

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACION LAST PLANNER SYSTEM CON BIM EN EL MARCO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CONTROL DE COSTOS, EN EL PROYECTO MULTIFAMILIAR CENTRAL HOME 20 PISOS, UBICADO EN LIMA 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Darwin Javier Mamani Nunta

Lutswing Ral Carrera Uwak

Asesor:

Mg. Ing. Jvan Jovanovic Aguirre

<https://orcid.org/0000-0003-1609-1704>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	JOSE LUIS NEYRA TORRES	21454204
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	RUBEN KEVIN MANTURANO CHIPANA	46905022
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	NEICER CAMPOS VASQUEZ	42584435
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

IMPLEMENTACION LAST PLANNER SYSTEM CON BIM EN EL MARCO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CONTROL DE COSTOS, EN EL PROYECTO MULTIFAMILIAR CENTRAL HOME 20 PISOS, UBICADO EN LIMA 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
2	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%
3	ITALPCER INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Instalación y Represamiento de la Laguna Estanco y Sistema de Riego por Aspersión en las Comunidades Campesinas de San Pedro de Racco - Quiulacocha. Distrito de Simón Bolívar - Pasco - Pasco-IGA0013828", R.D.G. N° 121-2018-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021 Publicación	1%
4	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	editeca.com Fuente de Internet	

DEDICATORIA

A mi madre Virginia Uwak Caicat, quien confió desde el primer día en mí, a pesar de sus escasos recursos ha estado conmigo siempre apoyándome; A mis hijos Virginia Carrera Marchena, Lutswing Ralph Carrera Palacios, Isaí Williams Carrera Palacios y Genesis Carrera Palacios, quienes han sido mi mayor motivo para continuar con mi objetivo profesional; Al Ing. Edgar Vincés Pérez quien me brindó un gran cariño, darme los mejores consejos como un padre y por haber sido un gran mentor para mi crecimiento profesional.

Carrera Uwak, Lutswing Ral

A Dios por haber estado conmigo en cada instante de mi vida brindándome salud para poder lograr mis objetivos, asimismo de su infinita bondad y amor. A mi padre Leoncio Mamani Laura, mi madre Pilar Nunta Nube, a mi hermano Vadir Mamani Nunta, quienes siempre estuvieron conmigo alentándome en todo.

Mamani Nunta, Darwin Javier

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento principal es a Dios quien me ha dado salud, fortaleza para seguir adelante en mi crecimiento profesional y personal. A mi asesor Ing. Jvan Jovanovic, quien se comprometió en darnos los mejores asesoramientos, quien a pesar de su fuera del horario laboral siempre estuvo dispuesto a ayudarnos para poder culminar con buen objetivo nuestra Investigación.

Carrera Uwak, Lutswing Ral

A Dios, por darme la vida, las bendiciones necesarias y la fuerza de perseverar para alcanzar este objetivo, y por todo esto y mucho más te lo agradezco Padre. A mi asesor Ing. Jvan Jovanovic, por su conocimiento, tiempo, dedicación y paciencia para llevar a cabo la presente investigación.

Mamani Nunta, Darwin Javier

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS	32
CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS	56
ANEXOS.....	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Metrados sectorización de sótanos.....	34
Tabla 2	Metrados sectorización del 2do al 20vo nivel.....	34
Tabla 3	Metrados de concreto en sub estructura.....	40
Tabla 4	Metrados de concreto en elementos de la superestructura.....	41
Tabla 5	Análisis de incompatibilidades en el proyecto.....	42
Tabla 6	Costo directo de estructuras - BIM	44
Tabla 7	Análisis comparativo de plazos LPS vs tradicional	47
Tabla 8	Análisis comparativo de costos BIM vs tradicional	48
Tabla 9	Reporte de incompatibilidades BIM	62
Tabla 10	Validación de juicio de expertos.....	65
Tabla 11	Matriz de consistencia.....	67
Tabla 12	Operacionalización de variables	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	BIM en el ciclo de vida de un proyecto.....	19
Figura 2	Influencia del tiempo del CAD vs BIM	21
Figura 3	Ubicación de muestra de estudio.....	28
Figura 4	Procedimiento de aplicación de metodología BIM	30
Figura 5	Sectorización elementos horizontales	32
Figura 6	Sectorización elementos verticales.....	33
Figura 7	Cronograma de obra con sistema LPS	35
Figura 8	Look Ahead - semana 8, 9, 10 y 11.....	36
Figura 9	Análisis de restricciones.....	37
Figura 10	Curva de PPC acumulado.....	38
Figura 11	Modelado estructural de subestructura - Central Home.....	39
Figura 12	Modelado de superestructura - Central Home.....	40
Figura 13	Incompatibilidades encontradas en el diseño	43
Figura 14	Control de proceso constructivo.....	60
Figura 15	Vista panorámica de la obra – Central Home.....	60
Figura 16	Verificación de elementos verticales en obra.....	61
Figura 17	Cronograma de obra tradicional	61
Figura 18	Plano de sectorización	66

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la implementación Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos, en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Por otro lado, la metodología tuvo un enfoque cuantitativo con diseño no experimental explicativo, cuyo procedimiento se realizó en una obra de edificación tipo multifamiliar de 20 niveles, a través de la metodología LPS en conjunto con BIM, para mejorar la productividad y control de costos y tiempo del proyecto.

Dentro de los resultados de la investigación, se obtuvo una disminución del 2.15% en el costo directo respecto al presupuesto tradicional y se logró una optimización de 22 días respecto del cronograma tradicional; respecto a la especialidad de estructuras del proyecto. Finalmente, la variación de productividad presentó influencia positiva, partiendo desde la optimización del factor tiempo en más del 20% de días del plazo inicial.

En conclusión, se determinó que la productividad y control de costos implementando LPS con BIM fue favorable, tanto el plazo de ejecución como el costo del proyecto; debido que tuvieron una variación positiva, lo que garantiza el uso de esta metodología en futuras investigaciones.

PALABRAS CLAVES: Last Planner System, metodología BIM, productividad, control de costos, edificaciones.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the influence of the Last Planner System implementation with BIM in the framework of productivity and cost control, in the Central Home 20-story multifamily project, located in Lima 2023.

On the other hand, the methodology had a quantitative approach with an explanatory non-experimental design, the procedure of which was carried out in a 20-story multi-family building project, through the LPS methodology in conjunction with BIM, to improve productivity and cost control and project time.

Within the results of the research, a 2.15% decrease in the direct cost was obtained with respect to the traditional budget and an optimization of 22 days was achieved with respect to the traditional schedule; regarding the specialty of project structures. Finally, the variation in productivity presented a positive influence, starting from the optimization of the time factor in more than 20% of the days of the initial deadline.

In conclusion, it was determined that productivity and cost control by implementing LPS with BIM was favorable, both the execution time and the cost of the project; because they had a positive variation, which guarantees the use of this methodology in future research.

KEYWORDS: Last Planner System, BIM methodology, productivity, cost control, buildings.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el contexto internacional, durante los últimos años las empresas del rubro de la construcción, se encuentran en la búsqueda constante de lograr optimización de recursos, reducción de desperdicios y mejora continua en la productividad en los proyectos; con la finalidad de generar beneficios económicos en las empresas y el estado (Buñay y Quisiguiña, 2021). Por otro lado, en países europeos más del 70% de empresas de la construcción que aplicaron las metodologías BIM y LPS en conjunto; lograron optimizar recursos como tiempo y costos durante el diseño, construcción y operación de las obras; además de mejorar la productividad. Asimismo, López (2016) destaca los beneficios de la implementación del BIM en países como Reino Unido y España, donde la aplicación se enfoca en proyectos públicos y privados, con resultados favorables para el estado y las empresas privadas, debido que lograron reducir hasta el 30% de los costos en diferentes proyectos.

Por otro lado, los investigadores en Estados Unidos vienen proponiendo la integración de diferentes herramientas digitales con la metodología LPS (Last Planner System); una de las que se acomoda a la filosofía LPS y brinda mayor eficiencia es la metodología BIM (Building Information Modeling). Cuya aplicación en conjunto buscan el beneficio mutuo respecto a la productividad de los costos y tiempos en obra. Asimismo, Tillman y Sargent (2016) mencionan que la integración de LPS con la metodología BIM ofrecen un proceso colaborativo en el diseño, construcción y operación de una edificación. Así, es evidente la importancia del trabajo colaborativo entre ambas metodologías, debido que reduce la variabilidad durante el proceso y aumenta la confiabilidad en la fase de diseño y ejecución de un proyecto (Toledo et al., 2016).

En tal sentido, Según el Instituto Americano de Arquitectos (2019), menciona que estadísticamente hablando de los factores más influyentes que dificultan el buen desarrollo de un proyecto, tenemos que: En el 92% de los proyectos, el proyectista brinda información insuficiente; el 90% de los proyectos culminan con sobrecosto de aproximadamente un 10% adicional; además el 95% de los proyectos se retrasa en su entrega lo cual incumple los plazos establecidos o programados. Finalmente se conoce que más del 37% de los materiales de la obra se pierde, lo cual significa un desperdicio considerable si consideramos una obra de gran magnitud.

Por otro lado, De Souza y Müller (2022) resaltan que, estudios realizados en Brasil revelan la importancia de la aplicación de tecnologías digitales como BIM y Lean Construction (con LPS) en todos los ciclos de un proyecto de construcción. Debido que mejora el desempeño, aumenta la productividad y disminuye el desperdicio y re trabajo en las actividades de obra; lo cual significa un aumento potencial de la productividad hasta en 15% y reduce los costos generales de la construcción en 6%. Desde el año 2020, en Brasil se adoptó la metodología BIM por decreto supremo de gobierno, lo cual hace obligatorio el uso del BIM en proyectos públicos y privados. Según Vilaron (2021), con esta medida se estima un crecimiento de la productividad en 10% y una reducción de costos en 20% en el sector construcción.

En el contexto nacional, las empresas del sector construcción en el Perú; en la actualidad presentan brechas y diversas limitaciones conocidas en todas las edificaciones respecto al diseño y ejecución, las cuales tienen gran impacto dentro de los proyectos de construcción (Quiñonez, 2020). Por ello, el sector público y privado vienen implementando la metodología BIM y Lean Construction (LPS); lo que ha ido aumentando de manera gradual, con la finalidad de obtener mayores beneficios tecnológicos y económicos para las empresas y el estado.

Asimismo, durante los últimos años a nivel nacional el sector construcción ha generado caídas económicas, debido a una inadecuada ejecución de las obras públicas. En tal sentido, el MEF viene impulsando el Plan BIM Perú para la implementación progresiva de la metodología BIM hacia el año 2030, con la finalidad mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos de inversión pública desde su concepción, diseño, ejecución, operación y mantenimiento (MEF, 2019).

Respecto al contexto local, en muchos distritos de la ciudad de Lima, la demanda en el sector inmobiliario va en aumento, esto hace que las empresas contratistas requieran ejecutar sus proyectos en menor tiempo, evitando incompatibilidades que puedan generar retrasos y sobre costo del proyecto. Según Konstrutechnia (2020) menciona que la implementación en conjunto de LPS con BIM, pueden ajustar las mediciones de un proyecto en 37% y disminuir un 20% los costos de construcción, lo cual significa un optimización económica bastante considerable para las empresas.

Por tal motivo, la presente investigación se enfoca en la implementación de tecnologías emergentes que busquen mejorar la productividad y control de costos, a través de la optimización de recursos en obra. Para este caso de estudio, se realizará a través de la implementación de Last Planner System en conjunto con la metodología BIM, el cual será desarrollado en un proyecto de edificación denominado “Central Home”, con una configuración arquitectónica de 20 niveles y ubicado en la ciudad de Lima.

Antecedentes de investigación

A nivel internacional. Según Duarte y Pinilla (2014) en su trabajo de investigación sobre implementación del BIM en la construcción de viviendas. Tuvieron como objetivo determinar la razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. La metodología de su investigación tuvo un diseño no experimental descriptivo, la muestra estudiada fue una vivienda de 5 niveles. Los resultados mostraron una variación en costos de ejecución, lo cual optimizó un 14% aplicando metodología BIM respecto al convencional. En conclusión, en relación al costo-efectividad es positivo la metodología BIM, debido que se obtuvo un valor de 0.6 siendo este menor a 1.0. Esto se da por que la efectividad de la metodología es mayor a la influencia en términos de costo del proyecto.

Asimismo, Buñay y Quisiguiña (2021), en su investigación respecto a la aplicación del BIM para planificar proyectos de edificaciones en Ecuador. Propusieron como objetivo aplicar la metodología BIM con las normas internacionales Plan BIM y la ISO 19650 para mejorar la planificación y ejecución del edificio Luma en la ciudad de Riobamba. La metodología tuvo un enfoque cuantitativo, con diseño experimental descriptivo; teniendo como muestra el edificio Luma. Respecto a los resultados, mostraron que existe una variación en el costo del 5% respecto al presupuesto inicial y se logró encontrar 49 incompatibilidades entre las áreas técnicas. Finalmente, se concluye mencionando que la planificación previa con BIM, ofrece beneficios en una disminución significativa respecto al costo de imprevistos en cualquier especialidad.

Por otro lado, Gonzáles (2012), en su trabajo de investigación respecto a implementación LPS empleando modelado 4D en obras de edificaciones. Tuvo como objetivo plantear una propuesta de aplicación de elementos del Sistema Last Planner con modelación 4D en edificaciones. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, con diseño no experimental explicativa. Los resultados mostraron que la variación de la incertidumbre de las tareas a realizar en terreno de los dos grupos de proyectos con el análisis del PPC promedio para los proyectos del I-IV, dieron valores de 66%, 54%, 56% y 48% respectivamente. En conclusión, los proyectos que utilizaron Last Planner vs los de Last Planner-4D, obtuvieron resultados muy buenos para ambos casos, con valores porcentuales superiores al 75% en todos los proyectos.

Finalmente, Trejo (2018), en su investigación que estudió el impacto de emplear el sistema BIM respecto al control de costos y tiempos en proyecto de edificaciones. Planteó como objetivo evaluar el impacto del uso de la metodología respecto a los procesos de Planificación y Control de alcance, tiempo, costo y calidad en proyectos. La metodología de investigación se enfocó en el análisis de investigaciones de cómo se ven afectadas las prácticas del Project Management, en proyectos de ingeniería y construcción, cuando se usa la metodología BIM. Los resultados mostraron que efectivamente se logra optimizar el costo en más 10%, debido que el sistema permite identificar y corregir los errores en el anteproyecto, lo que beneficia el avance físico. En conclusión, se debe considerar el uso de BIM desde el comienzo del proyecto, para definir las etapas de planificación y control de costos, para lograr el éxito del proyecto y obtener beneficios de una correcta implementación del método.

A nivel nacional. Según Quiñonez (2020) en su investigación respecto a la aplicación de la metodología BIM y LPS en conjunto en la construcción del proyecto C.C. Plaza Surco. Planteó como objetivo determinar el efecto en el costo al disminuir la incertidumbre y variabilidad mediante aplicación de metodologías LPS – BIM. La metodología de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental descriptivo, consideró como muestra 3 centros comerciales ejecutados bajo la modalidad Fast-track de la ciudad de Lima. Los resultados mostraron que el costo adicional de implementar LPS – BIM sería 1.58% del presupuesto total, sin embargo el costo se optimiza a más del 15 % debido a la reducción de tiempos. En conclusión, corregir restricciones a tiempo con respecto a nivel de planos, es importante para minimizar al máximo las interrupciones y observaciones.

Según Rebaza y Ruiz (2020), en su trabajo investigación respecto a la aplicación del BIM en presupuestos tradicionales a nivel arquitectónico y estructural. Tuvieron como objetivo determinar la influencia de la metodología BIM en el presupuesto tradicional de especialidades de arquitectura y estructuras del colegio de nutricionistas del Perú. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, tomaron como muestra Colegio de Nutricionistas del Perú ubicado en el distrito de Jesús María. Los resultados mostraron que al implementar la metodología BIM, influyó de manera favorable en reducción del 12.53% del presupuesto inicial. En conclusión, la metodología BIM ofrece mejoras en la reducción de costos y plazos del proyecto, a través del uso de diversos programas digitales que se logran adaptar al proyecto con facilidad.

Asimismo, Rodríguez (2022) en su investigación enfocada en aplicar el método BIM para lograr optimizar los recursos de un expediente técnico en la región San Marín. Tuvo como objetivo aplicar la metodología BIM para optimizar costos y plazos del proyecto NCPP. La metodología de investigación tuvo un enfoque cuantitativo de diseño no experimental descriptivo, tomando como muestra de estudio los órganos jurisdiccionales en mejoramiento. Los resultados mostraron 22 incompatibilidades encontradas. Sin embargo, se logró optimizar el costo del proyecto en 6% del presupuesto inicial. En conclusión, al emplear la metodología BIM, se puede reducir las incompatibilidades en obra, adicionales y ampliaciones de plazo del proyecto, así como en la operación y mantenimiento de la infraestructura.

Finalmente, Sedano (2019) en su trabajo de investigación respecto de la implementación de metodología BIM, en la mejora del proyecto IE Nuestra Señora del Carmen en la ciudad de Huancavelica. Planteó como objetivo implementar el sistema BIM para la mejora de gestión del proyecto. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, con nivel descriptivo – explicativo, la cual tuvo como muestra al expediente técnico del proyecto. Los resultados mostraron que con la implementación del BIM redujo su costo en S/.12,323.65.19, lo que significa un ahorro del 4.42% respecto al diseño inicial, este porcentaje se consideró como monto de partidas sobrevaloradas. Finalmente, se concluye mencionando que la implementación de la metodología BIM, ofrece mayor rapidez de ejecución y la optimización de costes, lo que origina una reducción de la inversión en el proyecto.

Bases teóricas

Last Planner System. El Sistema Last Planner es la herramienta más conocida dentro de la filosofía Lean Construction. Según Lean Construction Institute (2020) es un sistema para la producción de proyectos que promueve la creación de un flujo de trabajo predecible entre varias partes para que logre resultados confiables. El LPS permite encontrar y abordar posibles obstáculos antes de que demore el flujo.

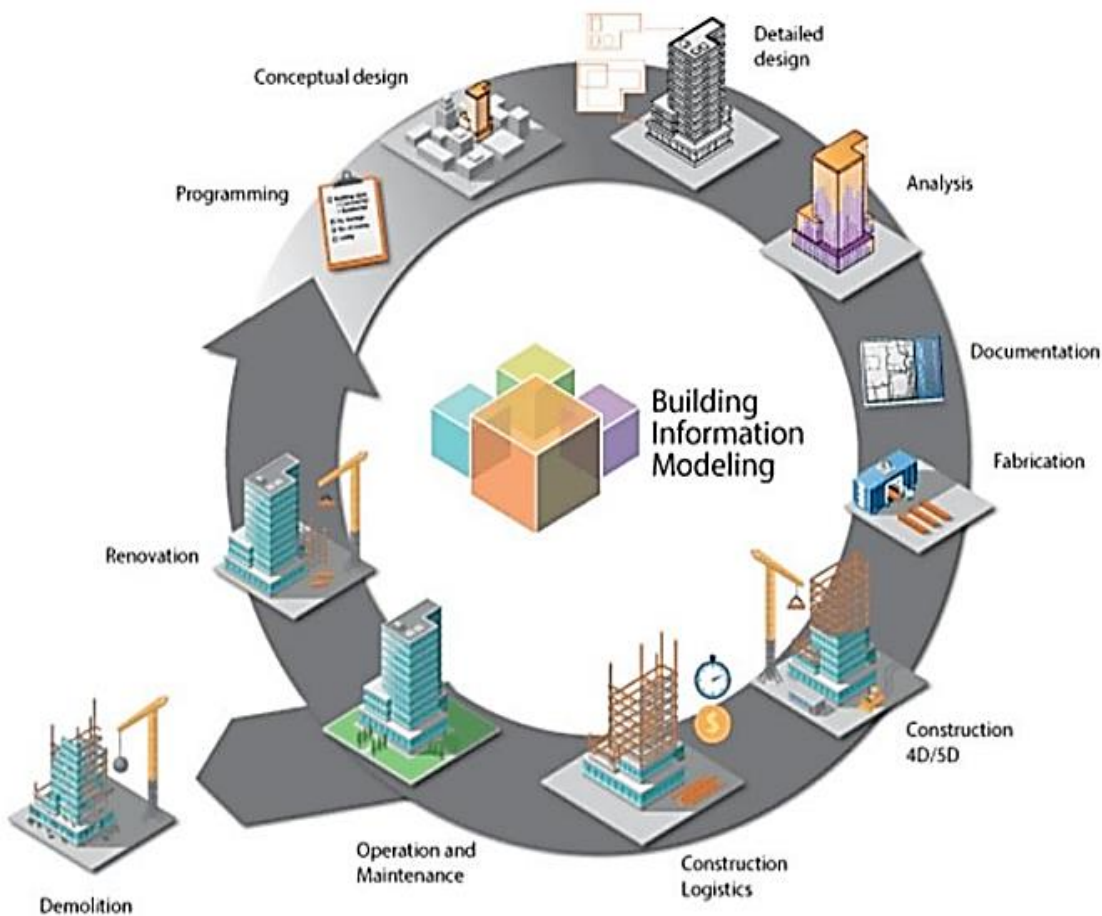
Asimismo, se sabe que solo el 54% de las actividades planificadas en una semana completa se logra cumplir según el cronograma proyectado, la gran mayoría de los proyectos presentan retrasos y sobrecosto. Por tal motivo, el LPS aumenta la confiabilidad de los proyectos, incluyendo planificaciones intermedias y semanales dentro de un plan maestro o general del proyecto y analizando las restricciones que se interponen al desarrollo de las tareas (Hoyos & Botero, 2017).

Metodología BIM. La metodología BIM o conocido como Building Information Modeling, es aquella que busca utilizar la información adecuada de un proyecto de construcción con la finalidad de diseñar, construir, gestionar y realizar mantenimiento de este, ejecutándolo de una forma colaborativa y eficiente entre todos los integrantes del proyecto (Buñay y Quisiguiña, 2021). Asimismo, esta metodología busca es convertir un trabajo convencional realizado con planos o archivos CAD en 2D, a diseño con mayor impacto a través de 3D, tiempo, costos, eficiencia y mantenimiento.

En la figura 1 se muestra que, la metodología BIM no se limita solo a la construcción o el diseño, sino a todo el ciclo de vida del proyecto para reducir sus costos y tiempos en todas las fases (Smart Building Spanish Chapter, 2018).

Figura 1

BIM en el ciclo de vida de un proyecto



Nota. Se muestra la influencia del BIM en las fases de un proyecto. Tomado de Gajera, 2018.

Niveles de implementación BIM. La metodología BIM nos ofrece construir de manera sostenible y competente, minimizando costos y tiempos del proyecto, ya que se logra prever las posibles deficiencias a nivel de diseño del proyecto. Se clasifica en diversos niveles, los cuales dependen de la madurez de la organización, el equipamiento y la capacitación que tiene sus especialistas (Trejo, 2018). Los cuales se muestran a continuación:

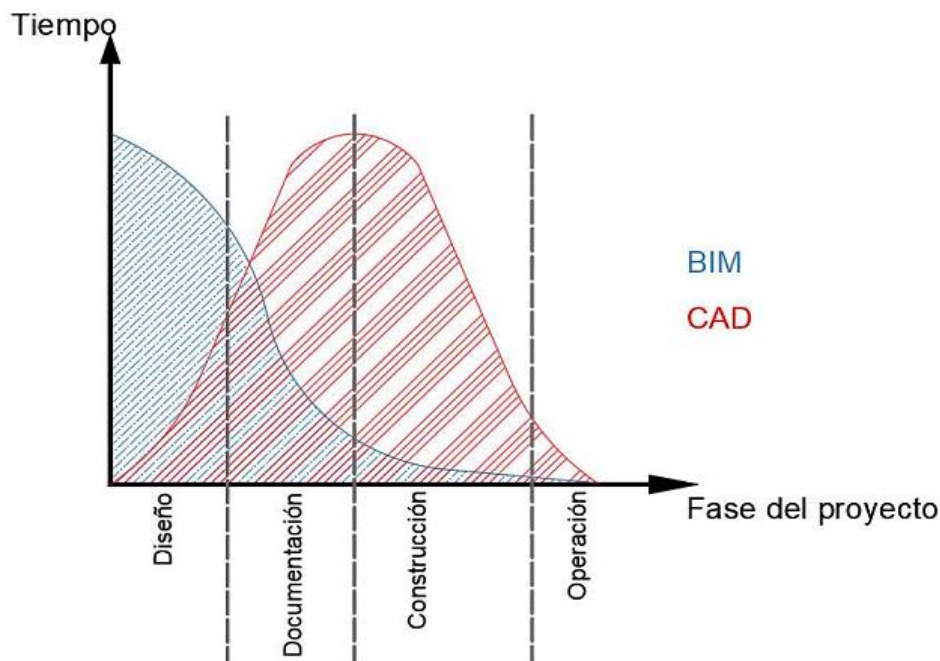
- BIM 3D: Es un sistema enfocado a elementos estructurales como (Vigas, Columnas, Muros, otros.), la cual engloba de manera general a los datos geométricos de un proyecto de manera conjunta.
- BIM 4D, +3D: Al modelo se le añade la dimensión del tiempo y facilita controlar la dinámica del proyecto, realizar simulaciones de sus diferentes fases, diseñar el plan de ejecución para identificar ciertos incidentes que puedan ser resueltos a través de una disminución de costo y plazo del proyecto.
- BIM 5D, +4D: Abarca el control de los costos integrados al sistema en el proceso de simulación de la ejecución.
- BIM 6D, +5D: La sexta dimensión de BIM está relacionada con un factor que tiene cada vez más importancia, la sostenibilidad del proyecto en todas las fases del mismo, con un análisis integral desde los compromisos establecidos en la iniciación hasta su desactivación. Permite la toma de decisiones por partes del proyecto antes de su ejecución. Sistema de información único.
- BIM 7D: Es la última dimensión aplicada sobre todo en actividades de mantenimiento de las instalaciones en toda la vida útil de la inversión en un modelo as built del mismo.

Diferencias entre CAD y BIM. Las diferencias entre ambas metodologías del BIM vs CAD (trabajo en 2D) en función del tiempo, se puede mencionar que la gran diferencia entre estas dos formas de trabajo viene en las siguientes fases la gran ventaja que presenta al BIM sobre CAD es la interoperabilidad que exige la metodología y la eficiente forma de realizar modificaciones a la información existente (Smart Building Spanish Chapter, 2018).

Asimismo, en la figura 2 se presenta la tendencia que tiene la metodología BIM respecto al uso del CAD. Donde se observa una diferencia notoria en optimización de tiempo desde la etapa de diseño, documentación, construcción y finalmente la etapa de operación; obteniendo resultados favorables de aplicación del método BIM (Buñay y Quisiguiña, 2021).

Figura 2

Influencia del tiempo del CAD vs BIM



Nota. Se aprecia la influencia del tiempo en cada metodología de aplicación. Obtenido de Buñay y Quisiguiña, 2021.

Productividad y calidad de costos con BIM. La implementación de BIM para la estimación de los costes en todas las fases del proceso de construcción proporciona información precisa y detallada, permitiendo reducir la necesidad de ingeniería de valor, haciendo que los técnicos tomen las mejores decisiones en las etapas más tempranas del proyecto, con una clara comprensión clara de la totalidad del proyecto (EDITECA, 2021).

Asimismo, tradicionalmente los costos se elaboraban de manera más manual, utilizando el metrado de las distintas partidas realizando tareas muy repetitivas y rellenando las cuantificaciones de cada uno de los capítulos y partidas; o cual estaba sujeto a cometer errores que se veían reflejado en el presupuesto o avance de la obra.

Con respecto a la calidad de los costos, el uso de la metodología BIM 5D brinda mayor precisión y previsión en el cálculo de los costos y presupuestos de un proyecto. Por tal motivo, si modelamos teniendo en cuenta que vamos a obtener un presupuesto y extrayendo del mismo unas mediciones, podremos establecer una vinculación en tiempo real entre los presupuestos y el modelo, con la finalidad de evitar sobrecostos o ampliaciones en el proyecto (EDITECA, 2021).

Productividad en obra. La productividad en la obra se basa en una relación entre lo producido y lo gastado en ello, pero también puede definirse en forma más explícita como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado (Costa, 2016).

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿De qué manera influye la Implementación Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos, en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023?

Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de la aplicación del sistema Last Planner en la productividad del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023?

¿De qué manera influye la Metodología BIM en el control de costos del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023?

¿Cuál es la variación de la productividad y control de costos del proyecto multifamiliar Central Home con y sin aplicación de Last Planner System con BIM?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia de la implementación Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos, en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Objetivos específicos

Determinar el efecto de la aplicación del sistema Last Planner en la productividad del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Determinar la influencia de la Metodología BIM en el control de costos del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Determinar la variación de la productividad y control de costos del proyecto multifamiliar Central Home aplicando Last Planner System con BIM.

1.4. Hipótesis

Hipótesis general

La implementación de Last Planner System con BIM, mejorará la productividad y control de costos en más del 15% respecto del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Hipótesis específicas

La aplicación del sistema Last Planner, aumentará la productividad en más del 10% en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

La implementación de la Metodología BIM, mejorará el control de costos del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

La variación en la productividad y control de costos del proyecto, será positiva al aplicar Last Planner System con BIM respecto al diseño convencional.

1.5. Justificación

Desde una *justificación práctica*, la presente investigación tiene la finalidad de implementar la metodología Last Planner System con BIM, para lograr mejoras en la productividad y control de costos en el proyecto multifamiliar Central Home de 20 pisos, la cual se desarrollará a través de herramientas digitales para cálculo de costos y modelamiento BIM (Quiñonez, 2020). Asimismo, a través de aplicación del BIM se busca la mejora en la gestión de proyectos; además se espera beneficiar a todo el sector construcción a nivel local y nacional, con la finalidad de optimizar recursos, evitar la pérdida de económica y la demora de construcción o el plazo de ejecución en una edificación.

Respecto de la *justificación metodológica*, en la actualidad la necesidad de las empresas por optimizar los recursos económicos y técnicos de un proyecto de construcción cada vez demanda mayor investigación e implementación de diversos métodos (Quiñonez, 2020). Por tal motivo, nuestra investigación se enfoca en desarrollar nuevas metodologías respecto de las tecnologías emergentes, como el caso de la metodología BIM y Last Planner que favorecen al planeamiento y control de costos del proyecto.

Como *justificación teórica* de la investigación; se centra en cuantificar los beneficios de aplicar de manera integrada la metodología Last Planner System con BIM (Costa, 2016). Debido que se logrará identificar los errores e incompatibilidades a nivel de diseño, con el fin evitar un cálculo inadecuado del metrado y por consiguiente un mal presupuesto del proyecto.

Por tal motivo, se debe realizar la implementación de las estas tecnologías emergentes en conjuntos para el proyecto en estudio. De esta manera, minimizar los desperdicios, generar valor agregado a los contratistas y mejorar la productividad (Arellano, 2022).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

Según el propósito

Según el propósito de la investigación es de tipo aplicada, debido que está tomando referencias de otras investigaciones similares para generar conocimiento propio. Según Hernández y Mendoza (2018) mencionan que una investigación aplicada, no sólo tiene la finalidad de aportar al conocimiento teórico, sino que también busca que esta se ejecute.

Según el enfoque

Asimismo, nuestra investigación presenta un enfoque cuantitativo, ya que nuestras variables serán medidas numérica y estadísticamente. Asimismo, se basa en comparar las metodologías existentes a partir de una o varias hipótesis (Angulo, 2011).

Según el nivel

Con respecto al nivel de investigación, es descriptivo-explicativo. Según Carrasco (2019) menciona que se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Es explicativo, ya que busca la solución mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto (Hernández, Fernández & Baptista, 2017).

Según el diseño

La presente investigación tiene un diseño no experimental. Por ello, según Hernández, Fernández & Baptista (2017) mencionan que este tipo de investigación no manipula las variables de estudio de manera deliberada, además de analizar la incidencia de estas a través de la técnica observacional.

2.2 Población y muestra

Población

Según (Arias, Villasís y Miranda, 2016), la población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados. En nuestra investigación, la población de estudio está compuesta por todas las edificaciones con implementación Last Planner System con BIM del distrito de Lima.

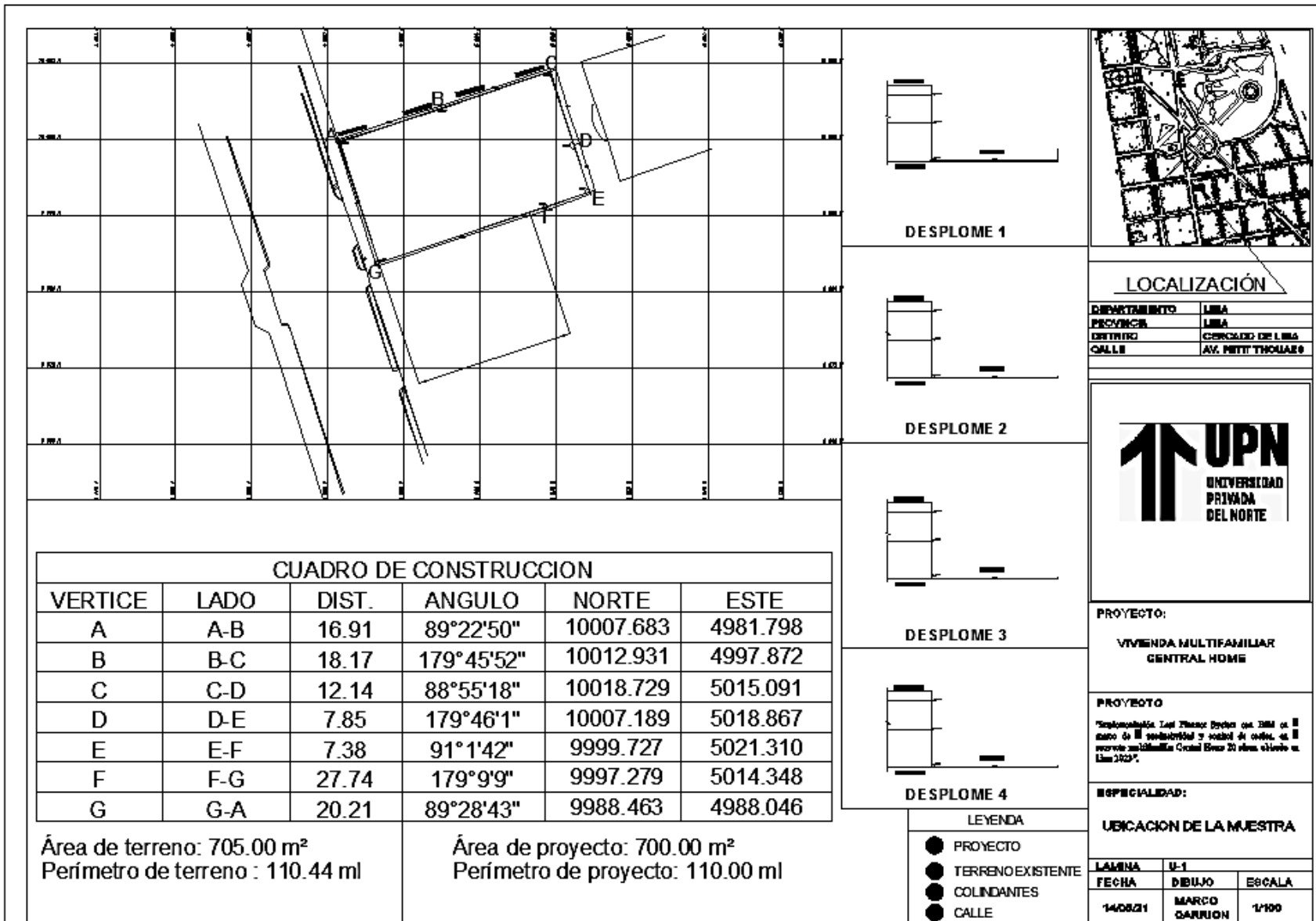
Muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2017) mencionan que la muestra es una parte o porción extraída de un conjunto, por métodos que permiten considerarla como representativa de él. En tal sentido, la muestra de estudio es el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicada en Av. Petit Thouars 951, urbanización Santa Beatriz, distrito de Lima, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

Muestreo

Esta investigación contiene un muestreo no probabilístico a conveniencia del autor, lo que facilita la selección de manera arbitraria la cantidad de elementos a estudiar en la investigación (Hernández, 2021). En tal sentido, en la figura 3 se presenta la ubicación de la muestra seleccionada del proyecto Central Home, que será utilizada para la respectiva implementación del tema.

Figura 3 Ubicación de muestra de estudio



2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La presente tesis de basa en la implementación integrada Last Planner System con BIM enfocada en la productividad y control de costos. Por ello, se requiere la utilización de las técnicas de recolección como la *observación directa*, para obtener información de rendimientos y tiempos en obra. Asimismo, también se utilizó el *análisis documental*, a través del cual permite medir y evaluar la influencia en la productividad y control de costos. Posteriormente, se fue aplicando las herramientas digitales que conforman el estudio para obtener resultados del proceso de implementación. Finalmente, se utilizó guías y manuales para planificación y control de costos en la construcción.

Por otro lado, los instrumentos son los recursos que emplean los investigadores para recolectar la información. Se puede considerar para esta investigación las siguientes: el software S10 para poder calcular el presupuesto inicial del proyecto, el software AutoCAD para poder diseñar los planos iniciales del proyecto. Asimismo, con respecto a la implementación de las metodologías, se debe aplicar formatos para Last Planner y el software Revit para poder desarrollar la metodología BIM.

Análisis de datos

Se enfoca en analizar la información recolectada y que herramientas se pueden utilizar, para determinar la viabilidad de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación. Para nuestra investigación se apoya en el análisis de los datos brindados por el software Revit y programas convencionales como AutoCAD y Excel. Finalmente, para los valores obtenidos

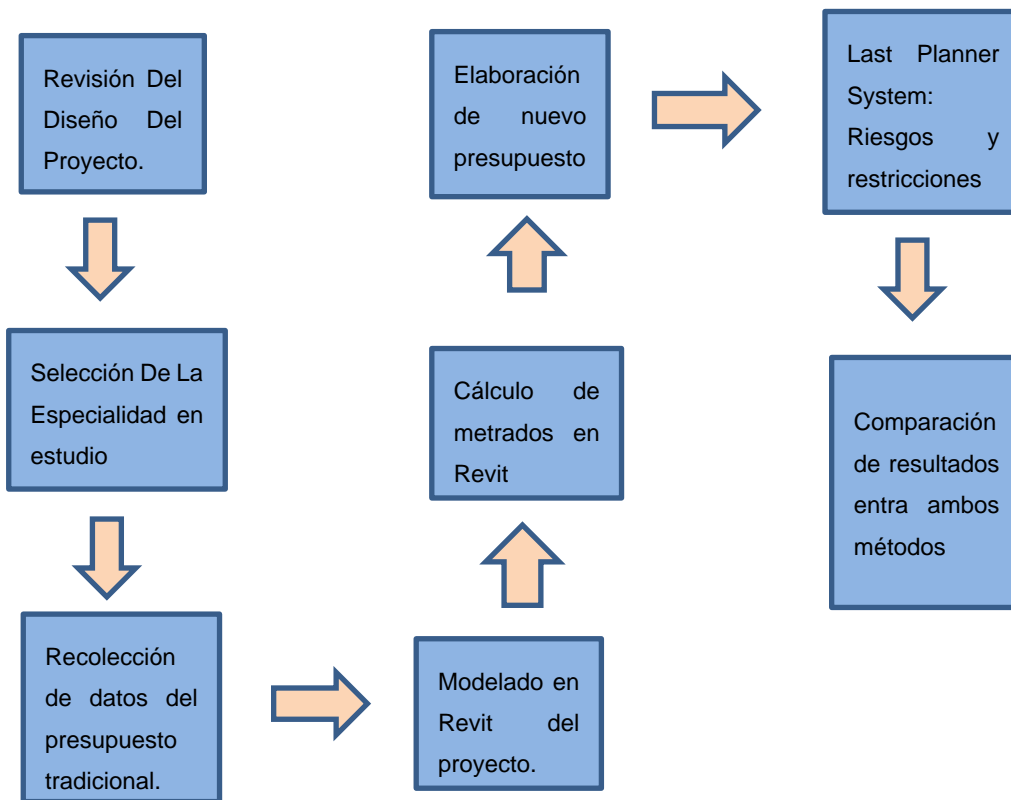
respecto a la productividad y control de costos, serán analizadas y comparados respecto al diseño convencional del proyecto Central Home.

2.4 Procedimiento

El procedimiento de la presente investigación que se realizó para obtener los resultados se resumen en la figura 4. Se basa según los pasos de la aplicación de la metodología Last Planner y BIM, empleando como herramienta de diseño el software Revit.

Figura 4

Procedimiento de aplicación de metodología BIM



Nota. En la figura 4 se aprecia el procedimiento que se llevó a cabo para aplicar la metodología Last Planner System con BIM, elaboración propia.

2.5 Consideraciones éticas

La presente investigación consideró los aspectos éticos requeridos para una investigación científica. De tal manera, se desarrolló respetando la propiedad intelectual de los autores, citando de manera adecuada sus teorías y conocimientos empleados en nuestra tesis, en referencia a las normas APA 7ma edición.

Por otro lado, se guardan los principios bioéticos, donde se menciona a los autores de las investigaciones y artículos científicos utilizados como referencias, afines de enriquecer las variables de estudio Last Planner y BIM, respecto de la productividad y el control de costos en el proyecto de estudio. Finalmente, la información obtenida de la implementación BIM en el proyecto Central Home fue validada por juicio de expertos en el tema de estudio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

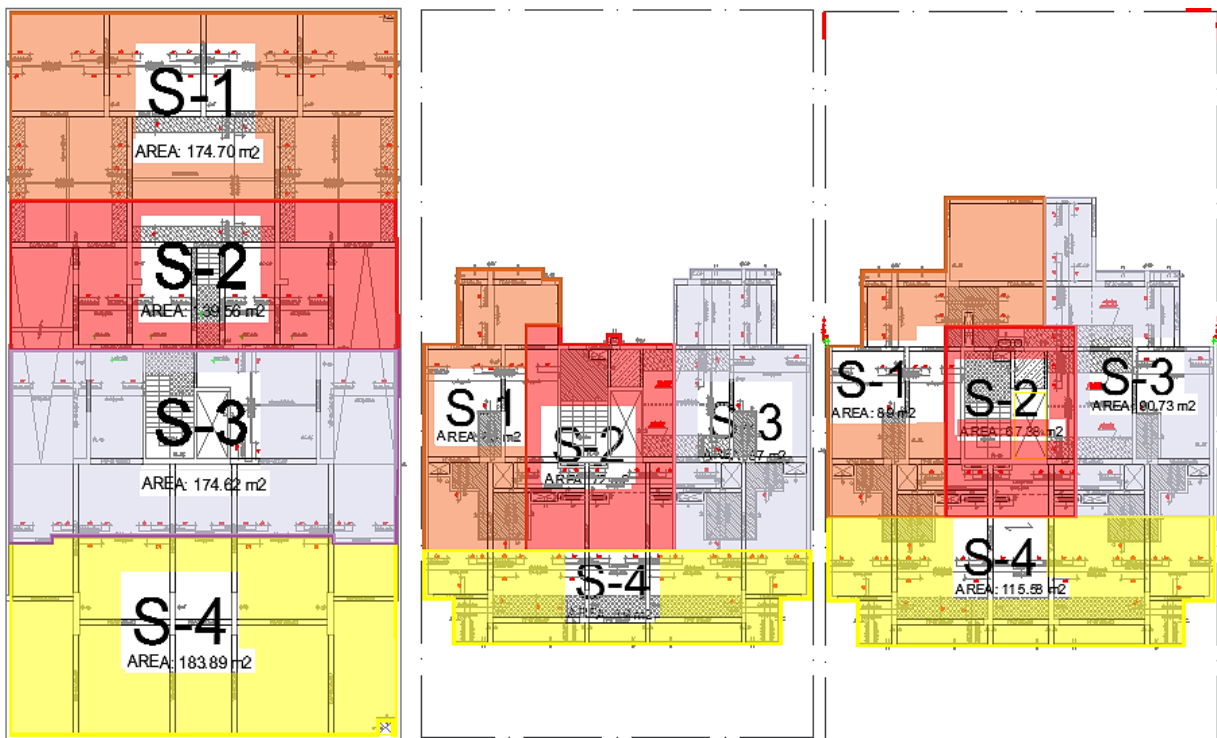
Objetivo 1: Determinar el efecto de aplicación del sistema Last Planner System en la productividad del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Sectorización del proyecto

Se procedió a realizar la sectorización del proyecto, se consideró las partidas y zonas que generan mayor avance en la obra. En este proyecto se determinó 4 sectores para el sótano y 4 sectores para los niveles superiores, tal y como se muestra en la figura:

Figura 5

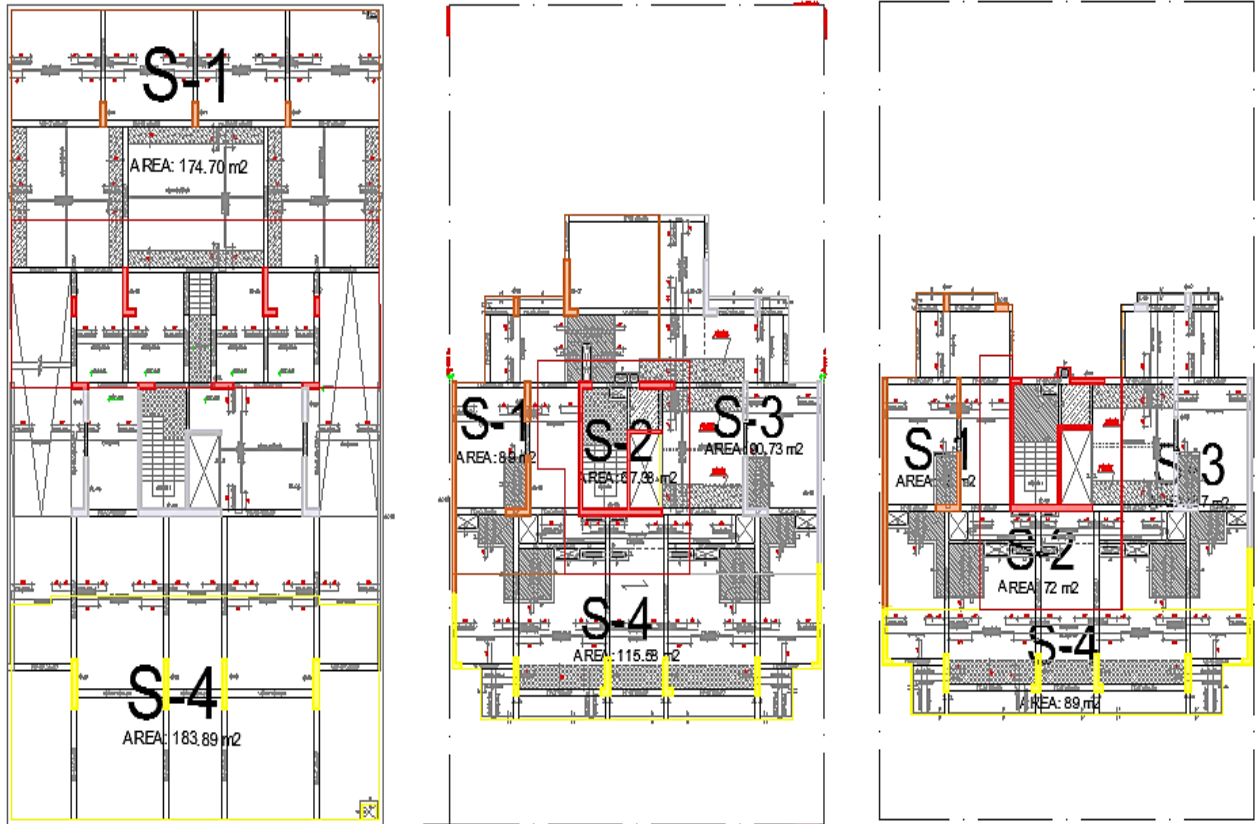
Sectorización elementos horizontales



Nota. Sectorización de elementos horizontales (vigas y losas), desde nivel de sótano hasta nivel 20 del proyecto. Elaboración propia, 2023.

Figura 6

Sectorización elementos verticales



Nota. Sectorización de elementos verticales (columnas y placas), desde nivel de sótano hasta nivel 20 del proyecto. Elaboración propia, 2023.

Metrados de elementos verticales y horizontales por sector

Luego de determinar los sectores del proyecto, se calculó los metrados de los elementos horizontales y verticales en cada uno de los 4 sectores. La sectorización se planteó considerando que los trabajadores realizarán las mismas actividades casi todos los días; además que los elementos verticales y horizontales serán en paralelo.

Tabla 1

Metrados sectorización de sótanos

Elementos	Sectorización de sótano 2				Sectorización de sótano 1			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Concreto (m3)	35.93	34.34	32.77	32.33	38.47	36.97	34.21	36.69
Columnas y placas	6.80	6.52	6.26	6.37	9.33	9.15	7.70	10.73
Losas y vigas	29.13	27.82	26.51	25.96	29.13	27.82	26.51	25.96
Encofrado (m2)	263.52	263.35	252.84	252.86	320.94	357.62	301.04	294.34
Losas	166.00	134.00	149.00	158.00	166.00	134.00	149.00	158.00
Vigas	34.00	68.00	42.00	33.00	33.31	69.21	32.08	16.83
Fondo de Vigas	0.00	0.00	0.00	0.00	11.15	17.20	10.86	4.98
Costado de Vigas	0.00	0.00	0.00	0.00	22.16	52.01	21.22	11.85
Columnas	63.52	61.35	61.84	61.86	88.32	85.20	87.88	102.68
Acero (kg)	2942.48	3644.06	2589.40	3131.68	3752.61	3995.64	2794.38	3781.37
Acero vertical	866.35	1174.87	1114.78	2235.75	1676.48	1526.45	1319.76	2885.44
Acero losa y vigas	2076.13	2469.19	1474.62	895.93	2076.13	2469.19	1474.62	895.93

Nota. Se muestra los metrados de concreto, acero y encofrado por cada sector a nivel de sótano 1 y 2. Elaboración propia.

Tabla 2

Metrados sectorización del 2do al 20vo nivel

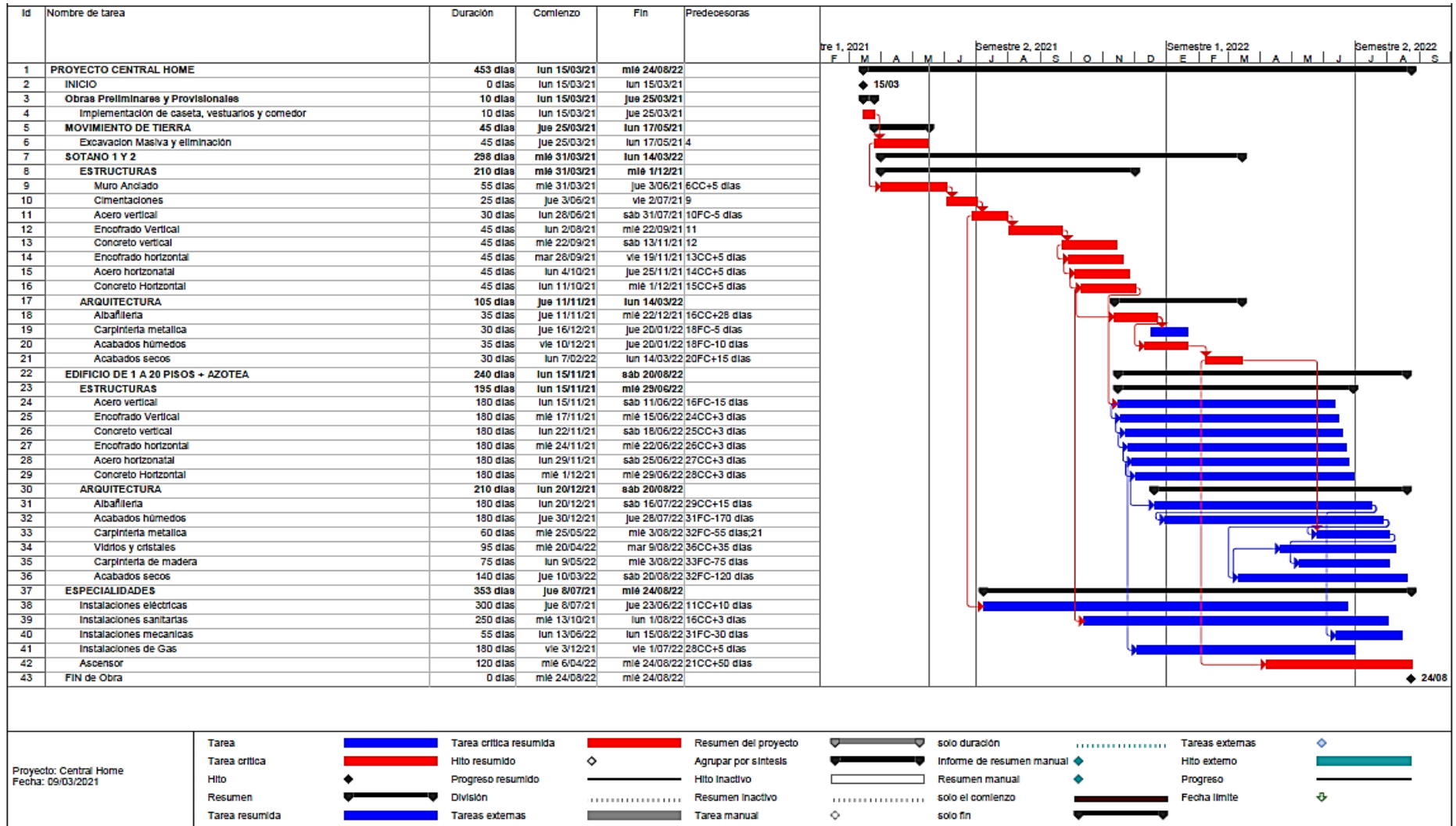
Elementos	Sectorización del piso 2 al 14				Sectorización del piso 15 al 20			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Concreto (m3)	35.00	21.98	25.13	29.03	25.94	20.68	20.40	21.67
Columnas y placas	12.68	12.15	11.64	11.04	8.62	9.00	7.28	8.11
Losas y vigas	22.32	9.83	13.49	17.99	17.32	11.68	13.12	13.56
Encofrado (m2)	267.91	187.16	207.61	237.65	196.50	152.21	177.29	173.64
Losas	75.00	46.00	76.00	103.00	56.00	51.00	72.00	69.00
Vigas	70.00	17.00	15.00	18.00	54.00	18.00	19.00	18.00
Columnas	122.91	124.16	116.61	116.65	86.50	83.21	86.29	86.64
Acero (kg)	4599.54	3207.96	2311.67	2885.63	2976.99	1604.34	1622.66	1533.99
Acero vertical	1777.02	2458.73	1569.75	1910.44	821.61	761.81	743.17	874.98
Acero losa y vigas	2822.52	749.23	741.92	975.19	2155.38	842.53	879.49	659.01

Nota. Se muestra los metrados de concreto, acero y encofrado de los sectores 1,2, 3 y 4 del 2do al 20vo nivel. Elaboración propia, 2023.

Cronograma de obra mediante sistema LPS

La figura 7 muestra el cronograma de obra del proyecto Central Home, considerando los criterios de la metodología Last Planner System, tal como se muestra a continuación:

Figura 7 Cronograma de obra con sistema LPS



Nota. Se realizó la programación de obra del proyecto, donde se calculó un plazo de 453 días empleando sistema LPS. Elaboración propia, 2023.

Look Ahead Planning

La implementación se realizó en base a 4 semanas de análisis, con el fin de prever mínimo con un 1 de anticipación los recursos de materiales, mano de obra y equipos; lo cual permite ejecutar las partidas presupuestadas correctamente, tal y como se presenta en la figura 8:

Figura 8 Look Ahead - semana 8, 9, 10 y 11

ACTIVIDADES	SEMANA 08								SEMANA 09							
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D		
	31-05-21	01-06-21	02-06-21	03-06-21	04-06-21	05-06-21	06-06-21	07-06-21	08-06-21	09-06-21	10-06-21	11-06-21	12-06-21	13-06-21		
PROYECTO MULTIFAMILIAR CENTRAL HOME																
SOTANOS																
ACERO VERTICAL	S2-S1	S2-S2	S2-S3	S2-S4	S1-S1			S1-S2	S1-S3	S1-S4						
IIEE- IISS	S2-S1	S2-S2	S2-S3	S2-S4	S1-S1			S1-S2	S1-S3	S1-S4						
ENCOFRADO VERTICAL		S2-S1	S2-S2	S2-S3	S2-S4			S1-S1	S1-S2	S1-S3	S1-S4					
CONCRETO VERTICAL		S2-S1	S2-S2	S2-S3	S2-S4			S1-S1	S1-S2	S1-S3	S1-S4					
ENCOFRADO FONDO DE VIGA			S2-S1	S2-S2	S2-S3			S2-S4	S1-S1	S1-S2	S1-S3	S1-S4				
ACERO - VIGA			S2-S1	S2-S2	S2-S3			S2-S4	S1-S1	S1-S2	S1-S3	S1-S4				
ENCOFRADO FONDO LOSA Y COSTADO VIGA				S2-S1	S2-S2			S2-S3	S2-S4	S1-S1	S1-S2	S1-S3				
MONTAJE DE PRE LOSA				S2-S1	S2-S2			S2-S3	S2-S4	S1-S1	S1-S2	S1-S3				
IIEE- IISS				S2-S1	S2-S2			S2-S3	S2-S4	S1-S1	S1-S2	S1-S3				
ACERO EN LOSA				S2-S1	S2-S1			S2-S2	S2-S3	S2-S4	S1-S1	S1-S2				
CONCRETO EN LOSAS Y VIGAS				S2-S1	S2-S1			S2-S2	S2-S3	S2-S4	S1-S1	S1-S2				
EDIFICIO																
ACERO VERTICAL														P1-S1		
IIEE- IISS														P1-S1		
ENCOFRADO VERTICAL																
CONCRETO VERTICAL																
ENCOFRADO FONDO DE VIGA																
ACERO - VIGA																
ENCOFRADO FONDO LOSA Y COSTADO VIGA																
MONTAJE DE PRE LOSA																
IIEE- IISS																
ACERO EN LOSA																
CONCRETO EN LOSAS Y VIGAS																

ACTIVIDADES	SEMANA 10								SEMANA 11							
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D		
	14-06-21	15-06-21	16-06-21	17-06-21	18-06-21	19-06-21	20-06-21	21-06-21	22-06-21	23-06-21	24-06-21	25-06-21	26-06-21	27-06-21		
PROYECTO MULTIFAMILIAR CENTRAL HOME																
SOTANOS																
ACERO VERTICAL																
IIEE- IISS																
ENCOFRADO VERTICAL																
CONCRETO VERTICAL																
ENCOFRADO FONDO DE VIGA																
ACERO - VIGA																
ENCOFRADO FONDO LOSA Y COSTADO VIGA		S1-S4														
MONTAJE DE PRE LOSA		S1-S4														
IIEE- IISS		S1-S4														
ACERO EN LOSA		S1-S3	S1-S4													
CONCRETO EN LOSAS Y VIGAS		S1-S3	S1-S4													
EDIFICIO																
ACERO VERTICAL	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2			P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3				
IIEE- IISS	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2			P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3				
ENCOFRADO VERTICAL	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1			P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2				
CONCRETO VERTICAL	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1			P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2				
ENCOFRADO FONDO DE VIGA		P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4			P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1				
ACERO - VIGA		P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4			P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1				
ENCOFRADO FONDO LOSA Y COSTADO VIGA			P1-S1	P1-S2	P1-S3			P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4				
MONTAJE DE PRE LOSA			P1-S1	P1-S2	P1-S3			P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4				
IIEE- IISS			P1-S1	P1-S2	P1-S3			P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4				
ACERO EN LOSA				P1-S1	P1-S2			P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3				
CONCRETO EN LOSAS Y VIGAS				P1-S1	P1-S2			P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3				

Nota. LookAhead de las partidas de la especialidad de estructuras. Elaboración propia, 2023.

Figura 9

Análisis de restricciones

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES															
PROYECTO:		CENTRAL HOME			CLIENTE: INMOBILIARIA CASA BONITA										
SEMANA:		21			SEMANA 21										
ITEM	De donde sale	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	ESTADO	11/10/21	12/10/21	13/10/21	14/10/21	15/10/21	16/10/21	17/10/21		
N° TOTAL DE RESTRICCIONES							19								
% DE RESTRICCIONES POR SEMANA							100%								
1	ESTRUCTURAS	CONCRETO VERTICAL Y HORIZONTAL	DEFINIR SI SE UTILIZARA EL PLACING BOMB	16/10/2021	CESAR YI	CUMPLIDA							x		
		ENCOFRADO HORIZONTAL	LLEGADA DE PUNTALES DE REAPUNTAMIENTO	14/10/2021	MARCELO	CUMPLIDA				x					
		ENCOFRADO VERTICAL	LLEGADA DE TABLONES	14/10/2021	MARCELO	CUMPLIDA				x					
		VIGAS DE CONCRETO ARMADO	ENTREGA DE EXPEDIENTE DE PREVIGAS FIRMADO POR EL ESTRUCTURAL	16/10/2021	RAL CARRERA	CUMPLIDA								x	
		LOSA ALIGERADA	APROBACION DE LA SEPARACION DE LAS VIGUETAS DE PRELOSAS	16/10/2021	RAL CARRERA	CUMPLIDA								x	
2	ADMINISTRATIVO	PERMISOS MUNICIPALES	RENOVACION DE PERMISO DE HORARIO EXTENDIDO	14/10/2021	MARCELO	CUMPLIDA				x					
		STAFF	BUSCAR NUEVO INGENIERO DE PRODUCCION	13/10/2021	RAL CARRERA	CUMPLIDA			x						
			CONTRATACION DE INGENIERO DE PRODUCCION	14/10/2021	CESAR YI	CUMPLIDA				x					
			CONTRATACION DE TOPOGRAFO	14/10/2021	RAL CARRERA	EN PROCESO					x				
		IMPRESIONES	IMPRESIÓN DE ANALISIS DE RESTRICCIONES	13/10/2021	JOHN MARTINES	CUMPLIDA				x					
COMPRA DE IMPRESORA A4	12/10/2021		CESAR YI	CUMPLIDA			x								
3	OBRAS PROVISIONALES	INSTALACIONES PROVISIONALES	COMPARATIVO DE SERVICIO DE ELIMINACION DE DESMONTE	15/10/2021	LUIS ESPINOZA	EN PROCESO						x			
			APROBACION DE REQUERIMIENTO DE CABLES Y TABLEROS PARA INSTALACIONES PROVISIONALES	16/10/2021	CESAR YI	CUMPLIDA								x	
			REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA AMBIENTES PROVISIONALES EN EL SOTANO 1	16/10/2021	LUIS ESPINOZA	CUMPLIDA								x	
4	ARQUITECTURA	DETALLES ARQUITECTONICOS	CONTRATACION DE PROFESIONAL PARA DETALLE DE 7 TIPOS DE BAÑOS Y COCINAS	16/10/2021	CESAR YI	CUMPLIDA							x		
5	SEGURIDAD	PROTECCIONES COLECTIVAS	APROBACION DE MALLA ANTICAIDA	14/10/2021	CESAR YI	CUMPLIDA				x					
			LLEGADA DE MALLA ANTICAIDA	16/10/2021	MARCELO	CUMPLIDA								x	
			REQUERIMIENTO DE PROTECCIONES COLECTIVAS (SEGÚN REQUERIMIENTO DE LUIS)	13/10/2021	LUIS ESPINOZA	CUMPLIDA			x						
			LLEGADA DE PROTECCIONES COLECTIVAS (SEGÚN REQUERIMIENTO DE LUIS)	18/10/2021	MARCELO	CUMPLIDA									
			COMPARATIVO DE CAJA ECOLOGICA	15/10/2021	LUIS ESPINOZA	EN PROCESO							x		

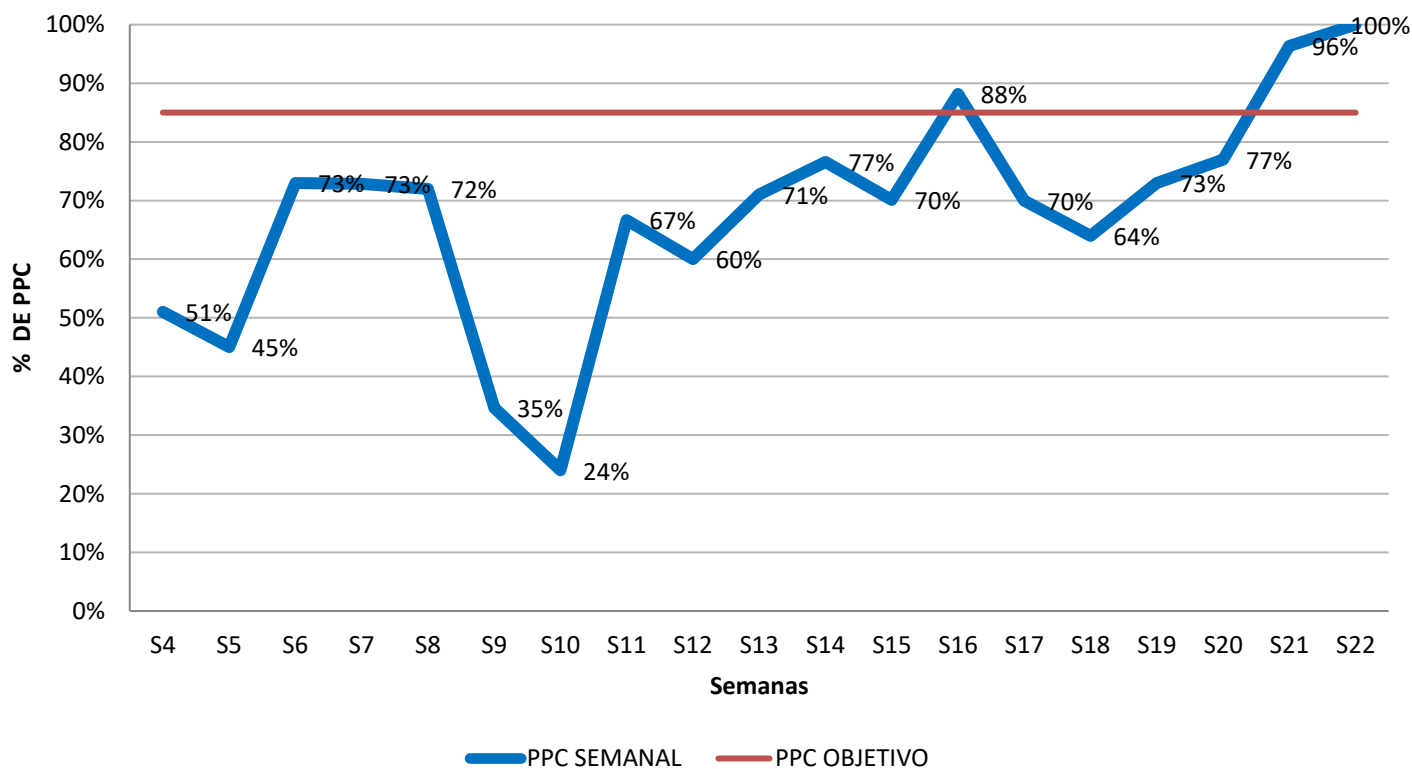
Nota. Las restricciones encontradas en el lookahead pasan a esta sección, donde se da seguimiento hasta ser liberadas, para garantizar el desempeño de la actividad.

Porcentaje de Plan Completado

En la presente investigación, se estableció como PPC objetivo un mínimo de 85% para obtener un óptimo PPC, las semanas que presenten menor a este valor deberán mejorarse. De esta manera, la implementación Last Planner mejore la producción en obra, tal como se presenta la curva de porcentaje en la figura 10:

Figura 10

Curva de PPC acumulado



Nota. Se logra apreciar el pico más bajo en la semana 10 con 24% y el pico más elevado en la semana 22. Asimismo, se observa que a partir de la semana 21 el flujo de trabajo se empieza a estabilizar. Elaboración propia, 2023.

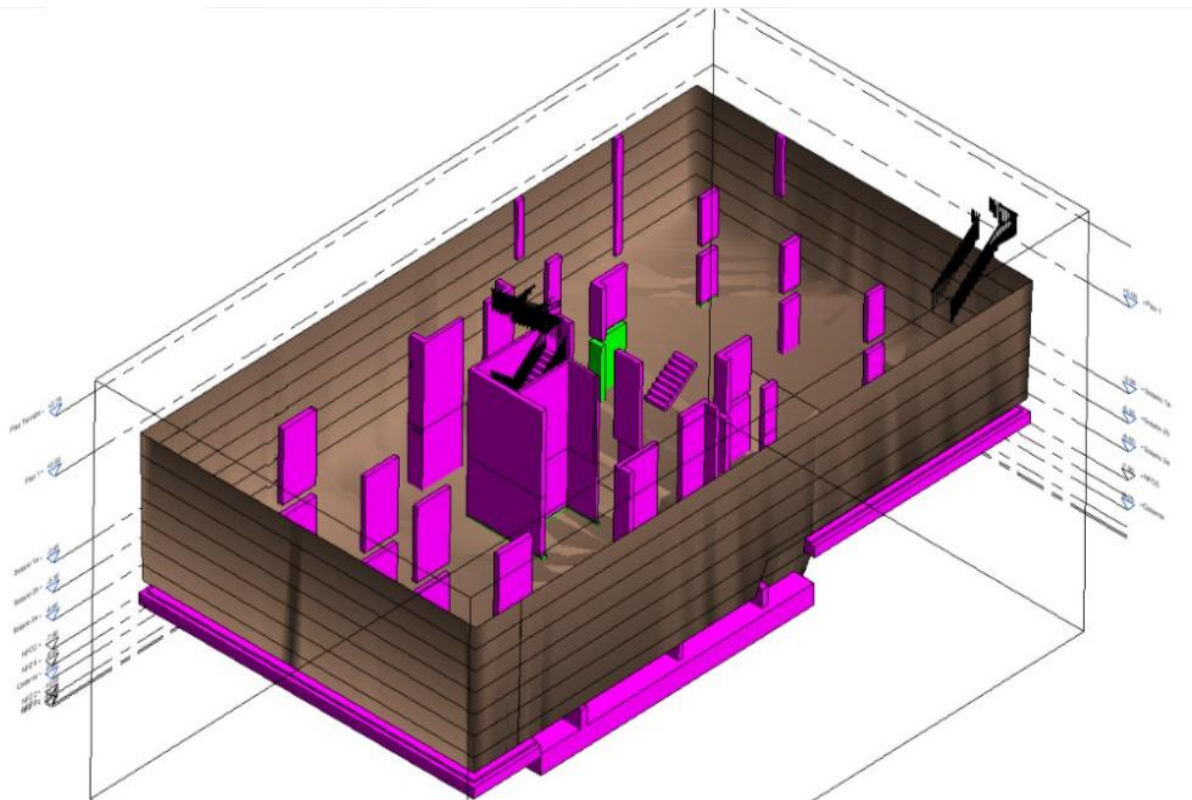
Objetivo 2: Determinar la influencia de la Metodología BIM en el control de costos del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Metodología BIM – Revit

En la figura 11 se presenta el modelamiento estructural del proyecto, en el cual se consideró una configuración estructural en la subestructura formada por zapatas, vigas de cimentación, columnas, placas y losas. Asimismo, en la figura 12 se aprecia la configuración estructural de la superestructura del proyecto.

Figura 11

Modelado estructural de subestructura - Central Home



Nota. Se aprecia el modelamiento de la sub estructura del proyecto en el programa Revit, el cual consta de 2 sótanos. Elaboración propia, 2023.

Figura 12

Modelado de superestructura - Central Home



Nota. Se aprecia el modelamiento de la superestructura del proyecto en el programa Revit, el cual consta de 20 niveles. Elaboración propia, 2023.

Metrados obtenidos con Revit

Tabla 3 *Metrados de concreto en sub estructura*

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Familia	Tipo	Longitud (m)	Anchura (m)	Area (m ²)	Elevation at Top	Elevation at Bottom	Volumen (m ³)	Material estructural	Zona
Zapata Irregular 2	Zapata Irregular 2	2.40	1.80	17.40	-7.65	-8.65	17.396	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
Zapata Irregular 5	Zapata Irregular 1.00	1.80	1.20	1.60	-8.05	-9.30	2.000	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
Zapata Irregular	Zapata Irregular 1.00	1.80	1.20	45.57	-9.45	-10.45	45.566	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Cisterna
M_Zapata-Rectangular	Zapata 4.155x2.75x1.10	4.16	2.75	11.43	-9.45	-10.55	12.569	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Cisterna
M_Zapata-Rectangular	Zapata 4.155x2.75x1.10	4.16	2.75	11.43	-9.95	-11.05	12.569	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Cisterna
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.650x4.50x1.10	4.50	2.65	11.93	-6.80	-7.90	13.118	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.650x4.50x1.10	4.50	2.65	11.93	-6.80	-7.90	13.118	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.70x4.50x1.10	4.50	2.70	12.15	-7.55	-8.65	13.365	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.70x4.50x1.10	4.50	2.70	12.15	-7.55	-8.65	13.365	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.58x2.05x1.00	2.58	2.05	5.29	-8.30	-9.30	5.289	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.20x1.65x0.70	2.20	1.65	3.63	-9.85	-10.55	2.541	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Cisterna
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.20x1.65x0.70	2.20	1.65	3.63	-6.60	-7.30	2.541	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
Zapata Irregular 3	Zapata 2.05x1.25x1.00	2.05	1.25	10.51	-7.65	-8.65	10.507	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.05x1.25x0.60	2.05	1.25	2.56	-9.45	-10.05	1.538	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Cisterna
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.05x1.25x0.60	2.05	1.25	2.56	-6.00	-6.60	1.538	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Zapata 2.05x1.25x0.60	2.05	1.25	2.56	-6.00	-6.60	1.538	Concreto f'c=280 kg/cm ²	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Falsa Zapata 4.55x.9x0.85	4.55	0.90	4.10	-8.65	-9.50	3.481	Concreto Ciclopeo	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Falsa Zapata 2.20x1.65x2.90	2.20	1.65	3.63	-7.20	-10.10	10.164	Concreto Ciclopeo	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Falsa Zapata 2.05x1.25x0.1.40	2.05	1.25	2.56	-6.60	-8.00	3.588	Concreto Ciclopeo	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Falsa Zapata 1.05x1.78x1.00	1.05	1.78	1.87	-8.65	-9.65	1.869	Concreto Ciclopeo	Sub-Estructura
M_Zapata-Rectangular	Concreto ciclopeo 3.20x1.60x1.50 (Ascensor)	3.20	1.60	5.12	-7.95	-9.45	7.680	Concreto Ciclopeo	Cisterna

Tabla 4

Metrados de concreto en elementos de la superestructura

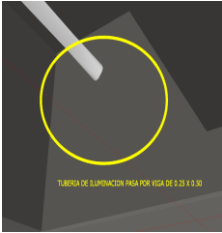
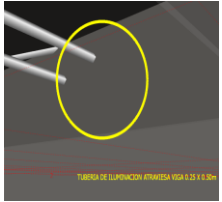
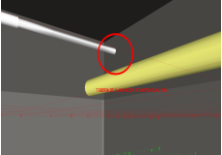
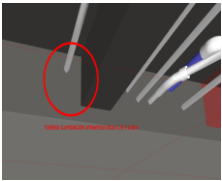
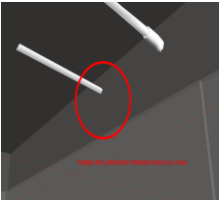
A	B	C	D	E
vg	Material estructural	Nivel base	Volumen	Zona
Columna C-02	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	0.648	Super-Estructura
Columna C-06 - 2	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	1.394	Super-Estructura
Columna C-10	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	0.591	Super-Estructura
Columna C-01	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	0.649	Super-Estructura
Placa PL-01	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	2.209	Super-Estructura
Placa PL-02	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	2.203	Super-Estructura
Columna C-12	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	0.590	Super-Estructura
Columna C-11	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	0.590	Super-Estructura
Placa PL4	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	2.121	Super-Estructura
Columna C-07	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	1.418	Super-Estructura
Columna C-08	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	1.419	Super-Estructura
Columna C-09 - 2	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	1.196	Super-Estructura
Columna C-03	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	1.465	Super-Estructura
Columna C-05	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	1.256	Super-Estructura
Placa PL-05 Cisterna	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	10.752	Super-Estructura
Placa PL6	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	2.121	Super-Estructura
Columna C-04 - 3	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 1	1.388	Super-Estructura
Columna C-06 - 2	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	1.055	Super-Estructura
Columna C-07	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	1.016	Super-Estructura
Columna C-08	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	1.017	Super-Estructura
Columna C-09 - 2	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	0.857	Super-Estructura
Columna C-01	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	0.479	Super-Estructura
Columna C-02	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	0.478	Super-Estructura
Columna C-03	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	1.109	Super-Estructura
Columna C-05	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	0.900	Super-Estructura
Columna C-04 - 3	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	1.225	Super-Estructura
Placa PL-01	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	1.583	Super-Estructura
Placa PL-02	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	1.579	Super-Estructura
Placa PL-05 Piso 1	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	7.995	Super-Estructura
Placa PL4	Concreto f c=350 kg/cm2	Piso 2	1.807	Super-Estructura


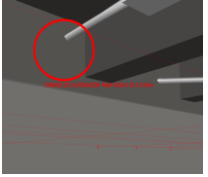

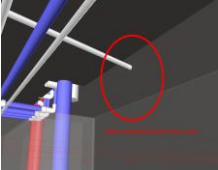
Nota. Se muestra la cuantificación del volumen de concreto obtenida en elementos verticales de la superestructura. Elaboración propia, 2023.

Incompatibilidades de diseño

Tabla 5

Análisis de incompatibilidades en el proyecto

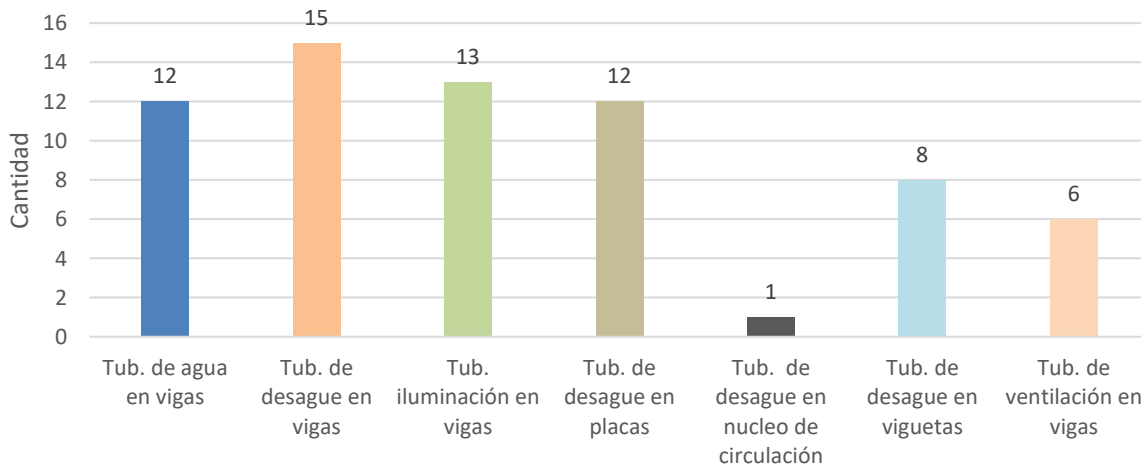
ITEM	SESION	FECHA	ESPECIALIDAD / ARCHIVO	PISO / LÁMINA	EJES / REFERENCIA	IMAGEN CONSULTA	CONSULTA	TIPO DE CONSULTA	IMPORTANCIA	RESPONSABLE(S)
1	SESION 1	02/03/2021	IIEE-AL	PISO TÍPICO	1- 5		TUBERIA DE ILUMINACION PASA POR VIGA DE 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
2	SESION 1	02/03/2021	IIEE-AL	PISO TÍPICO	G-5		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
3	SESION 1	02/03/2021	IIEE-AL	PISO TÍPICO	1-5		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA PLACA EN L	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
4	SESION 1	02/03/2021	IIEE-AL	CISTERNA	F-5 (-1)		TUBERIA ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
5	SESION 1	02/03/2021	IIEE-AL	CISTERNA	1-4(-1)		TUBERIA ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO

6	SESION 1	02/03/2021	IIIEE-AL	PISO TÍPICO	I- 4		TUBERIA ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
7	SESION 1	02/03/2021	IIIEE-AL	PISO TÍPICO	E-9(1)		TUBERIA ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
8	SESION 1	02/03/2021	IIIEE-AL	CISTERNA	E-5		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA NUCLEO VERTICAL DE CIRCULACIÓN	Recomendación	MODERADO	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
9	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	SOTANO	E-5		TUBERIA ILUMINACION PASA POR VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO

Nota. Se muestra las incompatibilidades más resaltantes del proyecto.

Figura 13

Incompatibilidades encontradas en el diseño



Nota. Se muestra las incompatibilidades más frecuentes encontradas entre las especialidad de instalaciones y estructuras. Elaboración propia, 2023.

Presupuesto de estructuras

Tabla 6

Costo directo de estructuras - BIM

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	P.U.	PRECIO PARCIAL (S/.)
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				139,762.51
01.01.01	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO	m3	4,281.81	12.53	53,651.08
	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION -MASIVA	m3	5,566.35	15.47	86,111.43
02.02.01	CISTERNA				175,230.52
02.02.01.01	EXCAVACION -Cisterna-				53,743.72
02.02.01.01.01	EXCAVACION LOCALIZADA EN CISTERNA	m3	1,124.14	18.35	20,627.97
02.02.01.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO EN CISTERNA	m3	576.74	33.69	19,430.37
02.02.01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION - CISTERNA	m3	884.64	15.47	13,685.38
02.02.01.03	CIMIENTOS CORRIDOS -Cisterna-				8,244.39
02.02.01.03.01	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS $f_c=100$ kg/cm ² CISTERNA	m3	17.69	288.48	5,103.21
02.02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CISTERNA -CIMIENTOS CORRIDOS	m2	63.00	49.86	3,141.18
02.02.01.04	MUROS DE CONCRETO -Cisterna-				61,251.08
02.02.01.04.01	CONCRETO MURO $f_c=350$ kg/cm ² CISTERNA	m3	55.04	383.27	21,095.18
02.02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CISTERNA -MUROS	m2	436.09	39.28	17,129.62
02.02.01.04.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - MUROS	kg	5,151.29	4.47	23,026.28
02.02.01.05	PLACAS -Cisterna-				23,497.56
02.02.01.05.01	CONCRETO PLACAS $f_c=350$ kg/cm ² CISTERNA	m3	21.17	380.49	8,054.97
02.02.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CISTERNA -PLACAS	m2	167.90	39.28	6,595.11
02.02.01.05.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - PLACAS	kg	1,979.30	4.47	8,847.47
02.02.01.06	LOSA DE CONCRETO -cisterna-				26,686.51
02.02.01.06.01	PRELOSA MACIZA				16,696.78
02.02.01.06.02	LOSA MACIZA				9,989.72
02.02.01.07	ESCALERAS -cisterna-				1,807.27
02.02.01.07.01	CONCRETO ESCALERAS $f_c=210$ kg/cm ² CISTERNA	m3	1.52	313.03	475.81
02.02.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CISTERNA - ESCALERA	m2	11.33	66.82	757.07
02.02.01.07.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - ESCALERAS	kg	128.50	4.47	574.40
02.02.02	ZAPATAS				134,590.15
02.02.02.01	SOLADO PARA ZAPATA	m2	160.11	27.68	4,431.84
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL LOCALIZADA EN ZAPATAS	m3	375.21	53.60	20,111.26
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO EN ZAPATAS	m3	285.48	33.69	9,617.82
	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION - ZAPATAS	m3	202.29	15.47	3,129.43
02.01.02	CONCRETO $f_c=100$ kg/cm ² + 30% PG (6" MAX) (PIT ASCENSOR Y OTROS)	m3	8.06	295.07	2,378.26
02.02.02.02	CONCRETO FALSAS ZAPATAS $f_c=100$ kg/cm ² - SUB ESTRUCTURA	m3	19.10	305.87	5,842.12
02.02.02.02	CONCRETO ZAPATAS $f_c=280$ kg/cm ² - SUB ESTRUCTURA	m3	176.24	352.07	62,048.82
02.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ZAPATAS - SUB ESTRUCTURA	m2	196.11	44.03	8,634.72
02.02.02.04	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - ZAPATAS	kg	4,115.41	4.47	18,395.88
02.02.03	CIMIENTOS CORRIDOS				63,301.16
02.02.03.02	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS $f_c=100$ kg/cm ²	m3	86.97	288.48	25,089.11
02.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CIMIENTOS CORRIDOS	m2	132.18	49.86	6,590.49
02.02.03.04	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - CIMIENTOS CORRIDOS	kg	2,758.03	4.47	12,328.39
02.02.04	VIGAS DE CIMENTACION				11,877.26
02.02.04.01	RELLENO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO $e = 0.05$ m	m2	2.19	12.42	27.20
02.02.04.02	CONCRETO VIGA DE CIMENTACION $f_c=280$ kg/cm ²	m3	7.27	355.97	2,587.90
02.02.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS DE CIMENTACION	m2	40.35	52.22	2,107.08
02.02.04.04	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - VIGAS DE CIMENTACION	kg	1,600.69	4.47	7,155.08

02.02.05	MUROS REFORZADOS				272,346.62
02.02.05.01	MUROS DE CONCRETO (ENCOFRADO 1 CARA)				260,250.01
02.02.05.01.01	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ²	m ³	139.67	461.77	64,495.42
02.02.05.01.02	CONCRETO $f_c=350$ kg/cm ²	m ³	65.18	491.17	32,014.46
02.02.05.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO CONCRETO 1 CARA	m ²	744.90	56.73	42,258.18
02.02.05.01.04	Anclajes de Muros Pantalla (Postensados temporales)	glb	1.00	56,628.18	56,628.18
02.02.05.01.05	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - MUROS	kg	11,264.11	4.47	50,350.57
02.02.05.01.06	PERFILADO PARA MURO ANCLADO	m ²	744.90	19.47	14,503.20
02.02.05.02	MUROS DE CONCRETO (ENCOFRADO 2 CARAS)				12,096.61
02.02.05.02.01	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ²	m ³	7.68	361.22	2,774.17
02.02.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO CONCRETO 2 CARAS	m ²	71.16	39.28	2,795.16
02.02.05.02.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - MUROS	kg	1,460.24	4.47	6,527.27
02.02.06	PLACAS SOTANOS				138,709.53
02.02.06.01	CONCRETO PLACA $f_c=350$ kg/cm ²	m ³	69.19	380.49	26,326.10
02.02.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLACAS - SUB ESTRUCTURA	m ²	634.05	39.28	24,905.48
02.02.06.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - PLACAS	kg	19,570.01	4.47	87,477.94
02.02.07	LOSAS DE TECHO				166,903.20
02.02.07.01	PRELOSA ALIGERADA				164,990.28
02.02.07.01.01	PRELOSA ALIGERADA CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² (e= 5 cm) - SOTANO	m ²	1,183.04	64.32	76,093.13
02.02.07.01.02	CONCRETO PARA LOSA $f_c=210$ kg/cm ² (en obra)	m ³	100.87	319.14	32,191.65
02.02.07.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PRELOSA	m ²	1,177.97	38.09	44,868.88
02.02.07.01.06	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	1,660.49	3.23	5,363.38
02.02.07.01.07	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSA	kg	1,448.15	4.47	6,473.23
02.02.07.01.08	POLIESTIRENO 0.15 x 0.45 m	m ²	-	33.60	-
02.02.07.02	PRELOSA MACIZA				1,912.92
02.02.07.02.01	PRELOSA MACIZA CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² (e= 5 cm) - SOTANO	m ²	12.20	46.74	570.23
02.02.07.02.02	CONCRETO LOSA EN OBRA $f_c=210$ kg/cm ² (e= 20 cm)	m ³	2.32	319.14	740.40
02.02.07.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PRELOSA	m ²	11.62	38.09	442.61
02.02.07.02.04	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	24.86	3.23	80.30
02.02.07.02.05	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSA	kg	17.76	4.47	79.39
02.02.08	LOSAS DEPISO				41,074.57
02.02.08.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO PARA LOSA	m ³	168.43	85.69	14,432.77
02.02.08.02	CONCRETO PARA PAVIMENTO $f_c=210$ kg/cm ² (e= 15 cm)	m ³	83.48	319.14	26,641.81
02.02.08	VIGAS SOTANOS				55,977.67
02.02.08.01	CONCRETO VIGAS $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	55.96	318.84	17,842.29
02.02.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS SOTANOS	m ²	334.55	53.92	18,038.94
02.02.08.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - VIGAS	kg	4,495.85	4.47	20,096.45
02.02.09	ESCALERAS				5,266.87
02.02.09.01	CONCRETO ESCALERAS $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	4.60	313.03	1,439.94
02.02.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ESCALERAS	m ²	32.70	66.82	2,185.01
02.02.09.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - ESCALERAS	kg	367.32	4.47	1,641.92
3.01	PLACAS				871,582.20
03.01.01	CONCRETO PLACA $f_c=350$ kg/cm ²	m ³	156.80	402.16	63,058.69
03.01.02	CONCRETO PLACA $f_c=280$ kg/cm ²	m ³	161.93	380.11	61,551.21
03.01.03	CONCRETO PLACA $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	404.01	348.61	140,841.93
03.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLACAS	m ²	7,427.42	29.04	215,692.28
03.01.05	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - PLACAS	kg	87,346.33	4.47	390,438.10

3.02	LOSAS DE TECHO				813,273.20
03.02.01	PRELOSA ALIGERADA				725,169.52
03.02.01.01	PRELOSA ALIGERADA CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² (e= 5 cm) - EDIFICIO	m ²	5,250.35	64.32	337,702.51
03.02.01.02	CONCRETO PARA LOSA $f_c=210$ kg/cm ² (en obra)	m ³	510.91	319.14	163,051.82
03.02.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PRELOSA	m ²	5,250.35	36.26	190,377.69
03.02.01.06	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	3,173.83	3.23	10,251.47
03.02.01.07	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSAS	kg	5,321.26	4.47	23,786.03
03.02.01.08	POLIESTIRENO 0.15 x 0.45 m	m ²	-	33.60	-
03.02.02	PRELOSA MACIZA				67,711.47
03.02.02.01	PRELOSA MACIZA CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² (e= 5 cm) - EDIFICIO	m ²	353.77	46.74	16,535.21
03.02.02.02	CONCRETO LOSA EN OBRA $f_c=210$ kg/cm ² (e= 20 cm)	m ³	70.75	319.14	22,579.16
03.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PRELOSA	m ²	353.77	36.26	12,827.70
03.02.02.04	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	2,447.36	3.23	7,904.97
03.02.02.05	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSAS	kg	1,759.38	4.47	7,864.43
03.02.03	LOSA MACIZA				20,392.21
03.02.03.01	CONCRETO LOSA EN OBRA $f_c=210$ kg/cm ² (e= 25 cm)	m ³	28.49	322.82	9,197.14
03.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA	m ²	103.16	52.24	5,389.08
03.02.03.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSAS	kg	1,298.88	4.47	5,805.99
3.03	VIGAS				612,826.28
03.03.01	CONCRETO VIGAS $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	374.12	318.84	119,284.42
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	2,373.87	53.92	127,999.07
03.03.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - VIGAS	kg	81,776.91	4.47	365,542.79
3.04	ESCALERAS				38,349.14
03.04.01	CONCRETO ESCALERA $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	31.56	313.03	9,879.23
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m ²	235.38	66.82	15,728.09
03.04.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - VIGAS	kg	2,850.52	4.47	12,741.82
04.01	CURADO DE CONCRETO LOSAS	m ²	13,916.44	1.77	24,632.10
	CURADO DE CONCRETO VIGAS	m ²	2,748.77	2.05	5,634.98
04.02	CURADO DE CONCRETO PLACAS Y MUROS	m ²	9,481.52	1.77	16,782.29
	JUNTA DE POLIESTIRENO CON VECINOS (e= 15cm)	m ²	504.26	33.69	16,988.52
	JUNTA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS DE PISO	ml	2,127.33	4.50	9,572.99
	CORTE DE CONTRACCION PARA LOSAS	ml	2,507.37	1.58	3,961.64
04	MUROS DE CONCRETO (medidores y entrada)				13,568.04
	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=280$ kg/cm ²	m ³	12.87	361.22	4,648.90
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO CONCRETO 2 CARAS	m ²	184.48	39.28	7,246.37
	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60 - MUROS	kg	374.22	4.47	1,672.76
COSTO DIRECTO					3,492,448.94

Nota. Se muestra el costo directo obtenido con replanteo de partidas mediante la metodología

BIM, obteniendo un valor de S/.3,492,448.94. Elaboración propia, 2023.

Objetivo 3: Determinar la variación de la productividad y control de costos del proyecto multifamiliar Central Home aplicando el uso de Last Planner System con BIM.

Se detalla la variación de costos y tiempos respecto al uso de las metodologías Last Planner System y BIM, en comparación con la metodología tradicional.

Variación en plazos

Tabla 7

Análisis comparativo de plazos LPS vs tradicional

Ítem	Descripción	Plazos (días)		Diferencia	%
		Con LPS	Sin LPS		
1	Obras preliminares y prov.	10	10	0	0.00
2	Movimiento de tierras	45	47	2	4.26
3	Subestructura (sótanos)				
	<i>Muro anclado</i>	55	56	1	1.79
	<i>Cimentaciones</i>	25	26	1	3.85
	<i>Acero vertical</i>	30	32	2	6.25
	<i>Encofrado Vertical</i>	45	47	2	4.26
	<i>Concreto vertical</i>	45	46	1	2.17
	<i>Encofrado horizontal</i>	45	46	1	2.17
	<i>Acero horizonatal</i>	45	46	1	2.17
	<i>Concreto Horizontal</i>	45	46	1	2.17
4	Superestructura (1° al 20° nivel + azotea)				
	<i>Acero vertical</i>	180	182	2	1.10
	<i>Encofrado Vertical</i>	180	182	2	1.10
	<i>Concreto vertical</i>	180	181	1	0.55
	<i>Encofrado horizontal</i>	180	182	2	1.10
	<i>Acero horizonatal</i>	180	182	2	1.10
	<i>Concreto Horizontal</i>	180	181	1	0.55

Nota. Se muestra la variación del proyecto respecto a la especialidad de estructuras, donde se detalla 22 días optimizados con aplicación del LPS. Elaboración propia.

Tabla 8

Análisis comparativo de costos BIM vs tradicional

ITEM	DESCRIPCION	Und.	METODO BIM			METODO TRADICIONAL		
			Metrado	P.U	PARCIAL (S./)	Metrado	P.U	PARCIAL (S./)
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				139,762.51			139,762.51
01.01.01	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO	m3	4,281.81	12.53	53,651.08	4,281.81	12.53	53,651.08
	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION -MASIVA	m3	5,566.35	15.47	86,111.43	5,566.35	15.47	86,111.43
02	SUB- ESTRUCTURA				1,065,277.56			1,077,516.81
02.02.01	CISTERNA				175,230.52			182,272.19
02.02.01.01	EXCAVACION -Cisterna-				53,743.72			53,743.72
02.02.01.01.01	EXCAVACION LOCALIZADA EN CISTERNA	m3	1,124.14	18.35	20,627.97	1,124.14	18.35	20,627.97
02.02.01.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO EN CISTERNA	m3	576.74	33.69	19,430.37	576.74	33.69	19,430.37
02.02.01.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION - CISTERNA	m3	884.64	15.47	13,685.38	884.64	15.47	13,685.38
02.02.01.03	CIMIENTOS CORRIDOS -Cisterna-				8,244.39			9,093.37
02.02.01.03.01	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS f _c =100 kg/cm ² CISTERNA	m3	17.69	288.48	5,103.21	19.85	288.48	5,726.33
02.02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO CISTERNA -CIMIENTOS CORRIDOS	m2	63.00	49.86	3,141.18	67.53	49.86	3,367.05
02.02.01.04	MUROS DE CONCRETO -Cisterna-				61,251.08			64,213.69
02.02.01.04.01	CONCRETO MURO f _c =350 kg/cm ² CISTERNA	m3	55.04	383.27	21,095.18	61.25	383.27	23,475.29
02.02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO CISTERNA -MUROS	m2	436.09	39.28	17,129.62	440.24	39.28	17,292.63
02.02.01.04.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - MUROS	kg	5,151.29	4.47	23,026.28	5,245.14	4.47	23,445.78
02.02.01.05	PLACAS -Cisterna-				23,497.56			25,388.09
02.02.01.05.01	CONCRETO PLACAS f _c =350 kg/cm ² CISTERNA	m3	21.17	380.49	8,054.97	25.67	380.49	9,767.18
02.02.01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO CISTERNA -PLACAS	m2	167.90	39.28	6,595.11	171.41	39.28	6,732.98
02.02.01.05.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - PLACAS	kg	1,979.30	4.47	8,847.47	1,988.35	4.47	8,887.92
02.02.01.06	LOSA DE CONCRETO -cisterna-				26,686.51			27,938.99
02.02.01.06.01	PRELOSA MACIZA				16,696.78			17,904.06
02.02.01.06.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFADO PRELOSA	m2	84.26	38.09	3,209.46	88.25	38.09	3,361.44
02.02.01.06.01.02	PRELOSA MACIZA CONCRETO f _c =280 kg/cm ² (e= 5 cm) - CISTERNA	m2	80.52	46.74	3,763.50	84.31	46.74	3,940.65
02.02.01.06.01.03	CONCRETO LOSA EN OBRA f _c =210 kg/cm ² (e= 20 cm)	m3	16.10	319.14	5,138.15	18.65	319.14	5,951.96
02.02.01.06.01.04	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	561.04	3.23	1,812.16	569.24	3.23	1,838.65
02.02.01.06.01.05	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSAS	kg	620.47	4.47	2,773.50	628.94	4.47	2,811.36
02.02.01.06.02	LOSA MACIZA				9,989.72			10,034.93
02.02.02.01	SOLADO PARA LOSA DE PISO	m2	31.80	27.09	861.46	32.85	27.09	889.91
02.02.01.06.02.01	CONCRETO LOSA EN OBRA f _c =280 kg/cm ² (e= 20 cm)	m3	10.62	317.81	3,375.14	10.62	317.81	3,375.14
02.02.01.06.02.01	CONCRETO PARA PAVIMENTO f _c =210 kg/cm ² (e= 15 cm)	m3	5.60	317.81	1,779.74	5.60	317.81	1,779.74
02.02.01.06.02.02	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSAS	kg	888.90	4.47	3,973.38	892.65	4.47	3,990.15
02.02.01.07	ESCALERAS -cisterna-				1,807.27			1,894.33
02.02.01.07.01	CONCRETO ESCALERAS f _c =210 kg/cm ² CISTERNA	m3	1.52	313.03	475.81	1.64	313.03	513.37
02.02.01.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO CISTERNA - ESCALERA	m2	11.33	66.82	757.07	11.86	66.82	792.49
02.02.01.07.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - ESCALERAS	kg	128.50	4.47	574.40	131.65	4.47	588.48
02.02.02	ZAPATAS				134,590.15			136,855.52
02.02.02.01	SOLADO PARA ZAPATA	m2	160.11	27.68	4,431.84	160.11	27.68	4,431.84
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL LOCALIZADA EN ZAPATAS	m3	375.21	53.60	20,111.26	375.21	53.60	20,111.26
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO EN ZAPATAS	m3	285.48	33.69	9,617.82	285.48	33.69	9,617.82
	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION - ZAPATAS	m3	202.29	15.47	3,129.43	202.29	15.47	3,129.43
02.01.02	CONCRETO f _c =100 kg/cm ² + 30% PG (6" MAX) (PIT ASCENSOR Y OTROS)	m3	8.06	295.07	2,378.26	9.25	295.07	2,729.40
02.02.02.02	CONCRETO FALSAS ZAPATAS f _c =100 kg/cm ² - SUB ESTRUCTURA	m3	19.10	305.87	5,842.12	21.05	305.87	6,438.56
02.02.02.02	CONCRETO ZAPATAS f _c =280 kg/cm ² - SUB ESTRUCTURA	m3	176.24	352.07	62,048.82	179.52	352.07	63,203.61
02.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFADO ZAPATAS - SUB ESTRUCTURA	m2	196.11	44.03	8,634.72	199.28	44.03	8,774.30
02.02.02.04	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - ZAPATAS	kg	4,115.41	4.47	18,395.88	4,120.65	4.47	18,419.31

02.02.03	CIMENTOS CORRIDOS				63,301.16			65,057.50
02.02.03.01	EXCAVACION MANUAL LOCALIZADA EN CIMENTOS CORRIDOS	m3	223.59	53.60	11,984.42	223.59	53.60	11,984.42
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO EN ZAPATAS	m3	154.34	33.69	5,199.71	154.34	33.69	5,199.71
	ELIMINACION DE MATERIAL DE EXCAVACION - CIMENTOS	m3	136.33	15.47	2,109.03	136.33	15.47	2,109.03
02.02.03.02	CONCRETO CIMENTOS CORRIDOS f _c =100 kg/cm ²	m ³	86.97	288.48	25,089.11	92.25	288.48	26,612.28
02.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CIMENTOS CORRIDOS	m ²	132.18	49.86	6,590.49	136.21	49.86	6,791.43
02.02.03.04	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - CIMENTOS CORRIDOS	kg	2,758.03	4.47	12,328.39	2,765.24	4.47	12,360.62
02.02.04	VIGAS DE CIMENTACION				11,877.26			12,524.32
02.02.04.01	RELLENO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO e = 0.05m	m ²	2.19	12.42	27.20	12.42	12.42	154.26
02.02.04.02	CONCRETO VIGA DE CIMENTACION f _c =280 kg/cm ²	m ³	7.27	355.97	2,587.90	7.89	355.97	2,808.60
02.02.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS DE CIMENTACION	m ²	40.35	52.22	2,107.08	41.84	52.22	2,184.88
02.02.04.04	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - VIGAS DE CIMENTACION	kg	1,600.69	4.47	7,155.08	1650.24	4.47	7,376.57
02.02.05	MUROS REFORZADOS				272,346.62			272,500.46
02.02.05.01	MUROS DE CONCRETO (ENCOFRADO 1 CARA)				260,250.01			260,296.89
02.02.05.01.01	CONCRETO f _c =280 kg/cm ²	m ³	139.67	461.77	64,495.42	139.67	461.77	64,495.42
02.02.05.01.02	CONCRETO f _c =350 kg/cm ²	m ³	65.18	491.17	32,014.46	65.18	491.17	32,014.46
02.02.05.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO CONCRETO 1 CARA	m ²	744.90	56.73	42,258.18	745.65	56.73	42,300.72
02.02.05.01.04	Anclajes de Muros Pantalla (Postensados temporales)	glb	1.00	56,628.18	56,628.18	1.00	56,628.18	56,628.18
02.02.05.01.05	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - MUROS	kg	11,264.11	4.47	50,350.57	11,265.08	4.47	50,354.91
02.02.05.01.06	PERFILADO PARA MURO ANCLADO	m ²	744.90	19.47	14,503.20	744.90	19.47	14,503.20
02.02.05.02	MUROS DE CONCRETO (ENCOFRADO 2 CARAS)				12,096.61			12,203.57
02.02.05.02.01	CONCRETO f _c =280 kg/cm ²	m ³	7.68	361.22	2,774.17	7.95	361.22	2,871.70
02.02.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO CONCRETO 2 CARAS	m ²	71.16	39.28	2,795.16	71.16	39.28	2,795.16
02.02.05.02.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - MUROS	kg	1,460.24	4.47	6,527.27	1,462.35	4.47	6,536.70
02.02.06	PLACAS SOTANOS				138,709.53			138,709.53
02.02.06.01	CONCRETO PLACA f _c =350 kg/cm ²	m ³	69.19	380.49	26,326.10	69.19	380.49	26,326.10
02.02.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLACAS - SUB ESTRUCTURA	m ²	634.05	39.28	24,905.48	634.05	39.28	24,905.48
02.02.06.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - PLACAS	kg	19,570.01	4.47	87,477.94	19,570.01	4.47	87,477.94
02.02.07	LOSAS DE TECHO				166,903.20			167,175.08
02.02.07.01	PRELOSA ALIGERADA				164,990.28			165,260.15
02.02.07.01.01	PRELOSA ALIGERADA CONCRETO f _c =280 kg/cm ² (e= 5 cm) - SOTANO	m ²	1,183.04	64.32	76,093.13	1,183.04	64.32	76,093.13
02.02.07.01.02	CONCRETO PARA LOSA f _c =210 kg/cm ² (en obra)	m ³	100.87	319.14	32,191.65	101.65	319.14	32,440.58
02.02.07.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PRELOSA	m ²	1,177.97	38.09	44,868.88	1,178.52	38.09	44,889.83
02.02.07.01.06	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	1,660.49	3.23	5,363.38	1,660.49	3.23	5,363.38
02.02.07.01.07	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSA	kg	1,448.15	4.47	6,473.23	1,448.15	4.47	6,473.23
02.02.07.01.08	POLIESTIRENO 0.15 x 0.45 m	m ²	-	33.60	-	-	33.60	-
02.02.07.02	PRELOSA MACIZA				1,912.92			1,914.93
02.02.07.02.01	PRELOSA MACIZA CONCRETO f _c =280 kg/cm ² (e= 5 cm) - SOTANO	m ²	12.20	46.74	570.23	12.20	46.74	570.23
02.02.07.02.02	CONCRETO LOSA EN OBRA f _c =210 kg/cm ² (e= 20 cm)	m ³	2.32	319.14	740.40	2.32	319.14	740.40
02.02.07.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PRELOSA	m ²	11.62	38.09	442.61	11.62	38.09	442.61
02.02.07.02.04	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	24.86	3.23	80.30	25.01	3.23	80.78
02.02.07.02.05	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSA	kg	17.76	4.47	79.39	18.10	4.47	80.91
02.02.08	LOSAS DE PISO				41,074.57			41,074.57
02.02.08.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO PARA LOSA	m ³	168.43	85.69	14,432.77	168.43	85.69	14,432.77
02.02.08.02	CONCRETO PARA PAVIMENTO f _c =210 kg/cm ² (e= 15 cm)	m ³	83.48	319.14	26,641.81	83.48	319.14	26,641.81

02.02.08	VIGAS SOTANOS							55,977.67		55,977.67
02.02.08.01	CONCRETO VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	55.96	318.84	17,842.29	55.96	318.84	17,842.29		17,842.29
02.02.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS SOTANOS	m ²	334.55	53.92	18,038.94	334.55	53.92	18,038.94		18,038.94
02.02.08.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - VIGAS	kg	4,495.85	4.47	20,096.45	4,495.85	4.47	20,096.45		20,096.45
02.02.09	ESCALERAS							5,266.87		5,369.97
02.02.09.01	CONCRETO ESCALERAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	4.60	313.03	1,439.94	4.82	313.03	1,508.80		1,508.80
02.02.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ESCALERAS	m ²	32.70	66.82	2,185.01	33.15	66.82	2,215.08		2,215.08
02.02.09.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - ESCALERAS	kg	367.32	4.47	1,641.92	368.25	4.47	1,646.08		1,646.08
03	SUPER - ESTRUCTURA							2,336,030.82		2,352,233.84
3.01	PLACAS							871,582.20		883,195.48
03.01.01	CONCRETO PLACA f _c =350 kg/cm ²	m ³	156.80	402.16	63,058.69	158.50	402.16	63,742.36		63,742.36
03.01.02	CONCRETO PLACA f _c =280 kg/cm ²	m ³	161.93	380.11	61,551.21	163.42	380.11	62,117.58		62,117.58
03.01.03	CONCRETO PLACA f _c =210 kg/cm ²	m ³	404.01	348.61	140,841.93	405.23	348.61	141,267.23		141,267.23
03.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLACAS	m ²	7,427.42	29.04	215,692.28	7,428.15	29.04	215,713.48		215,713.48
03.01.05	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - PLACAS	kg	87,346.33	4.47	390,438.10	89,564.84	4.47	400,354.83		400,354.83
3.02	LOSAS DE TECHO							813,273.20		815,883.66
03.02.01	PRELOSA ALIGERADA							725,169.52		726,946.39
03.02.01.01	PRELOSA ALIGERADA CONCRETO f _c =280 kg/cm ² (e= 5 cm) - EDIFICIO	m ²	5,250.35	64.32	337,702.51	5,250.35	64.32	337,702.51		337,702.51
03.02.01.02	CONCRETO PARA LOSA f _c =210 kg/cm ² (en obra)	m ³	510.91	319.14	163,051.82	515.25	319.14	164,436.89		164,436.89
03.02.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PRELOSA	m ²	5,250.35	36.26	190,377.69	5,260.54	36.26	190,747.18		190,747.18
03.02.01.06	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	3,173.83	3.23	10,251.47	3,175.23	3.23	10,255.99		10,255.99
03.02.01.07	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSAS	kg	5,321.26	4.47	23,786.03	5,325.24	4.47	23,803.82		23,803.82
03.02.02	PRELOSA MACIZA							67,711.47		68,221.62
03.02.02.01	PRELOSA MACIZA CONCRETO f _c =280 kg/cm ² (e= 5 cm) - EDIFICIO	m ²	353.77	46.74	16,535.21	356.25	46.74	16,651.13		16,651.13
03.02.02.02	CONCRETO LOSA EN OBRA f _c =210 kg/cm ² (e= 20 cm)	m ³	70.75	319.14	22,579.16	71.85	319.14	22,930.21		22,930.21
03.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PRELOSA	m ²	353.77	36.26	12,827.70	354.02	36.26	12,836.77		12,836.77
03.02.02.04	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - PRELOSA	kg	2,447.36	3.23	7,904.97	2,449.62	3.23	7,912.27		7,912.27
03.02.02.05	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSAS	kg	1,759.38	4.47	7,864.43	1,765.38	4.47	7,891.25		7,891.25
03.02.03	LOSA MACIZA							20,392.21		20,715.65
03.02.03.01	CONCRETO LOSA EN OBRA f _c =210 kg/cm ² (e= 25 cm)	m ³	28.49	322.82	9,197.14	29.05	322.82	9,377.92		9,377.92
03.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA	m ²	103.16	52.24	5,389.08	105.67	52.24	5,520.20		5,520.20
03.02.03.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - EN OBRA - LOSAS	kg	1,298.88	4.47	5,805.99	1,301.46	4.47	5,817.53		5,817.53
3.03	VIGAS							612,826.28		613,989.41
03.03.01	CONCRETO VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	374.12	318.84	119,284.42	377.32	318.84	120,304.71		120,304.71
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	2,373.87	53.92	127,999.07	2,376.21	53.92	128,125.24		128,125.24
03.03.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - VIGAS	kg	81,776.91	4.47	365,542.79	81,780.64	4.47	365,559.46		365,559.46
3.04	ESCALERAS							38,349.14		39,165.29
03.04.01	CONCRETO ESCALERA f _c =210 kg/cm ²	m ³	31.56	313.03	9,879.23	33.65	313.03	10,533.46		10,533.46
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m ²	235.38	66.82	15,728.09	237.48	66.82	15,868.41		15,868.41
03.04.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - VIGAS	kg	2,850.52	4.47	12,741.82	2,855.35	4.47	12,763.41		12,763.41
04	VARIOS							91,140.56		91,595.25
04.01	CURADO DE CONCRETO LOSAS	m ²	13,916.44	1.77	24,632.10	13,916.44	1.77	24,632.10		24,632.10
	CURADO DE CONCRETO VIGAS	m ²	2,748.77	2.05	5,634.98	2,748.77	2.05	5,634.98		5,634.98
04.02	CURADO DE CONCRETO PLACAS Y MUROS	m ²	9,481.52	1.77	16,782.29	9,481.52	1.77	16,782.29		16,782.29
	JUNTA DE POLIESTIRENO CON VECINOS (e= 15cm)	m ²	504.26	33.69	16,988.52	504.26	33.69	16,988.52		16,988.52
	JUNTA DE POLIESTIRENO PARA LOSAS DE PISO	ml	2,127.33	4.50	9,572.99	2,127.33	4.50	9,572.99		9,572.99
	CORTE DE CONTRACCION PARA LOSAS	ml	2,507.37	1.58	3,961.64	2,507.37	1.58	3,961.64		3,961.64
04	MUROS DE CONCRETO (medidores y entrada)							13,568.04		14,022.74
	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =280 kg/cm ²	m ³	12.87	361.22	4,648.90	13.75	361.22	4,966.78		4,966.78
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO CONCRETO 2 CARAS	m ²	184.48	39.28	7,246.37	187.54	39.28	7,366.57		7,366.57
	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60 - MUROS	kg	374.22	4.47	1,672.76	377.94	4.47	1,689.39		1,689.39
COSTO DIRECTO								3,492,448.94		3,569,513.16

Nota. Se muestra la variación del presupuesto de estructuras, con un porcentaje de 2.15% de optimización en costos (S/.77,064.22) con uso de BIM. Elaboración propia.

CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

DISCUSION

Luego de obtener los resultados, se procede a discutir los valores obtenidos respecto de la implementación de las metodologías Last Planner System con BIM en la productividad y control de costos del proyecto Central Home. Asimismo, contrastar nuestra investigación con los antecedentes encontrados, siguiendo la secuencia de acuerdo a los objetivos planteados:

Objetivo 1: Determinar el efecto de la aplicación del sistema Last Planner en la productividad del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Según Quiñonez (2020), menciona como parte de sus resultados una disminución en plazo de ejecución del proyecto en 25% en diferentes etapas, lo que significó una optimización del presupuesto inicial en 15%. Sin embargo, manifestó que el costo de implementación del sistema LPS – BIM estubo alrededor de 1.58% del costo total. En conclusión, menciona que el uso de esta metodología tiene influencia positiva para la optimización de plazos de ejecución.

Por otro lado, en la presente investigación se tuvo como resultados una optimización de 22 días, con respecto a la especialidad de estructuras. Lo que significó que la implementación del sistema Last Planner si influyó positivamente en la ejecución del proyecto Central Home. Asimismo, se planteó un PPC objetivo al inicio del proyecto de 85%, lo cual hasta la semana 7, el flujo de trabajo se encontraba por debajo de lo previsto. Sin embargo, luego de reformular el cronograma se pudo observar que a partir de la semana 20, el flujo de trabajo se empieza a estabilizar.

Objetivo 2: Determinar la influencia de la Metodología BIM en el control de costos del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Respecto a los costos del proyecto, Rebaza y Ruiz (2020) mostraron como parte de sus resultados, que al implementar el sistema BIM al proyecto del Colegio de Nutricionistas del Perú, presentó una reducción en el presupuesto de las especialidades de arquitectura y estructuras en 12.53% del costo inicial del expediente técnico. Asimismo, Rodríguez (2020) mostró una reducción en su presupuesto inicial de alrededor del 6%, además se logró encontrar y corregir 22 incompatibilidades en el diseño entre especialidades de sanitarias y estructuras.

En nuestra investigación, se logró optimizar el presupuesto a través de la implementación BIM en el proyecto Central Home. Lo que significó una disminución del 2.15% en el costo directo de la especialidad de estructuras, respecto al presupuesto inicial en el expediente. Asimismo, se encontró 67 incompatibilidades entre especialidades de sanitarias y eléctricas con estructuras, los cuales se llegaron a subsanar a tiempo para evitar retrasos en la ejecución.

Objetivo 3: Determinar la variación de la productividad y control de costos del proyecto multifamiliar Central Home aplicando de Last Planner System con BIM.

La variación de productividad presentó influencia positiva, partiendo desde la optimización del factor tiempo en más del 20% de días del plazo inicial. Cabe resaltar que para tener un buen desempeño, es preciso realizar la sectorización tratando de equilibrar el metrado en cada sector. Asimismo, la variación del costo fue favorable, debido que se logró reducir el costo directo de estructuras en más del 2%, lo cual es beneficioso para el proyecto.

Desde el punto de vista académico, nuestra investigación generó un aporte tecnológico mediante el uso de tecnologías emergentes en la construcción, a través de la implementación del sistema Last Planner en conjunto con la metodología BIM, a partir del expediente técnico inicial y la etapa de ejecución del proyecto Central Home.

Asimismo, desde el punto de vista teórico y empírico, se enfocó en utilizar herramientas digitales para el modelamiento BIM como el software Revit, el cual se tuvo que acceder a guías de manejo para su correcto desarrollo de los resultados de la presente investigación.

LIMITACIONES

Una de las limitaciones más influyentes en la investigación, fue durante el modelado debido que se requería emplear el programa computacional Revit. Finalmente, apoyándonos en guías y tutoriales de uso, se logró utilizar el programa de manera adecuada.

La sectorización del proyecto, también se consideró como una limitación a la hora de organizar los sectores, para que estos sean equivalentes en el volumen del metrado. Lo cual se tuvo que amparar en el conocimiento de especialistas con experiencia en el tema. Posteriormente, se logró determinar los sectores de manera equitativa, esto se vio reflejado en la optimización del nuevo presupuesto y programación de obra.

Otra de las limitaciones fue encontrar un proyecto que nos permitiera acceder a todos los recursos e información relevante, de esta manera poder implementar la metodología de LPS con BIM. Finalmente, se logró desarrollar la presente investigación en el proyecto multifamiliar Central Home de 20 niveles.

IMPLICANCIAS

Mediante la presente investigación, se logró desarrollar los conocimientos teóricos que implicaba tener en cuenta a cerca de la implementación LPS con BIM, lo cual mediante la implementación al proyecto Central Home, se logró determinar el funcionamiento de este tipo de tecnologías y los beneficios en cuanto a productividad, costos y tiempo se refiere.

Por el aspecto económico, la implementación de Last Planner System con BIM, muestra que los proyectos de construcción relacionados a las edificaciones; se puede optimizar y por tanto ofertarse en menor costo, lo que implica un ahorro económico para el contratista y el cliente.

Finalmente para el desarrollo del presente trabajo, se tuvo que apelar al uso de herramientas digitales para su correcto desarrollo, por lo tanto implicaba conocer el manejo de softwares computacionales como Revit, S10, Ms Project, Excel y AutoCAD.

CONCLUSIONES

Se logró determinar que la aplicación del sistema Last Planner tuvo un efecto positivo en la productividad de plazos, respecto a la etapa de construcción del proyecto Central Home, ubicado en Lima 2023. Lo que conlleva a determinar la viabilidad del uso de esta metodología, ya que su tendencia es optimizar el plazo de ejecución de un proyecto en más del 20% de la programación inicial.

Se logró determinar que la influencia de la Metodología BIM en el control de costos fue positiva, debido que se logró generar un ahorro en más del 2% en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023. Para tal caso, se realizó previamente el modelamiento en el programa Revit, de donde se obtuvo los nuevos metrados para luego calcular el presupuesto actual del proyecto.

Se logró determinar la variación de la productividad y control de costos del proyecto multifamiliar Central Home empleando Last Planner System con BIM. En el proyecto, tanto el plazo de ejecución como el costo del mismo tuvieron una variación positiva, lo que garantiza el uso de esta metodología en futuras investigaciones.

REFERENCIAS

- Arellano, M. (2022). *Implementación De La Metodología Lean Construction En El Proyecto Construcción De Compañía De Bomberos N° 47 Para Optimizar Los Costos Y Plazos, En El Distrito De Oxapampa, Año 2022* [Tesis de pregrado]. Lima, Perú: Universidad Privada Del Norte. Obtenida de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/>
- Buñay, M. & Quisiguiña, D. (2021). *Aplicación de la metodología BIM para la planificación de proyectos de construcción desde la etapa de factibilidad hasta la presentación de documentos al ente de regulación previo a la construcción. Caso de estudio: edificio Lluma, ubicado en la ciudad de Riobamba- Ecuador* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/>
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L. LTDA. Obtenido de https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_
- Costa, C. (2016). *Estudio para determinar la factibilidad de introducción de la filosofía Lean Construction en la etapa de planificación y diseño de proyectos en empresas públicas y privadas de ciudades intermedias, caso: Cuenca y Loja, Ecuador - 2016* [Tesis para optar el grado académico de Maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional de la Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26161>

De Souza, P. & Muller, B. (2022). *Desafios e barreiras do BIM e do lean na construção civil brasileira*. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração. Universidad Federal Fluminense. Rio de Janeiro, Brasil.

Duarte, N. & Pinilla, J. (2014). *Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia* [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12691/>

González, A. (2012). *Propuesta de implementación del sistema Last Planner con el apoyo de modelación 4d para la obra gruesa de edificaciones* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Santiago de Chile. Obtenida de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112493/>

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. México: MC Graw Hill. Obtenido de <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

Hernández, Fernández & Baptista (2017). *Metodología de la investigación*. México: MC Graw Hill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hoyos, M. F., & Botero, L. F. (2017). *Manual de Buenas Prácticas*. Last Planner System - Sistema de Ultimo Planificador. 7.

Konstrutecnia (12 de mayo del 2020). *BIM para la mejora y optimización de proyectos de construcción en el Perú*. Obtenido de <https://konstrutecnia.com/blog/bim-para-la-mejora-y-optimizacion-de-proyectos-de-construccion-en-el-peru>

- Quiñonez, C. (2020). *Incertidumbre y aplicación de la metodología BIM-LPS en el flujo de trabajo, durante la ejecución del proyecto C.C. Plaza Surco bajo la modalidad Fastrack* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Lima, Perú. Obtenida de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/657380/>
- Rebaza, K. & Ruiz, S. (2022). *Influencia de la implementación de la metodología BIM aplicada en el presupuesto tradicional a nivel arquitectónico y estructural del Colegio de Nutricionistas del Perú – Jesús María – Lima -2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Del Norte]. Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31399/>
- Rodríguez, E. (2022). *Aplicación de la metodología BIM para optimizar el expediente técnico: proyecto mejoramiento de los órganos jurisdiccionales e implementación del NCPP distrito San José de Sisa – San Martín, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Del Norte]. Lima, Perú. Obtenida de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32648/>
- Sedano, R. (2019). *Implementación del sistema BIM para la mejora de gestión del proyecto de la I.E. Nuestra Señora del Carmen de la localidad de Lircay - Angaraes – Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Huancavelica, Perú. Obtenida de <https://repositorio.unh.edu.pe/items/064e1314-4df2-44a3-b61c-e91c260348b9>
- Smart Building Spanish Chapter. (2018). *Guía de usuarios BIM*. BIM aplicado al Patrimonio Cultural. Doc 14. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 5–10.
- Tillman, P. & Sargent, Z. (2016). “*Last planner & bim integration: lessons from a continuous improvement effort*”, en Proceedings of the 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Boston, EE. UU.

Toledo, M.; Olivares, K. & González, V. (2016). *“Exploration of a Lean-BIM planning framework: a last planner system and bim-based case study”*, en Proceedings of the 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Boston, EE.UU.

Trejo, N. (2018). *“Estudio de impacto del uso de la metodología bim en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción”* [Tesis de pregrado, Universidad De Chile]. Santiago de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/>

López, A. (2016) *Una revolución llamada BIM*. Revista Técnica Cemento Hormigón, 974.
Recuperado de [http://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/revolucion_bim_cementohormigon.p df](http://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/revolucion_bim_cementohormigon.pdf)

Vilaron. (2021). *“Governo Federal vai exigir uso do BIM a partir de 2021”*. Obtenido de <http://www.vilaron.com.br/governo-federal-vai-exigir-uso-do-bim-a-partir-de-2021>

ANEXOS

ANEXO N° 1: Panel fotográfico del proyecto

Figura 14

Control de proceso constructivo



Figura 15

Vista panorámica de la obra – Central Home

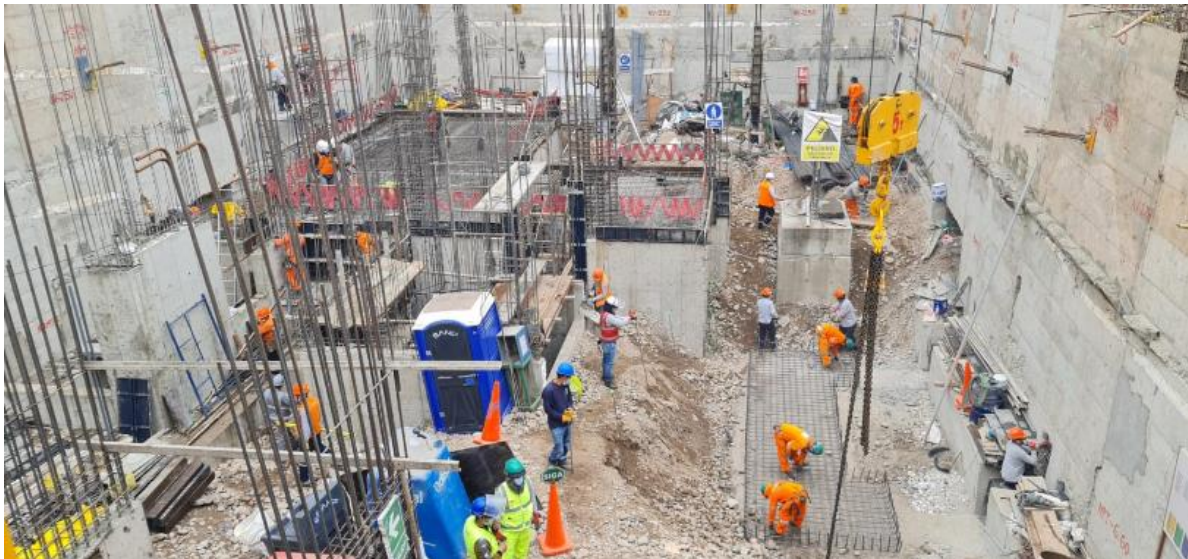


Figura 16

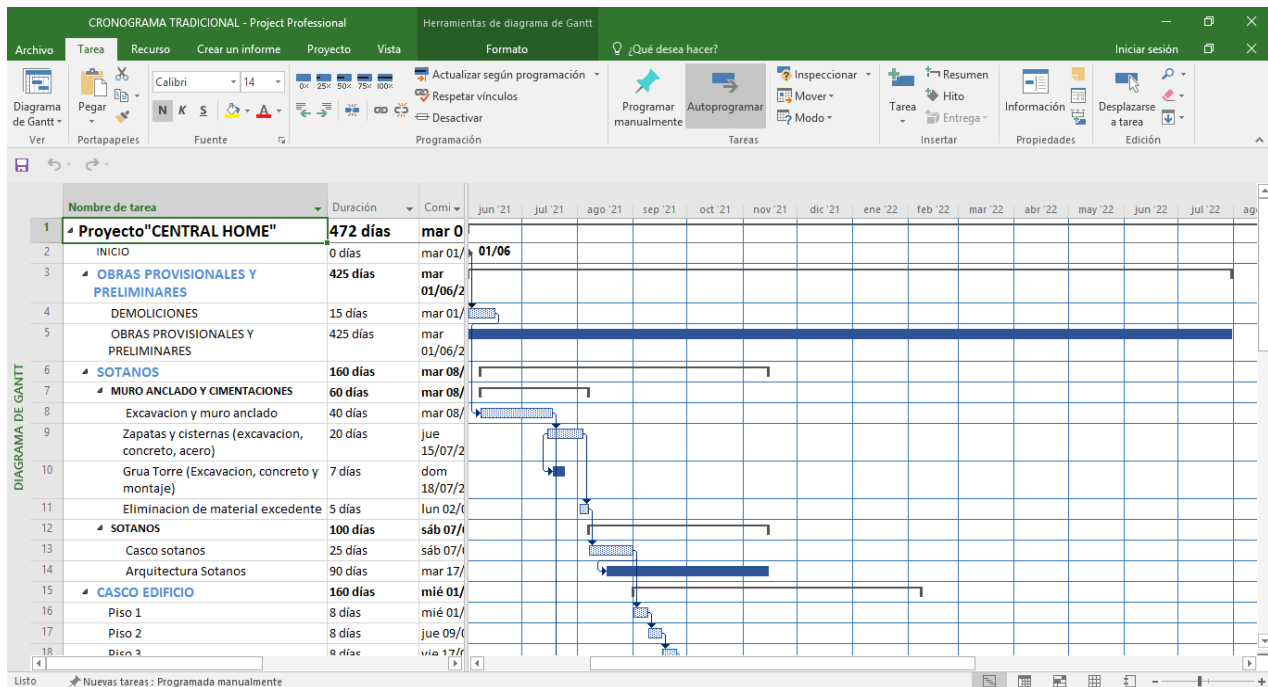
Verificación de elementos verticales en obra



ANEXO N° 2: Cronograma de obra inicial

Figura 17

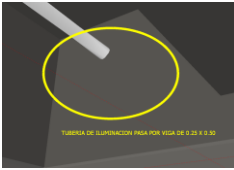
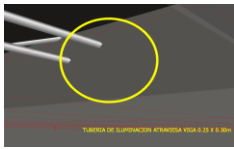
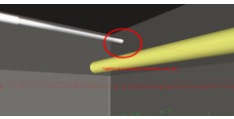

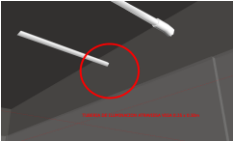

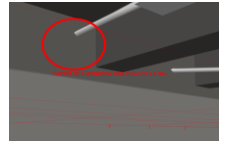
Cronograma de obra tradicional




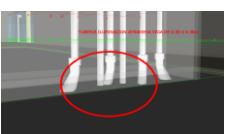





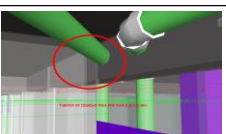
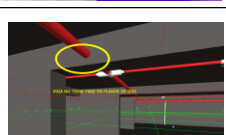




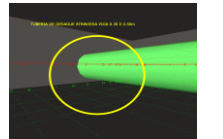
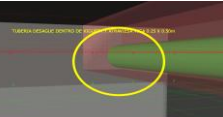

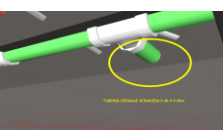
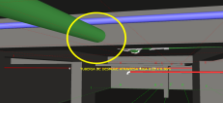
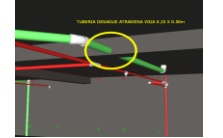

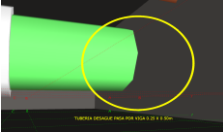
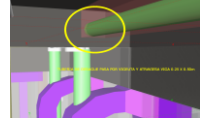
ANEXO N° 3: Reporte de interferencias BIM

Tabla 9

Reporte de incompatibilidades BIM


ITEM	SESION	FECHA	ESPECIALIDAD / ARCHIVO	PISO / LÁMINA	EJES / REFERENCIA	IMAGEN CONSULTA	CONSULTA	TIPO DE CONSULTA	IMPORTANCIA	RESPONSABLE (S)
1	SESION 1	02/03/2021	IEE-AL	PISO TÍPICO	I-5		TUBERIA DE ILUMINACION PASA POR VIGA DE 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
2	SESION 1	02/03/2021	IEE-AL	PISO TÍPICO	G-5		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
3	SESION 1	02/03/2021	IEE-AL	PISO TÍPICO	I-5		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA PLACA EN L.	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
4	SESION 1	02/03/2021	IEE-AL	CISTERNA	F-5 (-1)		TUBERIA ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
5	SESION 1	02/03/2021	IEE-AL	CISTERNA	I4(-1)		TUBERIA ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
6	SESION 1	02/03/2021	IEE-AL	PISO TÍPICO	I-4		TUBERIA ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
7	SESION 1	02/03/2021	IEE-AL	PISO TÍPICO	E-9(1)		TUBERIA ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO

11	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	CISTERNA	D-3		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA 0.30 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
12	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	SOTANO	F-7		TUBERIA ILUMINACION PASA POR VIGA 0.30 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
13	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	SOTANO	F- 9 (1)		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
14	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	SOTANO	D-5		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.30 X 0.50	Interferencia entre elementos	GRAVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
15	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	PISO TÍPICO	G-5		TUBERIA DE ILUMINACION ATRAVIESA VIGA 0.30 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
16	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	SOTANO	G-6		TUBERIA DE ILUMINACION PASA POR VIGA DE 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	LEVE	ESPECIALISTA ELÉCTRICO
17	SESION 1	02/03/2021	ISS-AFC	SOTANO	D-5		TUBERIA DE AGUA FRIA PASA POR VIGA 0.30 X 0.50 M	Interferencia entre elementos	GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
18	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	PISO TÍPICO	D-4		TUBERIA DE DESAGUE PASA POR VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
19	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	PISO 01	E-4		TUBERIA DE DESAGUE PASA POR VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
20	SESION 1	02/03/2021	ISS-DES	PISO 01	D-5 (-1)		TUBERIAS DE DESAGUE PASA POR VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
21	SESION 1	02/03/2021	ISS-ACI	SOTANO	F- 9		VIGA NO TIENE PASE EN PLANOS DE ISS Y ESTRUCTURAS	Interferencia entre elementos	GRAVE	ESPECIALISTA ESTRUCTURAS

22	SESION 1	02/03/2021	IISS-ACI	PISO 01	E- 9		VIGA NO TIENE PASE EN PLANOS DE IISS Y ESTRUCTURAS	Interferencia entre elementos	GRAVE	ESPECIALISTA ESTRUCTURAS
23	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	PISO 01	B - 5		TUBERIA DE DESAGUE PASA POR VIGUETA Y ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
24	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	PISO TÍPICO	G'-5		TUBERIA DE DESAGUE ATRAVIESA VIGA 0.30 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
25	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	SOTANO	I - 5		TUBERIA DESAGUE DENTRO DE VIGUETA Y ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
26	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	SOTANO	C'-5		TUBERIA DE DESAGUE ATRAVIESA VIGA 0.30 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
27	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	PISO 01	G'-5		TUBERIA DESAGUE ATRAVIESA 0.30 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
28	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	AZOTEA	C'- 4		TUBERIA DE DESAGUE ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
29	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	AZOTEA	I (1) - 2(4)		TUBERIA DE DESAGUE ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
30	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	AZOTEA	B- 5		TUBERIA VENTILACION ATRAVIESA MURO DE RAMPA	Interferencia entre elementos	GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
31	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	TODO	B-5 - 5(-1)		TUBERIA DESAGUE PASA POR VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO
32	SESION 1	02/03/2021	IISS-DES	AZOTEA	C'- 5		TUBERIA DE DESAGUE PASA POR VIGUETA Y ATRAVIESA VIGA 0.25 X 0.50	Interferencia entre elementos	MUY GRAVE	ESPECIALISTA SANITARIO

ANEXO N° 4: Validación de juicio de expertos

Tabla 10 Validación de juicio de expertos



FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

Nombres y apellidos del experto: Ing. Edgar Vinos Pérez
 Grado académico del experto: Ingeniero Civil
 Años de experiencia laboral: 20 años
 Especialista en: Dirección de Proyectos de Infraestructura en Proyectos Inmobiliarios
 Apellidos y nombres del investigador: Mamani Nunta, Darwin Javier; Carrera Uwak, Lutswing Rai
 Título de la investigación: "Implementación Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos, en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023"
 Nombre del instrumento: Ficha de validación de datos


II. CRITERIOS DE EVALUACION:

Indicadores de evaluación	Valoración cualitativa	Regular	Buena	Muy buena	Excelente	
	Valoración cuantitativa	0.5	1	1.5	2	
1. Claridad	Elaborado con un lenguaje adecuado				2.0	
2. Objetividad	Permite recabar datos o conductas observables			1.5		
3. Actualidad	Brinda un aporte al estado actual del conocimiento				2.0	
4. Organización	Presenta organización				2.0	
5. Suficiencia	Evalúa las dimensiones de las variables			1.5		
6. Intencionalidad	Adecuado para alcanzar los objetivos de estudio				2.0	
7. Consistencia	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio				2.0	
8. Coherencia	Entre variables, dimensiones e indicadores				2.0	
9. Metodología	Responde al método, tipo, diseño y enfoque del estudio			1.5		
10. Conveniencia	Adecuado levantamiento de la información			1.5		
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO:				6	12	18

Criterios de evaluación	Valoración cuantitativa	Valoración cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	17 – 20	Aprobado	Valido - Aplicar
	11 – 16	Observado	No válido - Subsanar
	0 – 10	Rechazado	No válido - Replantear

Opinión de aplicabilidad: CONFORME

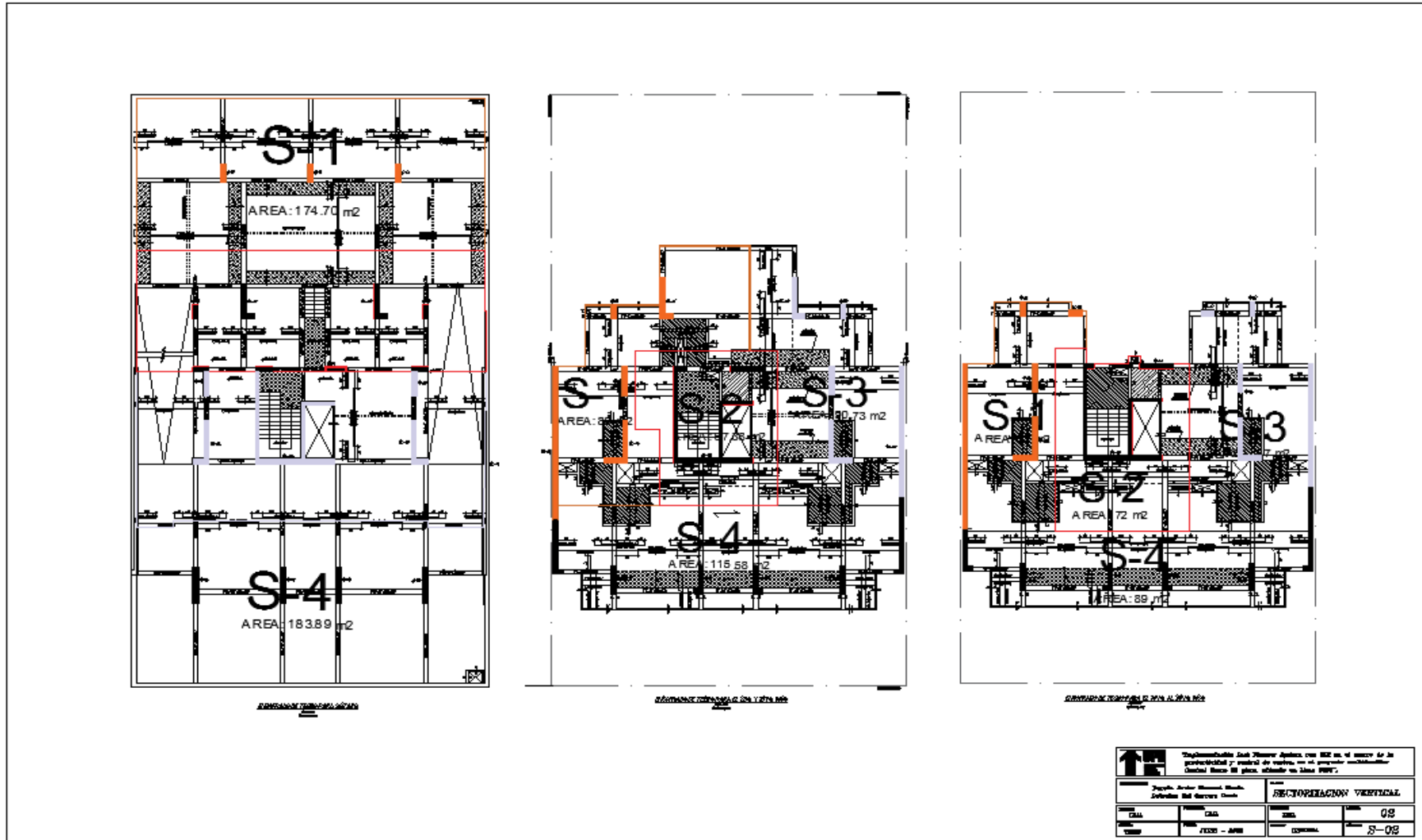
Fecha: 10 DE JULIO DEL 2023


 FIRMA DE EXPERTO

ANEXO N° 5: Sectorización del proyecto

Figura 18

Plano de sectorización



ANEXO N° 6: Matriz de consistencia y operacionalización de variables

Tabla 11 Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera influye la Implementación Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos, en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuál es el efecto de la aplicación del sistema Last Planner en la productividad del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos? ➤ ¿De qué manera influye la Metodología BIM en el control de costos del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos? ➤ ¿Cuál es la variación de la productividad y control de costos del proyecto multifamiliar Central Home con y sin aplicación de Last Planner System con BIM? ➤ ¿De qué manera se elabora una guía de diseño para visualizar los procesos desarrollados con la metodología Last Planner System con BIM? 	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la influencia de la implementación Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el efecto de la aplicación del sistema Last Planner en la productividad del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos • Determinar la influencia de la Metodología BIM en el control de costos del proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos. • Evaluar la variación de la productividad y control de costos del proyecto multifamiliar Central Home con y sin aplicación de Last Planner System con BIM. • Elaborar una guía de diseño que permita visualizar los procesos desarrollados con la metodología Last Planner System con BIM en el proyecto Central Home. 	<p>Hipótesis general</p> <p>De qué manera influye la Implementación Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos, en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023?</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aplicación del sistema Last Planner, aumentará la productividad del proyecto de estudio ➤ La implementación de la Metodología BIM, influirá de manera favorable en el control de costos del proyecto. ➤ La variación en la productividad y control de costos del proyecto, tendrá resultados positivos al aplicar Last Planner System con BIM. ➤ La elaboración de una guía de diseño, ayudará a visualizar los procesos desarrollados con la metodología Last Planner System con BIM. 	<p>Variables:</p> <p>Variable independiente:</p> <p>Last Planner System con BIM</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Productividad y control de costos</p>	<p>Enfoque de investigación:</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Propósito:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño:</p> <p>No Experimental</p> <p>Nivel:</p> <p>Descriptivo - Explicativo</p> <p>Técnicas de recolección de datos:</p> <p>Las técnicas empleadas como parte de la recolección de datos fue la técnica de análisis documental, la cual se dio uso durante la revisión del diseño posterior desarrollo de la vivienda multifamiliar.</p> <p>Análisis de datos:</p> <p>El procesamiento de datos obtenidos en esta investigación se ha realizado con aplicando la estadística descriptiva, debido a que esta investigación no es un diseño experimental y es de tipo descriptiva – explicativa</p>	<p>Población y muestra:</p> <p>La población de estudio está compuesta por todas las edificaciones con implementación Last Planner System con BIM del distrito de Lima.</p> <p>La muestra de estudio es el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicada en Av. Petit Thouars 951, urbanización Santa Beatriz, distrito de Lima, Provincia de Lima, Departamento de Lima.</p>

Tabla 12 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Last Planner System con BIM	El Last Planner System y el BIM en integración se enfocan en minimizar las pérdidas en la construcción, son metodologías que empleando las herramientas del sistema Lean en los proyectos de construcción desde su concepción hasta la ejecución y puesta en servicio. (Pons & Rubio, 2019).	La Metodología Last Planner System integrado a la metodología BIM, se enfoca en optimizar los recursos, respecto al costo y tiempo de ejecución de un proyecto.	Last Planner Modelamiento BIM	Flujo de trabajo Optimización de recursos	Razón
Productividad y calidad de costos	Costos, cualquier gasto que tiene una empresa al momento de hacer un trabajo, proyecto o una tarea específica. (Pérez, 2021). La productividad se enfoca en producir a gran escala con menores recursos, generando un beneficio económico en la empresa (Leandro, 2018).	Los costos serán medidos a través de la dimensión costo directo, con sus indicadores tiempo útil/tiempo total, presupuesto de la obra, metrados y APU. La productividad se medirá con la dimensión plazos de ejecución, con los indicadores obra ejecutada y tiempo - cronogramas	Costo directo del proyecto Plazos de obra	Variación de Costo (soles) Duración (días)	Razón