborar las zapatas.

Vamos a “editar el tipo” de zapata, para poder crear nuestras propias zapatas con las dimensiones mencionadas en el plano de cimentación. Damos clic en “duplicar” y cambiamos el nombre y después cambiamos las dimensiones.

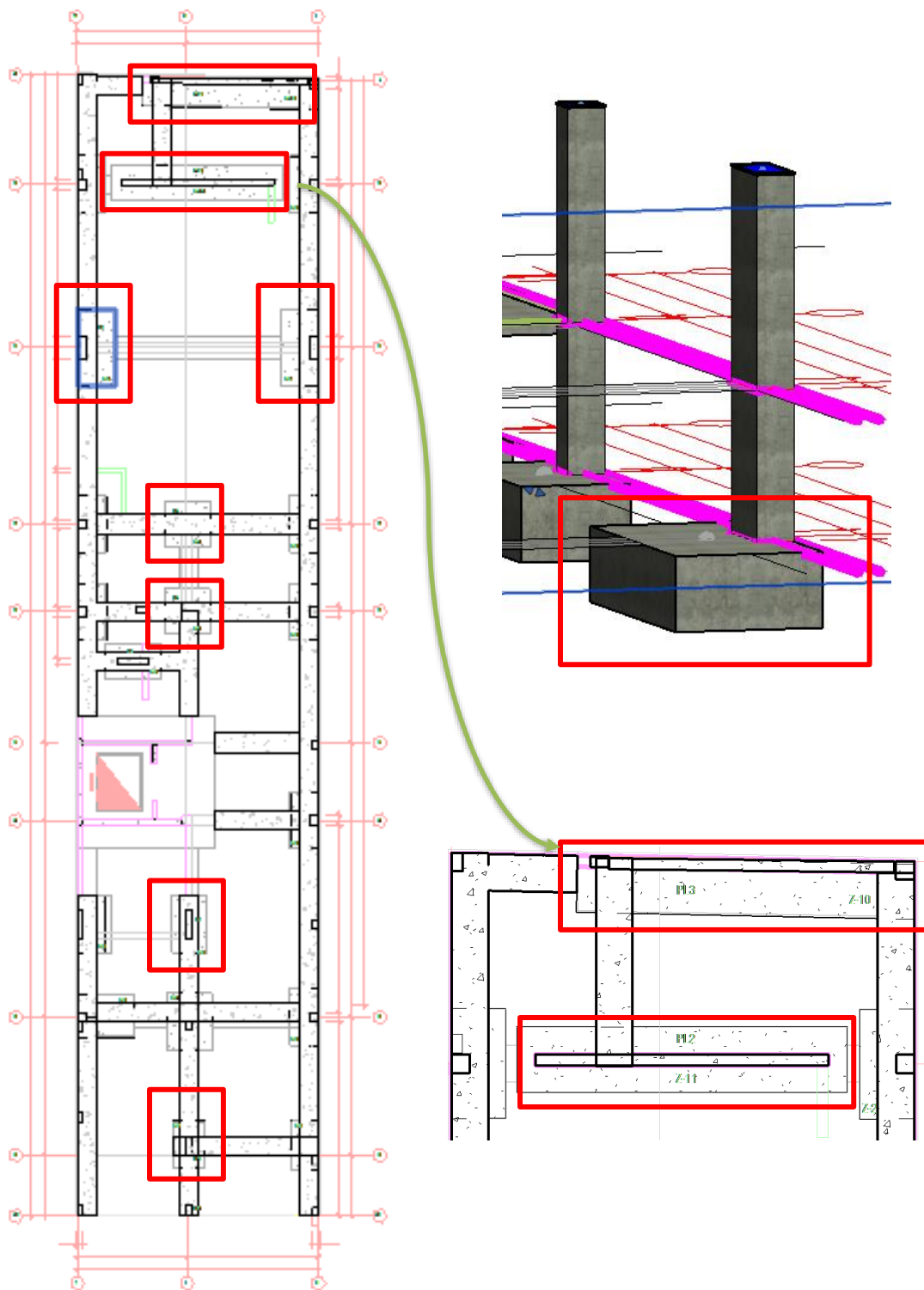


Como deseamos sacar el metrado del concreto total de zapatas, vamos a colocar en “material estructural” el nombre de “hormigón, moldeado in situ, gris”.



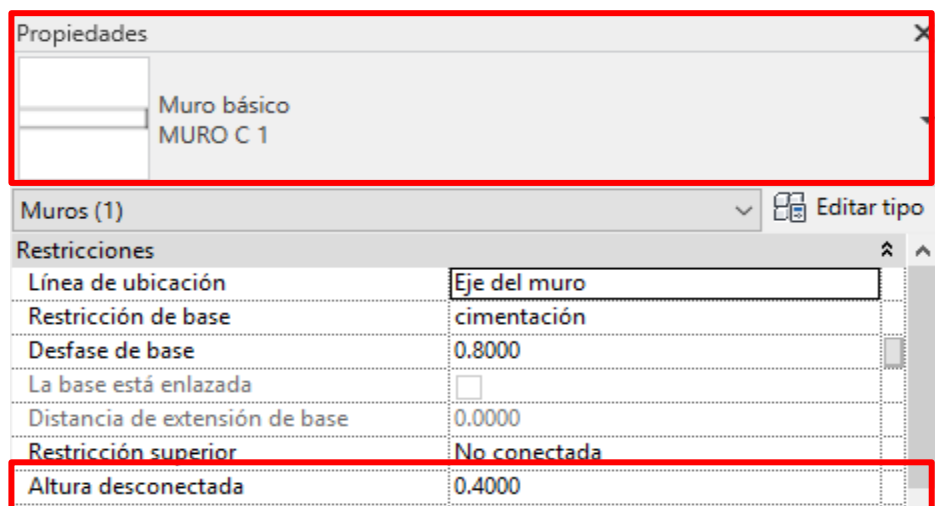
Una vez que ya hayamos creado todas nuestras zapatas empezaremos a colocar cada una de ellas en el plano. A continuación, se puede ver las zapatas en 2D y en 3D:

6



Para poder colocar los cimientos corridos se necesitan muros, en este caso esos muros vienen a ser el sobrecimiento. En este caso el muro empezaba a -0.20 del nivel +0.00 y terminaba a +0.20. Como fue colocado en el plano de cimentación y este se encontraba a -1.00, se le colocó un “desfase de base” de 0.80 y una “altura desconectada de 0.40”. Por último, se le colocó el material, siendo este “hormigón, moldeado in situ”

7

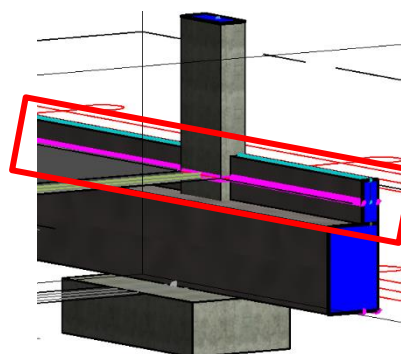
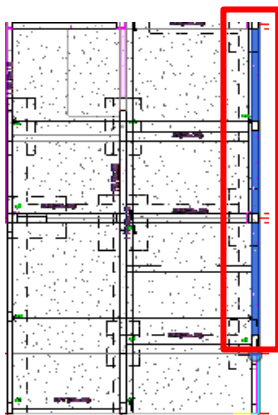


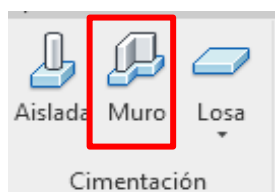
Familia: Muro básico  
 Tipo: MURO C 1  
 Grosor total: 0.1500  
 Resistencia (R): 0.1434 (m²·K)/W  
 Masa térmica: 21.06 kJ/K

Capas

| CARA EXTERIOR |                     |                               |        |
|---------------|---------------------|-------------------------------|--------|
|               | Función             | Material                      | Grosor |
| 1             | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por enci  | 0.0000 |
| 2             | Estructura [1]      | Hormigón, moldeado in situ    | 0.1500 |
| 3             | Contorno del núcleo | Capas de envolvente por debaj | 0.0000 |

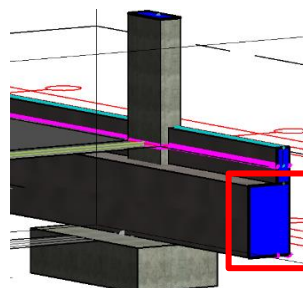
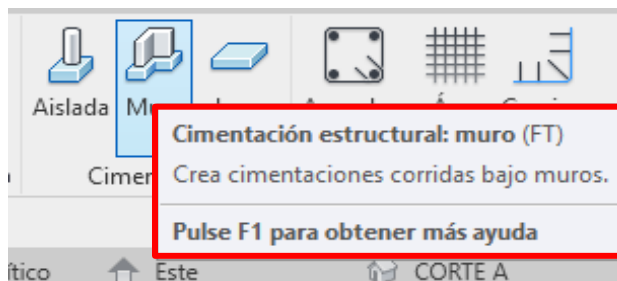
8





9

Se ira a “estructuras”, habrá tres tipos de “cimentación”, se dará clic en “muro” para elaborar las los cimientos corridos y se empezará a colocar en el plano.



Familia: Familia de sistema: Cimentación de muro

Tipo: CIMIENTO CORRIDO C 1

Parámetros de tipo

| Parámetro                                    | Valor   |
|--|---|
| <b>Materiales y acabados</b>                 |   |
| Material estructural                         | Hormigón - Hormigón moldeado in situ - 35 MPa |
| <b>Estructura</b>                            |   |
| Uso estructural                              | Retención                                     |
| <b>Cortes</b>                                |   |
| Longitud del borde                           | 0.3500  |
| Longitud del lado interno                    | 0.0000  |
| Grosor de cimentación                        | 0.8000  |
| Longitud de extensión de extremo por defecto | 0.0000  |
| No dividir en inserciones                    | <input checked="" type="checkbox"/>           |

Familia: Familia de sistema: Cimentación de muro

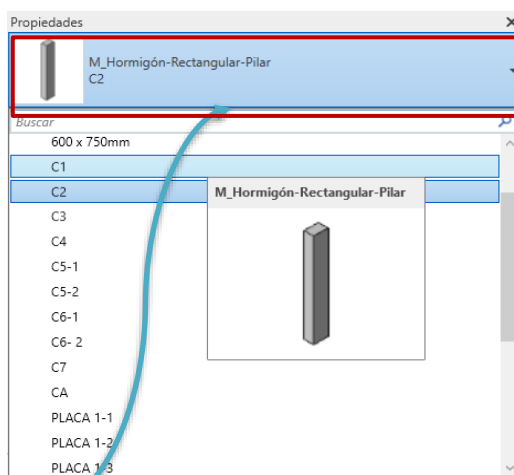
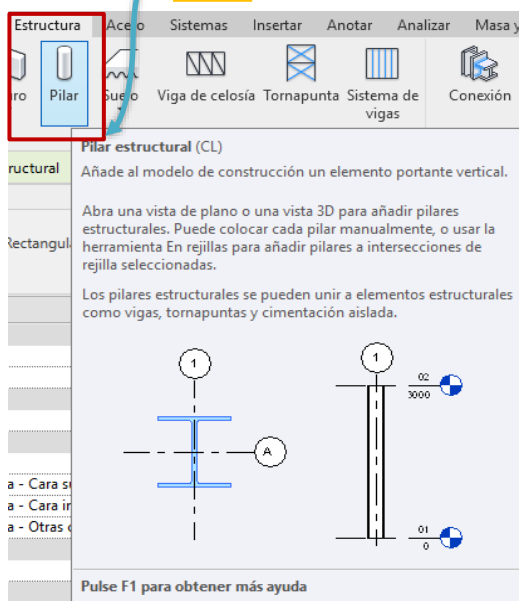
Tipo: CIMIENTO CORRIDO C 2

Parámetros de tipo

| Parámetro                                    | Valor   |
|--|---|
| <b>Materiales y acabados</b>                 |   |
| Material estructural                         | Hormigón - Hormigón moldeado in situ - 35 MPa |
| <b>Estructura</b>                            |   |
| Uso estructural                              | De carga                                      |
| <b>Lotas</b>                                 |   |
| Anchura                                      | 0.5000  |
| Grosor de cimentación                        | 0.8000  |
| Longitud de extensión de extremo por defecto | 0.0000  |
| No dividir en inserciones                    | <input checked="" type="checkbox"/>           |

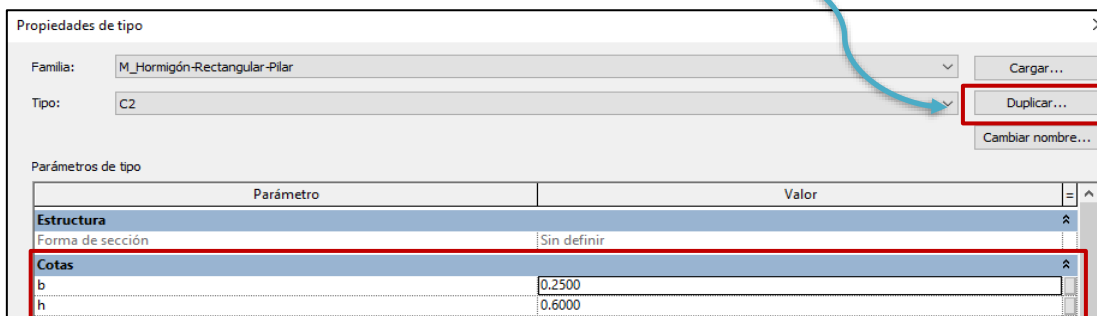
Se empezó dibujando los pilares estructurales, se respetará la dimensión de cada columna según lo indiquen los planos estructurales. Asimismo, se harán las placas, en caso la placa sea compuesta se dividirá la placa en 2 o 3 partes para poder colocarlas.

10



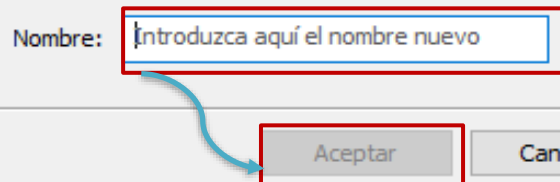
Para la creación de nuestras columnas y placas se seleccionará un pilar común y se dará clic a "editar", luego a "duplicar".

11



Nombre

12

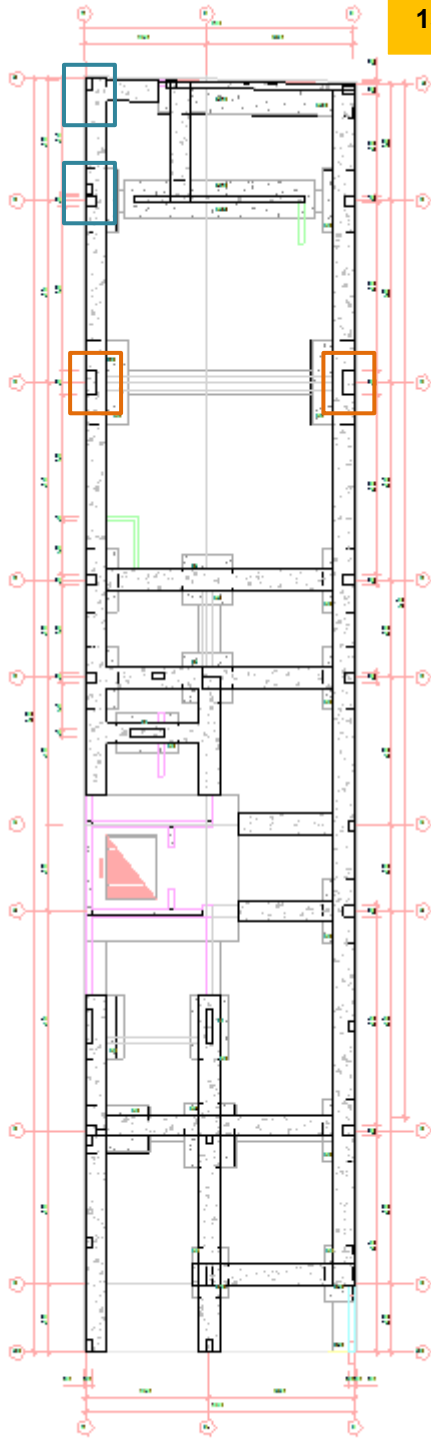


Después se colocará el nombre de tu nueva columna o placa y se editará la dimensión de cada una según lo que indique tus planos

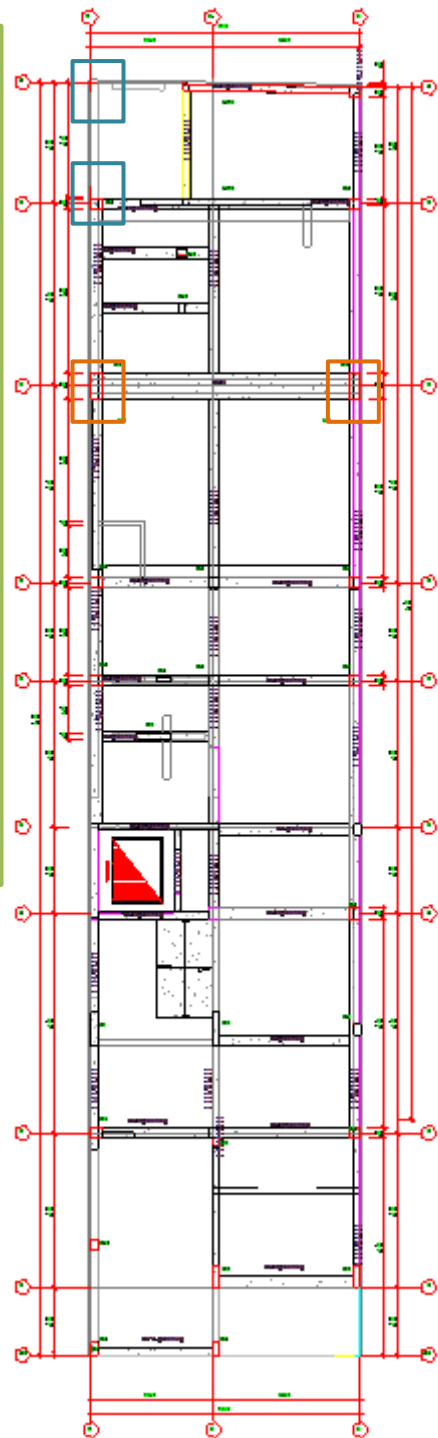
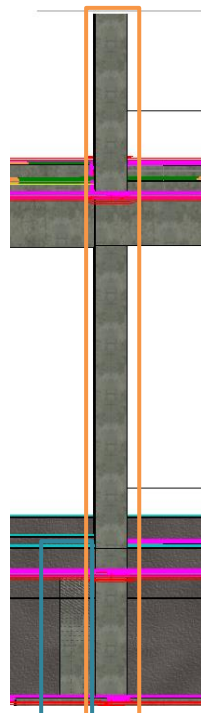


13

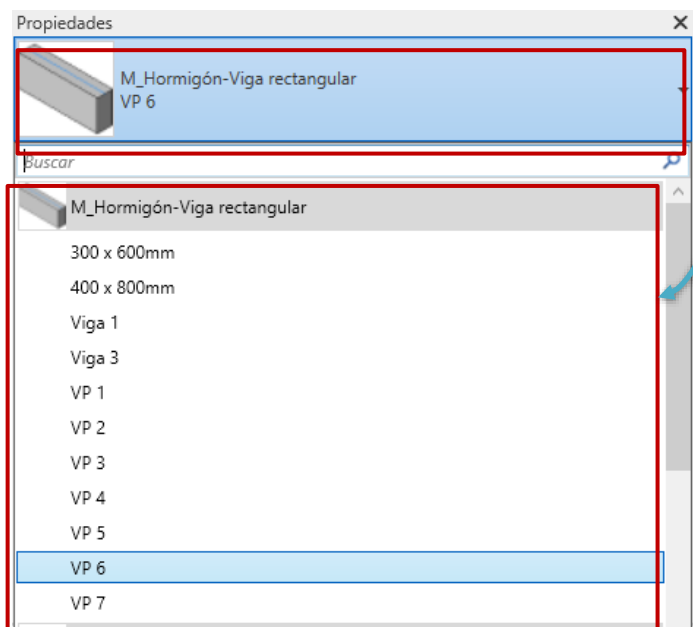
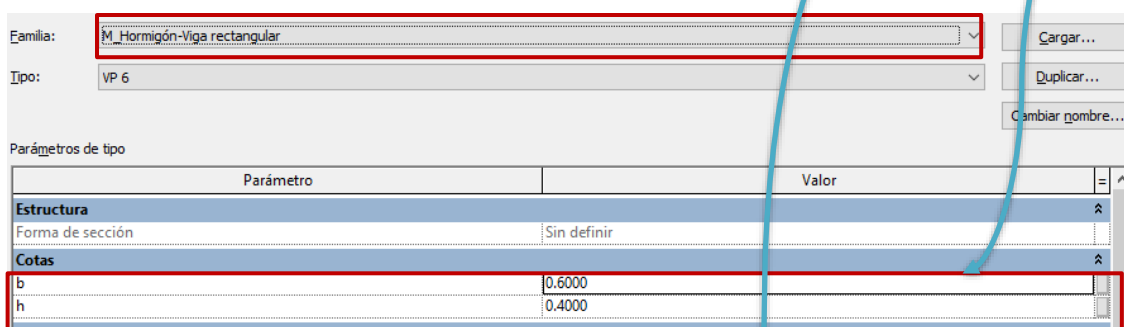
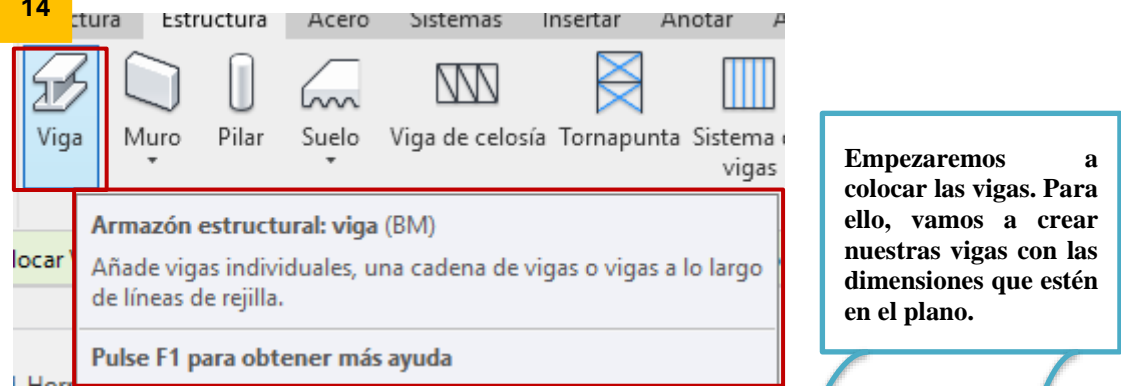
Aquí podemos apreciar las columnas que se han colocado en el plano de cimentación y en el plano del nivel 1-2, se puede ver que hay columnas que nacen desde la cimentación (verde) y otras que solo se encuentran en la cimentación (azul), pensamos que eran errores de los planos, de igual manera se dibujaron, ya que esos también se consideraron en los metrados a mano.



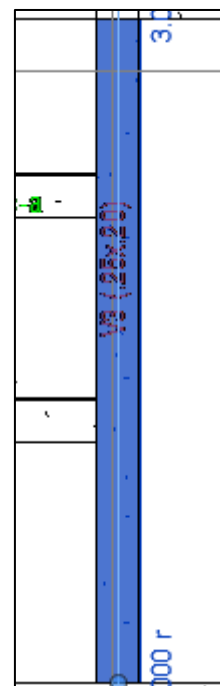
CIMENTACIÓN PE  
Escala: 1/200



14

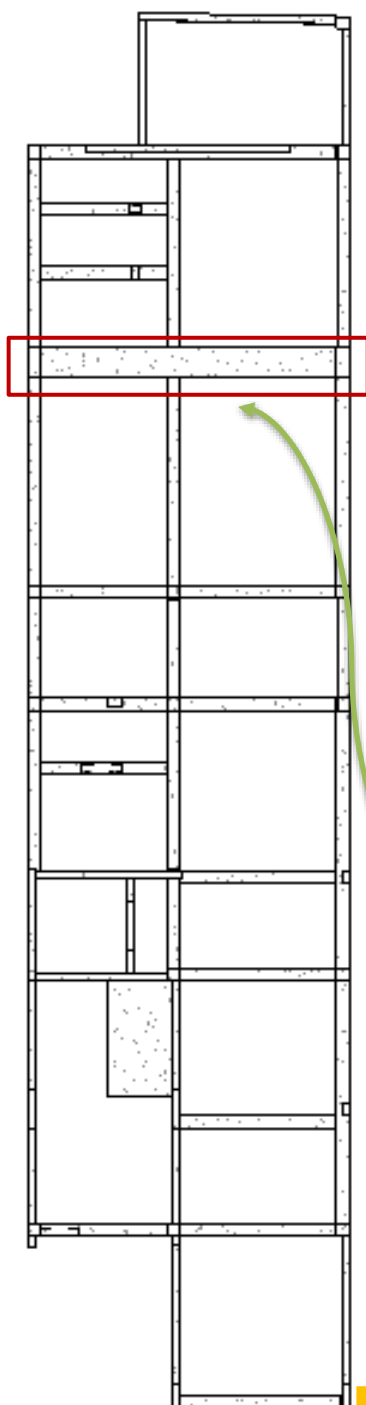


15



16

El desfase de las vigas del primer piso será de 3.00, que es la altura total del piso. Ahí tenemos los planos del techo, en este podemos apreciar las vigas de la segunda planta.



M\_Hormigón-Viga rectangular  
Viga 3

Armazón estructural (Otro) (1) Editar tipo

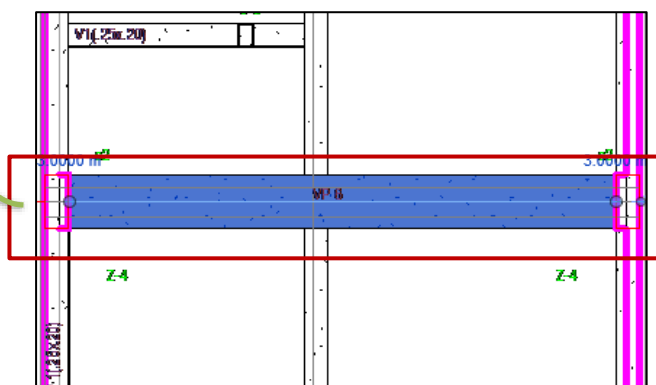
| Restricciones                   |         |
|---------------------------------|---------|
| Nivel de referencia             | Nivel 1 |
| Desfase de nivel inicial        | 3.0000  |
| Desfase de nivel final          | 3.0000  |
| Rotación de sección transversal | 0.00°   |

Posición geométrica

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| Justificación YZ   | Uniforme       |
| Justificación Y    | Origen         |
| Valor de desfase Y | 0.0000         |
| Justificación Z    | Parte superior |
| Valor de desfase Z | 0.0000         |

Materiales y acabados

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| Material estructural | Hormigón, Moldeado in situ, gris |
|----------------------|----------------------------------|



17

Por último, vamos a duplicar los elementos del primer piso, ya que estructuralmente, el primer y segundo piso son iguales.

