

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA EN EL DISEÑO DE EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES PARA OPTIMIZAR COSTOS EN EL DISTRITO DE SURQUILLO, PROVINCIA LIMA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Gianfranco Romero Vial

Asesor:

Mg. Ing. Christian Marlon Araujo Choque

<https://orcid.org/0000-0003-1772-768X>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ING. ERICK RABANAL CHÁVEZ	42009981
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	ING. NEICER CAMPOS VASQUEZ	42584435
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ING. EDMUNDO VERAU MIRANDA	10557797
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, amigos, docentes y a todas las personas que sigan aportando
con su conocimiento a la investigación de futuras generaciones.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, docentes, asesores de tesis que comparten su conocimiento para
desarrollar un mejor trabajo y aportan a promover la investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	61
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	66
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFÍA.....	117
ANEXOS	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparativo en el presupuesto.....	75
Tabla 2 Cuadro de interferencias	78
Tabla 3 Cuadro de interferencias	83
Tabla 4 Ronda de consultas	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Implementación del BIM en edificaciones según ISO 19650..	¡Error! Marcador no definido.1
Figura 2 Comparativo del Proceso Tradicional vs Proceso con BIM.....	¡Error! Marcador no definido.15
Figura 3 Dimensiones BIM y software	¡Error! Marcador no definido.6
Figura 4 Curvas de distribución tiempo-esfuerzo en construcción.....	¡Error! Marcador no definido.8
Figura 5 Ciclo de vida de una edificación	¡Error! Marcador no definido.0
Figura 6 Dimensiones de la Metodología BIM.....	¡Error! Marcador no definido.33
Figura 7 Formato de Lookhead de una edificación	¡Error! Marcador no definido.42
Figura 8 Planeamiento Fast Track del Proyecto	¡Error! Marcador no definido.61
Figura 9 Planos de Arquitectura ingresados a la Municipalidad	¡Error! Marcador no definido.61
Figura 10 Planos de estructuras	¡Error! Marcador no definido.62
Figura 11 Planos de instalaciones eléctricas.....	¡Error! Marcador no definido.63
Figura 12 Planos de instalaciones sanitarias.....	¡Error! Marcador no definido.63
Figura 13 Incompatibilidad de instalaciones sanitarias con Arquitectura	64
Figura 14 Propuesta de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones.....	65
Figura 15 Plantas de Elevación.....	66

Figura 16 Niveles de Referencias	67
Figura 17 Importar de AutoCAD a Revit	67
Figura 18 Planta de sótano importada a Revit	68
Figura 19 Modelado de Arquitectura de Piso Tipico.....	69
Figura 20 Renderizado de Edificación multifamiliar Neyra	70
Figura 21 Modelamiento de 3D de la fachada durante ejecución.....	70
Figura 22 Metrados corregidos mediante compatibilización.....	71
Figura 23 Metrados Presupuesto inicial.....	72
Figura 24 Resumen presupuesto compatibilizado	73
Figura 25 Presupuesto inicial sin compatabilización.....	74
Figura 26 Interferencia de instalaciones sanitarias con estructura.....	76
Figura 27 Interferencia de instalaciones eléctricas de Losa Aligerada.....	77
Figura 28 Lista de gastos en materiales incompatibles.....	78
Figura 29 Foto de fachada de Torre Williams	80
Figura 30 Diseño renderizado de Torre Williams.....	81
Figura 31 Incompatibilizaciones con instalaciones sanitarias	82
Figura 32 RFI acerca de instalaciones sanitaria en Lobby	84
Figura 33 Metrados de concreto armado en Torre Williams	85
Figura 34 Metrados basados con un sistema de mejora en el diseño Torre Williams.....	86
Figura 35 Vista de fachada de edificación principal.....	87
Figura 36 Compatibilización en el Diseño 3D de la edificación principal	88

Figura 37 Ronda de consultas empleada antes de la ejecución del proyecto.....	89
Figura 38 Presupuesto con el sistema de mejora en el diseño	90
Figura 39 Metrados de presupuesto base	91
Figura 40 Presupuesto base de edificación principal.....	92

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia	102
Anexo 2 Matriz de operacionalización de variables	105
Anexo 3 Cuadro detallado del análisis estadístico KR-20.....	107
Anexo 4 Instrumento de recolección de datos vacío	108
Anexo 5 Control de resultados estadísticos	111
Anexo 6 Formato de ficha de evaluación del instrumento de investigación juicio de expertos.	114

RESUMEN

En este proyecto se implementa un sistema de mejora en el diseño de las edificaciones multifamiliares para llegando así a optimizar costos. La compatibilización de planos nos ayuda a su vez en tener un mejor resultado al momento de la ejecución y construcción de la edificación multifamiliar. Utilizando la compatibilización de planos por especialidades se llega a ahorrar de gastos innecesarios dentro de los proyectos y a tener un mejor control dentro de la gestión de proyectos; además de no tener retrasos durante la ejecución del proyecto ni penalidades ya que todo sigue el cronograma de obra siendo así esta una optimización de su productividad. Se analizará el método constructivo clásico en las edificaciones y de qué forma impacta estos proyectos con la propuesta de mejora.

Palabras clave: Edificación Multifamiliar, Compatibilización, Diseño, Sistema de Mejora, Optimización de Costos.

ABSTRACT

In this project, an improvement system is implemented in the design of multifamily buildings in order to optimize costs. The compatibility of plans helps us in turn to have a better result at the time of execution and construction of the multi-family building. Using the compatibility of plans by specialties, you get to save unnecessary expenses within projects and have better control within project management; in addition to not having delays during the execution of the project or penalties since everything follows the work schedule, thus being an optimization of its productivity. The classic construction method in buildings will be analyzed and how these projects impact the improvement proposal.

Keywords: Multifamily buildings, compatibility, cost optimization, design, Upgrade System

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Internacional:

En la actualidad contamos con un proceso constructivo tradicional de las edificaciones que se ha llevado por años, sin embargo, hemos presenciado que este rubro lleva desventaja comparado a otros ya sea por los tiempos de entrega, la deficiencia en la calidad y sus sobrecostos. Y una de las principales razones es debido a que dentro de las construcciones no se realiza una compatibilización de los planos de las distintas especialidades o no se ha analizado el problema antes de ejecutar ya sea por las distintas fases de aprobación que se necesita para un cambio (Contreras, Garzón, Gómez, Misle, 2018)

Alexandre Almeida en su artículo titulado BIM en el Perú afirma que el concepto BIM existe hace más de 40 años, y empezó a ser más popular en los últimos 20 años, cuando varias empresas de tecnología pasaron a implementar la metodología BIM en sus softwares y los pusieron a disposición de la industria de la construcción. Los países que lideran el desarrollo e implementación del BIM a nivel gubernamental son Estados Unidos (2003), Reino Unido (2011) y los países escandinavos (2012), seguidos por Alemania, Singapur, Japón, China, Francia, España, Brasil, Chile, entre otros, los que tienen como objetivo principal mejorar la gestión de los contratos de obras públicas. (Almeida, 2019)

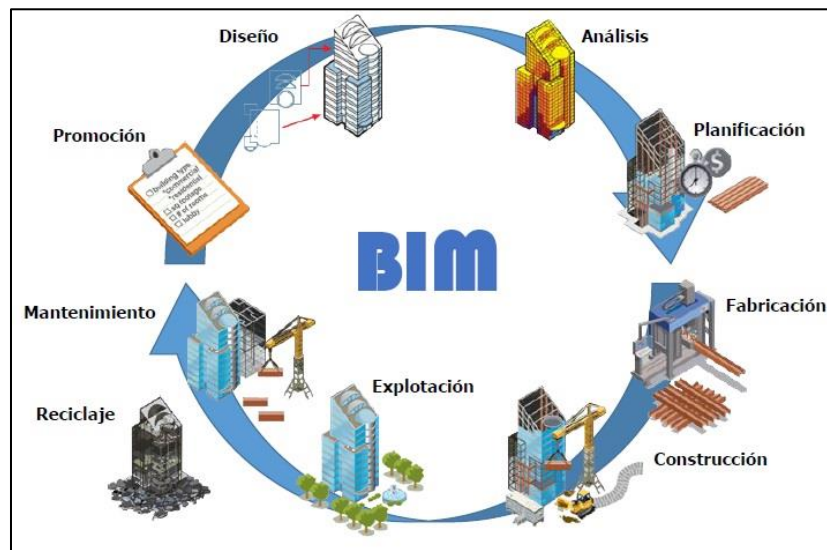
Se tiene como concepto que la metodología BIM es una metodología de trabajo colaborativa la cual nos ayuda de una manera global a nivel de infraestructura ya que nos brinda información

durante todo el proceso constructivo del proyecto “La metodología BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil”.

(Espacio BIM, 2020).

Figura 1

Implementación del BIM en edificaciones según ISO 19650



Y nos brinda a la compatibilización con la metodología BIM como una opción interesante para reducir las interferencias y observaciones que puedan afectar a nuestro proyecto. Además, si nos enfocamos en la optimización de la producción de una edificación multifamiliar debemos definir exactamente a que podemos llamar una optimización lo cual sería una mejora de nuestro proyecto con respecto a lo tradicional en este caso será con el uso de la metodología BIM ya que durante la ejecución de proyectos inmobiliarios se presentan diversos inconvenientes como retrabajos o mala planificación, lo cual trae consigo el no cumplimiento en el plazo de entrega y

los sobrecostos de la obra; es por ello que, se debe implementar herramientas de control y planificación que nos permitan minimizar errores.

Y a su vez debemos saber que se va a optimizar, en este caso nuestro proyecto es una edificación multifamiliar que puede ser definida por “aquella en la que una construcción vertical u horizontal está dividida en varias unidades de viviendas integradas que comparten el terreno como bien común” (Realia, 2019)

Según Barco (2018) en su guía para implementar y gestionar proyectos BIM resume la implementación del BIM como una parte fundamental de las implantaciones de la metodología BIM es el correcto diseño de los procesos y el control de estos. Su desarrollo es crucial y el personal que los lleva a cabo también. Es importante implicar al personal interno, así como a expertos en la metodología y, por supuesto, a la dirección de la empresa. Pero es igualmente importante disponer de un sistema de calidad o control como soporte del desarrollo de la implantación, porque estos facilitan el marco, los formatos y los criterios.

Es por ello por lo que la metodología BIM en las edificaciones viene desarrollándose en la actualidad y a su vez su estudio se va generalizándose

Cerón y Liévano (2017, p.4) mencionan que esta metodología surge como respuesta a una serie de necesidades y deficiencias en la industria de la construcción para mejorar sus procesos y utilidades, pero su implementación no ha tenido una evolución muy rápida por diferentes aspectos culturales o de infraestructura necesaria, a nivel mundial la tecnología cambia con velocidades aceleradas, por esta razón debemos adoptar y manejar de buena forma la metodología BIM. A partir de ello, se puede evidenciar que se plantea la metodología BIM como una respuesta o

solución a las necesidades que surgen de nuestro proyecto de los cuales con la ayuda de esta tecnología podemos acelerar y mejorar procesos.

La metodología BIM dentro de su tecnología tiene softwares que nos ayudan a encontrar alguna dificultad del diseño y la compatibilización de todas nuestras especialidades en un solo producto. Para Mojica y Valencia (2012) los métodos tradicionales de construcción basados en planos 2D, programaciones de obra escuetas y poco detalladas que se complementan en algunos casos con presupuestos desfasados de la realidad, se tornan en herramientas inadecuadas para la planeación y ejecución de proyectos de Ingeniería Civil teniendo en cuenta que desde hace más de una década están disponibles las metodologías de trabajo BIM (Building Information Modeling, p.13).

Nacional:

La importancia del estudio de la metodología BIM se ve reflejada como una opción para las inversiones públicas ya que permite lograr mejores resultados en cuanto a costos, tiempo y calidad de las inversiones públicas. A su vez se señalan beneficios en cuanto a la eficiencia y la calidad dado que la implementación de la metodología BIM nos permite, de cierta manera generar ahorros en el uso de los fondos públicos durante todo el ciclo de la inversión ya que se pueden reducir sobrecostos y atrasos durante la ejecución de las partidas, y se tiene un mejor control de calidad de las inversiones en edificaciones e infraestructura a través del trabajo colaborativo y la gestión de la información, según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF Perú, 2020).

Según el diario Constructivo, en su artículo publicado en el 2018, nos indica que el 85 % de las empresas constructoras no ha desplegado aún en obra la metodología BIM. Aunque se espera que

esta metodología reporte muchos beneficios, existen aún factores que impiden una adopción muy generalizada. Se requiere un cambio no sólo en la tecnología utilizada, sino también en el enfoque de los equipos de diseño y construcción, adaptando la organización y los procesos de negocio. Así, el 24% de las empresas encuestadas considera que falta la implicación de todos los departamentos. (Constructivo, 2018)

En el Perú, la implementación del BIM empezó en 2005 y estuvo a cargo de las grandes empresas constructoras interesadas en incrementar su productividad en los proyectos. Posteriormente, motivados por la necesidad de dar a conocer esta metodología que venía revolucionando el rubro de la construcción, se creó el Comité BIM del Perú (2012), el cual pertenece a la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco, 2019).

Frente a ello se refleja la importancia de la compatibilización en proyectos siendo este conceptualizado como un proceso que tiene como objetivo la unificación de los diseños generados por todas las especialidades involucradas en el proyecto para reducir la presencia de observaciones durante la ejecución y facilitar el proceso (JLV consultores, 2019)

Continuando con los antecedentes, podemos considerar los hallazgos encontrados en el trabajo de investigación de Vladímir Alcántara titulada “Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM” en la cual reporta que:

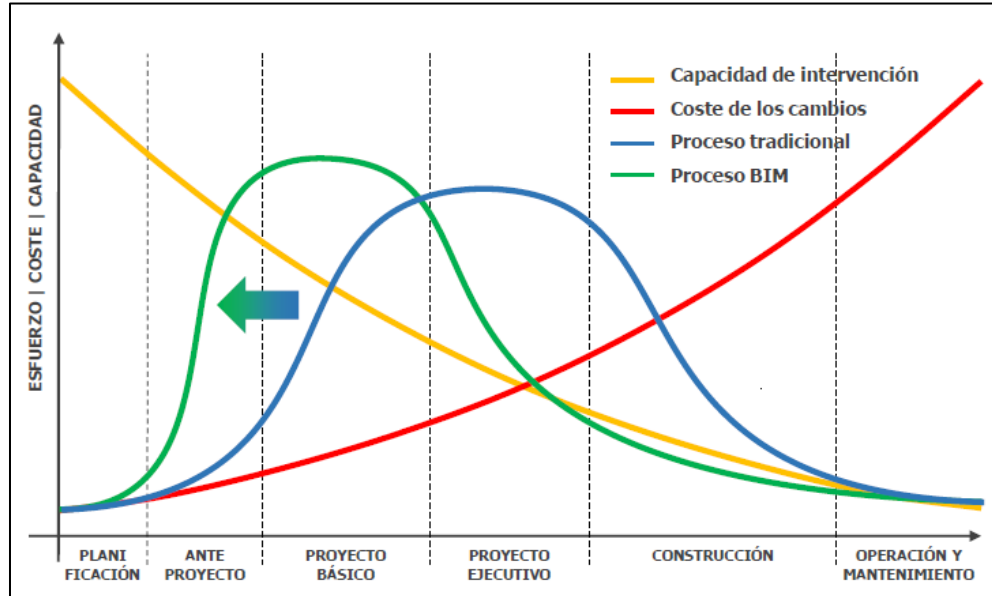
El sector de construcción es uno de los rubros que mayor ingreso económico genera en un país. Sin embargo, es uno en los que más errores presentan se comparado a otras industrias lo cual la vuelve poco competitiva y con muchos riesgos. Además, en una situación ideal, los documentos contractuales del proyecto de construcción deberían estar completos, precisos, sin conflictos ni

ambigüedades, pero desafortunadamente esto es raramente encontrado y muy a menudo el contratista empieza la construcción con documentos incompatibles, erróneos e incompletos, requiriendo, por consiguiente, clarificaciones que tienen que ser respondidas por los proyectistas y diseñadores en pleno proceso de construcción (Alcántara, 2013, p.10).

Por lo anterior descrito, la metodología BIM es una alternativa interesante para la optimización de proyectos, tal como en una edificación multifamiliar, porque permitirá agilizar los procesos y disminuir incompatibilidades, generando la disminución de nuestros desperdicios y un impacto significativo en el ciclo de vida del proyecto. El resultado de la metodología permite el acceso a una amplia información de datos, objetos orientados, representación digital inteligente y paramétrica de una instalación, del que puntos de vista y apropiada información de datos de diferentes usuarios pueden ser extraídos y analizados para generar información que pueda ser utilizada para tomar decisiones y mejorar los procesos de entrega de una instalación (Julcamoro, 2018)

Figura 2

Comparativo del Proceso Tradicional vs Proceso con BIM



Local:

Durand (2017), en su tesis titulada “Aplicación de la metodología BIM para optimizar los costos en la construcción del hotel aeropuerto en el Callao -2016”, tiene como objetivo optimizar los costos en la construcción del Hotel Aeropuerto en el Callao -2016. En el cual tuvo como conclusión que la metodología BIM ha permitido resolver e identificar de manera anticipada las incompatibilidades, teniendo como resultado la detección de 180 incompatibilidades, de las cuales el 64% pertenecen a las Especialidades (IISS, ACI e IIEE), y el 36% entre estructuras y arquitectura en este proyecto. Según nos indica el autor obtenemos un ahorro de S/. 10,300.00 aproximadamente. Todo ello indica que la implementación BIM influye en la optimización de los

costos de manera efectiva y a su vez es necesaria que se aplique en el diseño de estos proyectos ya que así podremos tener los resultados positivos antes de su ejecución.

Por otro lado, Miñin (2018) en su trabajo de investigación “Implementación del BIM en el edificio multifamiliar “Fanning” para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores - Lima 2018”, tiene como objetivo implementar la tecnología BIM en la mejora de la eficiencia del diseño en proyectos de edificaciones para el proyecto Edificación Multifamiliar “Fanning” en el distrito de Miraflores, por lo que una de sus conclusiones que llegó el autor fue que en el análisis de la aplicación de esta metodología en el proyecto Multifamiliar Fanning, se pudo conocer la eficiencia que tiene en el diseño, para recabar todo tipo de información requerida, incorporando en ello la participación de cada una de las distintas especialidades; a diferencias del conjunto de métodos usados , la cual contiene un flujo de labores diferentes, en el cual se apartan los procedimientos de diseño, información; por la cual, ocasionan distintas dificultades en la ejecución del proyecto.

Delimitaciones de la investigación

Delimitación espacial: La presente investigación se realizó en el distrito de Surquillo, provincia Lima.

Delimitación social: Sostenemos que la presente investigación cuenta con las edificaciones multifamiliares y sus responsables dentro de la ejecución como el objeto de estudio.

Delimitación temporal: La presente investigación se realizó entre los meses de enero y abril del año 2022.

Delimitación conceptual: La presente investigación centrara como objeto de estudio la mejora en el diseño de las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos.

Justificación:

Es una realidad que en nuestros proyectos, como se mencionó en los antecedentes, se presentan muchas dificultades e incompatibilidades en el método tradicional de nuestro proceso constructivo y, la metodología BIM es una mejora para este rubro de la construcción que se ha visto afectado con errores durante su ejecución lo cual conlleva a atrasos de los tiempos de entrega y sobrecostos, es por ello, que la metodología BIM beneficio el desarrollo de proyectos porque permite tener un modelado 3D, el cual nos brinda una mejor comprensión del proyecto por el realismo y el nivel de detalle que se obtiene. Asimismo, nos ayuda a modelar la información, como se mencionó en el apartado anterior, para tener un orden en la gestión del proyecto. Además, permite una rápida creación de alternativas de diseño lo cual genera una geometría eficiente, la gestión de comunicaciones en tiempo real que nos permite visualizar cambios del proyecto o entregar datos en menor tiempo y, uno de los mayores beneficios es determinar las incompatibilidades y optar por la mejor solución para nuestro proyecto ya que de esta manera se puede considerar las distintas consecuencias de los cambios que realizamos.

Formulación del problema

Problema General

¿De qué manera la propuesta de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares puede optimizar costos en el distrito de surquillo, provincia Lima, 2022?

Problemas Específicos.

Problema específico 1:

¿Cuál es el procedimiento para implementar un sistema de mejora en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022?

Problema específico 2:

¿Cómo influye los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022?

Problema específico 3:

¿Cuál es el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022?

Objetivos

Objetivo general

Analizar de qué manera se implementa un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares que optimiza costos en el distrito de Surquillo, Provincia de Lima 2022.

Objetivos específicos

Objetivo específico 1:

Realizar una compatibilización de especialidades para reducir interferencias en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

Objetivo específico 2:

Realizar un comparativo entre los metrados obtenidos mediante la compatibilización de especialidades de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022

Objetivo específico 3:

Evaluar el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022

Hipótesis

Hipótesis general

Se tiene la implementación de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares para optimizar costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

HA: Se realiza la compatibilización de especialidades para reducir interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

H0: No se realiza la compatibilización de especialidades para reducir interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

Hipótesis específica 2:

HA: Se realiza el comparativo entre los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

H0: No se realiza el comparativo entre los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

Hipótesis específica 3:

H0: Evaluar el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

HN: No evaluar el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

Marco teórico

Antecedentes nacionales

Según Coloma (2020) en su libro titulado “Implementación BIM en proyectos de edificación y obra Civil” lo conceptualiza como uso de una representación digital y compartida (modelo de información) de un activo con el fin de facilitar los procesos de diseño, construcción y operación proporcionando así una base confiable para la toma de decisiones y el Virtual Design and Construction que caracteriza por ser una metodología para gestionar los procesos de diseño y construcción de forma más eficiente, eficaz y certera mediante medios de representación digital.

El gobierno peruano decreta la Resolución Ministerial N°242-2019-VIVIENDA la cual señala que la metodología BIM (Building Information Modeling o Modelado de información de la Construcción) es una metodología de trabajo colaborativa que utiliza herramientas informáticas para la gestión de un proyecto, cuya aplicación está orientada a aumentar la productividad de la construcción y la sustentabilidad y calidad de los proyectos a partir de una mejor planificación del diseño, reducción de costos y plazos en su ejecución, lo que permite crear un modelo tridimensional inteligente de una edificación u obra civil. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

El Instituto Nacional de Información de la Construcción, explica la tecnología BIM como un desarrollo de caracteres físicos y funcionales en una instalación. La tecnología BIM es un recurso de conocimiento divididos que, desarrollando un terreno de confianza para las futuras decisiones con respecto de su ciclo de vida, desde el inicio hasta el final de dicha obra, obteniendo información requerida de dicho proyecto. (Sciences, 2007, p 25)

Por otro lado, Eatsman (2008) en su libro titulado “A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors” nos define a la metodología BIM como una tecnología de 21 modelamiento y un compuesto correlacionado de etapas para crear, comunicar y estudiar modelos de edificaciones, que tienes por base un objeto, que pone ciertos parámetros a la obra, de la cual, viendo las necesidades de los usuarios pueden ser separadas y examinadas con el fin de crear retroalimentación y la renovación del boceto de la obra” (Eatsman, 2008, p 19)

Ante la situación actual las empresas constructoras han buscado implementar nuevas metodologías; siendo una de estas Building Information Modeling (BIM), la cual es que utiliza herramientas informáticas para la gestión de un proyecto de obra civil y edificación, a través de una base de datos gráfica que permite crear un modelo tridimensional inteligente de una edificación u obra civil, que además de ser una representación gráfica 3D incluye la información no gráfica, como especificaciones técnicas, estados de avance, entre otros.

Por otro lado, Mojica (2016) menciona que la metodología de trabajo BIM configura un proceso que permite generar, almacenar, administrar, intercambiar y distribuir información de una edificación de manera reutilizable e interoperable lo que origina ahorros sustanciales de tiempo en

los procesos de diseño y construcción que se traducen en disminución de costos y mayor competitividad del sector.

La metodología BIM está revolucionando la manera en la que se diseña un proyecto y que consiste en un modelado compatibilizado de lo que se está construyendo con la ayuda de programas tales como Revit, Navisworks, Tekla, Archicad, etc., en la que se convierte en una base de datos vinculadas al modelo virtual, por lo que, si se realiza un cambio en el modelo virtual la base de datos cambiaría de manera automática en la que se ve reflejado los planos y también los metrados, eso significa un ahorro considerable de tiempo y de dinero. Todo esto ayuda al tema de gestión de obra, porque al tener un modelo en 3D que tiene todo definido previamente, ya se pueden detectar a tiempo las interferencias o problemas en los procesos constructivos del proyecto y así dar una solución mucho más rápida para que el flujo de la construcción no pare en ninguna etapa, ya que es fundamental que el proyecto siga un ritmo adecuado para poder cumplir con los plazos establecidos por el cliente.

Antecedentes internacionales

Según Pucko (2014) sostiene que la estimación precisa y la planificación de los costos reales del proyecto también son muy importantes para el éxito en el negocio de la construcción. El manejo de los datos de costos del proyecto mediante el enfoque BIM nos brinda la oportunidad de administrar los costos del proyecto de construcción de manera más eficiente. Tan pronto como se

identifiquen los costos de construcción y se conecten con los elementos de construcción y los datos de programación, se crea el modelo de información de construcción 5D.

Perez (2010) en la tesis denominada “Detección de Pérdidas Operacionales en la Construcción de Edificios de Oficinas de más de 30.000 m² con Plantas Libres.”, para obtener el grado de Ingeniero Civil, Universidad de Chile. Siendo el objetivo lograr identificar las pérdidas que generan al no realizar una adecuada gestión al momento de ejecutar el montaje de una fachada de muro cortina de una edificación en altura superior a los 30.000 m² de superficie para oficinas de planta Libre, identificar las fuentes de pérdidas, relacionar las causas y las consecuencias y, entregar sugerencias y soluciones a los problemas que se presentaron. Como conclusión La técnica de Carta de Balance es una de las más recomendadas para estructurar las relaciones entre los recursos componentes de las cuadrillas, especialmente para la mano de obra. Para ello se deben ejecutar de buena forma las observaciones, respetando las condiciones de su uso y los diferentes procesos o “técnicas” existentes para desarrollar la labor que se está midiendo. Además, para que la herramienta tenga éxito, se debe realizar un adecuado estudio de los resultados, con el objetivo de realizar los planes de mejoramiento indicados.

Núñez, (2015) en la tesis denominada “Propuesta metodológica para identificar y cuantificar el retrabajo en terreno en la industria de la construcción chilena (2015). Universidad de Chile. Tiene como objetivo en esta investigación proponer una metodología que permitirá a las empresas conocer la magnitud de los costos de re trabajo en terreno de los proyectos e identificar sus causas principales con el propósito de implementar estrategias de prevención en el futuro. Como conclusión esta investigación ha propuesto una metodología para identificar y cuantificar el

reproceso en terreno en la industria de la construcción chilena, y puede ser utilizada como una metodología estándar para la industria en una investigación de mayor extensión que involucre numerosos proyectos de ingeniería. La contribución del estudio propone aplicar la metodología con el fin cuantificar la industria de la construcción.

Dongping, Guangbin y Heng (2015) realizaron un estudio en China que tiene por nombre “Prácticas y eficacia de BIM en proyectos de Construcción en China”, fue basado en una investigación de 106 proyectos que implicaron el uso Building Information Modeling (BIM), donde se examinó las prácticas actuales del mismo en China, y evaluó cómo sus diversas prácticas alteran su eficacia. Los resultados revelaron que en la práctica actual se emplea principalmente BIM como una herramienta de visualización, y la forma en que se implementa se asocia significativamente con las características del proyecto. El uso de BIM en la mayoría de los proyectos estudiados se ve que tiene resultados positivos, con los beneficios de mejora en eficacia de las tareas, es decir está más encaminado a ser un beneficio más sustancial que eficiente. Los resultados también demuestran que las características del proyecto influyen significativamente en el éxito del uso de dicha tecnología. Por otro lado, se comprobó que las prácticas de BIM actuales implican problemas tecnológicos y organizativos, pero permite conocer como éste podría ser mejor explotado dentro de la industria de la construcción

Gonzales (2015) en España desarrolló su tesis de maestría en edificación, especialidad de gestión titulada “Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas” cuyo objetivo principal fue de realizar un análisis y descripción de las características que presenta la metodología “BIM” de una manera genérica así como profundizar de una manera práctica

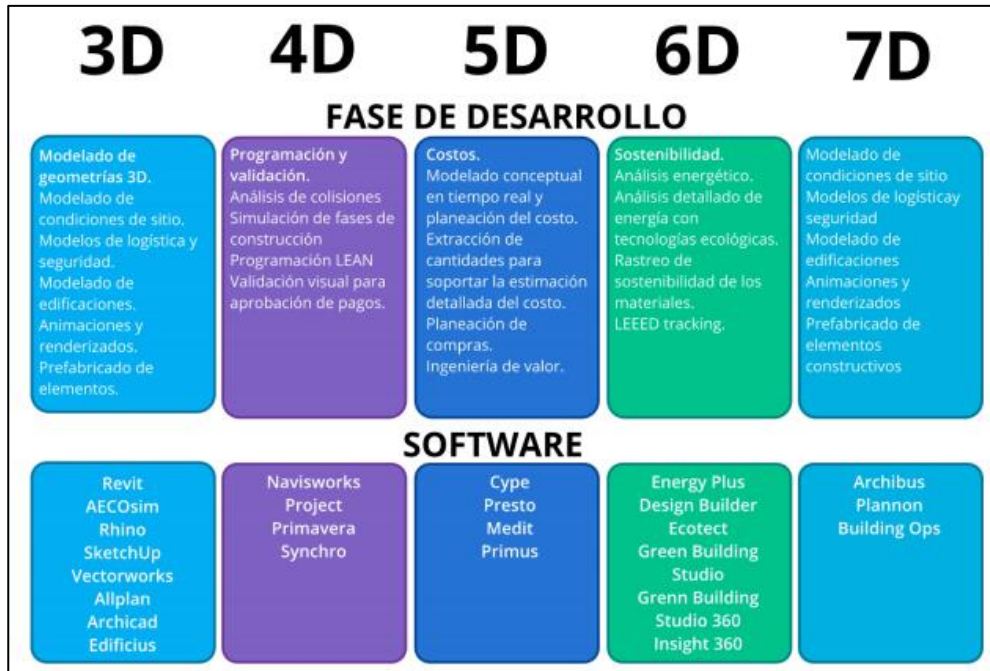
en los beneficios que genera en la gestión de proyectos integrales de construcción, el autor llegó a la conclusión de que el principal inconveniente que genera la implementación de la metodología BIM es la tradicionalidad que presenta históricamente el sector de la edificación y construcción. Generalmente, es una actividad basada en el conocimiento que se transmite de generación en generación y con unos métodos de trabajo muy arraigados.

Bases teóricas

Una fase importante de la metodología BIM es el proceso de modelado de información, y cabe señalar que este modelo de información no es necesariamente un modelo geométrico tridimensional, por lo que tiene diferentes fases, diferentes segmentos en los que se han definido y especificado dimensiones. como una serie de procesos y software para gestionarlos conocidos como las siete dimensiones BIM que se muestran en la Figura 3 y también el desarrollo del tipo de actividad que se puede desarrollar con el software disponible. Esto nos dice que BIM es un método de trabajo que permite la interacción y colaboración entre todos los actores que intervienen en el ciclo de vida de la edificación, es decir, antes y durante su ejecución, es así como se define el modelado de información y 7 dimensiones BIM entre ellas: La idea, el boceto, el modelado gráfico tridimensional, el tiempo, el coste, el análisis de sostenibilidad y la gestión del ciclo de vida. (Campaña, 2019).

Figura 3

Dimensiones BIM y su software



Las distintas fases del diseño y gestión de la infraestructura, así como sus fases de mantenimiento y desmantelamiento, se desarrollan dentro de una dinámica de trabajo, en la que se pueden destacar otras siete dimensiones diferentes (Structuralia, 2018)

1° Dimensión: La Idea; ya que todo proyecto tiene una idea inicial de BIM en esta primera dimensión se incluirán factores como la determinación de la localización y las condiciones iniciales de la estructura ya sean estimaciones geométricas primigenias y los costes o volúmenes de materiales de acuerdo con el plan de ejecución.

2°Dimensión: El boceto; en esta fase se determinan características generales del proyecto que forman parte de la modelización mediante el software BIM ya que se tiene un planteamiento de los materiales, cargas estructurales y el establecimiento de las bases generales del proyecto.

3°Dimensión: El modelo gráfico tridimensional; cuando se tiene recopilada la información ya antes mencionada se procede a la modelización geométrica de la edificación en formato 3D con la ayuda de software BIM.

4°Dimensión: El tiempo; el dinamismo que tiene la metodología BIM frente a otras metodologías es lo que causa que a estos proyectos se les aporte con una nueva dimensión temporal; ya que así se tiene una planificación de cada una de las fases del proyecto.

5°Dimensión: El coste; en esta fase se comprende el análisis y estimación de los costos del proyecto a su vez con el avance ya que así puede modificarse a medida que se va ejecutando, esto nos ayuda a tener un mayor detalle de nuestro presupuesto.

6°Dimensión: Análisis de sostenibilidad; Se trata de planteamiento y simulación de alternativas ya que se debe determinar cuál de ellas es la más adecuada para que sea llevada a cabo en nuestro proyecto.

7°Dimensión: La gestión del ciclo de vida; se representa a la metodología BIM en un entorno de gestión en el cual se localiza y organiza información de nuestro proyecto a lo largo de toda su vida útil, de esta forma se tiene un proceso de modificación y retroalimentación de tal manera que se tiene importantes ventajas con respecto a la metodología tradicional.

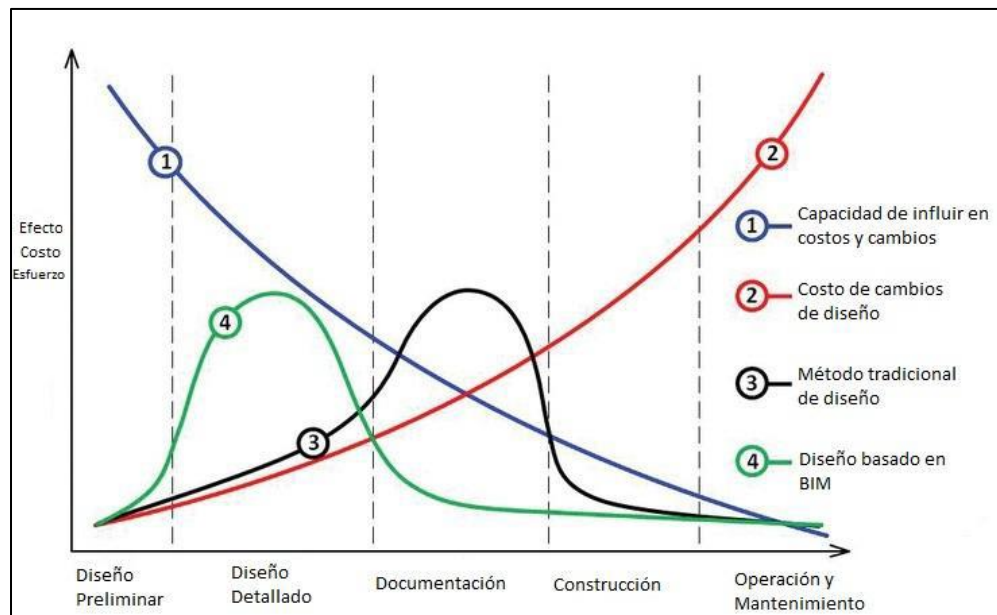
BIM 3D, LOD'S Y LOI'S

Además de las 7 dimensiones de la metodología BIM debemos resaltar una de las fases más importantes del desarrollo de un proyecto BIM como lo es la modelación de la información que no debe ser confundido al modelado en 3D que nos brinda nuestro software; ya que se hace un enfoque a la eficaz planificación y estimación de costos de obra. “Además de que deberá pasar los diferentes tipos de análisis de colisiones que se definan en la planificación BIM, una vez estén unidas todas las disciplinas del diseño” (Campaña, 2019)

BIM es una metodología totalmente diferente a la tradicional, por lo que en la Figura 1. Podemos diferenciar una de otra.

Figura 4

Curvas de distribución tiempo-esfuerzo en construcción



Nota: Adaptado Patrick McLeamy (2004)

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

Calcagno F. (2018) explica que:

La línea 1 indica que el esfuerzo es mayor cuando se encuentra en el proceso de diseño y construcción, mientras que, en la etapa de operación y mantenimiento, el esfuerzo y efecto es mínimo.

La línea 2 que va hacia la derecha y tiene una tendencia ascendente representa el costo de arreglar alguno de estos problemas de acuerdo con qué etapa me doy cuenta de que este problema existe. Si yo me doy cuenta al principio, el costo de arreglarlo es bajo, si me doy cuenta al final el costo será altísimo.

La línea 3 representa la forma y los tiempos habituales en los que, con las herramientas que conocíamos hasta hoy se toman estas decisiones.

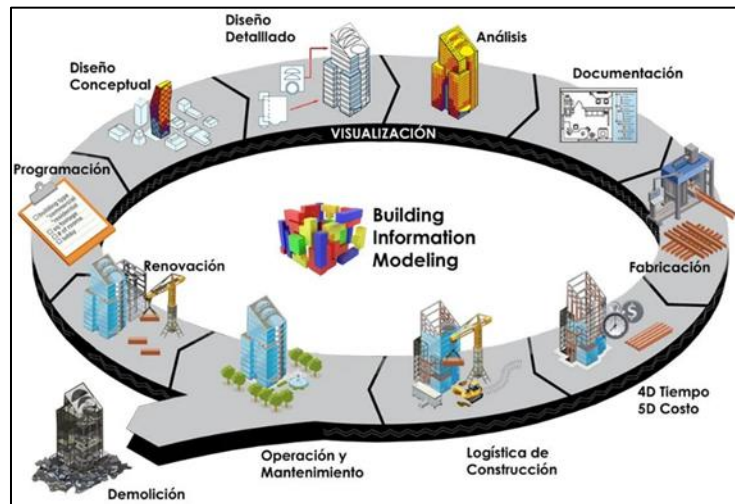
La línea 4, es lo que está proponiendo actualmente el BIM, generar un modelo donde se pueden ensayar las cosas y en donde las decisiones se tomen antes y no después.

Autodesk (2012) menciona que el ciclo de vida de un proyecto de construcción está constituido por las etapas que atraviesa una edificación desde su concepción hasta el fin de su vida útil, donde presenta un diagrama en un video titulado “BIM for the Building Lifecycle”, (ver figura 2), podemos visualizar cómo el BIM implica en todo el ciclo de vida de la edificación o infraestructura. Por otro lado, Gonzales (2015) nos indica que en la figura 2, se muestra el proceso constructivo. Se trata de un proceso circular en el que todos los procesos concurren alrededor del modelo central BIM. Se observan procesos como el diseño conceptual, diseño de detalles, análisis térmicos, documentación, fabricación de materiales, aspectos 4D (tiempos) y 5D (costes) de los

que se hablarán más adelante, organización, programación, mantenimiento, e incluso derribo; toda la vida útil del proyecto.

Figura 5

Ciclo de vida de una edificación



Fuente: Kia, (2013)

Las dimensiones BIM

Como nos indica el gráfico de la (Figura 5) desde el momento en que nace como idea un proyecto hasta que logra concretarse y su posterior operación y mantenimiento se verá sometido a diversos cambios y agentes que trabajarán y coordinarán para lograr la ejecución de este. (García, 2017, p. 32).

Un modelo BIM nos da la posibilidad de “gestionar desde una única herramienta todos los procesos necesarios para la correcta gestión de los documentos, permitiéndonos no solo modelar sino tener una planificación de los costos y tiempos de la obra, sostenibilidad, simulaciones, mantenimiento del edificio”. (García, 2017, p. 32).

Con BIM, al realizar una modificación o actualización en el proyecto, el cambio se aplica de manera inmediata y automática en los diferentes documentos involucrados. Esto es posible gracias a que todos los programas utilizados se encuentran relacionados entre sí, logrando un ahorro en el tiempo destinado para tales modificaciones. (García, 2017, p. 32).

El BIM se divide en diferentes dimensiones las cuales vamos a explicar a continuación (ver figura 3).

BIM 3D

Después de juntar la información necesaria se elabora el modelo 3D que nos servirá como base para futuras actualizaciones en todo el ciclo de vida del proyecto. “Es más que una representación gráfica de la idea; el modelo 3D no solo es algo visual, sino que incorpora toda la información que se necesitará para las siguientes dimensiones” (Sánchez, 2016, p. 42). Dicha información contempla los metrados, el avance real de la obra, las sectorizaciones, etc., además que dicho modelo tiene todas las especialidades y que si hubiera algún cambio en el modelo se cambiará en todos los parámetros configurados.

BIM 4D

La principal característica que tiene y diferencia el BIM con otras metodologías, es el Dinamismo; “a lo que hasta ahora podría considerarse algo estático se le aporta la dimensión del tiempo. De modo que podemos definir las fases del proyecto, realizar su planificación temporal; así como establecer simulaciones de parámetros temporales” (Sánchez, 2016, p. 42). Con ayuda de la herramienta Navisworks podemos hacer simulaciones de cómo sería el proceso constructivo

de un proyecto y así tener una mejor visión a la hora de planificar la descarga de materiales, el posicionamiento de la grúa, el vaciado de concreto entre otros.

BIM 5D

Esta dimensión comprende el análisis y estimación de los costos del proyecto, además de su control a medida que se avance o el proyecto se vea modificado por ciertas circunstancias; esto se relaciona directamente con la rentabilidad. Al integrar información específica de cada uno de los elementos que componen un modelo BIM es relativamente sencillo generar informes de presupuestos durante la etapa de operación de la infraestructura e incluso en la etapa de mantenimiento. (Sánchez, 2016, p. 42). Mediante la unión de los costos y el modelado 3D se puede obtener presupuestos mucho más rápidos a la hora de tener el proyecto, por otro lado, si se actualiza los costos de los materiales se verá reflejado automáticamente en los informes de presupuesto y en el modelado por lo que se puede compartir mediante la nube y así compartir dicha información en el instante.

BIM 6D

Simula el comportamiento de los sistemas de ahorro energético y la gestión de recursos, entregando información fundamental para la toma de decisiones. Se hace un cálculo de la huella de carbono. Gracias a esto es posible seleccionar las mejores técnicas y tecnologías para cada proyecto, optimizando el consumo de energía y reduciendo lo más posible los daños al medio ambiente. (Sánchez, 2016, p. 42). Gracias al BIM 6D y sus herramientas podemos simular un análisis energético del proyecto a estudiar en el cual podemos hacer un análisis de sostenibilidad,

seguimiento de elementos sostenibles y seguimiento de certificaciones LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental).

BIM 7D

Permite gestionar el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados. Esta dimensión aporta el control logístico y operacional de la infraestructura durante su vida útil, logrando la gestión del activo a través de la optimización de procesos tales como inspecciones, reparaciones, mantenimientos o consumos (Santamarta, 2018, p. 30). Con un modelo digital con todos los datos en un solo lugar es más práctico para los operadores de mantenimiento generar perfiles de gasto y planificar con años de antelación actividades de mantenimiento, por otro lado, si en algún momento de la vida útil del edificio ocurre refracciones o ampliaciones de la obra, se puede actualizar el modelo y todos los planos se actualizarán de manera automática, esto conlleva un ahorro de tiempo y dinero.

Figura 6

Dimensiones de la Metodología BIM



Fuente: Santamarta, (2018)

Niveles de desarrollo de los elementos BIM

LOD, del inglés “Level Of Development”, es un indicador que nos dice el nivel de desarrollo que en cada caso tiene o se ha de ejecutar en el modelo BIM de cualquier edificación o infraestructura (Bimnd, 2017).

LOD 100: se trata de un nivel de aspecto físico, propuesta visual o de diseño conceptual que viene a equivaler a un 20% de la cantidad de información total posible.

LOD 200: se considera un nivel básico o esquematizado que incluye información dimensional parametrizada y viene a equivaler a un 40% de la cantidad de información total

posible (Bimnd, 2017). Este nivel se debe representar dimensiones, forma y ubicaciones aproximadas.

LOD 300: en este nivel los elementos ya incluyen funciones determinadas, además de sus dimensiones geométricas y corresponde a un 60% de la cantidad de información total posible (Bimnd, 2017). Este nivel requiere un tamaño específico, ubicación y orientación y material correcto del elemento.

LOD 400: ya en este nivel los elementos cuentan con la información de un LOD 300 más los parámetros de un modelo concreto, fabricante, coste, etc. y se contempla ya a nivel de proyecto de contratación o construcción, equivaliendo a un 80% de la cantidad de información total posible (Bimnd, 2017).

LOD 500: a este nivel se le conoce como “AS BUILT”, es decir, hace referencia a un nivel en el que el modelo es una la réplica de gran fidelidad a la edificación ya construida. Este nivel se entiende que contiene el 100% de la información total posible, aunque realmente no tiene por qué ser así, como a continuación aclararemos (Bimnd, 2017).

DetECCIÓN DE CONFLICTOS

Según Alcántara (2013) dice que la construcción consiste en la materialización de los diseños estructurales, arquitectónicos y de instalaciones. En obra, los enfrentamientos entre estas especialidades pueden significar retrabajo, generando pérdidas en términos de tiempo y costes. Al respecto, la tecnología BIM puede ser usada para detectar estos conflictos o interferencias, ayudando a evitar los riesgos que puedan derivar de la no identificación de estos.

Entre los beneficios de utilizar las tecnologías BIM para detección de conflictos están:

- Ayuda a la coordinación de los diseños y la ingeniería.
- Facilita la revisión completa del diseño.
- Permite la identificación rápida de los conflictos e interferencias (ver figura 5).
- Capacidad para explorar opciones, integrar los cambios en los modelos BIM y

eliminar los riesgos.

- Permite hacer un seguimiento de las actividades de construcción
- Minimiza el reproceso y los desperdicios.

Beneficios del BIM en la etapa de construcción

Según Alcántara (2013) expresa que se obtienen beneficios de utilizar la metodología BIM en la etapa de construcción como los siguientes:

- Realizar análisis visuales de interferencias físicas entre los diseños (detección de interferencias).
- Obtener reportes de cantidades de materiales en ejecución (metrados).
- Intercambio de datos de diseño con proveedores.
- Simulación del proceso constructivo BIM-4D.
- Con la tecnología del edificio virtual, los propietarios están en una posición privilegiada que confirma la importancia de su papel, no sólo en los inicios del diseño de edificios, sino también en su planteamiento, mantenimiento y operación a largo de su ciclo de vida.

Mediante el programa Revit se logra tener un reporte de metrados y gracias al modelado en 3D si se desea realizar la actualización de planos, estos se verán reflejados también en los metrados, por otro lado, se puede seguir el avance real de la obra y actualizarlo en el modelado

para saber de qué manera está avanzando el proyecto y en todo caso se puede detectar si hay un retraso en la obra o se está yendo según lo planificado.

Áreas del conocimiento de la administración de proyectos. Una gran cantidad de variables son las que intervienen para el desarrollo de los proyectos desde su etapa inicial y durante el proceso de elaboración del mismo, a las cuales es necesario hacerles un seguimiento. Áreas de conocimiento es la definición que le da el PMI (2017) y se explican líneas

abajo según la reciente guía del PMBOK.

- Gestión de la Integración del Proyecto: incluye los procesos y actividades necesarias para identificar, combinar, unificar, y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos.

- Gestión del Alcance del Proyecto: Incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente) el trabajo requerido para completarlo con éxito. El objetivo principal es definir y controlar que incluye y lo que no contiene el proyecto

- Gestión del Cronograma del Proyecto: El área incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo. Se proporciona un panorama general de los procesos de Gestión del Tiempo”.

- Gestión del Costo: Se incluyen los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

- Gestión de la Calidad del Proyecto: El área incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante para determinar responsabilidades, objetivos, políticas de calidad a fin que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue emprendido”.

- Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto: en este caso, contiene los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo de proyecto. El equipo de proyecto está conformado por aquellas personas a las que se les han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto.

- Gestión de la comunicación del proyecto: en este caso, se incluye los procesos requeridos para garantizar que la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sea adecuados y oportunos.

- Gestión de los riesgos: se incluyen los procesos relacionados con llevar a cabo la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su seguimiento y control en el proyecto.

- Gestión de las adquisiciones del proyecto: incluye los procesos de compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener fuera del equipo de proyecto a fin de realizar el trabajo.

- Gestión de los interesados del proyecto: cualquier modificación que se encuentre debe ser ajustada en el plan de gestión integrado de cada proyecto. cabe mencionar que estas áreas deben estar relacionadas una con otra.

Acta de constitución del proyecto

Es un documento emitido por el iniciador del proyecto, quien es la persona que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para aplicar los recursos de la organización al proyecto.

Contrato del proyecto

Es un acuerdo mutuo que obliga a una parte llamada el vendedor a proveer un producto, servicio o resultado específicos, y a la otra parte, llamada el comprador, a pagar por ellos. Esta definición es muy fácil de comprender si las cosas van bien. Si las cosas van mal, alguna de las condiciones descritas arriba no se cumple.

Un contrato puede finalizar por 3 razones

1. Porque se completó: En este caso el vendedor y el comprador cumplieron con sus obligaciones.

2. Por común acuerdo a pesar de que no se completó: El vendedor no terminó de entregar su producto, servicio o resultado, o el comprador no pagó lo que se había acordado. Ambos están de acuerdo con esta situación.

3. Por no cumplimiento: Alguna de las dos partes no cumplió con sus obligaciones.

Todo director de proyectos debe conocer los apartados de los contratos y como estos se relacionan y afectan al proyecto. Ya que, aunque no suele ser tarea del director de proyectos confeccionar los contratos, para esto ya está el departamento jurídico, compras o comercial, sí que es su responsabilidad integrarlos en el proyecto.

Flujo de caja del proyecto

La caja de proyecto permite identificar a través del punto de vista del área de tesorería la viabilidad de poder cubrir los pagos del proyecto. Asimismo, hacen una variación referente a los pagos y cobros hechos en un lapso de tiempo. De esta manera, presenta como objetivo, determinar la viabilidad, definir si la empresa y el proyecto presentan capacidad de generar valor, analizar la

liquidez del proyecto y sus efectos y autorización para el inicio de construcción ante las autoridades correspondientes.

Todo trabajo de este tipo tiene ciertas características que deben ser revisadas y aprobadas por los entes públicos, con la finalidad de emitir los respectivos permisos y licencias para construir inmuebles y finalmente poner manos a la obra.

Lo primero es conocer el estado legal de la tierra donde se va a trabajar.

Esto es fundamental para solicitar una licencia de construcción.

Check list de los estudios básicos

Un checklist es una herramienta que puede utilizarse de diferentes formas. Uno de esos usos, puede ser cumplir las exigencias de las partes evaluadas. El funcionamiento de la herramienta es simple a la par que efectivo. Se realiza una lista de acciones o ítems a realizar o cumplir, elementos que conseguir etc.

Una vez que se vayan alcanzando los objetivos de la lista, se irán marcando. Proporcionando así una vista general y muy rápida del estado de las tareas. Como consecuencia, nos encontramos una mejora tanto en la productividad como en la eficiencia y optimización de los numerosos procesos de la empresa.

Para nuestro caso se deberán tener en cuenta los estudios básicos necesarios para poder empezar con la ejecución de la construcción de la habilitación urbana, estudios básicos que comprenden estudios de suelos, estudios financieros, estudios de mercado y demás estudios que sean de real relevancia para el inicio de la construcción del proyecto.

Línea base del alcance

La Gestión del Alcance del Proyecto es el Proceso encargado de definir y planificar que trabajos son necesarios para asegurarnos de que solo ese trabajo es el que se realizará en el Proyecto. La línea de base de alcance (Baseline) de un proyecto es el plan original del proyecto. Al final de la planificación debemos definir la línea de base como una fotografía del cronograma original tal como fue obtenido al final de la planificación. Usaremos esta línea de base para comparar el desempeño una vez que comencemos a ejecutar. En la ejecución imprimiremos la línea de base y el plan actual, y los compararemos para descubrir los desvíos.

La línea base del alcance del proyecto contiene 3 documentos, el enunciado del alcance del proyecto + la estructura de desglose del trabajo del proyecto + el diccionario de la EDT del proyecto

Organigrama del proyecto

Es la descripción del equipo directivo integrado por el Consejo Directivo y el Patrocinador (Directo General), y el equipo ejecutor integrado por el Gerente del proyecto, staff interno y elementos externos tales como: arquitecto, los proveedores de obras civiles, acabados, entre otros.

Matriz de responsabilidades

Es una herramienta que ayuda a desarrollar respuestas y asignar responsabilidades para el manejo de las actividades. La matriz se desarrolla para cada actividad seleccionada, se deberá escoger la respuesta de acuerdo con la tabla previa; luego se le asigna a un responsable dicha respuesta.

Calendario de eventos

Este calendario permite una visión grafica completa de los eventos más importantes a lo largo del calendario del proyecto, facilitando la integración de sus objetivos. En este calendario se deberá señalar cada evento relevante y se deberá usar simbologías gráficas.

Cronograma del proyecto

Es una herramienta que desglosa los entregables del WBS en términos de actividades, incluyendo la interrelación entre ellas y su secuencia a lo largo de la duración del proyecto. Permite establecer las fechas de inicio y terminación del proyecto, de cada fase, de cada entregable y de cada actividad. Además, permite identificar las actividades críticas, es decir, actividades que afectan directamente la fecha de terminación del proyecto.

Look ahead

Look Ahead Planning (LAP) es una herramienta de planificación de jerarquía media, basada en la planificación maestra, en la cual se genera información para la realización de una planificación a corto plazo, que ayuda al control de la asignación de trabajo.

Figura 7

Formato de Lookahead de una edificación

LOOK A HEAD:

FECHA	18-Ene	19-Ene	20-Ene	21-Ene	22-Ene	23-Ene	24-Ene	25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene	31-Ene
EDIFICIO SIDE														
Casco Estructural Pisos Positivos														
Acero de placa/columna	S3-P8	S4-P8	S1-P9	S2-P9	S3-P9	S3-P9		S4-P9	S1-P10	S2-P10	S3-P10	S4-P10	S4-P10	
Encofrado de placa/columna	S2-P8	S3-P8	S4-P8	S1-P9	S2-P9	S2-P9		S3-P9	S4-P9	S1-P10	S2-P10	S3-P10	S3-P10	
Vaciado de columnas/placas	S1-P8	S2-P8	S3-P8	S4-P8	S1-P9	S1-P9		S2-P9	S3-P9	S4-P9	S1-P10	S2-P10	S2-P10	
Encofrado de fondo de vigas	S4-P7	S1-P8	S2-P8	S3-P8	S4-P8	S4-P8		S1-P9	S2-P9	S3-P9	S4-P9	S1-P10	S1-P10	
Acero de vigas	S4-P7	S1-P8	S2-P8	S3-P8	S4-P8	S4-P8		S1-P9	S2-P9	S3-P9	S4-P9	S1-P10	S1-P10	
Encofrado de soporte de losa y costado de vigas	S4-P7	S1-P8	S2-P8	S3-P8	S4-P8	S4-P8		S1-P9	S2-P9	S3-P9	S4-P9	S1-P10	S1-P10	
Colocación de instalaciones IIEE, IISS, Gas	S3-P7	S4-P7	S1-P8	S2-P8	S3-P8	S3-P8		S4-P8	S1-P9	S2-P9	S3-P9	S4-P9	S4-P9	
Acero de refuerzo de losa	S3-P7	S4-P7	S1-P8	S2-P8	S3-P8	S3-P8		S4-P8	S1-P9	S2-P9	S3-P9	S4-P9	S4-P9	
Vaciado de losa	S2-P7	S3-P7	S4-P7	S1-P8	S2-P8	S2-P8		S3-P8	S4-P8	S1-P9	S2-P9	S3-P9	S3-P9	
ARQUITECTURA TORRE														
Acabado Humedo - Dptos / Areas Comunes														
Solaqueo o Cielo raso en techos y vigas	P3	P3	P4	P4	P4	P4		P4	P5	P5	P5	P5	P5	
Solaqueo de Placas	P3	P3	P3	P4	P4	P4		P4	P4	P5	P5	P5	P5	
IISS en Dptos, Y A. Comunes para tabiquería	P3	P3	P3	P3	P4	P4		P4	P4	P4	P5	P5	P5	
IIEE en Dptos, Y A. Comunes para tabiquería	P2	P3	P3	P3	P3	P3		P4	P4	P4	P4	P5	P5	
Anclado de muros de placa	P2	P2	P3	P3	P3	P3		P3	P4	P4	P4	P4	P4	
Muros de Placa P-10 y P-14	P2	P2	P2	P3	P3	P3		P3	P3	P3	P4	P4	P4	
Fijado de punto IISS	P2	P2	P2	P2	P3	P3		P3	P3	P3	P4	P4	P4	
Fijado de punto IIEE	P2	P2	P2	P2	P3	P3		P3	P3	P3	P4	P4	P4	
Relleno de tuberías	P1	P2	P2	P2	P2	P2		P3	P3	P3	P3	P4	P4	
Derrames de vanos	P1	P2	P2	P2	P2	P2		P3	P3	P3	P3	P4	P4	
Solaqueo de Muros	P1	P1	P2	P2	P2	P2		P2	P3	P3	P3	P3	P3	
Bruñas de Muros	P1	P1	P2	P2	P2	P2		P2	P3	P3	P3	P3	P3	

(Fuente: Javier Oblitas, 2021)

Sectorización

La sectorización consiste en dividir el proyecto en áreas o sectores similares. La cantidad de tarea por sector deberá ser realizada en 1 día. Se debe encontrar áreas físicas (sectores) que tengan volúmenes equivalentes de trabajo de las diferentes actividades

La cantidad de sectores se definen de tres maneras:

- Como resultado de un análisis y mejora de los sectores establecidos en una fase anterior
- Usando los ratios y rendimientos históricos en función al ritmo de la actividad cuello de botella (actividad crítica o recurso crítico)

Registro de estimación del costo

La estimación de costos se utiliza para calcular el costo del proyecto, que servirá como soporte para desarrollar el Presupuesto Base. Esta estructura se elabora durante el desarrollo del plan y se actualiza continuamente para equilibrar la relación Alcance-Tiempo-Costo. Una vez autorizado se convierte el estimado de costos en el Presupuesto Base que se trata como una de las herramientas posteriores.

Presupuesto base

Esta es una herramienta que sirve como base para aplicar la técnica del Valor Ganado, que mide el desempeño del proyecto tanto en tiempo como en costo. El siguiente cuadro presenta cuatro métodos recomendados para planear y medir el porcentaje de avance de cada partida del WBS a través del tiempo.

El presupuesto base muestra las obligaciones financieras que serán asumidas por el proyecto y servirán como la base para medir el desempeño del proyecto tanto en tiempo como en costo mediante la técnica del valor ganado. Para determinar el programa de pagos requerimos de otra herramienta llamada programa de erogaciones que se presenta luego.

Acta de reunión de coordinación

Es el proceso que consiste en desarrollar un documento que autoriza formalmente un proyecto o una fase y a la vez documentar los requisitos iniciales que satisfacen las necesidades y expectativas de los interesados.

Compatibilización del expediente

El informe de compatibilidad de un proyecto es la evaluación de consistencia entre el Estudio Definitivo o Expediente Técnico detallado y el estudio de pre inversión por el que se otorgó la viabilidad.

El objetivo del informe es la aprobación del estudio definitivo para la ejecución del proyecto. No es necesario el visto bueno del supervisor.

Desarrollo de los entregables (verificación del EDT)

En este proceso la dirección de la organización comprueba los logros obtenidos en cada apartado de la estructura de desglose del trabajo (EDT). Es decir, a lo largo de la ejecución del proyecto se revisan los subproductos de cada grupo de trabajo en que se ha dividido el proyecto. De esta manera se verifica que el desarrollo del mismo sigue el rumbo adecuado. Con estas acciones estaríamos actuando dentro de los procesos de seguimiento y control.

Llenado de cuaderno de obra

El llenado de cuaderno de obra es la anotación, de preferencia de manera diaria, de todos los acontecimientos relevantes, incidentes, consultas y absoluciones de observaciones que haga la supervisión durante la ejecución del proyecto. El cuaderno de obra tiene carácter de declaración jurada ya que este se hace legalizar mediante un notario público y por ende sirve como documento legal probatorio de todas las actividades y ocurrencias del proyecto u obra.

Información de desempeño de trabajo

Información procesada (entrada), son datos recopilados en los procesos de control.

Reportes escritos o electrónicos (salida), su objetivo es generar decisiones.

Solicitud de cambios

Esta solicitud debe encaminarse al director del proyecto, que es la persona encargada de dar inicio al proceso de aprobación de cambios. Análisis técnico.

Actualización de los documentos del proyecto

En el proceso panificar la respuesta a los riesgos se actualizan diversos documentos del proyecto, según las necesidades. Por ejemplo, cuando se seleccionan y se acuerdan respuestas adecuadas a los riesgos, éstas se incluyen en el registro de riesgos.

Las actualizaciones se hacen necesarias dado el caso que se presenten cambios en el documento conformado por los diferentes planes:

Plan de gestión del alcance, plan de gestión de requisitos plan de gestión de tiempo, Plan de gestión de costos, plan de gestión de riesgos, plan de gestión de calidad, Plan de gestión de comunicaciones, plan de gestión de recurso humanos y plan de gestión de adquisiciones.

La actualización en el cronograma del proyecto se realizará teniendo en cuenta los requerimientos de las partes, caso en el cual se modificará, incluirá o excluirá alguna de las actividades incluidas inicialmente. En lo que tiene que ver con los documentos de: comunicaciones, documentos de ingeniería, informes de bitácora de obra, facturas y documentos contractuales son susceptibles de cambios y/o actualizaciones siempre y cuando sea realice mediante acuerdo entre las partes involucradas y previa

suscripción de un acta de mutuo acuerdo para dicha modificación.

Actualizaciones de los activos de los procesos de la organización

Los procesos de gestión de riesgos generan información que se puede utilizar en futuros proyectos y que debe reflejarse en los activos de los procesos de la organización. Los activos de los procesos de la organización susceptibles de actualización incluyen, entre otros:

- Plantillas para el plan de gestión de los riesgos, incluidos la matriz de probabilidad e impacto y el registro de riesgos.

- La estructura de desglose de riesgos

- Las lecciones aprendidas procedentes de las actividades de gestión de los riesgos del proyecto.

Control de calidad

Es el proceso por el que se monitorean y registran los resultados de la ejecución de actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar cambios necesarios. El control de calidad se lleva a cabo durante todo el proyecto.

Validar el alcance

Es el proceso que consiste en formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se han completado. Validar el alcance incluye revisar los entregables con el cliente o el patrocinador para asegurarse de que se han completado satisfactoriamente y para obtener de ellos su aceptación formal.

Reporte mensual

Informa mensualmente a los involucrados claves y al cliente sobre el desempeño del proyecto y presenta recomendaciones sobre tendencias, áreas de oportunidades y prioridades.

PPC

Porcentaje de plan completado, un indicador proveniente de la metodología last planner que permite medir la confiabilidad de los compromisos adquiridos.

Lo que debemos hacer es registrar las actividades comprometidas a realizar en la semana y compararlas con las actividades comprometidas efectivamente realizadas al término de esta, mediante un cociente, el cual se expresa de manera porcentual.

Con este valor podremos comparar semana a semana con cuanta certeza programamos cada una de ellas. Un buen PPC debe estar sobre un 85% de cumplimiento.

Valor ganado

La técnica del valor ganado es utilizada para medir integralmente el desempeño del proyecto, tanto en tiempo como en costo. para utilizar esta técnica se requiere desarrollar un plan de medición del desempeño del proyecto llamado valor planeado (presupuesto base). El valor planeado requiere ser actualizado para considerar los cambios al presupuesto a la fecha de revisión.

Informe de performance final del proyecto

Es la técnica que se usa para conocer un estado situacional del proyecto en función a sus diversas áreas y así poder evaluar la condición actual del mismo y con base en la información y datos del proyecto, poder deliberar si el mismo cumple con las exigencias planteadas en un inicio y de la misma forma ver si el proyecto está encaminado a lograr sus objetivos iniciales.

Acta de aceptación del proyecto

Es la aceptación de todos los documentos del cierre del proyecto.

Acta de conformidad

El acta de conformidad es un tipo de acta que recoge los hechos, actuaciones y elementos tenidos en cuenta para regularizar el tributo donde el contribuyente la acepta y a partir de aquí genera una vinculación con las circunstancias que se recogen en la misma.

Relación de documentos de cierre

Es el listado de todos los documentos del cierre del proyecto.

Cierre administrativo

El Cierre Administrativo del proyecto se realiza al final de cada fase para documentar la información producida en el proyecto y almacenarla en un medio seguro y accesible para proyectos subsiguientes. El cierre administrativo debe realizarse también al final del proyecto.

Cierre técnico

Una gestión de proyecto finaliza concretamente en el momento en el que se produce el cierre del proyecto en sí mismo. Esta etapa es de carácter trascendental para que pueda darse por terminado el proyecto gestionado.

Ello se lleva a cabo luego de la aceptación por parte del cliente acerca del cumplimiento de los objetivos planteados y planificados estratégicamente, desde el comienzo de la definición del alcance del proyecto en cuestión.

A través del presente análisis, podrás informarte sobre sus características generales y específicas, junto con la importancia que este paso final posee dentro del proceso de gestión y de administración de proyectos.

Lecciones aprendidas

Las Lecciones Aprendidas del Proyecto se componen de aquellos conocimientos adquiridos a través de la experiencia. Refleja información sobre éxitos o sobre fracasos y es una valiosa fuente de información para proyectos futuros. Es aquel conocimiento adquirido a través de la experiencia en los Proyectos en los que se ha participado con anterioridad. Esta experiencia sobre dirección de Proyectos refleja información sobre éxitos o sobre fracasos en los proyectos. Este conocimiento sobre lo ocurrido en Proyectos anteriores debe ser reflejado adecuadamente para ser utilizado en Proyectos futuros.

Liquidación del proyecto

La liquidación de obras es el cálculo final sobre el costo total de la obra ejecutada. se debe tener en cuenta para ello las penalidades, intereses, gastos, etc.

Declaración del alcance

A partir del chárter, el gerente y su equipo podrán ampliar la declaración del alcance del proyecto para asegurar que el cliente, el patrocinador y el equipo confirmen como serán los entregables del proyecto. La declaración del alcance en cómo realizar pequeños Chárter de cada entregable final.

EDT

Es parte de la declaración del alcance, luego se obtiene los entregables finales, con sus descripciones y criterios de aceptación. Después se confirma las expectativas con el cliente, con el patrocinador y el equipo. Ahora toca desglosar aún más los entregables, hasta llegar a un nivel de control en el que cada elemento puede ser: Asignado a una persona o empresa responsable;

programado; costado y monitoreado (PMBOK, 2008). A esta estructura o agrupación de entregables de lo general a lo particular, para fines de control, le llamamos WBS. En esta parte que es la de alcance del proyecto se incluye el trabajo integral. Todo aquello que no esté dentro de esta estructuración del proyecto no será tomado en cuenta como parte del mismo.

Dirección del proyecto

Es la puesta en práctica de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Esto se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 49 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos (Guía del PMBOK, 2017). Estos cinco Grupos de Procesos son:

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Monitoreo y Control
- Cierre

Generalmente se incluye:

- Identificar requisitos
- Tratar necesidades, expectativas e inquietudes de los implicados en la ejecución y planificación del proyecto.

- Mantener, realizar y establecer una activa y eficaz comunicación de carácter colaborativo entre los implicados o interesados.

- Para el cumplimiento de requisitos y generar entregables del proyecto se debe hacer una gestión de interesados del mismo.
- El alcance, La calidad, El cronograma, El costo, Los recursos y Los riesgos, deben ser restricciones contrapuestas sometidas a un equilibrio.

Interesados y gobierno del proyecto

Un interesado es un individuo, grupo u organización que puede afectar, o percibirse a sí mismo como afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto. Estos pueden participar activamente en el proyecto o tener intereses a los que puede afectar positiva o

negativamente la ejecución o la terminación del proyecto. Los diferentes interesados pueden tener expectativas contrapuestas susceptibles de generar conflictos dentro del proyecto. Los interesados también pueden ejercer influencia sobre el proyecto, los entregables y el equipo del proyecto a fin de lograr un conjunto de resultados que satisfagan los objetivos estratégicos del negocio u otras necesidades. La gobernabilidad del proyecto, la alineación del proyecto con las necesidades u objetivos de los interesados resulta fundamental para la gestión exitosa de la participación de los interesados y para el logro de los objetivos de la organización. La gobernabilidad del proyecto permite a las organizaciones dirigir los proyectos de manera coherente, maximizar el valor de sus resultados y alinear los mismos con la estrategia del negocio (Guía del PMBOK, 2017).

Definiciones Conceptuales

Costos: Es el valor que representa el monto total de lo invertido en tiempo, dinero y esfuerzo para comprar o producir un bien o un servicio (Beltrán, 2012 pág. 3)

Significa la suma de esfuerzos y recursos que sean invertidos para producir algo así, por ejemplo, se dice su examen le costó dos días de estudio, lo que significa que utilizó dos días para poder presentarlo.

(Barraza, 2009 pág. 98). Se define como el valor sacrificado de unidades monetarias para adquirir bienes o servicios con el fin de obtener beneficios presentes o futuros.

Costos Directos: El costo directo se define como: "la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo". (Beltrán, 2012 pág. 15)

Costos Indirectos: Se denominan costos indirectos a toda erogación necesaria para la ejecución de un proceso constructivo del cual se derive un producto; pero en el cual no se incluya mano de obra, materiales ni maquinaria.

Building: Construcción genérica no solo de edificaciones, si no de una infraestructura, renovación urbana, todo lo puede abarcar BIM en realidad es un concepto muy global. Incluso ya existen conceptos como City Information Modeling que ya empiezan a hablar de la ciudad como gran conjunto de datos que se relaciona mucho con el tema de BIM. Information. Se debe gestionar y recopilar información durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde la conceptualización, la operación y mantenimiento, incluso hasta la demolición. Modeling. Entendido como Proceso no hablando de modelar una geometría 3D si no creando un prototipo, un elemento virtual que representa algo de la vida normal. (Cerón y Liévano, 2017 pág. 11).

Según (Loayza F, 2016) tenemos los datos para Análisis del uso de la metodología BIM

a. Sustentabilidad

Los modelos BIM permiten varios análisis orientados a los impactos de la infraestructura en el medio ambiente y en la sociedad. Cuidado si, ya que para estos análisis existen muchos supuestos detrás, por lo que no representan necesariamente cómo será el desempeño del edificio. Algunos de estos análisis son: Energía (consumo de energía), Iluminación (donde el objetivo es maximizar la luz solar), Calidad del aire, Agua lluvia (reutilización de aguas lluvias en el mismo edificio)

b. Análisis de especialidades

De manera general, el proceso de análisis con metodología BIM, para un enfoque distribuido, es el siguiente: se debe modelar los planos de arquitectura realizado por el arquitecto en proyectos habitacionales, comerciales; por el ingeniero de procesos o químico en proyectos industriales, mineros. Luego, el ingeniero estructural compatibiliza el modelo (arquitectónico) a un programa de modelamiento estructural: se incluyen pesos, sobrecargas de uso y otros elementos no incorporados por arquitectos. El modelo se vincula a un programa de análisis estructural: se corre el modelo para calcular las solicitaciones sobre los elementos y se diseñan todos los elementos estructurales necesarios: tales como vigas, columnas, acero y finalmente, la información generada se agrega al modelo. Si se hace alguna modificación, este análisis se rehace en forma automatizada. Para el diseño de otras especialidades el proceso es similar y se puede desarrollar en forma paralela. Las ventajas de este proceso es que se pueden desarrollar análisis automatizados, integrados y consistentes en distintos escenarios evaluando técnica y económicamente el mejor resultado.

Simulación 4D

Las tecnologías 4D combinan modelos 3D con la cuarta dimensión, la cual se tiene un registro del tiempo proveniente de las duraciones de actividades de construcción representado en un programa de ejecución realizado en algún software de programación. Los Modelos 4D reflejan el proceso en tiempo real de la ejecución de la etapa de construcción del proyecto mejor que cualquier otro enfoque actualmente en uso. Sin una representación explícita de los modelos mentales 4D, los participantes deben confiar únicamente en su habilidad para interpretar los programas y documentos en 2D. Uno de los grandes beneficios que tiene esta aplicación es que se puede incorporar la experiencia de construcción desde la etapa de diseño a través de un enfoque de constructibilidad mucho más avanzado, donde diseñadores, planificadores y constructores 25 trabajan integradamente desde etapas tempranas del proyecto. Así, los errores o incompatibilidades son captados antes de la ejecución con el correspondiente ahorro de costos y de tiempo que este análisis conlleva. Combinar las especificaciones de materiales y componentes con un buen programa de ejecución de obras para lograr una logística racional y un proceso de construcción eficiente es el principal propósito de estos modelos. Además, estos modelos pueden mostrar otras propiedades de los elementos que componen la infraestructura a lo largo del tiempo, por ejemplo, el costo del uso de energía, ocupación, riesgo, etc. (Loayza F, 2016)

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Enfoque de la Investigación

Según Hernández (2014) en su título Metodología de la Investigación nos indica que el “enfoque de la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema”. El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. En el caso de nuestra investigación se realizará la implementación de un sistema de mejora de un sistema en el diseño de las edificaciones multifamiliares y con esto podremos observar de qué manera influye en la ejecución de éstas, lo cual nos da un tipo de proceso interpretativo ya que se realizará un comparativo con los resultados actuales.

Tipo de investigación

Según Oblitas (2018) el tipo de investigación aplicada según el propósito está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Por lo tanto, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado; para el caso de nuestra investigación se tiene la implementación de un sistema de mejora en el diseño con uso de tecnología BIM lo cual nos llevará a un objetivo en específico que es la optimización de costos en edificaciones multifamiliares

Según Oblitas (2018) el tipo de investigación no experimental según la manipulación de variable trabaja con hechos de experiencia directa no manipulados. Este tipo de investigación se basa fundamentalmente en la observación, por lo cual la presente investigación es del tipo no experimental ya que representa el análisis de implementar un sistema de mejora en el diseño con uso de tecnología BIM y la forma que influye a la manera tradicional optimizando así los costos para ejecutar las edificaciones multifamiliares en mención.

Según Oblitas (2018) el tipo de investigación según su profundidad de esta tesis sería descriptiva ya que se tiene como objetivo principal el de describir con una o más variables; siendo así nuestro objeto de estudio que la implementación de un sistema de mejora en el diseño para la optimización de costos de las tres edificaciones multifamiliares que utilizaremos en esta investigación.

Nivel de investigación

Valderrama (2013, p. 173). Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, así como del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder por las causas y eventos.

Método y diseño de investigación

Oblitas (2018) se refiere al método de investigación como el mantenimiento de la coherencia interna de la investigación, por lo cual en nuestro método según su manipulación de variable estaría clasificado como no experimental ya que se tiene la implementación de un sistema de mejora lo cual nos brindará los cambios que se tienen con respecto al sistema fast track que se da de manera recuente en las edificaciones multifamiliares.

Variables de Investigación

Variable independiente: Implementación de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, Provincia Lima, 2022.

Variable dependiente: Optimización de costos en edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, Provincia Lima, 2022.

Población y muestra de la investigación

Valderrama (2013, pág. 182), define que es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”.

Población de la investigación

Carrasco (2017, pág. 23) refiere que “la población es un conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenece al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación”. Siguiendo dicha definición, en nuestra investigación se realizará el análisis de la implementación en un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares ubicadas en el distrito de Surquillo, las cuales utilizan la metodología fast track para la ejecución de la construcción de las edificaciones multifamiliares.

Muestra de la investigación

Según Hernández (2014, pág. 382), en su libro metodología de la Investigación, “la muestra es un estudio cualitativo, las decisiones respecto al muestreo reflejan las premisas del investigador acerca de lo que constituye una base de datos creíble, confiable y válida para abordar el planteamiento del problema”. En el presente proyecto se tomarán tres edificaciones multifamiliares y se realizará la implementación de un sistema de mejora en el diseño para verificar

los cambios y optimización de costos que se tendría debido a las diferentes incompatibilidades que se tienen durante la ejecución de éstos. Por lo tanto, se demuestran los beneficios de realizar una compatibilización en el diseño previo a la ejecución de los proyectos de edificaciones multifamiliares.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Carrasco (2017, pág. 274), lo describe como el conjunto de reglas y pautas que guían las actividades que realizan los investigadores en cada una de las etapas de la investigación científica. Las técnicas como herramientas procedimentales y estratégicas suponen un previo conocimiento en cuanto a la utilidad y aplicación, de tal manera que seleccionarla y elegir las resulte una tarea fácil para el investigador

Técnicas e instrumentos de análisis de datos

Valderrama, (2013 pág. 195). “Son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información. Pueden ser formularios, pruebas de conocimientos o escalas de actitudes”. Por lo tanto, la presente investigación desea obtener el éxito en sus objetivos específicos planteados; en el caso de nuestra investigación se utilizarán los softwares de ingeniería como los programas Revit, AutoCAD y Excel, así como los planos de las diferentes especialidades que abarcan el análisis y la ejecución de un proyecto multifamiliar.

Procedimiento

Procedimiento de recolección de datos

Según Hernández (2014, pág. 394) nos da un enfoque acerca de la recolección de datos que aplica para el enfoque cualitativo, al igual que para el cuantitativo, la recolección de datos resulta

fundamental, solamente que su propósito no es medir variables para llevar a cabo inferencias y análisis estadístico. Lo que se busca en un estudio cualitativo es obtener datos gestionados por el propio investigador en este caso usaremos los checklist, entrevistas y revisión de documentos. En el presente proyecto de investigación se realizó una encuesta a los profesionales encargados de los proyectos de edificaciones multifamiliares, los cuales indicaron los problemas de la metodología fast track que se viene realizando en los proyectos de edificaciones multifamiliares actualmente, y a su vez comprobar que si se necesita una implementación de sistema de mejora en el diseño de estas edificaciones multifamiliares ya que durante la ejecución de estos proyectos sería favorable para la ejecución de éstos.

Procedimiento de análisis de datos

Según Hernández Sampieri (2014, pág. 397) nos propone varias unidades de análisis tales como las personas, grupos, comunidades, organizaciones y comunidades son por ello que, en la indagación cualitativa, los investigadores deben establecer formas inclusivas para descubrir las visiones múltiples de los participantes y adoptar papeles más personales e interactivos con ellos

Aspectos éticos

En el presente trabajo se respetará la autoría de cada uno de los artículos que se han tomado, los mismos que se evidencia en las referencias bibliográficas.

En el presente trabajo se consideró y se respeta las cargas y diseño sismorresistente de la Normativa E-060 y E 030 para la elaboración de esta edificación multifamiliar.

Se tiene la importancia de la confiabilidad de los planos aprobados por la auditoría.

En este estudio se realiza respetando la normativa APA Sexta edición con sus referencias.

Todas las referencias en este proyecto son de fuentes confiables ya sean buscadores oficiales de investigación o del mismo repositorio de las universidades.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

El KR20 es un indicador de la fidelidad (consistencia interna). Los métodos basados (Rulon, Alfa de Cronbach, Spearman, Brown) en la división en dos porciones (presumiblemente iguales) da desventaja de ser relacionado con las opciones de la partición (véase la mitad igualdad-impar, de la primera y segunda parte, al azar).

Kuder y Richardson desarrollaron un procedimiento basado en los resultados obtenidos con cada ítem. De hecho, hay muchas maneras de precisar otra vez los ítems (reactivos) en 2 grupos, que pueden conducir a las estimaciones diferentes de la consistencia interna.

Mencionar análisis estadístico (0.71) dando una confiabilidad aceptable según tabla KR-20. Por lo tanto, nuestro índice de análisis estadístico KR20 está dentro del rango aceptable de 0.7 a 0.9

Desarrollo

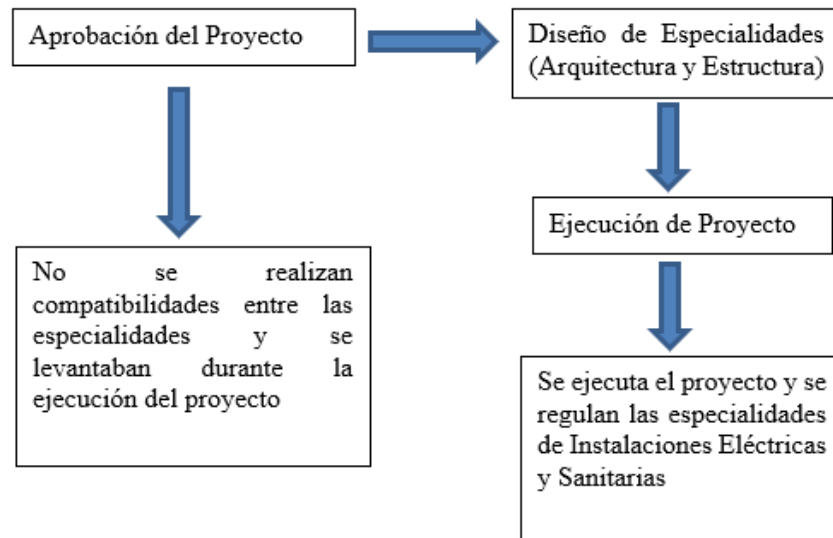
Flujograma de procesos antes de la implementación del sistema de mejora en el proyecto multifamiliar Neyra

La edificación multifamiliar Neyra cuenta con 9 pisos y 1 sótano, así como, una planta de cisterna y se contaba con los planos de las siguientes especialidades, planos de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias.

El proceso de desarrollo del proyecto constaba en realizar la ejecución con los planos de arquitectura y estructura aprobados sin realizar una compatibilización previa de las instalaciones sanitarias y eléctricas. Encontrando así incompatibilidades durante su ejecución e incluso incompatibilidades entre las especialidades de Arquitectura y Estructura.

Figura 8

Planeamiento Fast Track del Proyecto



Planos de Arquitectura:

Figura 9

Planos de Arquitectura ingresados a la municipalidad



Figura 10

Planos de Estructuras

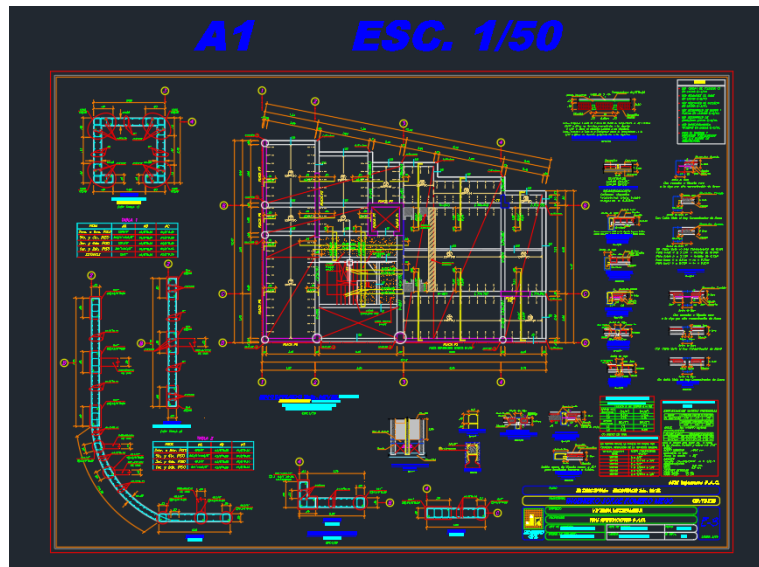
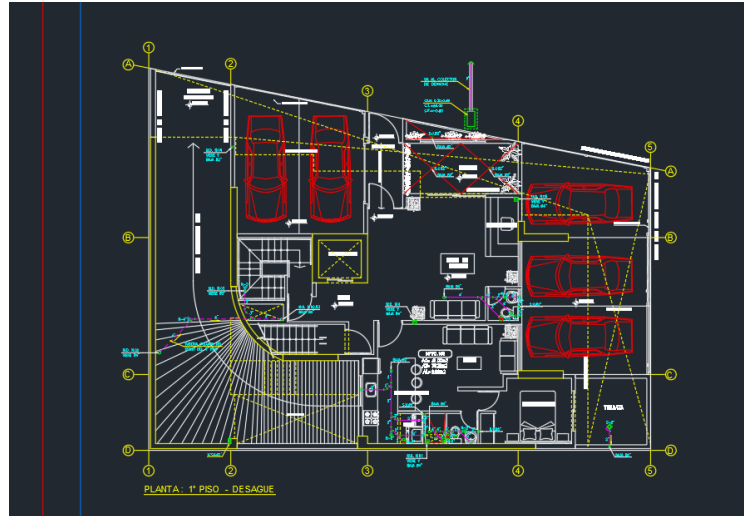


Figura 12

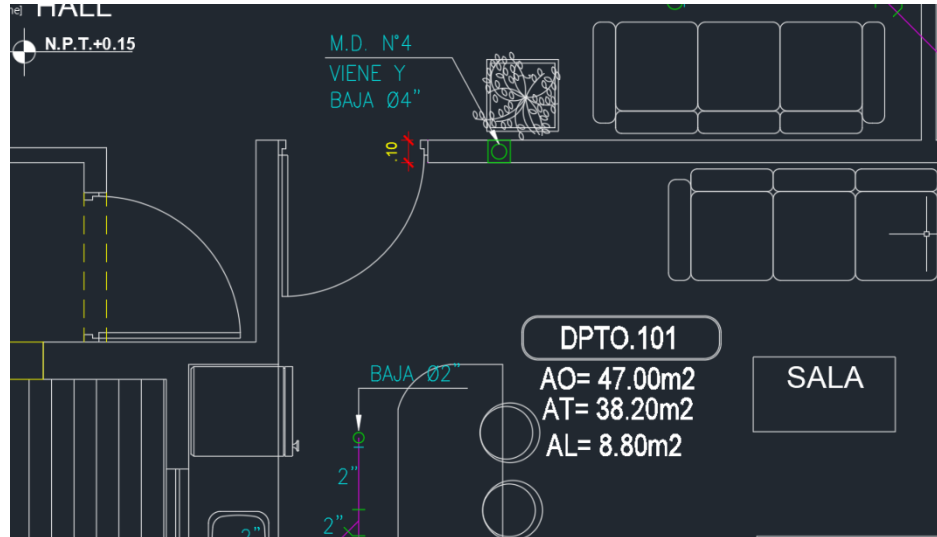
Planos de instalaciones sanitarias



Como se puede observar en los gráficos, el presente proyecto comienza a ejecutarse sin una compatibilización de planos en el diseño, por lo cual nuestros metrados no son del todo confiables como cuando tenemos una compatibilización de antemano. Ejemplo de ello, se puede observar el plano de instalaciones sanitarias (figura 12) que nos indica la instalación de una tubería montante de 4” de desagüe que pase por el lobby y sin colocar una columneta, por tanto, dicha tubería estaría expuesta detrás del muro arquitectónico

Figura 13

Incompatibilidades de Instalaciones Sanitarias con Arquitectura

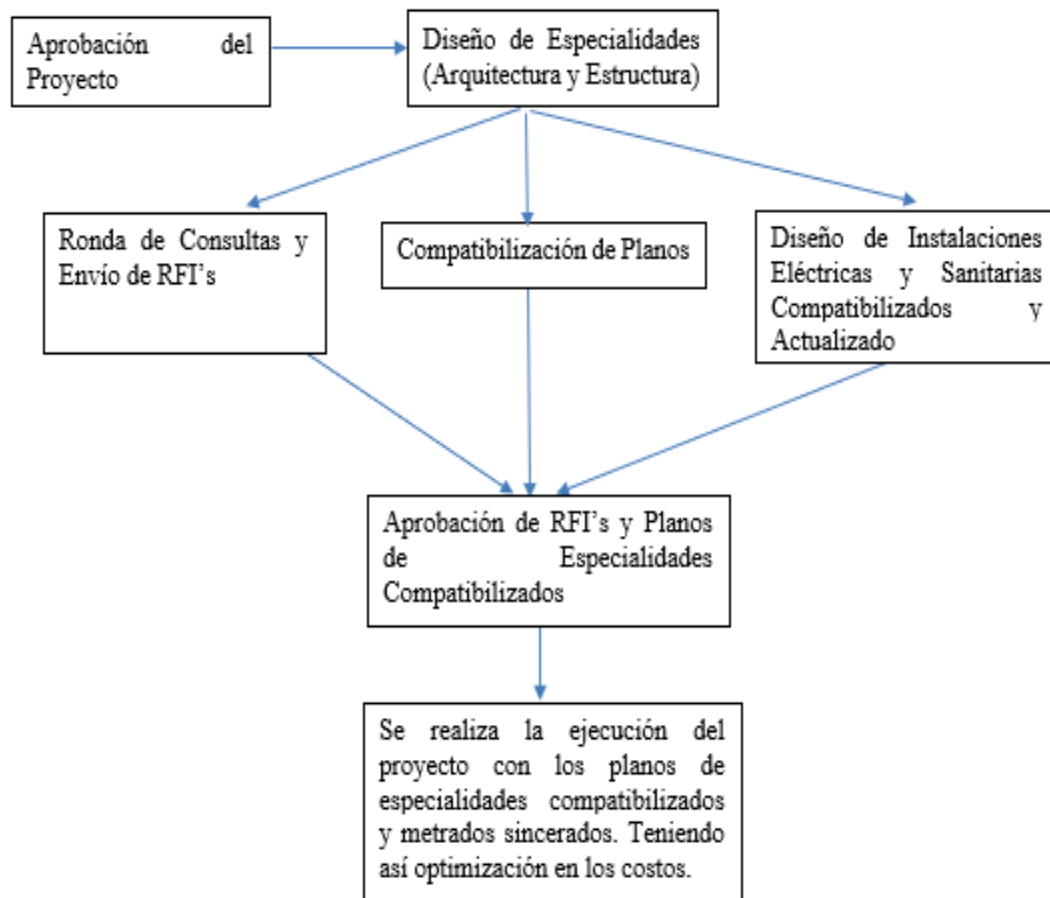


Y no solo ello, sino que el mismo hecho de que esta tubería es mayor que la medida del tubo, implica que no contaría con el recubrimiento necesario en esta estructura. Es por ello, que debería realizarse una columneta en dicho espacio, sin embargo, se tendrá un desfase en el muro que corresponde al área del lobby, por tanto, posteriormente se tendría que especificarse que no se puede realizar trabajos en esta columneta debido a que perforarían la tubería de desagüe. Es por ello que en nuestra propuesta no simplemente realizamos el diseño compatibilizado con las demás especialidades en un 3D, sino que se plantean soluciones de dichas incompatibilidades antes de la construcción del proyecto evitando así no solo problemas en el diseño, sino a su vez lo que son los sobrecostos del proyecto por tener dichos retrabajos que terminan siendo considerables al presupuesto de una edificación.

Lo que se propone con este sistema de mejora en el diseño es mejorar considerablemente el proceso tradicional utilizado en este proyecto también llamado fast track en el cual se realizará una optimización en el diseño optimizando así los costos de ejecución y realizando dicha compatibilización.

Figura 14

Propuesta de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones



Resultados de objetivo específico 1:

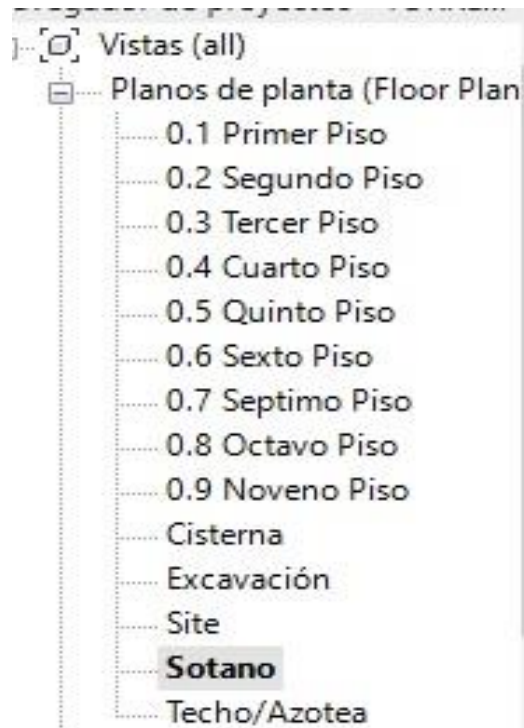
Realizar una compatibilización para reducir interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022

El proyecto Neyra cuenta con 9 niveles con 1 sótano y azotea; y para empezar a implementar la metodología BIM en nuestro diseño primero debemos analizar nuestro diseño tradicional en AutoCAD y pasarlo a un software 3D, el cual nos ayudará con las incompatibilidades como lo es el Autodesk Revit para esto debemos:

- Crear un nuevo proyecto con las plantas correspondientes en Revit.

Figura 15

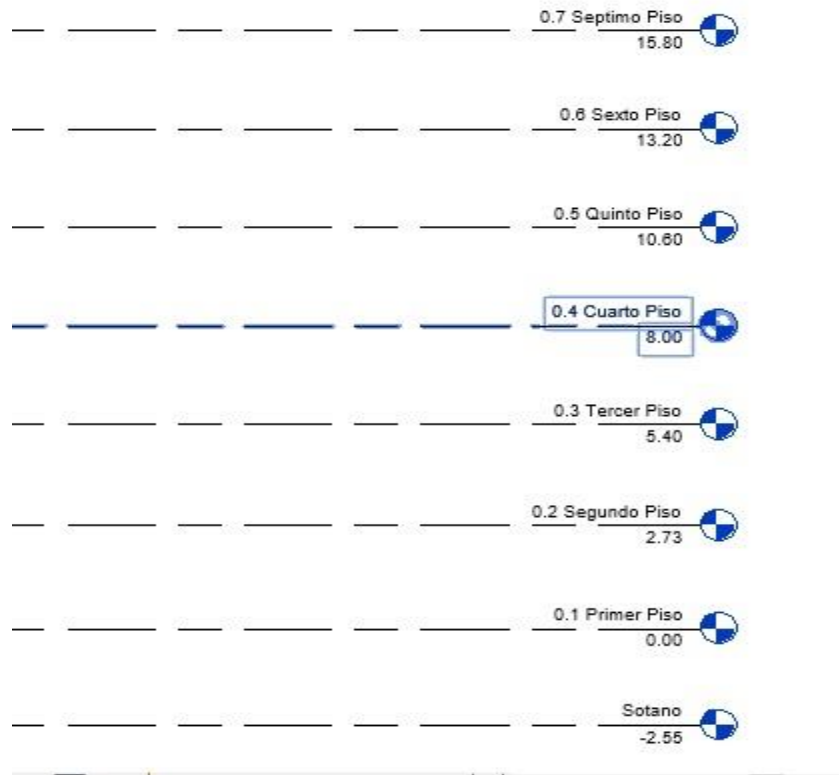
Plantas de Elevación



- Crear las elevaciones con los niveles de diferencia entre ellos, así como la altura total.

Figura 16

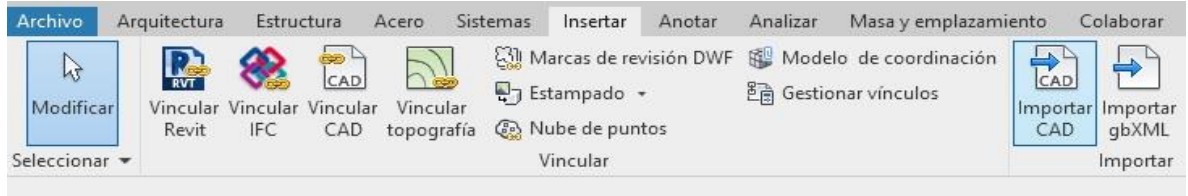
Niveles de Referencia



- Llevar el plano de AutoCAD a Revit:

Figura 17

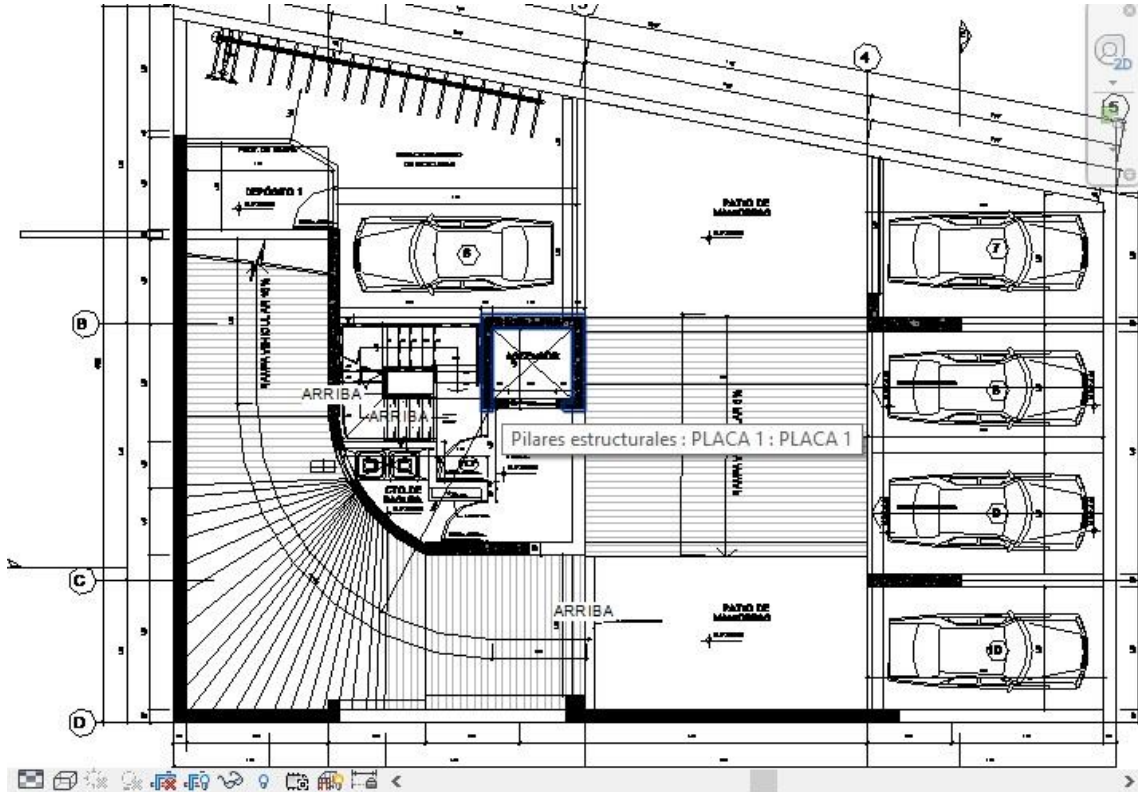
Importar de AutoCAD a Revit



- Al vincular el AutoCAD se debe hacer por sus niveles de planta quedando de la siguiente forma

Figura 18

Planta de Sótano importada a Revit



La edificación multifamiliar torre Neyra cuenta con 10 niveles (9 pisos y 1 sótano) el uso de la metodología BIM en el diseño brinda a todos los ejecutores una idea más clara del proyecto y se tiene un consolidado de todas las partidas en conjunto el cual es el modelado en 3D; a continuación, se muestra cómo se implementa el modelado en este proyecto.

Figura 19

Modelado de Arquitectura de Piso Típico



Se observa en la figura 19, el modelado en 3D de la planta de piso típico en arquitectura para lo cual se revisa las incompatibilidades con las especialidades de estructura, instalaciones y eléctricas, para realizar el replanteo de dichas especialidades antes de la ejecución de dicha planta.

Figura 20

Renderizado de Edificación multifamiliar Neyra



Figura 21

Modelamiento 3d de la fachada durante su ejecución



Resultados del objetivo específico 2:

Realizar un comparativo entre los metrados obtenidos mediante la compatibilización de especialidades de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022

En este apartado se presentará los resultados del objetivo específico 2 el cual consistirá en realizar los metrados aplicando un sistema de mejora al diseño en las edificaciones multifamiliares.

Comparación de metrados compatibilizados con metrados iniciales

Figura 22

Metrados corregidos mediante compatibilización de especialidades en la partida de Obras Civiles

42	P-TR8-005-001-002	01.01.04.01	CALZADURAS				
43	P-TR8-005-001-002-0	01.01.04.01.01	Encofrado y desencofrado de Calzaduras	m2	357.92	54.71	19580.19
44	P-TR8-005-001-002-0	01.01.04.01.02	Calzaduras de concreto calidad 140 kg/cm2	m3	374.50	274.76	102896.83
45	P-TR8-005-001-003	01.01.04.02	SOLADOS				
46	P-TR8-005-001-003-0	01.01.04.02.01	Solados de concreto para zapatas y bases	m3	13.36	147.65	1974.83
47	P-TR8-005-001-003-0	01.01.04.02.02	Falso piso mezcla 1:10 c:a	m2	160.50	16.87	2708.19
48	P-TR8-005-001-004	01.01.04.03	CIMENTACIÓN				
49	P-TR8-005-001-004-0	01.01.04.03.01	Cimentación - hormigon 1:10 + 30% PG	m3	30.33	228.72	6938.18
50		01.01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
51	P-TR8-005-001-006	01.01.05.01	ZAPATAS				
52	P-TR8-005-001-006-0	01.01.05.01.01	Zapatas - acero calidad 4,200 Kg./cm2	kg	1336.89	5.72	7644.39
53	P-TR8-005-001-006-0	01.01.05.01.02	Zapatas - concreto calidad 210 Kg./cm2	m3	40.60	308.59	12528.22
54	P-TR8-005-001-006-0	01.01.05.01.03	Concreto 1:12 + 30% P.G. para falza zapata	m3	57.76	228.72	13211.54
55	P-TR8-005-001-007	01.01.05.02	Viga de Cimentacion				
56	P-TR8-005-001-007-0	01.01.05.02.01	Viga - acero calidad 4,200 Kg./cm2	kg	724.48	5.72	4142.62
57	P-TR8-005-001-007-0	01.01.05.02.02	Viga - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	22.84	338.22	7724.38
58	P-TR8-005-001-008	01.01.05.04	Muros				
59	P-TR8-005-001-008-0	01.01.05.04.01	Muros - acero calidad 4,200 kg./cm2	kg	6105.11	5.72	34909.40
60	P-TR8-005-001-008-0	01.01.05.04.02	Muros - encofrado y desencofrado	m2	358.53	46.78	16773.44
61	P-TR8-005-001-008-0	01.01.05.04.03	Muros - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	78.54	454.60	35704.91
62	P-TR8-005-001-009	01.01.05.05	Placas				
63	P-TR8-005-001-009-0	01.01.05.05.01	Placas - acero calidad 4,200 kg./cm2	kg	8942.10	5.72	51131.50
64	P-TR8-005-001-009-0	01.01.05.05.02	Placas - encofrado y desencofrado	m2	1384.73	46.78	64783.41
65	P-TR8-005-001-009-0	01.01.05.05.03	Placas - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	168.20	522.36	87859.43
66	P-TR8-005-001-009-0	01.01.05.05.04	Juntas de dilatación - tecnopor	m2	298.25	14.56	4341.06
67	P-TR8-005-001-010	01.01.05.06	Columnas				
68	P-TR8-005-001-010-0	01.01.05.06.01	Columnas - acero calidad 4,200 kg./cm2	kg	10383.89	5.72	59375.70
69	P-TR8-005-001-010-0	01.01.05.06.02	Columnas - encofrado y desencofrado	m2	196.66	36.39	7156.16
70	P-TR8-005-001-010-0	01.01.05.06.03	Columnas - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	20.45	558.04	11413.68
71	P-TR8-005-001-011	01.01.05.07	Vigas				
72	P-TR8-005-001-011-0	01.01.05.07.01	Vigas - encofrado y desencofrado	m2	377.60	46.78	17655.50
73	P-TR8-005-001-011-0	01.01.05.07.02	Vigas - acero calidad 4,200 kg/cm2	kg	11642.54	5.72	66572.76
74	P-TR8-005-001-011-0	01.01.05.07.03	Vigas - concreto calidad 210 kg/cm2	m3	62.93	363.84	22897.70

Figura 23

Metrados Presupuesto inicial

42	P-TR8-005-001-002	01.01.04.01	CALZADURAS					
43	P-TR8-005-001-002-0	01.01.04.01.01	Encofrado y desencofrado de Calzaduras	m2	357.92	54.71	19580.19	
44	P-TR8-005-001-002-1	01.01.04.01.02	Calzaduras de concreto calidad 140 kg/cm2	m3	374.50	274.76	102896.89	
45	P-TR8-005-001-003	01.01.04.02	SOLADOS					
46	P-TR8-005-001-003-1	01.01.04.02.01	Solados de concreto para zapatas y bases	m3	13.38	147.65	1974.83	
47	P-TR8-005-001-003-2	01.01.04.02.02	Falso piso mezcla 1:10 c:a	m2	160.50	16.87	2708.19	
48	P-TR8-005-001-004	01.01.04.03	CIMENTACIÓN					
49	P-TR8-005-001-004-0	01.01.04.03.01	Cimentación - hormigon 1:10 + 30% PG	m3	30.33	228.72	6938.18	
50		01.01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
51	P-TR8-005-001-006	01.01.05.01	ZAPATAS					
52	P-TR8-005-001-006-0	01.01.05.01.01	Zapatas - acero calidad 4,200 Kg./cm2	kg	1336.89	5.72	7644.39	
53	P-TR8-005-001-006-1	01.01.05.01.02	Zapatas - concreto calidad 210 Kg./cm2	m3	40.60	308.59	12528.22	
54	P-TR8-005-001-006-2	01.01.05.01.03	Concreto 1:12 + 30% P.G. para falza zapata	m3	57.76	228.72	13211.54	
55	P-TR8-005-001-007	01.01.05.02	Viga de Cimentacion					
56	P-TR8-005-001-007-0	01.01.05.02.01	Viga - acero calidad 4,200 Kg./cm2	kg	724.48	5.72	4142.62	
57	P-TR8-005-001-007-1	01.01.05.02.02	Viga - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	22.84	338.22	7724.38	
58	P-TR8-005-001-008	01.01.05.04	Muros					
59	P-TR8-005-001-008-0	01.01.05.04.01	Muros - acero calidad 4,200 kg./cm2	kg	6105.11	5.72	34909.40	
60	P-TR8-005-001-008-1	01.01.05.04.02	Muros - encofrado y desencofrado	m2	358.53	46.78	16773.44	
61	P-TR8-005-001-008-2	01.01.05.04.03	Muros - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	78.54	454.60	35704.91	
62	P-TR8-005-001-009	01.01.05.05	Placas					
63	P-TR8-005-001-009-0	01.01.05.05.01	Placas - acero calidad 4,200 kg./cm2	kg	8942.10	5.72	51131.50	
64	P-TR8-005-001-009-1	01.01.05.05.02	Placas - encofrado y desencofrado	m2	1384.73	46.78	64783.41	
65	P-TR8-005-001-009-2	01.01.05.05.03	Placas - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	168.20	522.36	87853.43	
66	P-TR8-005-001-009-3	01.01.05.05.04	Juntas de dilatación - tecnopor	m2	238.25	14.56	4341.06	
67	P-TR8-005-001-010	01.01.05.06	Columnas					
68	P-TR8-005-001-010-0	01.01.05.06.01	Columnas - acero calidad 4,200 kg./cm2	kg	10383.89	5.72	59375.70	
69	P-TR8-005-001-010-1	01.01.05.06.02	Columnas - encofrado y desencofrado	m2	136.66	36.39	7156.16	
70	P-TR8-005-001-010-2	01.01.05.06.03	Columnas - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	20.45	558.04	11413.68	
71	P-TR8-005-001-011	01.01.05.07	Vigas					
72	P-TR8-005-001-011-0	01.01.05.07.01	Vigas - encofrado y desencofrado	m2	377.60	46.78	17655.50	
73	P-TR8-005-001-011-1	01.01.05.07.02	Vigas - acero calidad 4,200 kg./cm2	kg	11642.54	5.72	66572.76	
74	P-TR8-005-001-011-2	01.01.05.07.03	Vigas - concreto calidad 210 kg./cm2	m3	62.93	363.84	22837.10	

Como podemos observar en este caso nuestra propuesta de mejora al compatibilizar las diferentes especialidades nos dan una diferencia en los metrados, los cuales resultaban siendo de mayor costo para nuestro proyecto, cabe resaltar que dichos metrados iniciales no son certeros por el mismo hecho de no realizar una compatibilización. A su vez, en dicho cálculo no se incluye el presupuesto del sobrecosto por realizar las mismas actividades y las incompatibilidades que no solo influyen en el precio sino también en el tiempo de ejecución.

Figura 24

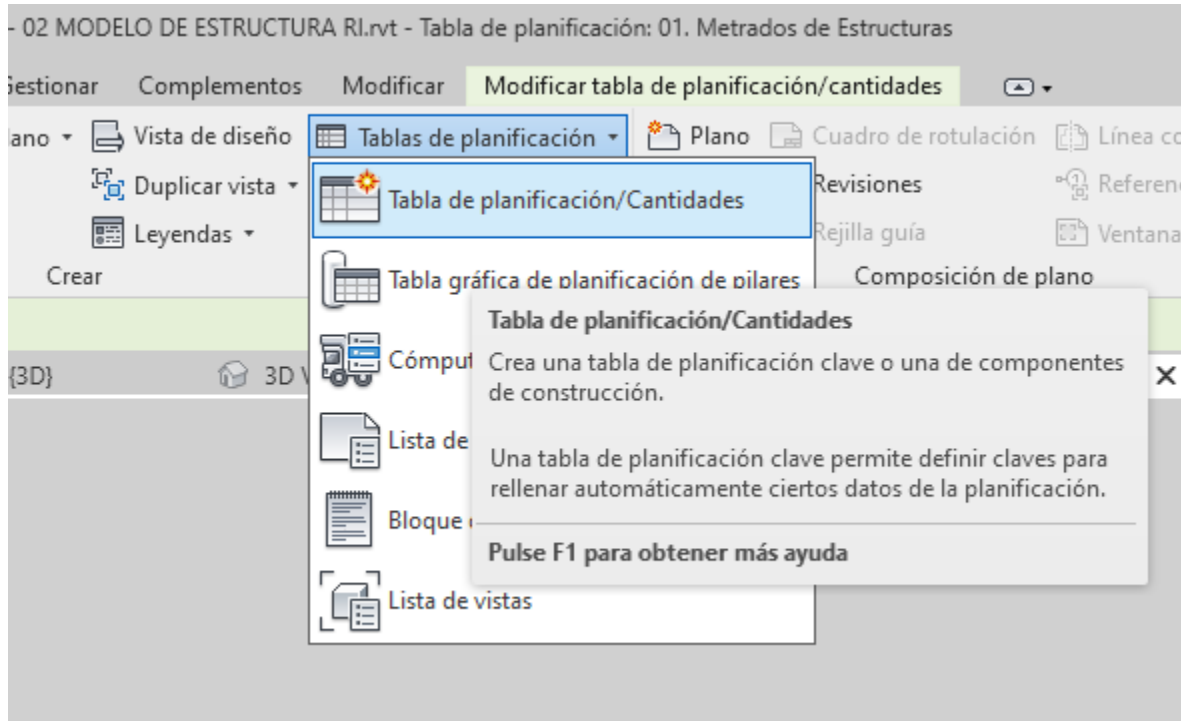
Plantilla de metrados de manera tradicional con los planos iniciales sin realizar la compatibilización

PLANTILLA DE METRADOS VIGA																														
Proyecto : PROYECTO TORRE NEYRA																														
												0.35	0.30	0.45	0.55	0.75	0.85	1.40												
												0.45	0.40	0.55	0.75	0.90	1.10	1.80												
												0.40	0.25	0.58	1.02	1.56	2.25	4.00												
Item	Datos				Concreto				Escarado				Dimensiones				RESUMEN TAJOS			RESUMEN TAJOS										
	descripción	luz cm	h mt	Alcda. mt	Long mt	cant	h mt	p mt	q mt	tem	tem	n	Descripción	Ø	ACERO #	longitud cm	longitud cm	empalme tipo	#	Concreto 280	Concreto 210.00	Escarado m2	Ø mm ML	3/4 ML	3/8 ML	1/2 ML	5/8 ML	3/4 ML	1 ML	
LOSA DE PRIMER NIVEL																														
SECCION II																														
	210	0.50	0.25	3.25	1	0.85	3.25	1	1	1	1	X	5/8	4	3.25	3.25					0.41	2.76							0.00	
												Y	3/8	26	1.50	1.50										39.00				
												Y	3/8	29	1.50	1.50														
												X	5/8	5	4.10	4.10						0.51	3.49							20.50
												Y	3/8	29	1.50	1.50										43.50				
												X	3/4	3	15.25	15.25					1.932		7.14							46.05
												X	3/4	2	3.90	3.90														7.80
												X	3/4	2	4.10	4.10														8.20
												X	1/2	2	13.75	13.75														27.50
												X	3/4	3	15.20	15.20														45.60
												X	3/4	3	15.20	15.20														45.60
												Y	3/8	27	2.00	2.00														11.00
												X	5/8	2	3.80	3.80														7.60
												X	3/4	2	12.20	12.20														24.40
												X	5/8	2	2.95	2.95														5.90
												X	3/4	2	12.00	12.00														24.00
												X	5/8	1	6.70	6.70														6.70
												Y	3/8	22	1.50	1.50														48.00
												X	5/8	4	4.95	4.95														38.80
												Y	3/8	50	1.50	1.50														75.00
												X	1/2	4	2.95	2.95														23.60
												Y	3/8	25	1.30	1.30														65.00
												X	5/8	4	2.80	2.80														11.20
												Y	3/8	24	1.50	1.50														36.00
												X	5/8	4	1.00	1.00														6.00
												Y	3/8	11	1.50	1.50														33.00
												X	1/2	4	1.40	1.40														6.80
												Y	3/8	14	0.90	0.90														25.20
												X	5/8	4	4.30	4.30														17.20
												Y	3/8	31	1.50	1.50														46.50
												X	3/4	2	4.10	4.10					1.440		6.60							8.20

Como se muestra en la figura 24, se realizaba un metrado tradicional con los planos de las diferentes estructuras para realizar un presupuesto meta del proyecto, para lo cual se realizarían posteriormente los perfiles de los proyectos a ejecutar. Sin embargo, estos metrados pueden ser afectados al realizar la compatibilización del proyecto ya que muchos elementos pueden ser modificados en su longitud y volumen.

Figura 25

Tablas de planificación en un diseño compatibilizado de especialidades



En la figura 25, nos muestra que en un diseño compatibilizado de especialidades con el uso del programa Revit, podemos obtener nuestras tablas de planificación la cual podemos escoger el tipo de elemento, la familia del elemento, así como la descripción y sus cantidades tanto como longitud y volumen que nos ayudaran para realizar los comparativos de los metrados respectivos.

Tal como se puede observar a continuación en el modelado compatibilizado por especialidad podemos sacar las tablas de metrados en este caso de las vigas con el tipo y descripción del elemento a mostrar.

Figura 26

Metrado de Estructuras (Vigas) mediante el programa Revit.

<01. Metrados de Estructuras>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Longitud	Volumen
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-01 (0.25x0.50)	4.29	0.46
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-01 (0.25x0.50)	5.71	0.44
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-01 (0.25x0.50)	5.55	0.67
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-01 (0.25x0.50)	7.12	0.86
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-02 (0.25x0.50)	11.18	1.35
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-04 (0.25x0.50)	5.68	0.69
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-04 (0.25x0.50)	6.24	0.75
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-04 (0.25x0.50)	5.21	0.62
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-04 (0.25x0.50)	4.82	0.59
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-04 (0.25x0.50)	6.35	0.76
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-05 (0.25x0.50)	6.18	0.74
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-06 (0.25x0.50)	6.13	0.75
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-06 (0.25x0.50)	6.07	0.75
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-06 (0.25x0.50)	6.13	0.75
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-07 (0.25x0.50)	4.03	0.48
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-09 (0.25x0.50)	4.30	0.51
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-09 (0.25x0.50)	3.98	0.48
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-10 (0.25x0.50)	8.28	0.99
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-11 (0.25x0.50)	2.67	0.32
M_Concrete-Rectangular Beam	V17-11 (0.25x0.50)	5.88	0.72
M_Concrete-Rectangular Beam	VC-01 (0.25x1.20)	3.08	0.20
M_Concrete-Rectangular Beam	VC-02 (0.25x1.20)	3.50	0.34
M_Concrete-Rectangular Beam	VC-02 (0.25x1.20)	5.46	0.51
M_Concrete-Rectangular Beam	VC-03 (0.25x1.20)	5.80	0.89
M_Concrete-Rectangular Beam	VC-04 (0.25x1.20)	4.53	0.78
M_Concrete-Rectangular Beam	VC-04 (0.25x1.20)	6.30	1.13
M_Concrete-Rectangular Beam	VCIS-01 (0.25x0.50)	5.80	0.46
M_Concrete-Rectangular Beam	VCIS-02 (0.25x0.50)	2.80	0.33
M_Concrete-Rectangular Beam	VCIS-02 (0.25x0.50)	6.24	0.78
M_Concrete-Rectangular Beam	VCIS-03 (0.25x0.50)	5.80	0.41
M_Concrete-Rectangular Beam	VCIS-04 (0.25x0.50)	6.12	0.75
M_Concrete-Rectangular Beam	VCIS-05 (0.25x0.50)	6.20	0.75
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.15)	1.50	0.02
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.15)	2.14	0.03
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.15)	1.65	0.02
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.15)	0.53	0.01
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.20)	1.42	0.03
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.20)	1.42	0.03
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.20)	3.88	0.07
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.20)	1.30	0.02
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.20)	0.53	0.01
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.20)	1.40	0.02
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.20)	1.97	0.04
M_Concrete-Rectangular Beam	Viga (0.10x0.20)	0.45	0.01

Resultados del objetivo Especifico 3:

Evaluar el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022

En este apartado se presentará el impacto que genera este sistema de mejora en el diseño al optimizar los costos del proyecto

Figura 27

Resumen presupuesto compatibilizado

01	VIVIENDA MULTIFAMILIAR - TORRE ALFA	
01.01	ESTRUCTURAS	1,291,955.72
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES	77,820.55
01.01.02	OBRAS PRELIMINARES	602.47
01.01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	64,003.93
01.01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	125,325.50
01.01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	1,024,203.27
01.02	ARQUITECTURA	1,225,420.04
01.02.01	MAMPOSTERIA DE LADRILLOS	121,258.57
01.02.02	REVOQUES Y ENLUCIDOS	118,934.60
01.02.03	PISOS	180,313.88
01.02.04	ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS	105,631.10
01.02.05	CARPINTERIA METALICA	83,531.52
01.02.06	CARPINTERÍA DE MADERA	178,923.35
01.02.07	VIDRIOS Y CRISTALES	151,144.47
01.02.08	PINTURA	165,389.50
01.02.09	VARIOS	83,411.45
01.02.10	LOBBY	36,881.60
01.03	INSTALACIONES	827,671.08
01.03.01	INSTALACIONES SANITARIAS	228,959.00
01.03.02	INSTALACIONES ELECTRICAS	371,263.18
01.03.03	INSTALACIONES ELECTROMECANICAS	227,448.90
	COSTO DIRECTO	3,345,046.85
	GASTOS VARIABLES	272,200.00
	GASTOS FIJOS	15,961.47
	TOTAL	3,633,208.31

Figura 28
Presupuesto inicial sin compatibilización

ITEM PPTO	PARTIDA	PARCIAL
01	VIVIENDA MULTIFAMILIAR - TORRE ALFA	
01.01	ESTRUCTURAS	1,365,563.81
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES	77,820.55
01.01.02	OBRAS PRELIMINARES	602.47
01.01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	64,003.93
01.01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	134,098.29
01.01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	1,089,038.57
01.02	ARQUITECTURA	1,238,299.81
01.02.01	MAMPOSTERIA DE LADRILLOS	121,258.57
01.02.02	REVOQUES Y ENLUCIDOS	118,934.60
01.02.03	PISOS	180,313.88
01.02.04	ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS	105,631.10
01.02.05	CARPINTERIA METALICA	83,531.52
01.02.06	CARPINTERIA DE MADERA	178,923.35
01.02.07	VIDRIOS Y CRISTALES	152,446.97
01.02.08	PINTURA	176,966.76
01.02.09	VARIOS	83,411.45
01.02.10	LOBBY	36,881.60
01.03	INSTALACIONES	857,775.78
01.03.01	INSTALACIONES SANITARIAS	239,182.66
01.03.02	INSTALACIONES ELECTRICAS	391,144.22
01.03.03	INSTALACIONES ELECTROMECAICAS	227,448.90
	COSTO DIRECTO	3,461,639.40
	GASTOS VARIABLES	272,200.00
	GASTOS FIJOS	15,961.47
	TOTAL	3,749,800.87

Con el presupuesto de obra inicial podemos ver que al implementar la metodología BIM se tiene un incremento del 3.21% del total de la obra.

Dentro de las ventajas podríamos considerar tener el presupuesto exacto para la ejecución del proyecto, presupuesto con mayor exactitud, Metrados corregidos.

Dentro de las desventajas se podría considerar que el modelar y utilizar la metodología BIM tiene un mayor tiempo para realizarse que un presupuesto base desarrollado en ratios para su ejecución.

Tabla 1

Comparativo en el presupuesto

Tipo de Presupuesto	Cantidad
Presupuesto con Sistema de Mejora Planteado	3'633,208.31
Presupuesto Inicial sin Compatibilización	3'749,800.87
Se utilizaron bases de datos del presupuesto	

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla N°1 se da un comparativo entre el presupuesto tradicional y el presupuesto aplicando este sistema de mejora en el diseño del cual se diferencia en un 3.21% teniendo un incremento debido a las compatibilizaciones que ahora son consideradas dentro de

nuestro presupuesto base lo cual nos ayudará a tener un mejor resultado al gestionar la edificación multifamiliar torre Neyra.

Analizar los procesos constructivos tradicionales y el uso de un diseño compatibilizado

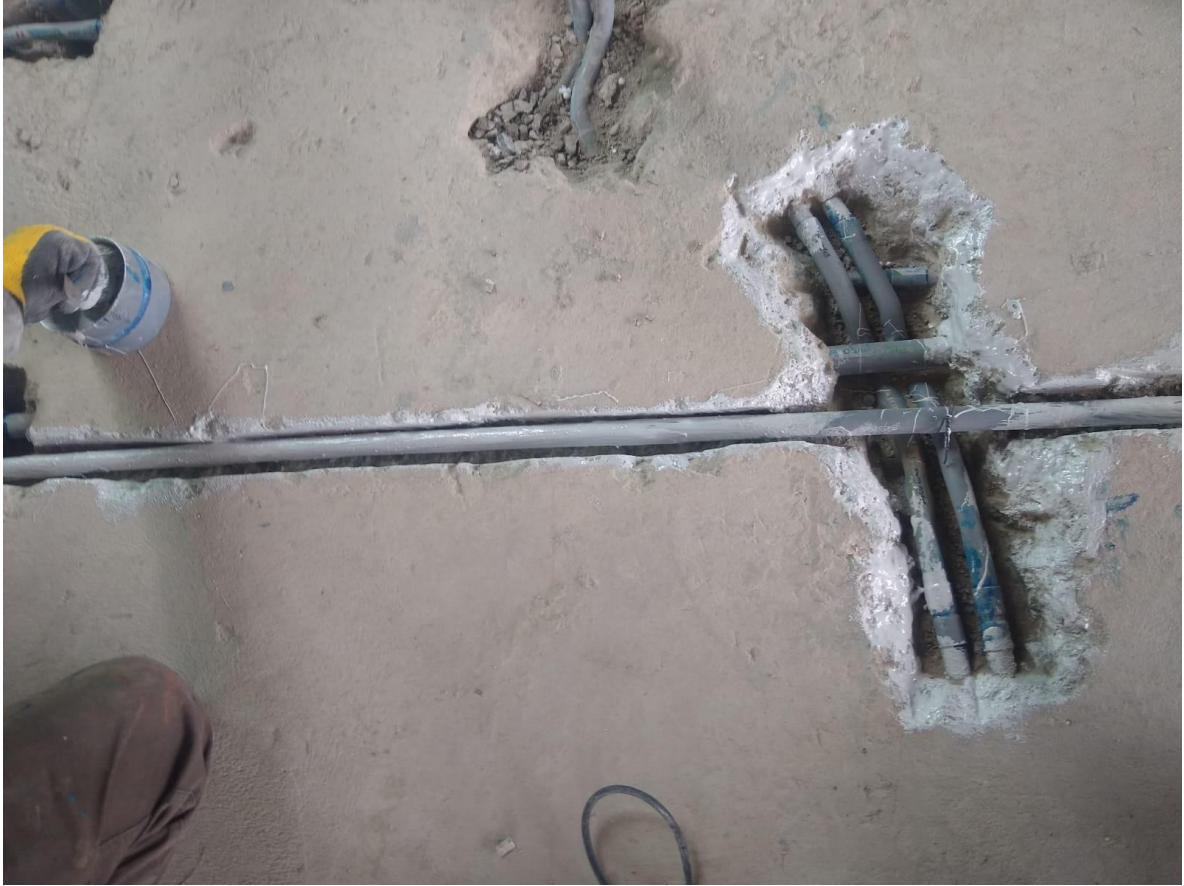
Como se mencionó previamente el método tradicional al ejecutar un proyecto de edificación multifamiliar suele presentar fallas cuando no se tiene la debida programación ni la gestión del proyecto, además de tener interferencias en los planos que serán mencionadas en el siguiente punto.

A continuación, se pueden observar problemas que se generan durante la ejecución por el método tradicional.

Figura 29

Interferencias De Instalaciones Sanitarias con Estructura



Figura 30*Interferencia de Instalaciones Eléctricas en Losa Aligerada*

Como se puede observar durante la ejecución del proyecto se tienen estas interferencias en el método tradicional ya que al no estar compatibilizado se tienen distintos planos que pueden dañar elementos estructurales y que no contemplan un solo producto para todas las especialidades.

En los siguientes puntos se tocará incluso cuanto adicionalmente se llega a consumir en materiales para esto.

Tabla 2
Cuadro de Interferencias

Tipo de Presupuesto	Cantidad	Porcentaje
ESTRUCTURAS	16	33.34%
ARQUITECTURA	8	16.67%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	10	20.83%
INSTALACIONES SANITARIAS	14	29.16%
	48	

En esta Tabla N° 02 podemos apreciar la cantidad de interferencias que se tiene en cada partida y su porcentaje respectivo.

Como se puede analizar el método tradicional ocasiona sobrecostos y demoras en los tiempos de entrega por la diversidad de eventos que puedan llegar a suceder

Figura 31
Lista de gastos en materiales por incompatibilidades

Descripcion	Elemento	PROVEEDOR	Cant	Prec Unit	Total	IGV	Total + IGV
BALON DE GAS DE 5 KG	PISO 1,2,3 TABIQUERIA	COMERCIAL BERRIOS	1.00	19	19.00	3.42	22.42
ACCESORIO DE SANITARIA	PISO 1,2,3 TABIQUERIA	HEIDY S.A.C	1.00	1,024.66	1,024.66	184.44	1,209.10
ACCESORIO DE SANITARIA	PISO 1,2,3 TABIQUERIA	HEIDY S.A.C	1.00	4,639.41	4,639.41	835.09	5,474.50
ACCESORIO DE SANITARIA	PISO 1,2,3 TABIQUERIA	HEIDY S.A.C	1.00	1,134.75	1,134.75	204.26	1,339.01
ACCESORIO DE SANITARIA	PISO 1,2,3 TABIQUERIA	HEIDY S.A.C	1.00	2,242.80	2,242.80	403.70	2,646.50
CHEMA GROUT	MODIFICACIONES	CHEMA	7.00	37.00	259.00	46.62	305.62
Z ADITIVOS	MODIFICACIONES	Z ADITIVOS	1.00	37.00	37.00	6.66	43.66
ACCESORIO DE SANITARIA	PISO 4,5,6 TABIQUERIA	HEIDY S.A.C	1.00	849.58	849.58	152.92	1,002.50
ACCESORIO DE SANITARIA	PISO 4,5,6 TABIQUERIA	HEIDY S.A.C	1.00	2,483.39	2,483.39	447.01	2,930.40
Z ADITIVOS GROUT	TABIQUERIA 2 PISO	ITICSA	1.00	25.17	25.17	4.53	29.70
CHEMA GROUT	TABIQUERIA 2 PISO	ITICSA	3.00	25.17	75.51	13.59	89.10
CHEMA GROUT	TABIQUERIA 2 PISO	ITICSA	3.00	25.17	75.51	13.59	89.10
CHEMA GROUT	TABIQUERIA 5 PISO	ITICSA	1.00	25.17	25.17	4.53	29.70
CHEMA GROUT	TABIQUERIA 4 PISO	ITICSA	1.00	25.17	25.17	4.53	29.70
CHEMA GROUT	TABIQUERIA 5 PISO	ITICSA	3.00	25.17	75.51	13.59	89.10
CHEMA GROUT	TABIQUERIA 5 PISO	ITICSA	2.00	25.17	50.34	9.06	59.40
			29.00	COSTO TOTAL		S/15,389.52	

Como podemos observar en la ilustración N°28, los materiales se genera un costo adicional por estas reparaciones que no se encuentran dentro del presupuesto lo cual nos genera un sobrecosto ya que no debería de gastarse en esos materiales, a esto debemos sumarle la mano de obra y a su vez el tiempo que nos genera este ya que se tiene un cronograma de obra que debe cumplirse.

Reducir sobrecostos generados en obra por incompatibilidades

Dentro de nuestro objetivo principal se tiene el implementar la metodología BIM en la edificación Torre Neyra para optimizar su productividad lo cual resultó de una manera óptima y se resumen en los siguientes puntos:

Según Coloma (2020) Implementación de Metodología BIM en Edificaciones, se tiene un margen de costo del 2% del presupuesto total del proyecto al realizar la implementación de la metodología BIM, pero como hemos podido observar esta inversión llega a recuperarse, comparado al costo de las incompatibilidades y los sobrecostos que generan durante el proyecto.

- Se tiene un aumento del presupuesto del **3.21%** lo cual nos hubiera generado un error mayor al no ser compatibilizado que podía dar la sensación de pérdida.
- Se ahorraría alrededor de **4%** en gastos de materiales innecesarios si se tuviera una buena compatibilización.
- Se llega a cumplir con los tiempos del cronograma de obra sin generar atrasos ni penalidades.

A continuación, se presentarán los resultados del Objetivo Especifico 1 del proyecto 2
(EDIFICIO WILLIAMS)

Implementación de la compatibilización del diseño para reducir incompatibilidades.

Esta edificación multifamiliar cuenta al igual que el Edificio Neyra con 10 pisos, 1 sótano y azotea para los cuales se realizaron las compatibilizaciones ya que se encuentran bastantes interferencias que son resueltas mediante RFI's que se mostraran a continuación en las diferentes partidas.

Figura 32

Foto de Fachada de Torre Williams



Figura 33

Diseño renderizado de Torre Williams



En esta ocasión se cuenta con diseños de renderizado para la fachada como podemos observar en la Figura 33, el cual nos da una idea del diseño arquitectónico final. Sin embargo, no se encuentra con un diseño compatibilizado de todas las especialidades para ello se realizará una compatibilización en los planos de las distintas especialidades.

Figura 34*Incompatibilizaciones con instalaciones sanitarias*

Como podemos observar en la figura 34 dentro de las incompatibilidades con todas las especialidades tenemos que mencionar las que se encuentran en las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas en este caso. Debido a que se tienen diseños de montantes de instalaciones que cruzan elementos estructurales, muros de tabiquería de diferentes dimensiones lo cual no se indica de la misma manera en el plano de arquitectura como en el de estructuras, los cuales son compatibilizados al momento de la ejecución ya que se tiene

una supervisión en campo. Es por ello que en esta propuesta se plantea una optimización en el diseño evitando así dichas incompatibilidades que son desarrolladas mediante un RFI, pero dicho RFI debe ser aprobado por la supervisión teniendo así retrasos durante la ejecución y al tener dichos atrasos se tienen mayores costos al tener horas hombre perdidas, así como los días de ejecución.

Tabla 3*Cuadro de Interferencias*

Tipo de Presupuesto	Cantidad	Porcentaje
Estructuras	12	19.67%
Arquitectura	9	14.75%
Instalaciones eléctricas	22	36.07%
Instalaciones sanitarias	18	29.51%
	61	

Fuente: Elaboracion Propia

En esta Tabla N° 03 podemos apreciar la cantidad de interferencias que se tiene en cada partida y su porcentaje respectivo.

Como se puede analizar el método tradicional ocasiona sobrecostos y demoras en los tiempos de entrega por la diversidad de eventos que puedan llegar a suceder.

incompatibilidades lo cual ocasiona una demora en la ejecución. A su vez dicho planteamiento de mejora en el diseño nos ayuda a mejorar y verificar con exactitud los metrados planteados para nuestros presupuestos de obra los cuales en este caso fueron planteados en base a ratios para proceder a la ejecución.

A continuación, se presentará el objetivo específico 2 del proyecto N°02 (Edificio Williams)

Realizar los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022

Figura 36
Metrados de concreto armado en Torre Williams

Descripción	MONTO DEL CONTRATO			
	Und	Cantidad	P. Unit.	Monto (S/.)
CONCRETO ARMADO				
CIMENTACION ARMADA				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	44.31	26.00	1,152.11
ENCOFRADO	m3	52.21	28.00	1,461.77
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	2,163.98	0.90	1,947.59
VIGA DE CIMENTACION				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	4.34	26.00	112.78
ENCOFRADO	m2	37.70	28.00	1,055.60
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	889.04	0.90	800.14
ZAPATAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	13.89	26.00	361.09
ENCOFRADO	m2	16.51	28.00	462.34
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	499.70	0.90	449.73
MURO ANCLADO				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	59.86	26.00	1,556.30
ENCOFRADO	m2	239.69	48.00	11,504.52
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	4,327.37	0.90	3,894.63
PLACAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	250.69	26.00	6,517.97
ENCOFRADO	m2	2,055.19	35.00	71,931.56
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	29,895.86	0.90	26,906.27
COLUMNAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	29.87	26.00	776.67
ENCOFRADO	m2	235.83	37.00	8,725.80
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	4,838.33	0.90	4,354.50
VIGAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	208.82	26.00	5,429.30
ENCOFRADO	m2	1,411.38	38.00	53,632.52
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	33,820.50	0.90	30,438.45
LOSAS ALIGERADAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	148.26	26.00	3,854.85
ENCOFRADO	m2	1,694.44	18.00	30,499.92
COLOCACION DE VIGUETAS + BOVEDILLA	m2	14,114.69	18.00	254,064.33
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	14,665.26	0.90	13,198.73
LOSAS MAZCISA				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	167.98	26.00	4,367.49
ENCOFRADO	m2	835.46	40.00	33,418.56
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	8,282.36	0.90	7,454.12
ESCALERA				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	41.02	26.00	1,066.62
ENCOFRADO	m2	185.42	40.00	7,416.88
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	2,022.49	0.90	1,820.24
CISTERNA, CUART BOMB , TANQUE ELEVADO				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	144.63	26.00	3,760.46
ENCOFRADO	m2	640.45	40.00	25,618.18
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	41.29	0.90	37.16
TOTAL COSTO DIRECTO				620,049.16

Figura 37
Metrados basados con un sistema de mejora en el diseño Torre Williams

Descripción	MONTO DEL CONTRATO			
	Und	Cantidad	P. Unit. (S/.)	Monto (S/.)
CONCRETO ARMADO				
CIMENTACION ARMADA				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	21.43	26.00	557.18
ENCOFRADO	m3	38.33	28.00	1,073.24
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	2,263.85	0.90	2,037.47
VIGA DE CIMENTACION				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	4.34	26.00	112.84
ENCOFRADO	m2	29.16	28.00	816.48
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	649.62	0.90	584.66
ZAPATAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	62.24	26.00	1,618.24
ENCOFRADO	m2	98.54	28.00	2,753.12
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	2,650.09	0.90	2,385.08
MURO ANCLADO				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	78.03	26.00	2,028.78
ENCOFRADO	m2	289.00	48.00	13,872.00
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	5,897.21	0.90	5,307.49
PLACAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	237.23	26.00	6,167.98
ENCOFRADO	m2	2,270.63	35.00	79,472.05
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	24,761.18	0.90	22,285.06
COLUMNAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	28.74	26.00	747.24
ENCOFRADO	m2	283.26	37.00	10,480.62
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	7,817.04	0.90	7,035.34
VIGAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	199.55	26.00	5,188.30
ENCOFRADO	m2	1,569.34	38.00	59,634.32
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	33,820.50	0.90	30,438.45
LOSAS ALIGERADAS				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	145.48	26.00	3,782.48
ENCOFRADO	m2	1,486.53	18.00	26,757.54
COLOCACION DE VIGUETAS + BOVEDILLA	m2	1,486.53	18.00	26,757.54
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	7,948.83	0.90	7,153.95
LOSAS MAZCISA				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	145.47	26.00	3,782.22
ENCOFRADO	m2	727.40	40.00	29,096.00
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	8,282.36	0.90	7,454.12
ESCALERA				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	16.70	26.00	434.20
ENCOFRADO	m2	135.72	40.00	5,428.80
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	1,582.74	0.90	1,424.47
CISTERNA, CUART BOMB , TANQUE ELEVADO				
CONCRETO FC= 280 KG/CM2	m3	61.19	26.00	1,590.94
ENCOFRADO	m2	262.17	40.00	10,486.80
ACERO FY = 4200 KG/CM2	kg	3,046.86	0.90	2,742.17
TOTAL COSTO DIRECTO				381,493.76

En este caso podemos observar en la partida de Estructuras (Concreto Armado), se tiene una variación de S/. 620,049.16 de los metrados en base a ratios sin especificar los diseños ejecutados y compatibilizados en el diseño con respecto a S/. 381,493.76 con la propuesta de mejora en el diseño debido a que nos saca un metrado más exacto al tener el diseño ya compatibilizado con la especialidad de Estructuras lo cual nos da una diferencia de S/. 238, 555.4

soles lo cual nos representa un 3.84% del presupuesto general en caso no se hiciera una compatibilización previa en los metrados para generar los presupuestos de obra.

Edificación principal:

A continuación, presentaremos el específico 1 la compatibilización en el diseño de este proyecto:

Figura 38

Vista de fachada de Edificación Principal

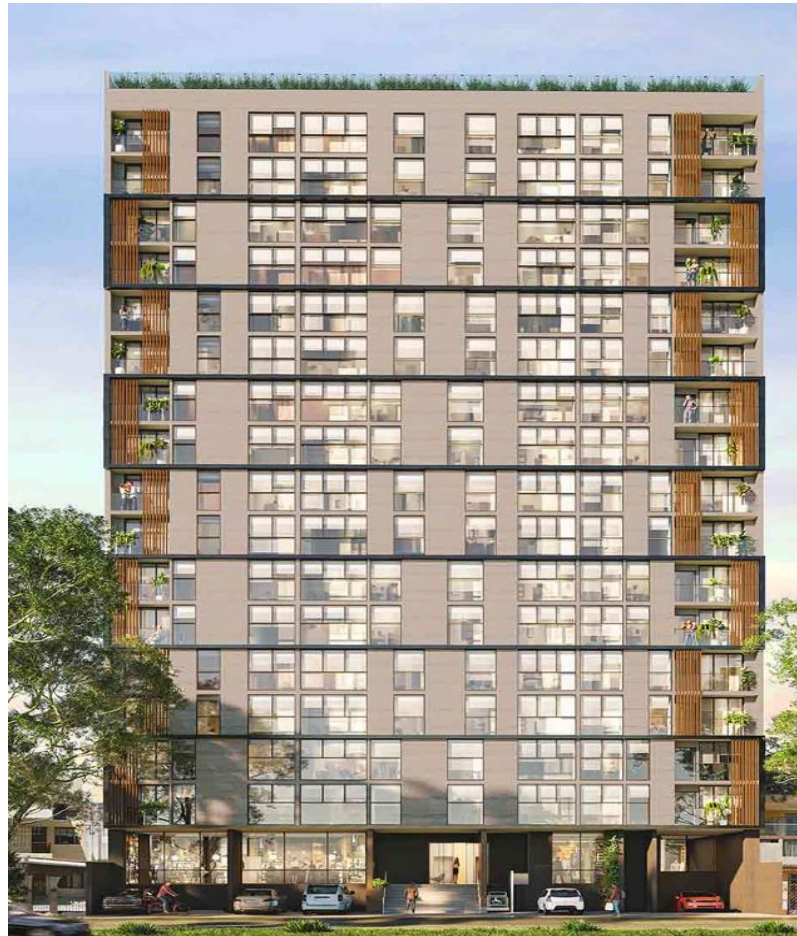
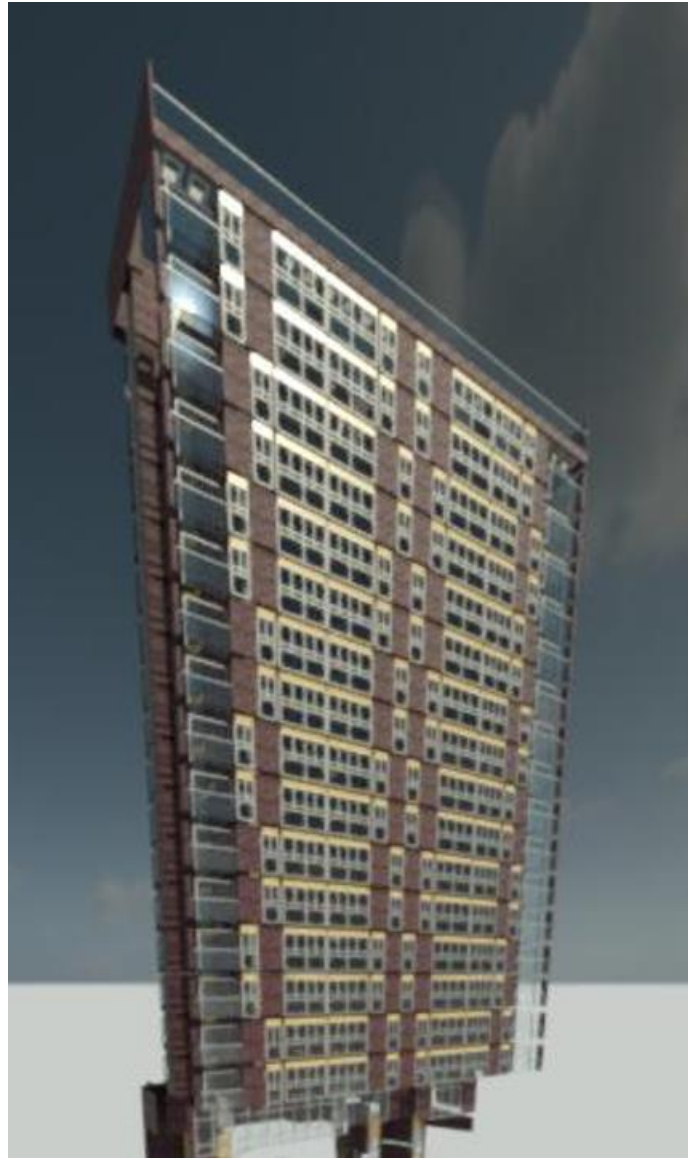


Figura 39

Compatibilización en el Diseño 3D de la edificación Principal



La Ilustración 39 nos muestra la edificación Principal, la cual consta de 17 niveles y 4 sótanos, así como un área común en la azotea para lo cual se está planteando esta propuesta de mejora en el diseño previo a la ejecución de dicha edificación. En este caso se lanzó una ronda de consultas sin embargo no quedaron absueltas el total de las incompatibilidades que presentaba en su diseño, tal como se realizó en la encuesta para la presente investigación donde más del 85% de los profesionales indicaban que no quedaban absueltas todas las incompatibilidades en la ronda de consultas.

En este caso según la ronda de consultas previa a la ejecución del proyecto se tienen las siguientes según las especialidades:

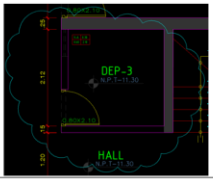
Tabla 4

Ronda de Consultas

Tipo de Especialidad	Cantidad	Porcentaje
Estructuras	26	29.54%
Arquitectura	49	55.68%
Instalaciones eléctricas	9	10.22%
Instalaciones sanitarias	4	4.54%
Total	88	100.00%

Figura 40

Ronda de consultas empleada antes de la ejecución del proyecto

52	ARQUITECTURA		Indicar si el proyecto de iluminación es parte del alcance del presente concurso se solicita plano de iluminación	Es parte del Alcance.	Debe responder el proyectista de REAL EDIFICACIONES.
53	ARQUITECTURA	PLANO DETALLES - FACHADA y PLANOS ARQUITECTURA	Se requiere detalle a considerar para las puertas para Ingreso vehicular, ya que los planos de fachada indican que son enrollables de la marca CASSADO y en el plano de Arquitectura se indica que son seccionables	Las puertas son Seccionables Machimbrada Classic Blanca Residencial, de la Marca Cassado.	Debe responder el proyectista de REAL EDIFICACIONES.
54	ARQUITECTURA	PLANO DETALLES - FACHADA	Favor de confirmar que los muros ciegos que da hacia vecinos terceros solo serán con limpieza básica sin pintura.	Serán tarrajeadas y pintado una sola mano	Debe responder el proyectista de REAL EDIFICACIONES.
55	ARQUITECTURA	PLANOS ARQUITECTURA TR6 ULTIMO	<p>Confirmar que los depósitos llevaran un poyo de concreto, ya que estos están en ambientes cerrados</p> 		Debe responder el proyectista de REAL EDIFICACIONES.
56	ARQUITECTURA	CUADRO DE ACABADOS TR6	El proveedor para la grifería de cocina nos indica que la Mezcladora Trébol de 8 pulgadas cocina al mueble Irs no existe, indicar si se puede considerar MEZCLADORA TREBOL IRIS CROMO DE 8" A LA PARED P/COCINA (DESCO. CERAMICO)	Casinelli nos provee ese modelo y va al mueble, NO pared.	Debe responder el proyectista de REAL EDIFICACIONES.
57	ARQUITECTURA	PLANOS DETALLES - COCINAS	Indicar si el poyo de para el mueble de cocina será de cemento o formara parate del mueble de melamina	Real Edificaciones coloca zocalo de Melamine enchapado con porcelanato, puede ser poyo de Concreto es a criterio del Constructor.	Debe responder el proyectista de REAL EDIFICACIONES.

Resultados del objetivo específico 2:

Realizar los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022

Figura 41
Presupuesto con el sistema de mejora en el diseño

Fórmula	Descripción	COSTO DE 17 PISOS (S/.)
A	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	1,599,139.01
B	ESTRUCTURAS	5,073,945.72
C	ARQUITECTURA	6,393,793.17
D	INSTALACIONES SANITARIAS	869,226.67
E	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1,783,105.19
F	INSTALACIONES MECÁNICAS	326,681.28
G	INSTALACIONES AGUA CONTRA INCENDIO	516,330.27
H	INSTALACIONES DE DETECCIÓN Y COMUNICACIONES	109,354.44
I	INSTALACIONES DE GAS	130,000.00
J	ASCENSORES	710,000.00
	COSTO DIRECTO (no incluye el I.G.V.)	17,511,575.74
	GASTOS GENERALES	
	Variables 11.90%	2,083,728.40
	Fijos 0.49%	85,500.00
	TOTAL (sin I.G.V.)	19,680,804.14
	I.G.V. 16.6%	3,259,955.87
	TOTAL (con I.G.V.) (S/.)	22,940,760.01
	TOTAL (con I.G.V.) DE CONTRATO	S/22,940,760.01

Figura 42

Metrados del presupuesto Base

ITEN	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.UNITARIO S/.	P.PARCIAL S/.	SUBTOTAL S/.
05.01.00	MUROS PANTALLA					
05.01.01	Encofrado de muros de contención	m2	1,132.91	52.00	58,911.37	
05.01.02	Concreto premezclado de 350kg/cm2	m3	206.90	494.06	102,221.71	
05.01.03	Concreto premezclado de 280kg/cm2	m3	227.47	494.06	112,381.00	
05.01.01	Acero corrugado fy=4200kg/cm2	kg	20,708.84	5.37	111,102.91	
05.01.02	Curado	m2	1,132.91	1.64	1,853.25	
05.01.02	Pañeteo para muros anclados	m	1,132.91	8.00	9,063.28	
05.01.03	Encofrado lateral de muros	und	80.80	42.00	3,393.60	
05.01.01	Limpieza y escarificado en encuentro	m	402.40	12.00	4,828.80	
05.01.02	Encofrado de cachimbas	m	125.24	45.00	5,635.80	
05.01.03	Picado de cachimbas	m3	30.30	220.00	6,666.00	
05.01.03	Anclajes postensado en muros pantalla	gib	1.00	128,500.00	128,500.00	
05.01.00	ZAPATAS					
05.01.01	Encofrado	m2	293.23	42.00	12,315.66	
05.01.02	Concreto premezclado de 280kg/cm2	m3	385.14	401.31	154,557.73	
05.01.02	Acero corrugado fy=4200kg/cm2	kg	17,801.71	5.37	95,506.17	
05.01.03	Curado	m2	293.23	1.64	479.67	
05.02.00	CIMENTOS CORRIDOS					
05.02.01	Encofrado	m2	116.80	42.00	4,905.60	
05.02.02	Concreto premezclado de 280kg/cm2	m3	30.21	401.31	12,124.48	
05.02.03	Curado	m2	116.80	1.64	191.06	
05.03.00	VIGAS DE CIMENTACION					
05.03.01	Encofrado	m2	44.69	42.00	1,876.90	
05.03.02	Concreto premezclado de 280kg/cm2	m3	5.59	401.31	2,241.71	
05.03.03	Acero corrugado fy=4200kg/cm2	kg	592.93	5.37	3,181.04	

La figura 42 reporta los metrados con el presupuesto de mejora en el diseño de los proyectos de edificaciones multifamiliares, luego de pasar por la ronda de consultas y los RFI’s previos a la ejecución de este proyecto. Se puede observar además que esta variación influenciará en el presupuesto que se tiene como base.

Figura 43
Presupuesto base de edificación principal

Fórmula	Descripción	COSTO DE 17 PISOS (S/.)
A	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	1,599,139.01
B	ESTRUCTURAS	5,581,340.29
C	ARQUITECTURA	6,865,550.30
D	INSTALACIONES SANITARIAS	869,226.67
E	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1,783,105.19
F	INSTALACIONES MECÁNICAS	326,681.28
G	INSTALACIONES AGUA CONTRA INCENDIO	516,330.27
H	INSTALACIONES DE DETECCIÓN Y COMUNICACIONES	109,354.44
I	INSTALACIONES DE GAS	130,000.00
J	ASCENSORES	710,000.00
	COSTO DIRECTO (no incluye el I.G.V.)	18,490,727.44
	GASTOS GENERALES	
	Variables 11.27%	2,083,728.40
	Fijos 0.46%	85,500.00
	TOTAL (sin I.G.V.)	20,659,955.84
	I.G.V. 16.6%	3,422,143.92
	TOTAL (con I.G.V.) (S/.)	24,082,099.76
	TOTAL (con I.G.V.) DE CONTRATO	S/24,082,099.76

Resultados del objetivo específico 3

Evaluar el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022

Como lo indica nuestro objetivo específico 3 se tiene un impacto en los costos del presupuesto cuando se tiene el sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares en este caso se tiene que hay una diferencia de S/ 1,141,339.75 lo cual representa un **4.98%** con respecto a nuestro presupuesto ya realizado con un sistema de mejora.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Interpretación Comparativa

La implementación de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares que se tiene como objetivo específico 1 nos ayuda de manera significativa a reajustar nuestro presupuesto base y verificar metrados que se pudieron corregir ya que, en el presupuesto inicial, se tienen metrados basados en ratios de otras edificaciones multifamiliares sin embargo podemos concluir que una de las limitaciones de esta investigación es que solo abarca en edificaciones multifamiliares.

En la presente investigación, de qué manera la propuesta de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares optimiza costos en el distrito de Surquillo, Provincia de Lima 2022. Para ello tenemos que en la tabla N°3 se tiene la implementación de un sistema de mejora en el diseño al proyecto y se tiene como resultado un incremento de nuestro presupuesto total en un 3.21% ya que se tiene mayores consideraciones, y un metrado preciso para nuestro presupuesto así ahorrando tiempo y costo durante la ejecución; Según Julcamoro (2018) tiene un incremento del 4.82% entre su presupuesto actualizado y su presupuesto Revit teniendo así un incremento en el presupuesto.

Se pueden observar las compatibilizaciones que se hacen en el programa de Revit y al compararlas con los planos aprobados en AutoCAD estos presentan varias fallas las cuales se mostraron en las figuras mencionadas anteriormente que al ser compatibilizados previamente no se tiene ningún problema durante la ejecución.

A partir de los hallazgos encontrados se tiene que la implementación de un sistema de mejora en el diseño puede ser óptima para el proyecto ya que termina siendo un error no aplicarla según Cerón (2017) resulta ser una pérdida no aplicarla, incluso afirma que aumenta la efectividad en la gestión de proyectos.

En esta investigación se tiene como objetivo específico 2 realizar los metrados con un sistema de mejora en edificaciones multifamiliares para optimizar los costos en el presupuesto y en el caso de nuestro proyectos tenemos una variación del **3.84%** con respecto a los metrados compatibilizados con un sistema de mejora en su diseño y además de ello los planos de las diferentes especialidades llega a afectar hasta un 5% del presupuesto total según Moreno, L. (2019) “Análisis de sobrecostos presentados en los proyectos” y hasta en un 13% del presupuesto total durante la ejecución, lo cual nos indica que si no se cuenta con una correcta gestión de proyectos y sobre todo con un sistema de mejora en nuestros diseños de edificaciones multifamiliares seguiremos obteniendo sobrecostos que no se encuentran en los presupuestos dejando así un margen menor de rentabilidad en la construcción.

Para evaluar nuestro objetivo específico 3 y saber cuál fue el impacto en el costo de nuestros proyectos utilizando el sistema de mejora en el diseño podemos observar que según nuestras tablas y resultados se tiene incrementos de **3.21%** hasta **3.84%** en el presupuesto y que, al utilizar el sistema de mejora y la compatibilización de planos de las especialidades nos ayuda a disminuir los sobrecostos en el presupuesto, además que se tiene un resultado más certero de cuánto realmente será el monto para poder ejecutar nuestros proyectos. En casos como lo indica Durand, J (2017) en su tesis titulada Aplicación de la metodología BIM para optimizar costos en

la construcción del hotel aeropuerto en el Callao – 2016 nos dice que Los resultados obtenidos de esta etapa que al planificar y diseñar los proyectos completos antes de iniciar la etapa de la ejecución y es por lo que haber utilizado el proceso del diseño preferido en (tecnología BIM) es posible mejorar el ahorro total del costo del proyecto. El cual se logró un ahorro de S/. 760,396.76 soles que vendría hacer el 2.82% del valor del contrato de la obra.

Limitaciones

Podemos indicar que dentro de las limitaciones de la presente investigación se tiene las fuentes documentarias de ingeniería, las cuales deben ser relevantes con nuestra variable dependiente e independiente. A su vez indicar que la información de los proyectos mostrados es de fuente propia ya que se tuvo el trabajo de campo de estar en cada una de las edificaciones mostradas durante todo el tiempo de la ejecución de las edificaciones multifamiliares.

Por lo tanto, se sabe que la mayoría de estos proyectos utilizan la metodología fast track para la ejecución de las edificaciones quiere decir, que suelen ejecutarse una vez que los planos son aprobados por la municipalidad y esta revisado por los expertos de las diferentes especialidades. Sin embargo, en esta investigación se demuestra que se necesita realizar una compatibilización previa a la ejecución de los proyectos debido al gran impacto que se tiene y sobrecostos generados durante la construcción de un proyecto incompatibilizado.

Para el juicio de expertos mostrado en la presente investigación se recopiló la información de todos los ingenieros encargados de los proyectos mencionados, lo cual resulta en muchos casos siendo una limitación ya que se necesita abarcar la mayoría de los responsables de

la ejecución de estos proyectos; los cuales tenían dichas fallas o sobrecostos mencionados en el proyecto y no suelen ser comentados frecuentemente entre la mayoría de los profesionales a cargo. Además, comentar que la implementación de un sistema de mejora en el diseño implicaría un presupuesto adicional previo a la ejecución de los proyectos; que en algunos casos las empresas no desean porque los gastos del proyecto suelen pagarse mediante las valorizaciones presentadas por el avance de un proyecto.

4.2 Conclusiones

Del primer específico, se puede concluir que nuestra propuesta por realizar una compatibilización entre las especialidades nos ayuda a verificar los incrementos de **(3 a 5%)** de nuestro presupuesto inicial, para reducir interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022. Se realiza la compatibilización para reducir interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

Del segundo específico, la ejecución de un proyecto compatibilizado en sus diferentes especialidades en el diseño con la metodología BIM se nos hará más accesible durante el ciclo de vida del proyecto. Podemos concluir que si se obtienen los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares podemos obtener metrados más certeros y precisos en nuestros proyectos de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.

Del tercer específico, se llega a implementar el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares optimizando así los costos con respecto al presupuesto inicial teniendo así una

variación del presupuesto de hasta S/. 238,555.4 soles con respecto al presupuesto base, con lo cual podemos concluir que si se tiene un sistema de mejora en el diseño para realizar la compatibilización de planos de las especialidades. Lo cual nos brindará metrados más certeros que los de nuestro presupuesto base y esto nos indica que si se obtiene una optimización de costos como lo indica nuestro objetivo específico 3 de nuestros proyectos de edificaciones multifamiliares.

Recomendaciones

- Para la implementación de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares previa a su ejecución se necesita con anticipación los planos de las diferentes especialidades del proyecto inmobiliario. Sin embargo, no muchas empresas esperan realizar una compatibilización de especialidades antes de la ejecución de sus proyectos porque tienen fechas de entrega con tiempo limitado y pactos ya acordados los cuales deben cumplirse a tiempo. Y en la mayoría de casos estas aprobaciones de especialidades y licencias suelen demorar más de lo previsto. Es por ello que se recomienda que todo el equipo de staff que va a ejecutar una edificación multifamiliar pueda realizar la compatibilización de planos o que se tenga una persona encargada que realice dicha compatibilización, pero se necesita hacer el seguimiento respectivo durante la ejecución.
- Al realizar un trabajo de investigación que realiza la implementación de una metodología distinta a la tradicional o presenta una mejora en el diseño, suele no tomarse en cuenta al momento de ejecutarse si la metodología presentada no es del conocimiento de todos los responsables de los proyectos, por ende, la información que se puede obtener es mediante

capacitaciones y comparativos que se conocen al momento de ejecutar las edificaciones multifamiliares.

- En este proyecto de investigación se verifica que se tiene una optimización de costos por la compatibilización de las diferentes especialidades, sin embargo, este cambio necesita verse reflejado en el presupuesto del proyecto que muchas veces es presentado mediante ratios para la pronta ejecución de la edificación los cual nos da una falsa información sobre el gasto real que se tendrá durante la ejecución de las edificaciones multifamiliares.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara Rojas, V. (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM. (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú)
- Apaza, J. (2015). Aplicación de metodología BIM para mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna. (Tesis de pregrado, Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú).
- Almeida, A. (2018). BIM en el Perú. Universidad de Lima
- Barco, D. (2018). Guía para implementar y gestionar proyectos BIM, *COSTOS*,1, pp.17-25
- Bances, P. y Falla, S. (2015). La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar “los claveles” en Trujillo-Perú. (Tesis de pregrado Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.)
- BIMnD. (2017). ¿Qué es LOD en la metodología BIM? 2020, de BIMnD Sitio web: <https://www.bimnd.es/lod-la-metodologia-bim/>
- Calcagno F. (2018). BIM - Las curvas de decisión - Miller&Co - Ing. Fabián Calcagno
- Caparó, M. (2016). Aplicación de la Tecnología BIM a la gestión integral en la Elaboración de Proyectos de Construcción de Edificaciones, caso: Edificio Huertas. (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú).
- Chirinos, L. y Pecho, J. (2019). Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar DUPLO para optimizar el costo establecido. (Tesis de postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú).

- Cerón, I. & Liévano, D. (2017) Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto. Universidad Católica de Colombia
- Coloma Poma, E. (2020) Implementación del BIM en Proyectos de Edificación y Obra Civil según la ISO 19650.
- Contreras Socarrás, J. & Garzón Burgos, Y. (2018). Integración entre building Information Modeling y Project Management Institute como propuesta metodológica para la gestión de proyectos
- Campagna, W. (2019) Una ojeada a la metodología BIM. Universidad Javeriana Cali, Valle del Cauca, Colombia
- Dongping, C., Guangbin, W., Heng, L., Skitmore, M., Huang, T., y Zang, W. (2015). Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China. ELSEVIER,20,2,113-132.
- Durand, J. (2017). Aplicación de la metodología BIM para optimizar los costos en la construcción del hotel aeropuerto en el Callao -2016. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú).
- Espinoza, J. y Pacheco, E. (2014). Mejoramiento de la Constructibilidad mediante herramientas BIM. (Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú).
- Encalada, S. (2016). Aplicación de la tecnología BIM en la gestión de la construcción y análisis de los beneficios del modelamiento 4d-5d (tiempo-costos) en un edificio de 9 pisos en la ciudad de Arequipa. (Tesis de pregrado, Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú).

- Fustamante Huamán, M. (2014). Implementación del sistema integrado BIM - Lean- Green (BLG) en la fase de diseño de proyectos de construcción (Tesis de Titulado, Universidad de Cajamarca, Perú)
- Gómez, Sergio (2012). Metodología de la investigación. Editorial Red Tercer Milenio.
- Gonzales, C. (2015), "Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas". (Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España).
- Julcamoro, M. (2018). Implementación de la metodología BIM con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del gobierno regional de Cajamarca. (Tesis para licenciatura, Universidad Privada del Norte, Perú)
- Kunz, Jhon & Fischer, Martín. (2009). Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions.
- Mojica Arboleda, A. & Valencia Rivera, D. (2012). Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá, de Pontificia Universidad Javeriana
- Murcio Juárez, M. (2013). Análisis Y Diseño Estructural Utilizando Modelo BIM, Universidad Nacional Autónoma de México
- Miñin, F. (2018). Implementación del BIM en el Edificio Multifamiliar "Fanning" para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores - Lima 2018. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú).
- Mojica, A. (2016). Planificación y control de proyectos aplicando "Building Information Modeling" un estudio. Universidad Autónoma de Yucatán, 20, 1, 34-45.

Nassar, K. (2010). The Effect off Building Information Modeling on the Accuracy of Estimates.

The sixth annual AUC research conference. American University in Cairo. 6, 6, 20-29.

Norma E.020 Norma Técnica de Edificación. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2009)

Oblitas, J. (2018). Guía de investigación científica 2018, Lima: Universidad Privada Del Norte

Pacheco, P. & Sopla, O. (2019). Propuesta de implementación de la tecnología BIM como herramienta en la planificación de la construcción en la segunda etapa del conjunto residencial paseo victoria en la ciudad de lima – Chorrillos. (Tesis de Licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego)

Pucko, Z. (2014). Building Information Modeling Based Time and Cost Planning in Construction Projects. Organization, technology and management in construction, 1.6, 958-971.

Resolución Ministerial N°42. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2019)

Romero, L. (2020). Importancia de la sección materiales y métodos en los artículos científicos. Revista Comunicar. <https://doi.org/10.3916/escuela-de-autores-120>

Sacks, R, Liston, K. (2011). BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers Engineers, And Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Saldías, R. (2010). Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM. Chile. (Tesis de licenciatura, Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile).

- Sampieri, R. (2010). Metodología de la investigación. Ciudad de México: Interamericana Editores.
- Santamarta, J. y Mas, J. (2018). BIM, realidad aumentada y técnicas holográficas aplicadas a la construcción. Anales de edificación, 4, 1, 27-36.
- Taboada, J., Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R. y Diego, J. (2011). Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM. Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográfica (UNMSM). 14, 28, 34-45.
- Ulloa K, & Salinas, J. (2013). Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan, (Tesis para licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú)

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
<p style="text-align: center;">Problema General</p> <p>¿De qué manera la propuesta de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares puede optimizar costos en el distrito de surquillo, provincia Lima, 2022?</p>	<p style="text-align: center;">Objetivo general</p> <p style="text-align: center;">Analizar de qué manera la propuesta de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares optimiza costos en el distrito de Surquillo, Provincia de Lima 2022.</p>	<p style="text-align: center;">Hipótesis general</p> <p>La implementación de una propuesta de un sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares para optimizar costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.</p> <p style="text-align: center;">HN: No evaluar el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora</p>	<p style="text-align: center;">Variable independiente: Sistema de Mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, Provincia Lima, 2022.</p> <p style="text-align: center;">Variable dependiente: Optimización de costos en edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, Provincia Lima, 2022.</p>

		en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.	
Problema específico 1: ¿Cuál es el procedimiento para reducir las interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022?	Objetivo específico 1: Realizar una compatibilización para reducir interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022	Hipótesis específica 1: HA: Se realiza la compatibilización para reducir interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022. H0: No se realiza la compatibilización para reducir interferencias que se dan en el diseño de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.	

<p>Problema específico 2:</p> <p>¿Cómo influye los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022?</p>	<p>Objetivo específico 2:</p> <p>Realizar los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022</p>	<p>Hipótesis específica 2:</p> <p>HA: Se realiza los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.</p> <p>H0: No se realiza los metrados al usar un sistema de mejora en las edificaciones multifamiliares para optimizar sus costos en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022.</p>	
---	---	--	--

Problema específico	Objetivo específico 3:	Hipótesis específica 3:	
3: ¿Cuál es el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022?	Evaluar el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo, provincia Lima, 2022	H0: Evaluar el impacto de costos generados por la compatibilización de planos utilizando el sistema de mejora en el diseño de edificaciones multifamiliares en el distrito de Surquillo,	

Anexo 2

Matriz de operacionalización de variable

Vari able	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimen siones	Indicadore s	Ni vel o Rango	Instru mento de Medición
Siste ma de Mejora en el Diseño	Alcántara Rojas, V. (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM.	Con el uso de tecnologías BIM se puede realizar un sistema de mejora en el diseño con el fin de minimizar incompatibilidades y minimizar retrabajos durante el proceso constructivo	diseño	-Diseño de Especialidades -Cantidad de incompatibilidades	Ni vel Aplicativo	Análisi s de recolección de datos mediante checklist
Opti mización de Costos	(Beltrán, 2012 pág. 3) Es el valor que representa el monto total de lo invertido en tiempo,	para lograr una optimización de costos se evidenciará al comparar los metros y presupuesto de las	costos por interferencias	Incompatibi lidades encontradas Análisis de Precios unitarios		

	dinero y esfuerzo para comprar o producir un bien o un servicio	edificaciones multifamiliares con el sistema de mejora planteado.	costos por mayores metros	Comparativ o en presupuestos por partidas de ejecución en el proyecto.		
--	---	---	---------------------------	--	--	--

Anexo 3

Cuadro detallado del análisis estadístico KR-20

Individuos	PREGUNTAS										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	6
2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8
3	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	7
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9
5	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	5
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
9	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	7
10	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9
11	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4
12	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
13	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	5
14	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	6
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Totales	11	8	10	12	12	13	8	11	12	7	
p	0.73	0.53	0.67	0.80	0.80	0.87	0.53	0.73	0.80	0.47	
q	0.27	0.47	0.33	0.20	0.20	0.13	0.47	0.27	0.20	0.53	
p*q	0.20	0.25	0.22	0.16	0.16	0.12	0.25	0.20	0.16	0.25	
$\Sigma(p*q)$	1.96										
σ^2	5.35										
K	10										

Donde:
 K = Número de ítems del instrumento
 p= Porcentaje de personas que responde correctamente cada ítem.
 q= Porcentaje de personas que responde incorrectamente cada ítem.
 σ^2 = Varianza total del instrumento

$$r_{kr20} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right)$$

$$\left(\frac{k}{k-1} \right) > 1.11$$

$$\left(1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right) > 0.63$$

KR-20	Interpretación
0,9 - 1	EXCELENTE
0,8 - 0,9	BUENA
0,7 - 0,8	ACEPTABLE
0,6 - 0,7	DEBIL
0,5 - 0,6	POBRE
< 0,5	INACEPTABLE

KR-20	0.71
-------	------

Fuente Elaboración Propia

Se tiene el análisis estadístico (0.71) dando una confiabilidad aceptable según tabla KR-20. Por lo tanto, nuestro índice de análisis estadístico KR20 está dentro del rango aceptable de 0.7 a 0.9.

Anexo 4

Instrumento de recolección de datos vacío

FORMULARIO PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MEJORA EN EL DISEÑO DE EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES

CHECKLIST CAPITULO 3.1

Nombre

Texto de respuesta breve

1. Es de su conocimiento el proceso constructivo de los proyectos de edificaciones multifamiliares?

Sí

No

2. Usted en la mayoría de proyectos ¿ha recibido planos compatibilizados del proyecto en ejecución?

Sí

No

3. Consideraría que los planos no cuentan con modificaciones durante su ejecución?

- Sí
- No

4. Consideraría que se puede realizar un diseño de mejora que optimice los costos de las edificaciones multifamiliares?

- Sí
- No

5. Es posible la optimización de costos de un proyecto durante su ejecución?

- Sí
- No

6. Las metodologías de tecnología emergentes actuales influyen de manera positiva en los proyectos?

- Sí
- No

7. Consideraría que se puede mejorar el proceso constructivo tradicional en los proyectos de edificaciones multifamiliares?

- Sí
- No

...

8. Actualmente, Sus proyectos cuentan con un sistema de gestión incorporado?

- Si
- No
- No, pero esta siendo incorporado actualmente

9. Actualmente, de tener planos compatibilizados en el diseño, consideraría que todas las incompatibilidades son resueltas en la ronda de consultas previa?

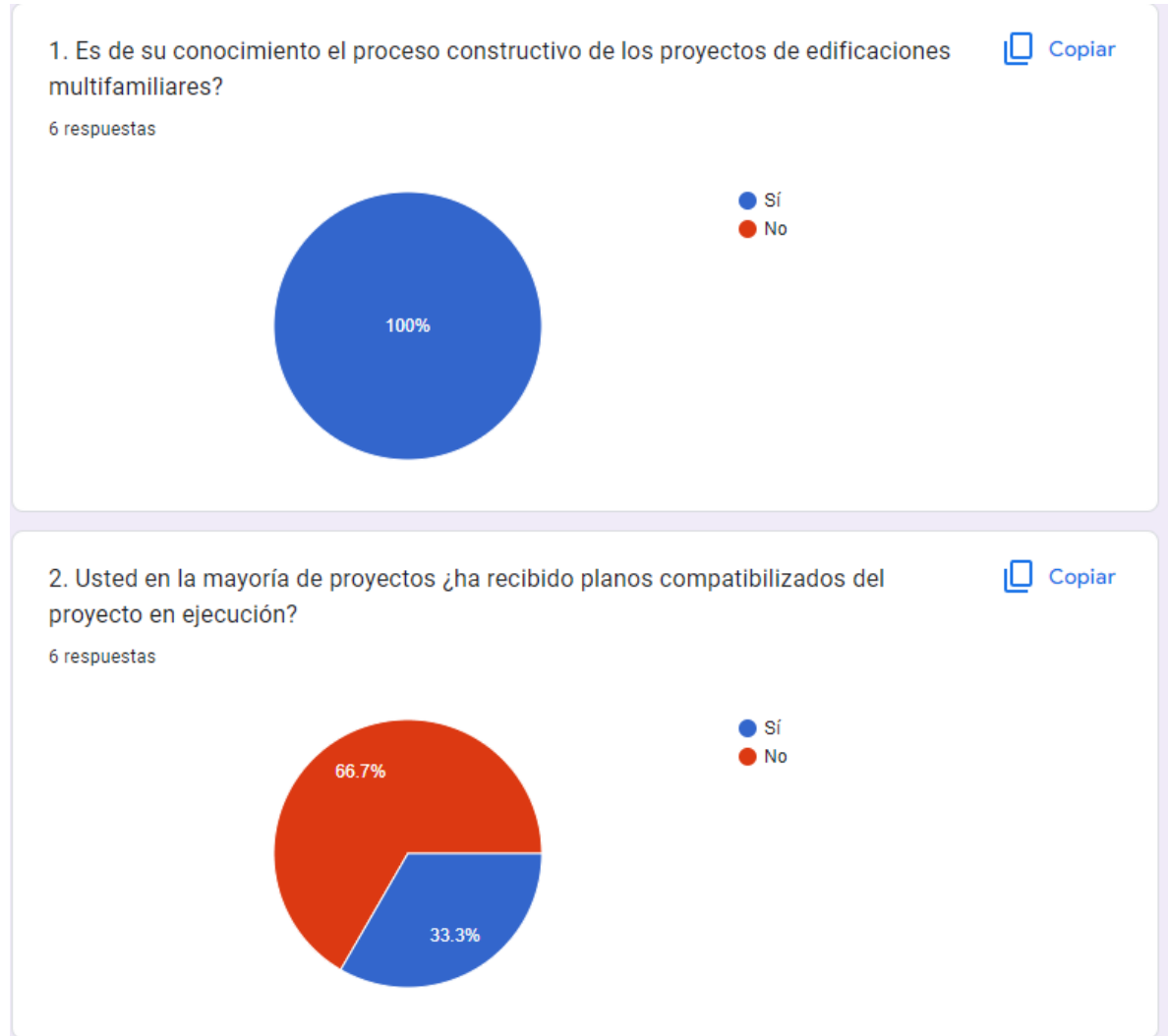
- Sí
- No

10. Consideraría que influye de manera positiva la implementación la metodología BIM en los proyectos de construcción?

~

Anexo 5

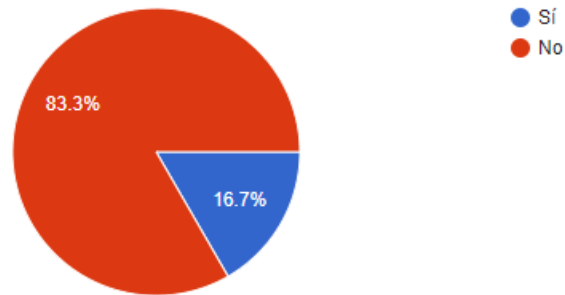
Control de resultados estadísticos



3. Consideraría que los planos no cuentan con modificaciones durante su ejecución?

[Copiar](#)

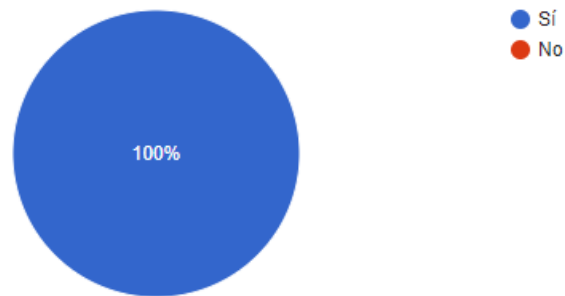
6 respuestas



4. Consideraría que se puede realizar un diseño de mejora que optimice los costos de las edificaciones multifamiliares?

[Copiar](#)

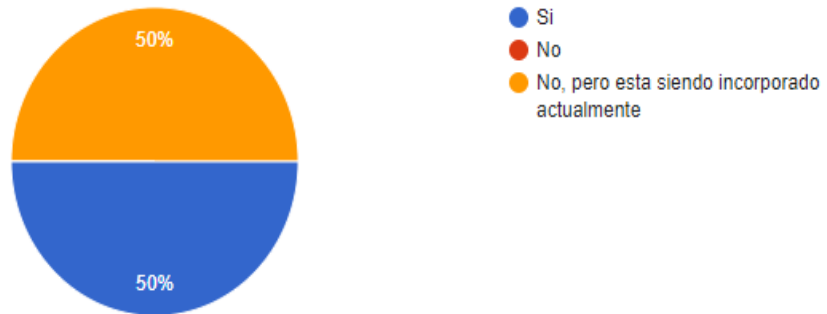
6 respuestas



8. Actualmente, Sus proyectos cuentan con un sistema de gestión incorporado?

 Copiar

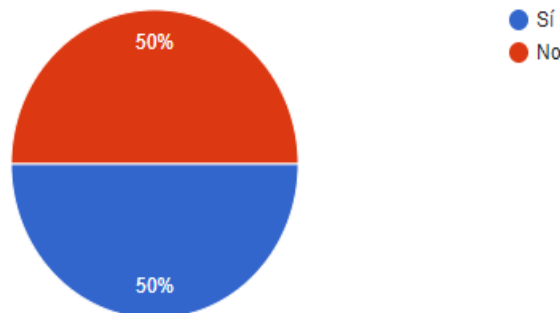
6 respuestas



9. Actualmente, de tener planos compatibilizados en el diseño, consideraría que todas las incompatibilidades son resueltas en la ronda de consultas previa?

 Copiar

6 respuestas



Anexo 6

Formato de ficha de evaluación del instrumento de investigación juicio de expertos

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

Apellidos y Nombres: Osorio Chumpime Jorge Enrique
 Grado Académico: Ingeniería Civil
 Institución que labora: Red Edificaciones
 Título de la Investigación: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MEJORA EN EL DISEÑO DE EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES PARA OPTIMIZAR COSTOS EN EL DISTRITO DE SURQUILLO, PROVINCIA LIMA, 2022


CRITERIO DE APLICABILIDAD:

- a) Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- b) Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- c) Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- d) Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- e) Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy Bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					95%
Objetividad	Está formulado con conductas observables					95%
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					90%
Organización	Existe organización y lógica					90%
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				85%	
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio				80%	
Consistencia	Basado en el aspecto teórico - científico y del tema de estudio					95%
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables					90%
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					95%
Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					90%
SUB TOTAL						
TOTAL						90.5%

Valoración Cuantitativa (total x 0.10): 90.5%
 Valoración Cualitativa: Aplicable
 Opinión de Aplicabilidad: El instrumento cumple con los estándares.

Lugar y fecha:


 Firma del Experto
 DNI: 40921434
 CIP: 111076

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
 JUICIO DE EXPERTOS

 Apellidos y Nombres: ENRIQUEZ COTRINA SARA JOHANA
 Grado Académico: INGENIERO CIVIL
 Institución que labora: REAL EDIFICACIONES O.A.C.
 Título de la Investigación: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MEJORA EN EL DISEÑO DE EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES PARA OPTIMIZAR COSTOS EN EL DISTRITO DE SURQUILLO, PROVINCIA LIMA, 2022
 CRITERIO DE APLICABILIDAD:

- Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Buena 41% - 60%	Muy Buena 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X 80'	
Objetividad	Está formulado con conductas observables				X 80'	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					X 95'
Organización	Existe organización y lógica					X 93'
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					X 95'
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio					X 92'
Consistencia	Basado en el aspecto teórico - científico y del tema de estudio				X 80'	
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables				X 80'	
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					X 95'
Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					X 95'
SUB TOTAL						
TOTAL						88.5'

 Valoración Cuantitativa (total x 0.10): 89.7'
 Valoración Cualitativa: aplicable
 Opinión de Aplicabilidad: El instrumento cumple con los estándares presentados

Lugar y fecha:


 SARA JOHANA
 ENRIQUEZ COTRINA
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIPN° 158112

 Firma del Experto
 DNI: 45484519

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

Apellidos y Nombres: Elsa María Urpay Torres
 Grado Académico: Ingeniero Civil
 Institución que labora: Real Edificaciones
 Título de la Investigación: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MEJORA EN EL DISEÑO DE EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES PARA OPTIMIZAR COSTOS EN EL DISTRITO DE SURQUILLO, PROVINCIA LIMA, 2022
 CRITERIO DE APLICABILIDAD:

- a) Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- b) Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- c) Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- d) Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- e) Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Buena 41% - 60%	Muy Buena 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					90%
Objetividad	Está formulado con conductas observables				90%	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					95%
Organización	Existe organización y lógica					90%
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					95%
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio				90%	
Consistencia	Basado en el aspecto técnico - científico y del tema de estudio					95%
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables					90%
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					90%
Consistencia	Genera nuevas posturas para la investigación y construcción de teorías.					95%
SUB TOTAL						
TOTAL						90%

Valoración Cuantitativa (total x 0.10): 90%

Valoración Cualitativa: Aplicable

Opinión de Aplicabilidad: Si se cumple con los requisitos del instrumento para realizar la investigación.

Lugar y fecha...Lima, abril 2022.....



DNI: 41888642