

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN
PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES
DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN
CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”**

TESIS Para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

BACH. DARWIN BERRIO ATAPAUCCAR

BACH. HENRY BRYAN VALER MOSCOSO

ASESORA:

ING. LUZ MARLENE NIETO PALOMINO

COMISION DICTAMINADORA:

ING. JORGE IVAN CRUZ TELLO

ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

M. SC. ING. JOSE RONALD AGUILAR HUERTA

CUSCO- PERÚ

2022



DEDICATORIA

Dedicatoria

A Dios, a mis padres Enrique Valer

y Francisca Moscoso y mi querida

hermana Katherin Valer

Henry

Dedicatoria:

A Dios, a mis padres Wilbert Berrio

y Cirila Atapaucar, y a mi querido

hermano Fabricio Berrio.

Darwin



AGRADECIMIENTOS



Nuestro más profundo agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad San Antonio Abad del Cusco, por permitirnos ser parte de ella, por los conocimientos impartidos durante nuestra estancia en sus aulas y nuestra formación profesional.

A nuestros jurados Ing. Jorge Ivan Cruz Tello, Ing. Jose Felipe Azpilcueta Carbonell y al M. Sc. Ing. José Ronald Aguilar Huertas, por su guía y apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Álvaro Ivan Nina Quispe y a la Ing. Lisbeth Berrio Atapaucar por sus valiosas enseñanzas, su apoyo en las actividades que emprendimos y por haber confiado en nosotros.

Gracias a todas aquellas personas que participaron, directa o indirectamente, en la presente tesis leyendo, opinando, corrigiendo y acompañándonos en todo momento.



INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
INDICE.....	4
RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. Problema General.....	18
1.2.2. Problemas Específicos.....	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	20
1.4.1. Justificación Teórica.....	20
1.4.2. Justificación Práctica.....	20
1.4.3. Justificación Metodológica.....	20



1.5.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	21
1.5.1.	Hipótesis General.....	21
1.5.2.	Hipótesis Específicos	21
1.6.	VARIABLES E INDICADORES	21
1.6.1.	Variable Independiente (X)	21
1.6.2.	Variable Dependiente (Y).....	22
1.6.3.	Unidad de Análisis.....	22
1.6.4.	Periodo	22
1.6.5.	Operacionalización de las Variables.....	22
1.7.	CAMPO DE VERIFICACIÓN	25
1.7.1.	Ubicación Espacial	25
1.7.2.	Ubicación Temporal	25
1.7.3.	Unidades de Estudio	25
1.8.	ALCANCE DEL ESTUDIO	25
1.9.	LIMITACIÓN DEL ESTUDIO	26
1.10.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	27
1.10.1.	Diseño de la Investigación.....	27
1.10.2.	Tipo de Investigación.....	27



1.10.3. Unidad de Análisis.....	28
1.10.4. Población de Estudio	28
1.10.5. Tamaño Muestral	28
1.10.6. Selección de Muestra.....	28
1.10.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	28
1.10.8. Análisis e Interpretación De La Información	29
CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL	32
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	32
2.1.1. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2016: Edwin Zaid Farfán Tataje Y Jorge Daniel Chavil Pisfil.....	32
2.1.2. Universidad Nacional Del Altiplano (UNA), 2019: Madariaga Arias Javier Rolando y Ccapa Queque Darwin Platón.....	32
2.1.3. Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2015: Raúl Ralph Eyzaguirre Vela.....	33
2.1.4. Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2017: Edson Santiago Becker Arias.....	34
2.2. REVISION DE LITERATURA.....	35
2.2.1. Project Management Institute	35
2.2.2. Definición De Proyecto.	35



2.2.3.	Fases De Un Proyecto.....	35
2.2.4.	Procesos Para La Ejecución De Un Proyecto.	36
2.2.5.	Áreas De Conocimiento De La Dirección De Proyectos.....	38
2.2.6.	Building Information Modeling (BIM).....	40
2.2.7.	Características del BIM	41
2.2.8.	Dimensiones BIM	43
2.2.9.	Level of development (LOD)	45
2.2.10.	Usos Del BIM	46
2.2.11.	Software BIM	48
2.2.12.	Definición de la filosofía Lean Construction.....	50
2.2.13.	Principios Lean	51
2.2.14.	Desperdicios según la filosofía Lean Construction	52
2.2.15.	Conceptos y Herramientas de la filosofía Lean Construction	54
2.2.16.	Sinergia entre el Lean Construction y BIM.....	63
2.2.17.	Gestión Del Valor Ganado.....	65
CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE TRABAJO		69
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.....	69
3.2.	CASO DE ESTUDIO.....	70



3.3.	ORGANIZACION DE LA EMPRESA	70
3.4.	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION	72
3.4.1.	Plan de ejecución BIM (BEP).....	75
3.4.2.	Implementación BIM.....	76
3.4.3.	Implementación de Lean Construction	78
3.4.4.	Gestión del Alcance, Tiempo y Costo	79
3.4.5.	Análisis del Valor Ganado.....	80
CAPÍTULO VI: RECOLECCION DE DATOS		82
4.1.	MODELADO DE LA EDIFICACIÓN USANDO METODOLOGÍA BIM 5D.	82
4.1.1.	Análisis y detección de incompatibilidades e interferencias	84
4.2.	COMPROBACIÓN DE METRADOS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO.....	86
4.3.	DETERMINACION DEL ALCANCE, TIEMPO Y COSTO DEL PROYECTO	87
4.3.1.	Determinación del Alcance del Proyecto en Etapa de Planificación....	87
4.3.2.	Determinación del Tiempo del Proyecto en Etapa de Planificación	93
4.3.3.	Determinación del Costo del Proyecto	105
4.4.	REGISTRO DE DATOS DE EJECUCION DE OBRA	111



4.4.1.	Revisión de Informes Mensuales de Obra.....	111
4.4.2.	Registro de Gastos de la Obra.....	113
4.4.3.	Medición del Porcentaje del Plan Cumplido (P.P.C.).....	114
CAPITULO V: DESARROLLO, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS		
.....		119
5.1.	VALIDACION DEL ALCANCE, COSTO Y TIEMPO DEL PROYECTO .	119
5.1.1.	Validación del Alcance del Proyecto.....	119
5.1.2.	Validación del Costo del Proyecto.....	124
5.1.3.	Validación del Tiempo del Proyecto	125
5.2.	ANALISIS DE VALOR GANADO	127
5.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	132
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		139
6.1.	CONCLUSIONES	139
6.2.	RECOMENDACIONES	140
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		141
ANEXOS.....		145



INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables	24
Tabla N° 2: Determinación del Alcance del Proyecto	92
Tabla N° 3: Plan de programación del proyecto	93
Tabla N° 4: Lista de Hitos con fecha de programación.....	95
Tabla N° 5: Programación general de la primera etapa del proyecto	96
Tabla N° 6: Programación Lookahead de la semana “uno” a la semana “cuatro”	101
Tabla N° 7: Análisis de restricciones de la semana “uno” a la semana “cuatro” ..	102
Tabla N° 8: Work Week Plan de la semana “tres”	104
Tabla N° 9: Presupuesto final de la especialidad de estructuras	109
Tabla N° 10: Estimación del costo del proyecto por recursos.....	110
Tabla N° 11: Estimación del costo mensual del proyecto	111
Tabla N° 12: Metrados ejecutados de las partidas entregables.....	113
Tabla N° 13: Revisión de los gastos por mes del proyecto	114
Tabla N° 14: Análisis de Porcentaje de Plan Cumplido	116
Tabla N° 15: Análisis de Causas de Incumplimiento de la semana 4	117
Tabla N° 16: Evaluación de las partidas entregables completadas en la ejecución del proyecto	120



Tabla N° 17: Evaluación del cumplimiento del alcance establecido.....	123
Tabla N° 18: Evaluación del cumplimiento del costo establecido	124
Tabla N° 19: Evaluación del cumplimiento del tiempo establecido.....	126
Tabla N° 20: Análisis del Valor ganado de la primera etapa del proyecto.....	130
Tabla N° 21: Curva S del proyecto “Confort 31”	131

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Flujo de trabajo del BIM durante la vida útil de una edificación	41
Figura N° 2: Organigrama comunicación agentes BIM	42
Figura N° 3: Dimensiones del BIM	44
Figura N° 4: Nivel de detalle del modelado	46
Figura N° 5: Entorno de trabajo del software Revit 2020	48
Figura N° 6: Entorno de trabajo del software Dynamo	49
Figura N° 7: Entorno de trabajo del software Naviswork Manage	50
Figura N° 8: Desperdicios en Lean Construction	54
Figura N° 9: Sectorización en planta de una edificación.....	55
Figura N° 10: Planificación tradicional	56
Figura N° 11: Sistema tradicional de planificación.....	57
Figura N° 12: Sistema de Planificación con Lean Construction	58



Figura N° 13: Ejemplo de Lookahead en campo, herramienta del Last Planner System	61
Figura N° 14: Integración de la Línea Base de Medición del Rendimiento	66
Figura N° 15: Ubicación del proyecto Confort 31	69
Figura N° 16: Modelo 3D de Arquitectura	70
Figura N° 17: Modelo BIM de las especialidades de Estructuras (16a), Arquitectura (16b), II.SS. (16c) e II.EE (16d).	83
Figura N° 18: Incompatibilidad en la medida del ducto	85
Figura N° 19: Detección de interferencia entre viga y tubería	85
Figura N° 20: Tanque cisterna contra incendios ubicado en local comercial.....	86
Figura N° 21: Tabla de planificación extraído del modelo arquitectónico.....	87
Figura N° 22: Modelo 3D final del alcance de estructuras.....	89
Figura N° 23: Script de Dynamo para la extracción de metrados	90
Figura N° 24: Tabla de planificación con los metrados extraídos de concreto en columnas.....	90
Figura N° 25: Sectorización del modelo de estructuras para la programación maestra	98
Figura N° 26: Programación visual en el software Naviswork Manage	99
Figura N° 27: Simulación constructiva en base a la programación visual	99



Programación Intermedia. En base a lo planificado en la programación maestra, se inicia la programación intermedia. La programación intermedia se realizó utilizando la herramienta Look Ahead, utilizando como periodo de programación plazos de cuatro semanas. Se definió las actividades a realizarse en el plazo de cuatro semanas considerando el correcto flujo de trabajo, es decir, está compuesto por las tareas con bastante probabilidad de ser ejecutadas y han pasado por el proceso de revisión, generando así el intervalo de trabajo ejecutable con la finalidad de reducir o eliminar los posibles retrasos en el flujo de la construcción. Estas actividades se ordenaron y presentaron en el formato del Look Ahead Planning. En la tabla N° 6 se presenta un ejemplo de Look Ahead Planning de la semana uno a la semana cuatro extraído del Anexo N°02. Figura N° 28: Look Ahead Planning en obra..... 100

Figura N° : Análisis de precios unitarios en S10 106

Figura N° : Script de Dynamo para la extracción de datos del S10 107

Figura N° : Tabla de planificación obtenido del programa Revit con el presupuesto de estructuras 107

Figura N° : Valorización de obra del mes de octubre..... 112

Figura N° : Modificación del volado de placa en la etapa de construcción 121

Figura N° : Presencia de compuertas en encofrado por sectores..... 122

Figura N° : Comprado y habilitado de acero anticipado. 125

Figura N° : Causas de incumplimiento en el primer mes. Figura A: avería de maquinaria. Figura B: Falta de concreto en muro 127



INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 1: Mapa conceptual de operacionalización de Variables	23
Diagrama N° 2: Técnicas de Recolección de Datos e Información.....	29
Diagrama N° 3: Análisis e interpretación de la Información	31
Diagrama N° 4: Organigrama de empresa encargada de la ejecución del proyecto Confort 31	71
Diagrama N° : Procedimiento de la investigación.....	72
Diagrama N° : Plan de ejecución BIM – Etapa de compatibilización de especialidades	75
Diagrama N° : Plan de ejecución BIM – Etapa de definición de alcance	76



RESUMEN

Actualmente, se tiene la necesidad de mejorar la gestión de los procesos para la ejecución de un proyecto, debido a que se viene desarrollando un crecimiento continuo del sector de la construcción y no se cuenta con un método de cuantificación de mejora en los procesos de ejecución. El objetivo del presente trabajo de investigación es evaluar mediante Indicadores Clave de Desempeño (KPI) la gestión de la planificación, programación y ejecución empleando el BIM 5D, y la filosofía Lean Construction. Las áreas del conocimiento evaluadas son el Alcance, Costo y Tiempo. El caso de estudio fue el proyecto “Edificio Multifamiliar Confort 31” en la etapa de estructuras. La gestión de la planificación inicia con la detección de incompatibilidades e interferencias para el modelado en 5D de la especialidad de estructuras. En base a este modelo se define el alcance del proyecto, el presupuesto para su ejecución y el plazo de entrega. La gestión de la programación se realizó con la finalidad de cumplir los entregables, plazo y costo establecido utilizando las herramientas Last Planner System y sectorización para llevar a cabo la programación del proyecto. Finalmente se evaluó la incidencia de las herramientas del BIM 5D y Lean Construction utilizadas, mediante los Indicadores Clave de Desempeño. Se concluyó que los indicadores claves de desempeño alcanzaron valores óptimos, lo cual indica que la gestión en planificación y programación utilizando el BIM 5D y las herramientas de Lean Construction tienen un impacto positivo en las áreas del conocimiento de alcance, tiempo y costo.



ABSTRACT

Currently, there is a need to improve the management of the processes for the execution of a project, due to the continuous growth of the construction sector and there is no method of quantifying improvement in the execution processes. The objective of this research is to evaluate through Key Performance Indicators (KPI) the management of planning, programming and execution using BIM 5D, and the Lean Construction philosophy. The areas of knowledge evaluated are Scope, Cost and Time. The case study was the project "Edificio Multifamiliar Confort 31" in the structure stage. Planning management begins with the detection of incompatibilities and interferences for 5D modeling of the specialty of structures. Based on this model, the scope of the project, the budget for its execution and the delivery period are defined. The management of the programming was carried out in order to meet the deliverables, deadline and established cost using the Last Planner System and sectorization tools to carry out the project programming. Finally, the incidence of the BIM 5D and Lean Construction tools used was evaluated, through the Key Performance Indicators. It was concluded that the key performance indicators reached optimal values, which indicates that planning and programming management using BIM 5D and Lean Construction tools have a positive impact in the areas of knowledge of scope, time and cost.



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sector de la construcción es una de las industrias con mayor crecimiento en el país, tanto laboral como económico, lo que significa proyectos de mayor envergadura y complejidad. Dada la importancia de este sector, las empresas y entidades constructoras se ven en la necesidad de mejorar sus procesos con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto en el tiempo establecido sin exceder el costo presupuestado.

En este sentido, es importante reducir la variabilidad inherente en los proyectos. Para lograr esto, los procesos de planificación y programación deben realizarse correctamente, ya que en estas etapas es donde se definen el alcance y objetivos, los recursos necesarios (costo) y el tiempo necesario para la ejecución del proyecto. Una mala gestión de estos procesos conlleva a sobrecostos, incumplimiento de plazos e incluso obras inconclusas.

Con la finalidad de obtener el alcance y objetivos del proyecto, así como el costo total de ejecución es necesario obtener los metrados exactos de cada partida a ejecutarse. Debido a las variaciones arquitectónicas y estructurales presentes en cualquier proyecto, ya sea por incompatibilidades o por petición del cliente, es necesario tener un metrado paramétrico que se actualice a medida que varíen los planos del proyecto. Cabe destacar que estos planos deben estar compatibilizados entre especialidades para evitar trabajos rehechos y retrasos posteriores.

En cuanto a la definición de los plazos de ejecución se debe considerar los diferentes escenarios posibles, además de tener claros los objetivos a corto, mediano y largo



plazo. Para lograr esto es necesario contar una programación maestra en base a la cual se realizará una programación mensual y semanal que considere las posibles restricciones en obra y la manera en que estas restricciones se solucionen.

Sin embargo, no basta con trazar correctamente los objetivos de la obra, se debe hacer un acompañamiento constante en la etapa de ejecución de obra con la finalidad de asegurar el cumplimiento de estos objetivos. En la etapa de ejecución es donde se debe mejorar la productividad de la obra, además de llevar registro de todas las lecciones aprendidas en esta etapa.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

P.G: ¿Qué valores tomaron los Indicadores clave de rendimiento de Alcance, Costo y Tiempo generados por la gestión de la planificación, programación y ejecución de un proyecto de edificación de ocho niveles empleando BIM 5D y Lean Construction, en la ciudad del Cusco en el periodo 2020?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1: ¿Qué porcentaje de metrados completados se lograron, respecto al presupuesto definido en el alcance del proyecto, con las herramientas del BIM 5D de metrados paramétricos?

P.E.2: ¿Qué valor tomó el indicador de rendimiento CPI (Índice de Rendimiento del Costo) con las herramientas del BIM 5D de metrados y presupuesto paramétrico?



P.E.3: ¿Qué valor tomó el indicador de rendimiento SPI (Índice de Rendimiento del Cronograma) con la aplicación de las herramientas de sectorización, programación maestra del BIM 5D y el Last Planner System?

1.3.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

O.G: Medir los valores de los Indicadores clave de rendimiento de Alcance, Costo y Tiempo generados por la gestión de la planificación, programación y ejecución de un proyecto de edificación de ocho niveles empleando BIM 5D y Lean Construction, en la ciudad del Cusco en el periodo 2020.

1.3.2. Objetivos Específicos

O.E.1: Calcular el porcentaje de metrados completados del proyecto, respecto al presupuesto aprobado de obra, herramientas del BIM 5D de metrados paramétricos.

O.E.2: Calcular el indicador de rendimiento CPI (Índice de Rendimiento del Costo) con las herramientas del BIM 5D de metrados y presupuesto paramétrico.

O.E.3: Calcular el indicador de rendimiento SPI (Índice de Rendimiento del Cronograma) con la aplicación de las herramientas de sectorización, programación maestra del BIM 5D y el Last Planner System.



1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.4.1. Justificación Teórica

Los proyectos de construcción son importantes, dado que son la base para el desarrollo económico de un país, por ello es importante solucionar o mitigar los problemas que aquejan a este sector. Los problemas de mayor relevancia en la ejecución de proyectos se muestran en los procesos de planificación, programación y ejecución lo cual se ve reflejado en un mayor tiempo al previsto, así como un incremento en el costo, además de partidas inconclusas. Por lo tanto, la investigación buscó mejorar estos procesos mediante la innovación y la mejora continua para así lograr los objetivos y plazos establecidos, y de esta manera, generen el impacto social para el cual fueron proyectados. Anteriormente se realizaron investigaciones relacionadas al BIM 5D y Lean Construction, tanto por separado como juntos, sin embargo, se hace necesario una investigación que aplique ambas metodologías y evalúe su desempeño en campo.

1.4.2. Justificación Práctica

La presente investigación permitió tener un mayor alcance a la información de la implementación del BIM 5D y Lean Construction en la gestión de planificación, programación y ejecución pudiendo ser tomado como referencia o punto de partida para la implementación de futuros proyectos evaluados por la empresa constructora.

1.4.3. Justificación Metodológica

Las metodologías planteadas en la investigación, ya sea el BIM 5D y Lean Construction, se utilizaron con la finalidad de gestionar los procesos de



planificación, programación y ejecución de proyectos; de esta manera es factible aplicar estas metodologías en otros proyectos o investigaciones a realizar.

1.5.FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.5.1. *Hipótesis General*

H.G: Los Indicadores clave de rendimiento de Alcance, Costo y Tiempo alcanzaron valores óptimos con la gestión de planificación, programación y ejecución de un proyecto de edificación de ocho niveles empleando BIM 5D y Lean Construction, en la ciudad del Cusco en el periodo 2020.

1.5.2. *Hipótesis Específicos*

H.E.1: El porcentaje de metrados completados varió menos del 5% con respecto a los metrados planteados en el presupuesto del expediente técnico.

H.E.2: El indicador de rendimiento CPI (Índice de Rendimiento del Costo) tuvo una variación menor al ± 0.05 con respecto a la unidad, reduciendo la variabilidad en los costos y presupuesto.

H.E.3: El indicador de rendimiento SPI (Índice de Rendimiento del Cronograma) tuvo una variación menor al ± 0.05 con respecto a la unidad, reduciendo la variabilidad del tiempo programado y el tiempo ejecutado con la obra.

1.6.VARIABLES E INDICADORES

1.6.1. *Variable Independiente (X)*

$X \rightarrow$ Metodología de modelado y coordinación de BIM 5D, Herramientas de la filosofía Lean Construction: Se evaluaron los metrados, costos y tiempo de



ejecución obtenidos haciendo uso de la metodología BIM 5D y Lean Construction.

1.6.2. Variable Dependiente (Y)

Y → *Indicadores claves de desempeño (KPI's)*: Se evaluaron los KPI's de las áreas de alcance, costo y tiempo con la finalidad de cuantificar el cumplimiento de los objetivos asignados en estas tres áreas de conocimiento.

1.6.3. Unidad de Análisis

Proyecto de edificación de ocho niveles, en la etapa de construcción del casco estructural.

1.6.4. Periodo

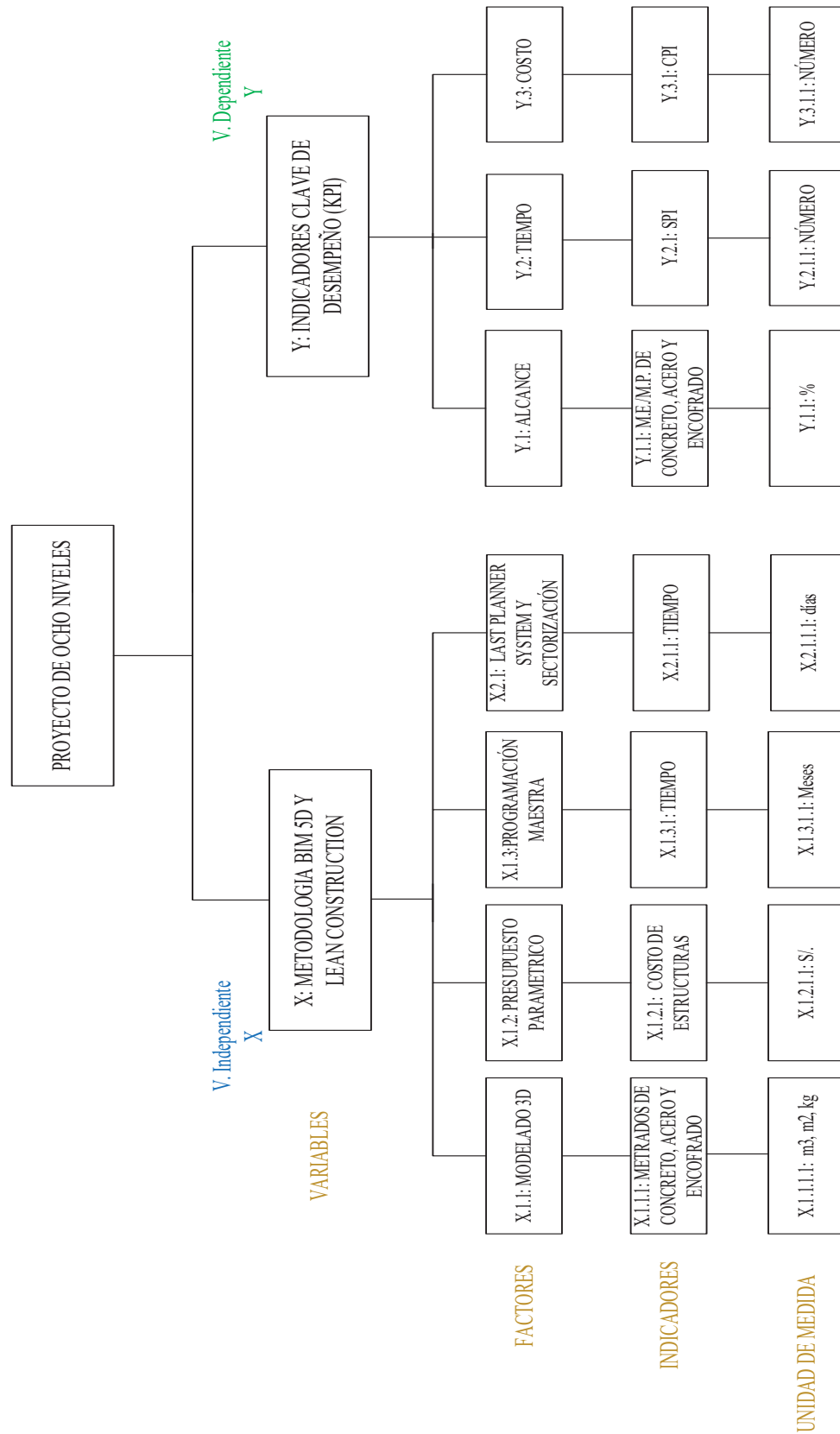
Año 2020.

1.6.5. Operacionalización de las Variables

Para la presente investigación se consideraron dos variables con sus correspondientes factores, indicadores y unidades de medida tal como se especifica en el Diagrama N°1.



Diagrama N° 1: Mapa conceptual de operacionalización de Variables



Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 1

Operacionalización de Variables

VARIABLE	FACTOR	INDICADOR	METODO DE MEDICION	UNIDAD DE MEDICION	INSTRUMENTO
V.D: Indicadores claves de desempeño (KPI's)	Alcance de metrados completados del proyecto	% de metrados entregados/metrados planificados	Obtenido al dividir el metrado de concreto, encofrado y acero realizadas en obra entre las planteadas en el presupuesto	%	Análisis Documental
	Costo final del proyecto	CPI (Índice de Rendimiento del Costo)	Obtenido al dividir el costo real del proyecto entre el costo del presupuesto de la especialidad de estructuras	%	Análisis Documental
	Plazo de ejecución del proyecto	SPI (Índice de Rendimiento del Tiempo)	Obtenido al dividir el tiempo de ejecución real del proyecto entre el tiempo planificado	%	Análisis Documental
V.I. Herramientas Lean y metodología BIM	Modelado 3D	Metrado de las partidas Concreto, Acero y Encofrado	Obtenida del modelo 3D en base a la definición del alcance de la obra	m3, m2, kg	Revit 2020
	Presupuesto Paramétrico	Costo de las partidas de estructuras	Obtenido del modelo 3D y el análisis de costos unitarios	S/	Revit 2020, Dynamo, S10
	Programación Maestra	Tiempo de Ejecución de Obra	Obtenido de la programación maestra	Meses	Navisworks Manage 2020
	Last Planner System y Sectorización	Tiempo de Ejecución de Obra planteado	Obtenido de la programación semanal de obra	Días	Microsoft Excel, Revit 2020

Fuente: Elaboración Propia



En la tabla N°1 se especifica el método de medición y el instrumento utilizado para la medición de los indicadores.

1.7.CAMPO DE VERIFICACIÓN

1.7.1. Ubicación Espacial

La investigación se realizó en el proyecto privado de construcción “Edificación Multifamiliar Confort 31” de ocho niveles. El proyecto fue ejecutado en la ciudad de Cusco, específicamente en el distrito de San Jerónimo, y en la cual se participó en la ejecución de la estructura.

1.7.2. Ubicación Temporal

La investigación considera que el proyecto se ejecutó en el año 2020.

1.7.3. Unidades de Estudio

La unidad de estudio de la investigación fue el proyecto privado de construcción “Edificación Multifamiliar Confort 31” de ocho niveles en la etapa de construcción de estructuras. Debido a la accesibilidad a la información se tomó como unidad de estudio solo una obra de construcción.

1.8.ALCANCE DEL ESTUDIO

- 1) El PMBOK desarrolla diez áreas del conocimiento, los cuales son las gestiones de la integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados. Para la presente investigación se consideró la gestión del alcance, costo y tiempo debido a su mayor incidencia durante la ejecución del proyecto, además de que son las áreas donde las metodologías BIM 5D y Lean



Construction tienen mayor impacto y aportan mejoras significativas respecto a la gestión tradicional.

- 2) Las dimensiones de la metodología BIM que se utilizó en la presente investigación fue hasta el BIM 5D, que comprende el modelado 3D, la gestión del cronograma (4D) y la gestión de los presupuestos (5D). Se consideró estas dimensiones debido a su practicidad al momento de modelarse y a su importancia en la gestión del alcance, tiempo y costo.
- 3) Las herramientas del Lean Construction que se utilizaron para la presente investigación fueron principalmente la Sectorización y el Last Planner System. Se utilizó la sectorización para reducir los tiempos de espera entre las diferentes actividades manteniendo frentes abiertos para todos los subcontratistas. La herramienta Last Planner System fue aplicada para la planificación maestra, intermedia y semanal de las actividades en obra con la finalidad de identificar y levantar las posibles restricciones presentes en el proyecto.
- 4) De las cuatro etapas de la realización de un proyecto que son la planificación, programación, ejecución y control la presente investigación se enfocó en la gestión de la planificación, programación y ejecución. Se tomó las etapas de planificación y programación ya que en estas etapas es donde se define el alcance, costo y tiempo (plazos) del proyecto. Por otro lado, se tomó la etapa de ejecución para la gestión de los procesos constructivos con la finalidad de cumplir con lo definido en las etapas de planificación y programación.

1.9.LIMITACIÓN DEL ESTUDIO

- 1) Se consideró como limitación el tamaño de la muestra, el cual se eligió por la técnica no probabilística y por la poca factibilidad y pocas facilidades brindadas para la



aplicación de la metodología BIM 5D y los conceptos y herramientas de la filosofía Lean Construction.

- 2) La segunda limitación fue la elección de las áreas de conocimiento que se abarcaron en esta investigación. Debido a que el desarrollo de todas las áreas sería demasiado extenso se decidió estudiar las áreas con mayor incidencia dentro de los proyectos. Las áreas elegidas fueron la gestión de alcance, gestión de costo y gestión de tiempo.

1.10. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

1.10.1. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es experimental, porque para la comprobación de la hipótesis del proyecto se manipuló las variables independientes, en este caso la aplicación del BIM 5D y la filosofía Lean Construction, para analizar las consecuencias en la variable dependiente, es decir, medir la variación en los KPI's de alcance, costo y tiempo.

En este caso el grado de manipulación de la variable independiente fue de Presencia-Ausencia. Se observó el efecto de la aplicación del BIM 5D y la filosofía Lean Construction.

1.10.2. Tipo de Investigación

Tiene enfoque cuantitativo, ya que recolectó datos para probar la hipótesis planteada con base en la medición numérica con la finalidad de establecer patrones de comportamiento. Para medir la efectividad de la aplicación de la metodología BIM 5D y los conceptos y herramientas de la filosofía Lean Construction se usaron los KPI's. En otras palabras, es probatorio y secuencial.



Es de tipo descriptivo, porque tiene una relación causal, no solo describe el problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo, además de brindar una posible solución. Al aplicar la metodología BIM 5D y los conceptos y herramientas de la filosofía Lean Construction en las etapas de planificación, programación y ejecución, se busca saber de qué manera esta metodología, herramientas y conceptos influyó en el proyecto.

1.10.3. Unidad de Análisis

Edificación de ocho niveles, en la etapa de construcción de estructuras.

1.10.4. Población de Estudio

Edificaciones de ocho niveles ejecutadas en la región del Cusco basándonos en la disponibilidad y facilidad para la obtención de la información.

1.10.5. Tamaño Muestral

Una Edificación de ocho niveles en la región del Cusco.

1.10.6. Selección de Muestra

Edificaciones de ocho niveles en la ciudad del Cusco. Muestreo sin probabilidad. Muestreo por juicio, se elige la muestra de acuerdo a la disponibilidad de la información.

1.10.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

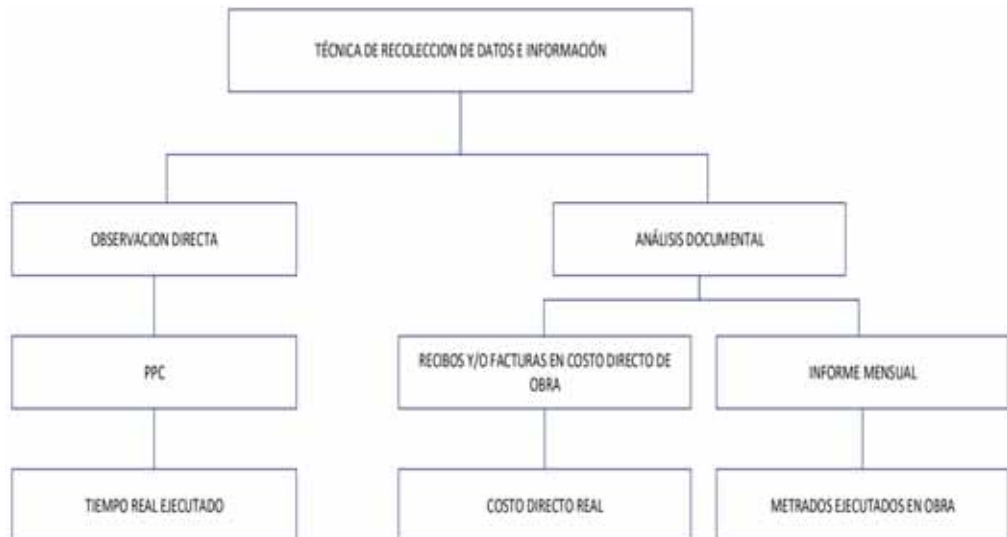
Observación directa: Se utilizó la técnica de recolección de datos a través de la de la gestión de programación y ejecución de obra, obteniendo información de



fuentes primarias y secundarias. La técnica en mención se usó para medir el tiempo de ejecución de obra mediante el porcentaje de plan cumplido (PPC).

Análisis documental: Se utilizó diferentes documentos para el análisis y extracción de datos como son el expediente técnico de obra y los registros contables de la empresa. Se utilizó esta técnica para obtener el costo real de obra mediante la revisión de registro contable; así como, para obtener los metrados ejecutados de las partidas fijadas en el alcance de obra se revisaron los informes mensuales.

Diagrama N° 2: Técnicas de Recolección de Datos e Información



Fuente: Elaboración Propia

1.10.8. Análisis e Interpretación De La Información

Los datos obtenidos en la Recolección de Datos se utilizaron para calcular los Indicadores Clave de Rendimiento del Alcance, Costo y Tiempo. Con estos valores obtenidos se comprobó la hipótesis planteada.

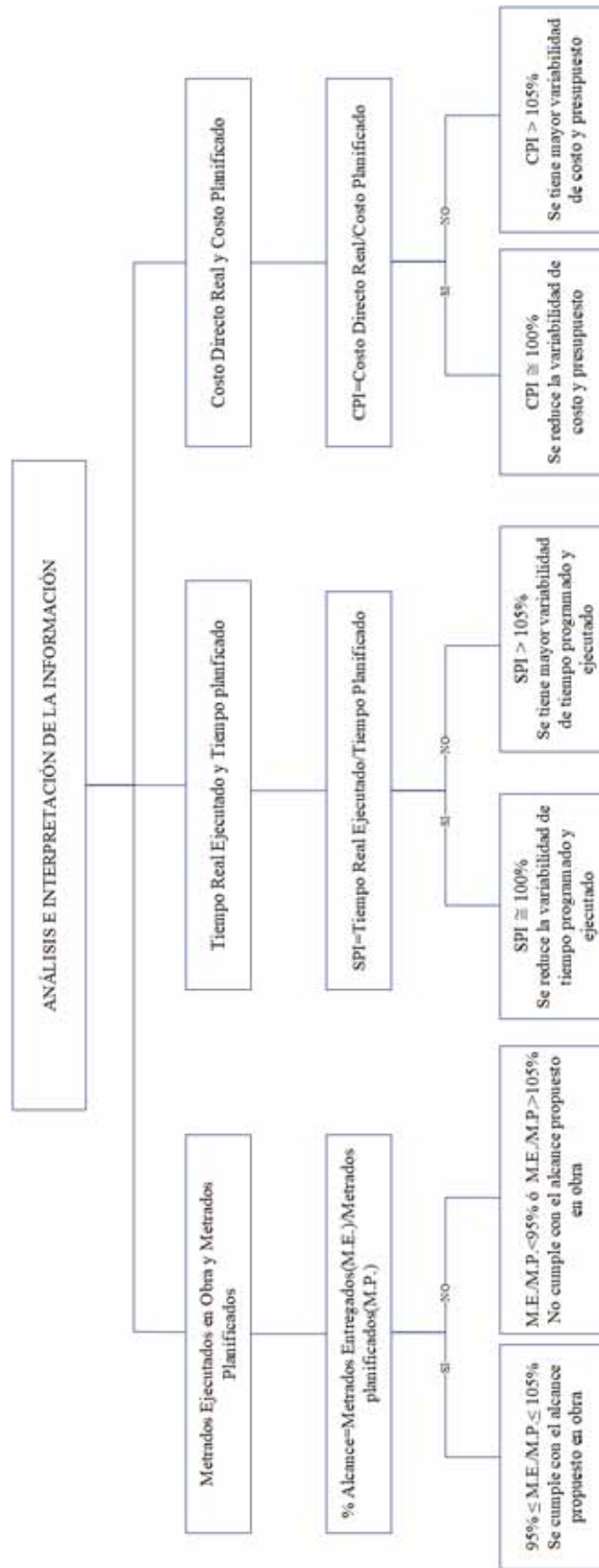


En el diagrama N°3 se observa el proceso de análisis de los datos obtenidos de la recolección de datos como son:

- El porcentaje de alcance cumplido en obra, el cual es obtenido de los Metrados Ejecutados en Obra (M.E.) dividido entre los metrados planteados en el presupuesto (M.P.)
- El índice de rendimiento de tiempo (SPI), el cual es obtenido del tiempo real ejecutado de obra dividido entre el tiempo planificado.
- El índice de rendimiento de costo (CPI), el cual es obtenido del costo directo real de obra dividido entre el costo presupuestado.



Diagrama N° 3: Análisis e interpretación de la Información



Fuente: Elaboración Propia



CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2016: Edwin Zaid Farfán Tataje Y Jorge Daniel Chavil Pisfil

“Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas”

El tema de la tesis mencionada anteriormente trata acerca de la implementación que realizaron algunas empresas peruanas en el uso del BIM como herramienta y su aplicación de metodología de trabajo. Se abarcó los impactos del BIM en los proyectos mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados obtenidos, además se contextualiza la industria de la construcción en el Perú y se presentan los objetivos de la investigación, mediante una adecuada recopilación de información hasta el análisis y evaluación de la misma. Tiene como finalidad realizar el levantamiento y análisis de la información referente a encuestas, auditorias y la evaluación de los impactos del BIM para finalmente realizar una implementación BIM en la etapa de construcción de un proyecto en Lima con sus respectivas conclusiones de la investigación. Las conclusiones muestran resultados económicos positivos en el proyecto aplicando BIM a la compatibilización de proyectos.

2.1.2. Universidad Nacional Del Altiplano (UNA), 2019: Madariaga Arias Javier Rolando y Ccapa Queque Darwin Platón

“Evaluación de la Ejecución de Proyectos de Edificación de concreto armado en torno al BIM y Lean Construction”



Esta tesis abarca la evaluación de la ejecución de proyectos de concreto armado, en torno al uso del BIM y Lean Construction. Se utilizó un análisis cuantitativo, descriptivo y tuvo un diseño no experimental. El objetivo general fue evaluar la Ejecución de Proyectos de Edificación de concreto armado en torno al BIM y Lean Construction. Se realizó en dos proyectos de concreto armado, ejecutados en la Universidad Nacional del Altiplano, encontrándose incompatibilidades e interferencias en los planos del expediente técnico de los proyectos mencionados anteriormente, así como una menor variación del presupuesto mediante el BIM, también se aplicó la filosofía Lean Construction, midiéndose rendimientos y el PPC. En el presente documento se concluye que se obtiene un presupuesto y planos más confiables; y que la productividad de los proyectos evaluados es similar a los proyectos ejecutados a nivel nacional.

2.1.3. Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2015: Raúl Ralph Eyzaguirre Vela

“Potenciando la Capacidad de Análisis y Comunicación de los Proyectos de Construcción, mediante Herramientas Virtuales BIM 4D durante la Etapa de Planificación”

En la presente tesis se aborda los conceptos generales relacionados a la metodología BIM, describiendo y enfocándose en la comunicación y gestión de la información en la industria de la construcción del Perú. Se analiza el valor agregado en la información suministrada por herramientas BIM-4D, en el que se apoyan distintas actividades, procesos y técnicas correspondientes a la planificación como obtención de metrados y logística de materiales e incluso programaciones diarias y semanales, asignación de espacios durante la construcción, análisis de los procesos



constructivos, identificación e implementación de plan de seguridad en obra y toma de decisiones anticipadas por parte de los participantes del proyecto de construcción. Se realizó un caso de aplicación BIM en un proyecto de edificaciones, donde se aprecia aportes significativos en la etapa de planificación, logrando incrementar la confiabilidad de los planes, presentando toma de decisiones adecuadas, y contribuyendo a la constructibilidad, haciendo el proyecto más eficiente y sustentable.

2.1.4. Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2017: Edson Santiago Becker Arias

“Sinergia Entre Bim Y Last Planner System Para La Eficiente integración contratista-subcontratista en la etapa de equipamiento de Sótanos en un proyecto de edificación”

En la presente investigación se hizo un estudio de la situación actual de la industria en la ciudad de Lima - Perú. Se efectuó la recopilación de información en distintos proyectos de edificaciones a través de encuestas que evaluaron aspectos generales del nivel de gestión e industrialización, contratos y diagnóstico de la procura. Los datos recopilados fueron analizados y comparados entre ellos para comprobar la existencia de tendencias observables entre los tipos de proyectos y la magnitud de empresas a las que pertenecían para analizar un caso de estudio, el cual propone la implementación adecuada de LPS, en colaboración con las herramientas BIM, en el cual la finalidad de búsqueda es comprender la sinergia entre estas dos filosofías y la manera en la que es factible aportar a la ejecución de la etapa de acabados y equipamiento de un proyecto de edificaciones. Este proyecto de investigación propone generar una iniciativa para el aprovechamiento de nuevas



tecnologías dentro de la industria de la construcción con el fin de agregar valor al proyecto. Asimismo, el objetivo es el cambio de paradigmas para los distintos subcontratistas y contratistas generales en aras de alcanzar una mejora sustancial para la industria de la construcción.

2.2. REVISION DE LITERATURA

2.2.1. *Project Management Institute*

El Project Management Institute (PMI) es una organización estadounidense sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos.

El PMI posee varias publicaciones entre las cuales se tiene la Guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge), la cual se convirtió en un pilar básico para la gestión y dirección de proyectos. (Project Management Institute, Inc, 2017)

2.2.2. *Definición De Proyecto.*

Según la guía de PMBOK Sexta Edición (2017): “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (p.4). La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definido.

2.2.3. *Fases De Un Proyecto*

Una fase del proyecto es un conjunto de actividades que se relacionan de forma lógica y que culminan con la finalización de uno o más entregables (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 20). La estructuración en fases permite la



división del proyecto en subconjuntos lógicos para facilitar su dirección, planificación y control. Estas fases según el PMI son:

- Necesidades de gestión (Identificación).
- Naturaleza del proyecto (Selección).
- Características únicas de la organización, industria o tecnología (Definición).
- Elementos del proyecto que incluyen, entre otros, tecnología, ingeniería, negocios, procesos o elementos legales (Ejecución).
- Puntos de decisión (Operación).

2.2.4. Procesos Para La Ejecución De Un Proyecto.

Cuando los proyectos son aprobados para su ejecución y se deben realizar, es necesario coordinar la realización de cinco procesos de forma paralela:

Planificación. Planificar es analizar los métodos posibles que se deberá aplicar para la ejecución de las diferentes etapas de un proyecto. La importancia de la planificación reside en poder adelantarse a los problemas para poder optimizar recursos y reducir plazos. Todo esto comprende el análisis de las condiciones geográficas del lugar del proyecto, la selección de métodos, la asignación de recursos, el análisis de riesgos y el cálculo superficial de las necesidades de tiempo (Zapata, 2003, págs. 15-16). La planificación contempla la aprobación de todos los estudios necesarios para iniciar la ejecución del proyecto (Hidalgo, 2013, pág. 10).

Programación. Consiste en establecer un programa detallado de trabajo de acuerdo con los alcances y objetivos, identificando las actividades y planes de



acción críticos (Hidalgo, 2013, pág. 11). Estas actividades se ordenan de manera sistemática, y se le asigna una duración y una fecha de inicio y terminación. Además de establecer las relaciones entre las diferentes actividades, y las posibles restricciones existentes entre unas y otras (Rivera, 2015, pág. 8). Esto se suele representarse gráficamente mediante un diagrama de barras Gantt. La programación del proyecto localiza el plan diseñado en la escala del tiempo (Zapata, 2003, págs. 16-17).

Ejecución. Es la interacción del conjunto de factores y elementos que intervienen en la acción que, con ellos y entre ellos, se va poniendo en marcha, conforme lo previsto y calculado por los agentes promotores y ejecutores del proyecto. En otras palabras, esta fase integra a todos los agentes y recursos necesarios en acuerdo con el plan y así concretar los entregables (Hidalgo, 2013, pág. 11). La ejecución será el momento para ver si responde a las necesidades y recursos de la programación que se haya hecho, que servirá de orientación durante toda esta fase.

Monitoreo y Control. Se define como el proceso de toma de decisiones sobre la base de una información recopilada sobre la situación actual del proyecto en ejecución, para poder rectificar el planeamiento y asegurar, de este modo, el cumplimiento de los objetivos (Zapata, 2003, págs. 17-19). Para ellos se elabora un sistema de control que le permita al supervisor medir, reportar, y prevenir posibles variaciones en el tiempo o costo de la obra (Rivera, 2015, págs. 9-10). La información analizada está relacionada con la disponibilidad de recursos, el contenido de las tareas, la productividad prevista o las ratios de progreso planeados y las prioridades del proyecto (Zapata, 2003, págs. 17-19).



2.2.5. *Áreas De Conocimiento De La Dirección De Proyectos*

Un Área de Conocimiento es un área identificada de la dirección de proyectos. Está definida por sus requisitos de conocimientos y que se explica en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la conforman. Las Áreas de Conocimiento se definen separadamente desde la perspectiva de la dirección de proyectos. Las diez Áreas de Conocimiento identificadas en la guía del PMBOK sexta edición se utilizan en la mayoría de los proyectos (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 23). Las diez Áreas de Conocimiento descritas son:

- Gestión de la Integración del Proyecto. Hace referencia a los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos elementos de un proyecto (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 23).
- Gestión del Alcance del Proyecto. Son los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo de manera exitosa (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 23).
- Gestión del Cronograma del Proyecto. Son todos los procesos necesarios para coordinar la finalización del proyecto dentro del plazo establecido (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 24).
- Gestión de los Costos del Proyecto. Referido a todos los procesos comprometidos en planificar, gestionar y controlar los costos de manera que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 24).



- Gestión de la Calidad del Proyecto. Son todos los procesos para asegurar la calidad del proyecto y el producto, con la finalidad de satisfacer las expectativas de los clientes (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 24).
- Gestión de los Recursos del Proyecto. Hacer referencia a los procesos necesarios para asegurar los recursos necesarios para la finalización exitosa del proyecto (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 24).
- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto. Comprende los procesos los cuales son necesarios para permitir que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información sean idóneos. (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 24).
- Gestión de los Riesgos del Proyecto. Es el desarrollo de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de riesgos presentados en un proyecto. (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 24).
- Gestión de las Adquisiciones del Proyecto. Están incluidos los procesos requeridos para adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos. (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 24).
- Gestión de los Interesados del Proyecto. Son los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto para realizar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados tanto en la etapa de ejecución y a su vez en la toma de decisiones. (Project Management Institute, Inc, 2017, pág. 24).



2.2.6. *Building Information Modeling (BIM)*

La US National Building Information Model Standard Project Committee (2018) ha definido al BIM como:

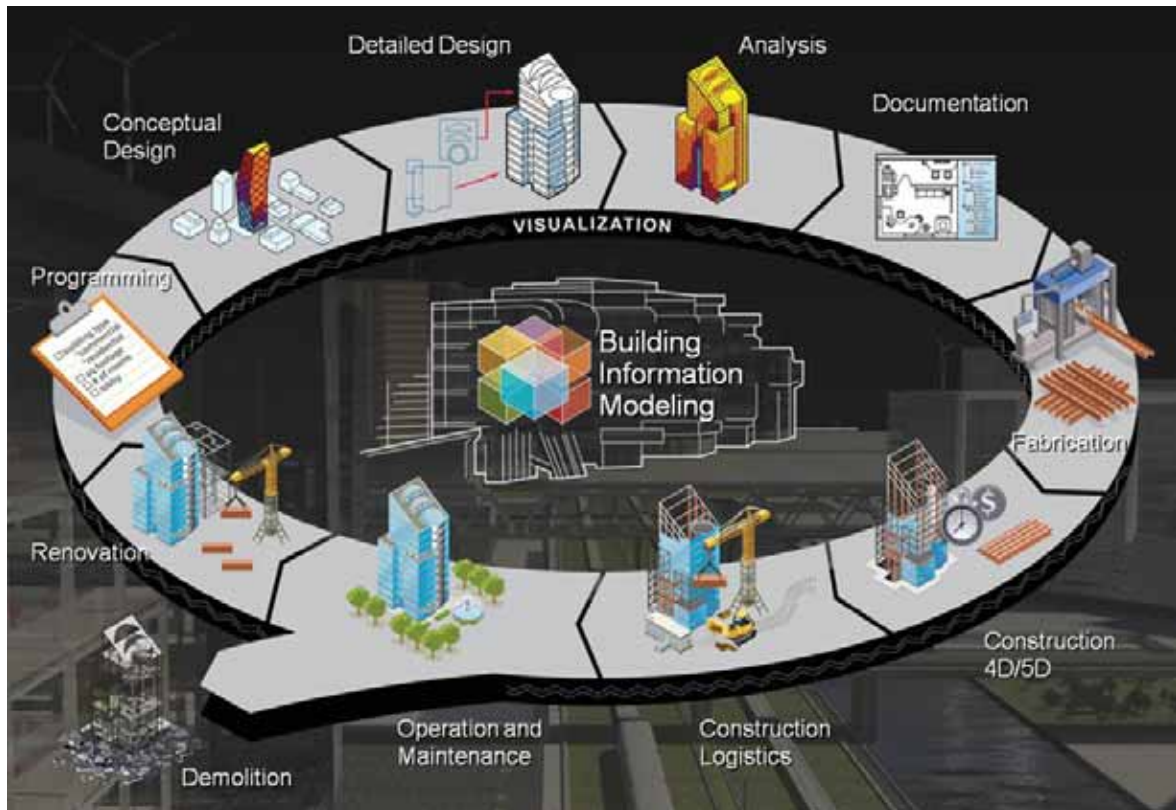
Building Information Modeling (BIM) es una representación digital de las características físicas y funcionales de una edificación. El BIM es un recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre una edificación que constituye una base confiable para la toma de decisiones durante su ciclo de vida; definido como existente desde la concepción más temprana hasta la demolición. (p.1)

BIM mejora los procesos de diseño y construcción, y el intercambio de información durante todo el tiempo de vida de un proyecto (Figura N° 1). Es una introducción a la era de la tecnología de la información y las comunicaciones en el sector de la construcción que integra herramientas digitales al proceso de diseño de la construcción y uso posterior de la edificación. Es decir, BIM es una metodología de trabajo basado principalmente en la colaboración en torno a un modelo digital de información en el que cada participante usa el modelo, alimentando y actualizando la información hacia un objeto virtual final (Abdulhasan Taher, 2016, págs. 11-12). BIM apunta a la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en los planos CAD, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costos (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D) (Building Smart, 2016).

El flujo de trabajo de un proyecto con el acompañamiento del BIM, tal como se aprecia en la figura N°1, es aplicable en los procesos para la ejecución de un

proyecto desde las etapas de planificación, programación, diseño conceptual y análisis para representarlos en una documentación para los procesos de ejecución en la cual se observa la ejecución del proyecto con un control adecuado incluso en los mantenimientos realizados. (Building Smart, 2016).

Figura N° 1: Flujo de trabajo del BIM durante la vida útil de una edificación



Fuente: Building Smart, 2021

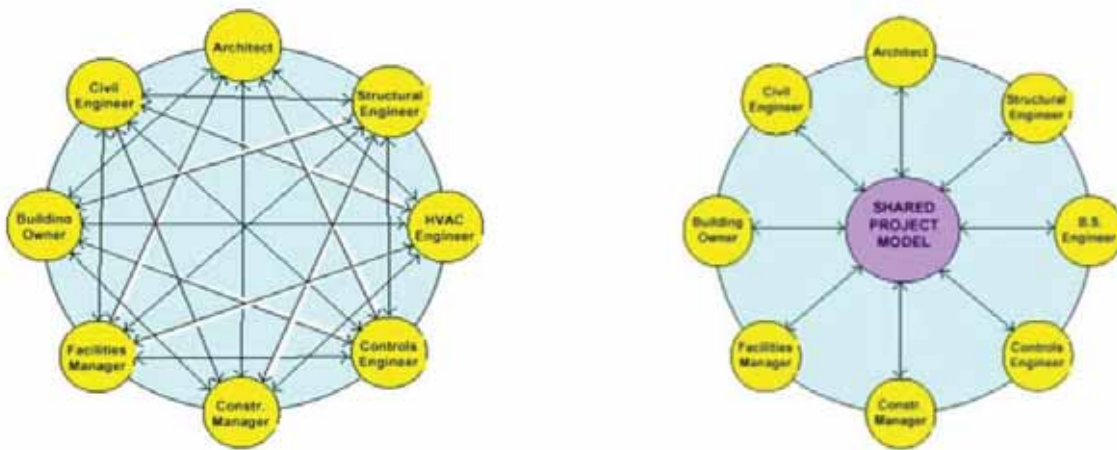
2.2.7. Características del BIM

Dentro de las características más resaltantes dentro de la metodología BIM se encuentra la comunicación, interoperabilidad e integración:

Comunicación. La comunicación, dentro de la industria de la construcción y diseño, es importante al momento de gestionar eficazmente un proyecto. La metodología BIM, mediante una simbiosis de actitudes y herramientas, contribuye

a una mejor comunicación entre los diferentes especialistas. Por un lado, generara un ambiente de colaboración, donde todos los involucrados trabajen juntos sobre un modelo unificado de manera transparente. Este ambiente se logra con herramientas que faciliten el acceso a la información y posibiliten la detección de posibles interferencias entre los involucrados (González, 2015, págs. 9-10).

Figura N° 2: Organigrama comunicación agentes BIM



Fuente: Building Smart, 2013

Como se aprecia en la figura N°2, con la metodología BIM todos los agentes del proyecto disponen de toda la información en un modelo completo y colaborativo, donde cada uno puede añadir o modificar información desde su área de conocimiento, a diferencia del modelo tradicional donde no existe un nexo de intercomunicación entre todos los agentes generando pérdidas de información al momento de transmitir indicaciones de un agente a otro (González, 2015, pág. 11).

Integración. La metodología BIM propone la centralización de toda la documentación, en otras palabras, agrupar la información en un modelo único, evitando pérdidas de información. De esta forma, todas las disciplinas que forman parte de un proyecto se integran en el modelo central (González, 2015, págs. 11-12).



La integración se consigue con la creación de subproyectos. Los subproyectos se crean generalmente en base al modelo arquitectónico gestionado por un Project manager. Estos subproyectos están basados en las áreas funcionales que lo integran por lo que deben ser actualizados periódicamente, de manera de que todos los agentes son conscientes de las modificaciones efectuadas por los demás (González, 2015, pág. 13).

Interoperabilidad. Una parte importante dentro de la metodología BIM es la utilización de softwares. Por esta razón es importante que la totalidad de los agentes tengan acceso al software a utilizarse con la finalidad de globalizar todo el proyecto y no excluir ninguna especialidad. Dicho de otra manera, poner la tecnología existente al servicio del equipo de trabajo para un mejor resultado. Se puede lograr la interoperabilidad utilizando softwares del mismo desarrollador o utilizando algún software libre (González, 2015, pág. 14).

2.2.8. Dimensiones BIM

La metodología BIM abarca varias dimensiones antes mencionadas. La mayoría de los textos citan hasta la dimensión 7D. Las dimensiones son niveles en los que se va aportando cada vez un valor añadido nuevo. Un parámetro nuevo que influye en el modelo y aporta información (González, 2015, pág. 29).

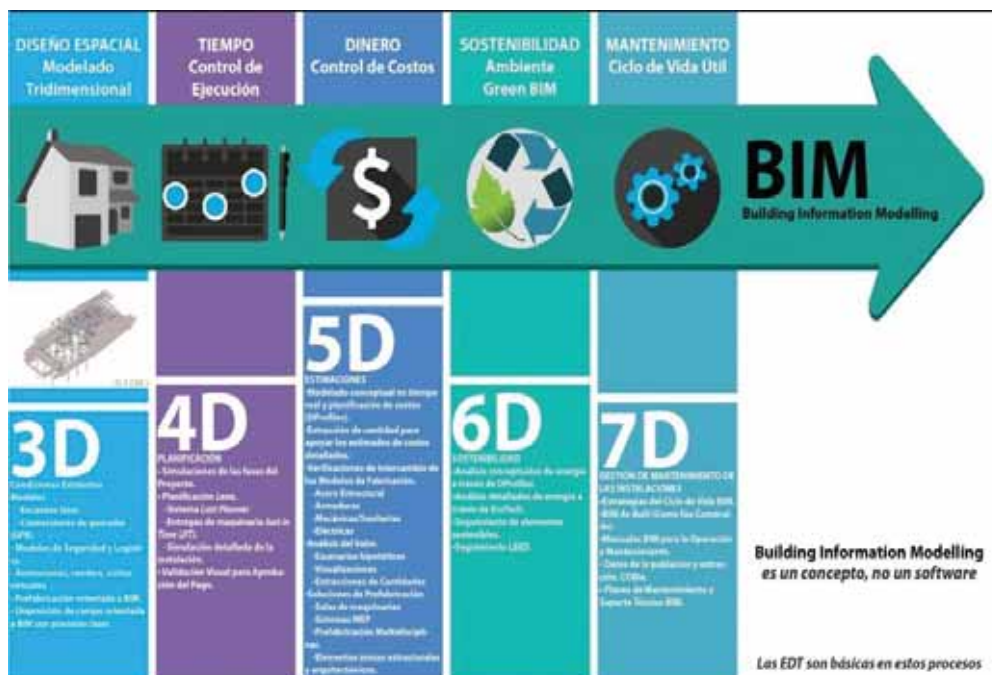
3D: Modelado. El modelado o dimensión 3D es la representación tridimensional del proyecto. En esta dimensión se modela el proyecto de manera que se facilite obtener secciones, alzados, plantas y perfiles a partir del modelo tridimensional. Además, la ventaja del modelado BIM es la parametrización de los objetos. Los parámetros son información numérica de los elementos, mediante la cual se logra

un nivel de detalle geométrico, además de información acerca de materiales, información técnica y demás características (González, 2015, pág. 29).

4D: Tiempos. Esta dimensión incorpora la variable tiempo. Se incluye el cronograma ligado al modelo para realizar simulaciones de fases de ejecución y revisiones del estado de demora o adelanto. También permite realizar diagramas temporales convencionales como el diagrama de Gantt. Esta cualidad se enfoca a lograr lo que se conoce como la filosofía “Just in Time” para una mayor eficiencia en los procesos (González, 2015, pág. 30).

5D: Costos. Esta dimensión comprende lo relacionado al control de costos y estimaciones gastos de proyecto. Cada elemento representado en el modelo tiene un coste asociado. Esto permite realizar presupuestos detallados obtenidos del modelo directamente. Además, permite realizar predicciones más precisas acerca de las variaciones presupuestales de proyecto (González, 2015, pág. 30).

Figura N° 3: Dimensiones del BIM



Fuente: Building Smart, 2013



2.2.9. *Level of development (LOD)*

También llamado nivel de detalle o desarrollo, es un indicador que hace mención al nivel de desarrollo presentado por el modelado BIM, es decir el nivel de desarrollo de la información a obtener de un modelo de cualquier proyecto. (Imasgal, 2020).

Están establecidos los siguientes niveles LOD:

- LOD 100: En este nivel solo se enumeran los elementos los cuales están representados por una forma genérica, es decir no requiere una definición geométrica. (Imasgal, 2020)
- LOD 200: Para este nivel se requiere la definición grafica no completa del elemento detallando cantidades aproximadas, así como su tamaño y/o ubicación respecto del proyecto evaluado. (Imasgal, 2020)
- LOD 300: En este nivel, la definición grafica de modelo debe ser completa de tal forma que la información obtenida represente cantidades, forma y/o dimensiones del elemento, así como la ubicación, todos ellos de forma precisa pudiendo incluso obtenerse información no grafica. (Imasgal, 2020)
- LOD 350: Este nivel es similar al LOD 300 pero incluyendo la detección de interferencias entre distintos elementos, utilizándose en proyectos donde se quiere analizar independientemente las especializadas. (Imasgal, 2020)
- LOD 400: El nivel está representado principalmente por una definición geométrica completa del elemento el cual incluye la posición, el tipo de uso que se le va a dar especificando el montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación con un detalle integro,

asimismo este nivel puede incluir información no gráfica vinculada a los elementos del modelo (Imasgal, 2020)

- LOD 500: Es el nivel de detalle completo, el cual incluye todos los detalles especificados antecesores a este nivel de detalle pudiendo verificarse la información en relación al proyecto ejecutado también denominado “as built”, (Imasgal, 2020)

Figura N° 4: Nivel de detalle del modelado



Fuente: Building Smart, 2013

2.2.10. Usos Del BIM

Generación De Información. Dentro del ciclo de vida de un proyecto, casi todas las disciplinas que interactúan generarán información sobre el proyecto. Esta información es generada dentro del modelo por todos los involucrados, ya sean los proyectistas, constructores y posibles usuarios futuros. Incluye la especificación, la organización y el dimensionamiento de elementos del modelo para varios niveles de desarrollo (Kreider & Messner, 2013, pág. 9).

Recopilación De Información. BIM se utiliza para recopilar, reunir y organizar información sobre un proyecto en varias fases durante su vida útil. Ya sea para contar la cantidad específica de un elemento o determinar el estado actual de un



elemento dentro del modelo, el BIM es útil en este esfuerzo. Este uso del BIM incluyen: calificación, monitoreo, captura y cuantificación. Este suele ser el primer paso de una serie integral de procesos BIM (Kreider & Messner, 2013, pág. 10).

Interoperabilidad. La metodología BIM permite la interconexión con otros productos o softwares afines en donde se realizar la importación y exportación del proyecto, es decir, permite tener una interoperabilidad al trabajar para la representación de información de edificios (Salazar, 2017). Además, el modelo se puede usar para realizar otros análisis que complementan el diseño del proyecto (Salazar, 2017). Los elementos del modelo a menudo requieren un análisis adicional, ya sea metódico, para determinar su viabilidad para su uso dentro del proyecto. El uso de la metodología BIM para el análisis incluye coordinar, pronosticar y validar (Kreider & Messner, 2013, págs. 11-12).

Detección De Interferencias. El uso de la metodología BIM para revisión de interferencias entre los elementos de un proyecto permite la detección y corrección de problemas de diseño que se presentan entre planos de distintas especialidades y especificaciones técnicas durante el proceso de modelado y no en la etapa de construcción, pudiendo ser validadas por los especialistas a cargo (Salazar, 2017, pág. 18).

Comunicación. El uso del BIM para la comunicación está destinado a presentar información del proyecto de manera que resulta facil compartir o intercambiar dicha información. Este es el último paso del proceso de modelado cuando se desarrolla una visualización, dibujo o documento para comunicar información de ese proceso

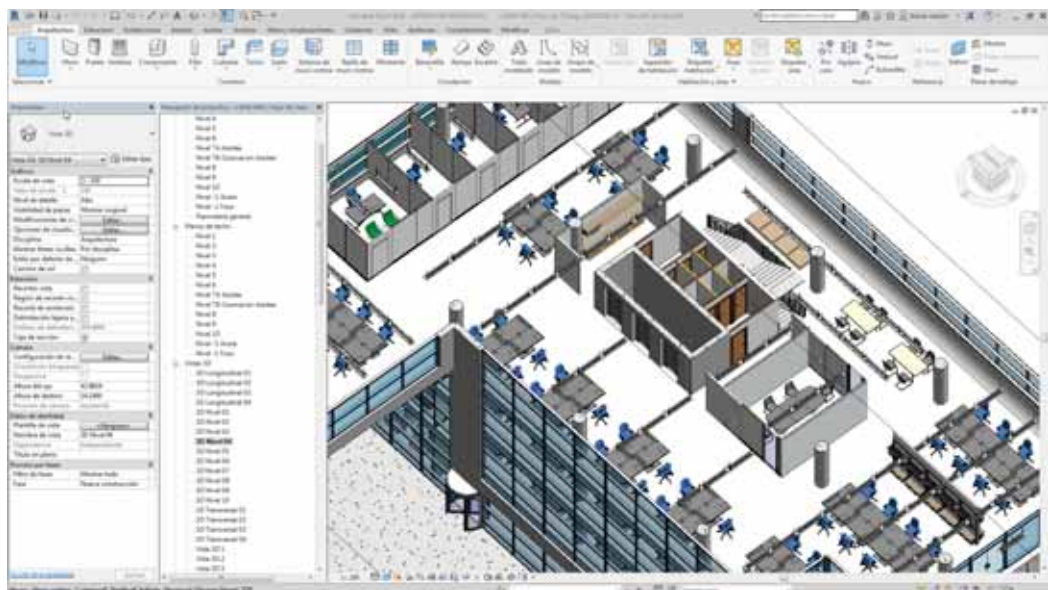


al siguiente usuario de esa información. Promueve y mejora la comunicación y reduce el tiempo que lleva comunicarse (Kreider & Messner, 2013, pág. 13).

2.2.11. Software BIM

Autodesk Revit. Es un software de modelado de información de construcción (BIM) desarrollado por la empresa Autodesk. El software se utiliza para el diseño asistido por computadora (CAD) que permite un modelo inteligente en 3D y paramétrico basado en objetos (Academia de Diseño, 2016). Cuenta con diversas extensiones que facilitan el flujo de trabajo dentro de la aplicación, una de estas extensiones es el software Autodesk Dynamo.

Figura N° 5: Entorno de trabajo del software Revit 2020

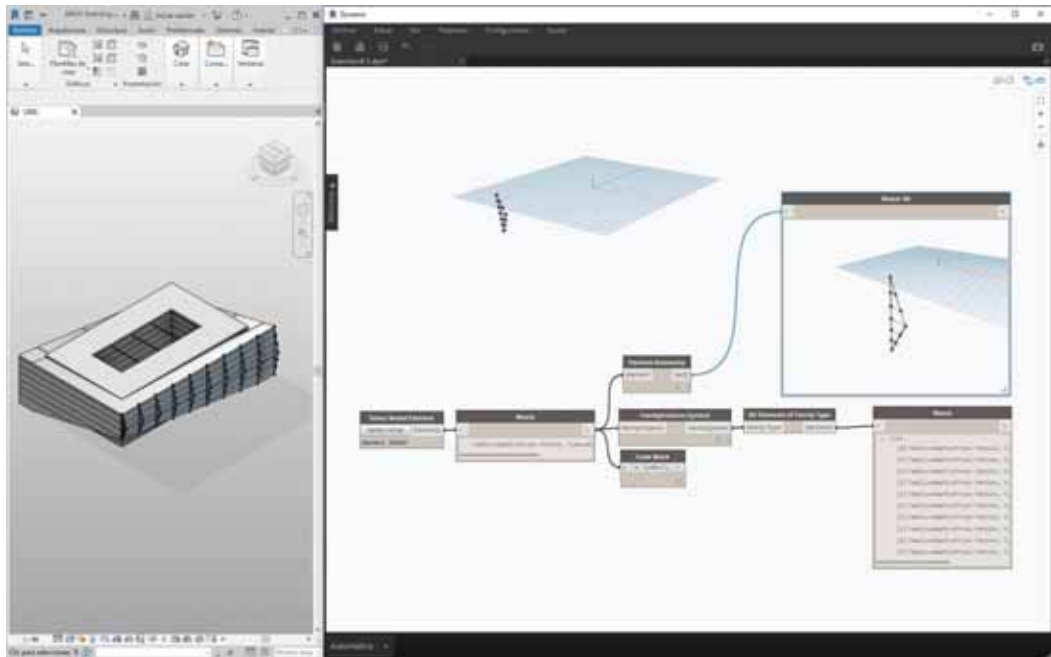


Fuente: Google Imagenes

Autodesk Dynamo. El software Dynamo es un entorno de programación visual de código abierto para el diseño gráfico. Abarca el modelado de información con el entorno de datos y la lógica de un editor gráfico algorítmico. Este software permite conseguir un diseño paramétrico tanto geométrico como matemático que a su vez facilita la interacción con los elementos y parámetros propios de Revit.



Figura N° 6: Entorno de trabajo del software Dynamo



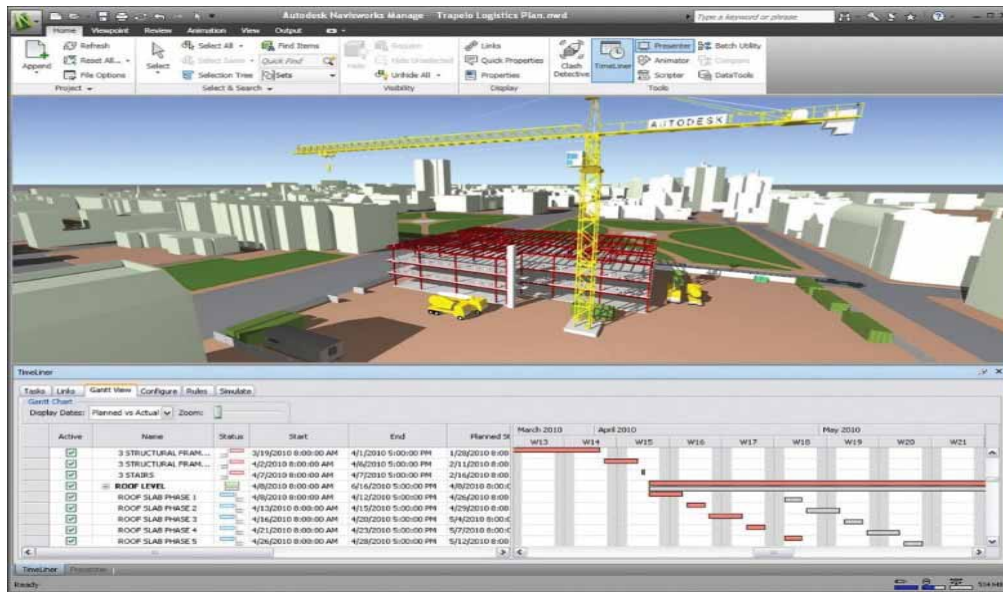
Fuente: Dynamo 2020

Autodesk Naviswork Manage. El software Autodesk Navisworks Manage es una solución integral de revisión de proyectos que permite la coordinación, el análisis y el lenguaje de la intención del diseño y la capacidad de construcción.

Los datos de diseño multidisciplinarios creados en una amplia gama de aplicaciones de modelado de información de construcción (BIM), prototipos digitales y diseño de plantas de proceso se unen en un único modelo de proyecto integrado. Las herramientas de gestión de interferencias ayudan a los profesionales del diseño y la construcción a anticipar y minimizar los posibles problemas antes de que comience la construcción, lo que ayuda a reducir los costosos retrasos y la repetición del trabajo. (Academia de Diseño, 2016)



Figura N° 7: Entorno de trabajo del software Naviswork Manage



Fuente: Dynamo 2020

2.2.12. Definición de la filosofía Lean Construction

El Lean Construction Institute (LCI) define término Lean Construction:

“*Lean Construction* es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto - una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción *Lean* ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega, *Lean* cambia la forma en que se realiza el trabajo a través de todo el proceso de entrega. *Lean Construction* se extiende desde los objetivos de un sistema de producción ajustada - maximizar el valor y minimizar los desperdicios - hasta las técnicas específicas, y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto” (p. 1).



Lean Construction es una filosofía la cual se dirige hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor también llamadas pérdidas. (Villamizar y Ortiz, 2016)

2.2.13. Principios Lean

Para la implementación de Lean Construction en los proyectos debe partir primordialmente en el concepto de mejora continua para que al aplicar los principios “Lean” correctamente mejoren la seguridad, la calidad y la eficiencia del proyecto. Para que Lean Construction funcione se deben aplicar sus principios en forma concreta a las actividades del proyecto. Lauri Koskela (1992) propone once principios los cuales se resumen en lo siguiente:

- a) Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor.
- b) Reducir la participación de actividades que no agregan valor.
- c) Incrementar el valor del producto a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente.
- d) Reducir la variabilidad.
- e) Reducir el tiempo de ciclo.
- f) Simplificar procesos.
- g) Incrementar la flexibilidad de la producción.
- h) Incrementar la transparencia de los procesos.
- i) Enfocar el control al proceso completo.
- j) Introducir la mejora continua de los procesos.
- k) Mejorar continuamente el flujo.



- 1) Referenciar permanentemente los procesos (“benchmarking”)

2.2.14. Desperdicios según la filosofía Lean Construction

Se entiende como actividades que no aportan valor tanto para la entidad como para los clientes por lo cual están deben ser identificadas adecuadamente y así optimizar los procesos. (Bravo, 2020, pág. 1)

Sobreproducción. El concepto principal es producir más de lo necesario lo cual se ve afectado en mayor costo en todo lo que involucra la concepción del proceso como mano de obra, tiempo. recursos entre otros. Es también considerado por ser el principal desperdicio como raíz que genera la mayoría de los otros desperdicios.

Sobreprocesos. Consiste en emplear recursos excesivos, es decir, más de lo necesario para llevar a cabo un proceso haciendo que los esfuerzos realizados no añaden valor al producto los cuales causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc.

Esperas. Son los tiempos perdidos donde se aumenta el tiempo de producción disminuyendo la productividad, en los que los operarios y/o máquinas están aguardando a realizar su actividad sin producir valor debido a una falta de algún recurso.

Transporte. Es el tiempo empleado en transportar innecesariamente recursos como materiales, herramientas u otro de un lugar a otro, con lo que existe un incremento del trabajo no Contributorio, un riesgo latente es que mientras más se muevan los productos, de un lugar a otro, hay más probabilidad de que se dañen.



Movimientos innecesarios. Son movimientos que no añaden valor alguno al producto o servicio. Se debe tener en cuenta la ergonomía del personal en su puesto de trabajo para que no camine demasiado, no cargue con pesos excesivos, así como tener los materiales cerca para un mínimo desplazamiento.

Inventario. Consiste en el almacenaje de materias primas, productos en curso o productos terminados sin una necesidad inmediata. Mantener el inventario tiene por consecuencia una serie de tareas, como el mantenimiento, los cuales no dan valor al producto o servicio final.

Retrabajos – Defectos. Se resume como el trabajo adicional que hay que llevar a cabo para que el producto o servicio cumpla con las especificaciones del cliente. Este desperdicio necesita de actividades adicionales a las necesarias como por ejemplo la reinspección y la repetición de pasos del proceso.

Talento Humano. Es producido cuando no se pone en uso todo el potencial humano que una empresa tiene a su disposición, también se define como una infrutilización de sus recursos desperdiciando así oportunidades de aprendizaje consiguiendo bajos rendimientos respecto al personal involucrado.

Figura N° 8: Desperdicios en Lean Construction



Fuente: think productivity

2.2.15. Conceptos y Herramientas de la filosofía Lean Construction

Productividad. Es la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un tiempo establecido con su respectiva calidad establecida (Guzmán, 2014, pág. 23)

Variabilidad. Es la ocurrencia de eventos distintos a los previstos por efectos internos y externos al sistema, está presente en todos los proyectos y se incrementa con la complejidad, velocidad, ubicación y magnitud de estos. (Guzmán, 2014, pág. 24)

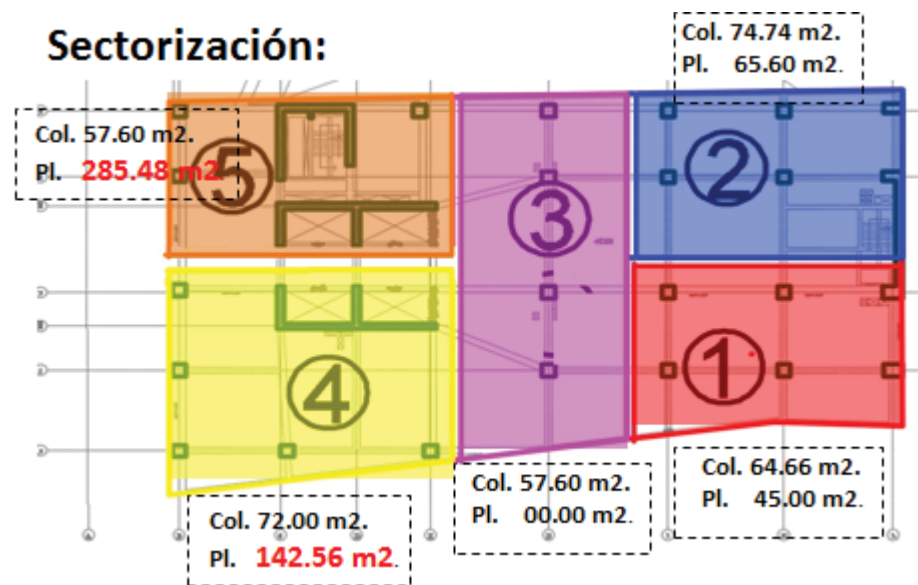
Just in time. Es un sistema para la producción o suministro de la cantidad correcta de materiales o productos en el momento justo que es necesario para la producción. (Guzmán, 2014, pág. 25)

Curva de aprendizaje. Indica el proceso mediante el cual a medida que los trabajadores ejecutan una actividad, estos van adquiriendo mayor experiencia en las

labores y por consiguiente el tiempo de ejecución del trabajo se reduce. (Guzmán, 2014, pág. 25)

Sectorización. La sectorización consiste en la división de una actividad o tarea de la obra en porciones más pequeñas llamadas sectores, cada sector deberá comprender un metrado aproximadamente igual a los demás para así mantener un flujo continuo entre sectores. (Guzmán, 2014, pág. 27)

Figura N° 9: Sectorización en planta de una edificación



Fuente: Google Imagenes

Tren De Actividades. En la construcción las cuadrillas de trabajo van avanzando unos tras otros a través de los sectores establecidos anteriormente en el proceso de sectorización, (Guzmán, 2014, pág. 28)

Pulling. El método pull (jalar), permite jalar materiales o información, solo si es posible su ejecución, por lo cual la programación se vuelve más fiable. Esta metodología difiere del método tradicional push (empujar), donde se programan actividades con fechas determinadas para su finalización, donde no se tienen en cuenta si se podrá realizar. El pull es una herramienta colaborativa donde los

involucrados del proyecto, participan para identificar las “transferencias” y así realizar los trenes de actividad (Lescano, 2015, pág. 91)

Sistema último planificador, Last Planner System (LPS). Last Planner apunta a incrementar la confiabilidad de la planificación y por consecuencia mejorar los desempeños y resultados. El sistema suministra de herramientas de planificación y control efectivas en pequeños y grandes proyectos. Este sistema está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre aumentando la confiabilidad de los planes. El incremento de la confiabilidad del plan se realiza tomando acciones en diferentes niveles del sistema de planificación (Andrade y Arrieta, 2011, pág. 36)

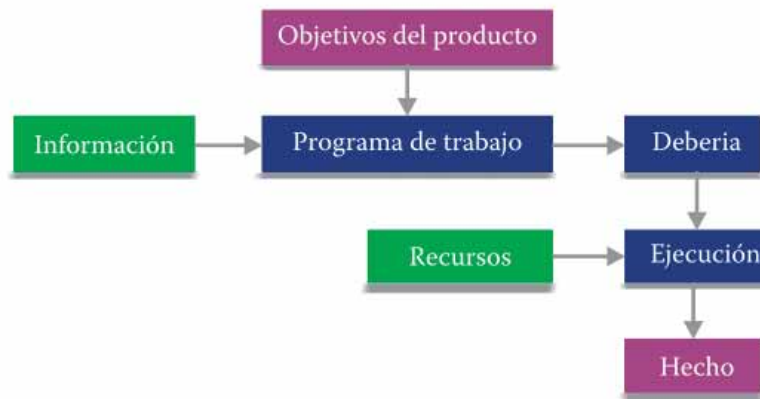
El sistema del último planificador (SUP) se encarga de suministrar un componente de control de la producción a la gestión tradicional de proyectos, entendiendo como un mecanismo para transformar lo que debe hacerse por lo que puede hacerse de tal forma que se hace más práctico los planes de trabajos semanales a través de asignaciones (Fig. N° 9) por otro lado la planificación tradicional con los métodos de ruta crítica no controla la variabilidad incrementando la incertidumbre al realizar un proyecto (Fig. N° 10).

Figura N° 10: Planificación tradicional



*Fuente: Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos
de construcción: una revisión actual, 2014*

Figura N° 11: Sistema tradicional de planificación



Fuente: *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual, 2014*

El último planificador es la persona o grupo responsable de la planificación operativa los cuales se encargan de la estructuración del diseño de productos para mejorar y facilitar tanto el flujo como el control del trabajo y el control de las unidades de producción, lo que es equivalente a la realización de los trabajos individuales en el nivel operativo. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 39).

La estructura del Sistema del Último Planificador se indica en la siguiente figura donde se desarrollan en tres niveles distintos de planificación, los cuales parten de lo muy general dirigiéndose hacia lo más específico de planificación en cascada que se basa en el principio del trabajo sistemático, donde la planificación se realiza en el nivel más bajo de jerarquía de planificadores es decir la última persona o grupo que tiene que ver con la supervisión de los trabajos en obra (el último planificador). La finalidad de la filosofía es tener los requisitos para poder realizar un trabajo, anticipando así el asignar las cuadrillas de trabajo respectivas a las actividades.

Figura N° 12: Sistema de Planificación con Lean Construction



Fuente: Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual, 2014

El Last Planner System, posee cuatro niveles de planificación, los cuales son:

Programa maestro. Es la primera etapa de la metodología SUP, y es importante debido a que se obtiene el presupuesto y programa del proyecto, por lo cual debe desarrollarse con información fiable. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 39). Se debe de tener un listado general de todas las actividades a un nivel de detalle bajo.

La planificación general es la programación que abarca todas las actividades a realizar para la construcción de los elementos estructurales, arquitectónicos entre otros que hacen parte del proyecto. La programación maestra se hace en forma de diagrama de Gantt, estableciendo los tiempos de todas las tareas necesarias para culminar la etapa de construcción en los proyectos. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 39).

Planificación intermedia. Esta programación a mediano plazo, abarca de cuatro a seis semanas, analizándose las posibles restricciones de cada actividad en el proyecto. Las actividades programadas deben ser priorizadas bajo un orden lógico constructivo. Para que las actividades entren dentro del cronograma de producción, no deben tener ningún tipo de restricción. (Andrade y Arrieta, 2011, pág. 38)



Definición del intervalo de tiempo. Su unidad de medida son las semanas, la cantidad depende de las características del proyecto y de los tiempos para adquirir información. Como algunas actividades tienen tiempos de respuesta largos desde que inicia la petición hasta que se recibe la respuesta, el periodo de cada actividad en el programa maestro debe ser verificados y evaluados durante la planificación inicial. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 41)

Definición de las actividades que serán parte del plan intermedio. Debe buscarse e inspeccionarse minuciosamente las actividades del plan maestro que estén contenidas dentro de los intervalos definidos, de tal forma de obtener las tareas en un tiempo dado, cada una de las cuales posee unas restricciones que determinan su ejecución. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 41)

Análisis de restricciones. Se debe asegurar que las actividades estén libres de restricciones para que puedan ser llevadas a cabo en el momento fijado, esto permite identificar justamente los posibles factores que generen cuellos de botella en los procesos constructivos lo que se transforma en extensión del tiempo planificado. El primer paso para controlar el flujo de trabajo es la revisión de restricciones, ya que impide la entrada de una tarea que tiene restricciones al plan intermedio, dicho de otro modo, el objetivo principal es filtrar la información que entra a la planificación intermedia. El segundo paso se trata de definir cuáles serán las acciones tomadas para remover las restricciones para iniciar la actividad en el tiempo planeado, y se debe desarrollar en tres fases:



- Los tiempos de respuesta de los proveedores deben cumplirse verificando quién es el último involucrado con la ejecución de la actividad.
- Comprometer al proveedor en cuanto al cumplimiento y aseguramiento de los servicios o productos solicitados.
- Es adecuado tener tiempos de respuesta adecuados anticipadamente a la fecha pactada. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 41)

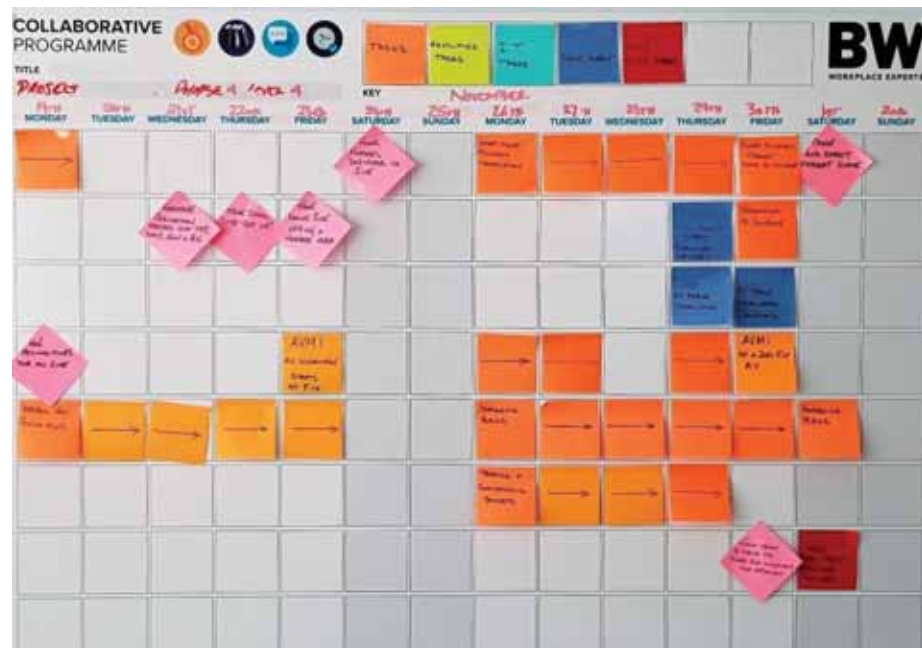
Intervalo de trabajo ejecutable (ITE). Está conformado por aquellas que pasaron por el proceso de revisión y están libres de restricciones en otras palabras las tareas que tienen la mayor probabilidad de ser ejecutadas, es decir, aquellas que pasaron por el proceso de revisión y están libres de restricciones. En este intervalo de trabajo ejecutable existen diversos tipos de actividades, entre ellas:

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al intervalo de trabajo ejecutable ITE de la semana en curso pero que no pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura.
- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras.

Si en caso de que alguna actividad del ITE no pueda ser ejecutada o se ejecute antes, deberá asignarse adecuadamente actividades liberadas para que las cuadrillas no queden libres de trabajo cerrando la etapa de planificación semanal. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 42)

Look Ahead Planning. Es una herramienta de programación de este nivel de planificación, basada en la planificación maestra, en la cual se genera información para la realización de una planificación a corto plazo de tal manera que este ayude y genere información adecuada para llevar a un plan de trabajo más corto. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 42).

Figura N° 13: Ejemplo de Lookahead en campo, herramienta del Last Planner System



Fuente: Google Imágenes

Planificación semanal. En la programación semanal, deben estar todo los involucrados que participan en el proceso de ejecución, como: el supervisor, residente, diseñador, capataz, etc. Se debe programar aquellas actividades sin restricciones y que puedan ser realizadas. Es necesario contar con buffer (colchones) en caso que ocurra imprevistos en las planificaciones semanales. (Andrade y Arrieta, 2011, págs. 39-40).

Formación del programa de trabajo semanal. Son las actividades que serán realizadas durante la semana. De acuerdo a lo establecido en el ITE se evalúan



las actividades, seleccionando lo que puede ser ejecutado en cada semana.
(Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 42)

Reunión de planificación semanal. Antes de dar inicio a cada semana de trabajo se *debe* realizar una reunión para planear y discutir asuntos de la planificación semanal; a dicha reunión deben asistir el administrador de obra, el encargado de la planificación, los supervisores y capataces, el representante de la oficina técnica y los subcontratistas. (Hernán, Omar, & José, 2014, págs. 42-43)

Planificación diaria. Es el último nivel de planificación, donde se programan las actividades diarias de la semana y se realizan los últimos ajustes. En esta fase se debe de realizar las mediciones de los factores que pueden afectan la productividad, tales como disponibilidad de materiales, salud, clima, seguridad, etc. (Andrade y Arrieta, 2011, pág. 41)

Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). El PPC compara el número de actividades planificadas cumplidas durante la semana con el total de actividades programadas durante la semana. El PPC mide la eficiencia de la planificación operacional, así como su confiabilidad real. (Hernán, Omar, & José, 2014, pág. 42)

Teniendo ya elaborado el plan de trabajo semanal el Sistema Último Planificador, se mide el cumplimiento de lo programado en el plan mediante el porcentaje de programa cumplido PPC. Este se encarga de comparar las actividades cumplidas o ejecutadas en obra con las actividades que fueron planificadas. Para calcular el PPC se evalúa el total de actividades que



realmente se pudieron completar en obra, llevándose en un formato donde cada actividad programada tendrá una posibilidad: actividad completada o no completada, de esta forma se obtienen los totales de actividades cumplidas y no cumplidas. El PPC es un porcentaje el cual se calcula como:

$$PPC = \frac{\text{Número de Actividades Cumplidas}}{\text{Número de Actividades Planificadas}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

2.2.16. Sinergia entre el Lean Construction y BIM

El BIM aporta un valor muy importante al proyecto el cual es la gestión de la información siendo así, éste está presente en todos los procesos para la ejecución de un proyecto en tanto el Lean Construction se encarga de la gestión de entrega de un proyecto minimizando los desperdicios maximizando el valor para el cliente. Al emplear simultáneamente ambos principios se tiene mejores resultados como la integración de proyectos, con todas las especialidades concibiéndolos como un todo y no solo la suma individual de cada uno generando un BIM que contribuye a la eliminación de desperdicio y como generador de valor bajo los principios de BIM y principios Lean los cuales facilitan la implementación de BIM, por ejemplo no dejar acumular interferencias de un proyecto los cuales permitan y deban resolverse para continuar con los siguientes procesos (Eyzaguirre, 2020)

Ventajas. Recientes investigaciones demuestran que existen ventajas al aplicar conjuntamente ambas metodologías BIM y Lean. A continuación, se detallan las ventajas encontradas entre ambas metodologías:



Disminución de los desperdicios. Una de las finalidades de la metodología Lean es la disminución de desperdicios, y la metodología BIM ayuda a lograr ese objetivo. Con la aplicación de la metodología BIM, se tiene una mayor visibilidad de los procesos en la ejecución mejorando la comprensión y la interoperatividad del personal técnico con los obreros aplicando de manera eficiente los procesos tanto en materiales como mano de obra de forma que se obtiene un mínimo de desperdicios. (Eyzaguirre, 2020)

Reducción de la variabilidad. La variabilidad se minimiza debido a que el modelo BIM brinda un modelo el cual facilita la información de manera practica como por ejemplo metrados y un presupuesto paramétrico, así sea necesario algunas variaciones en el diseño por cualquier motivo. Aplicando el Lean en priorizar la gestión de la información BIM permite reducir es estos aspectos. (Eyzaguirre, 2020)

Reducción de los ciclos del proyecto. Al aplicar la metodología BIM, el tiempo en la etapa de diseño se reduce, debido al trabajo colaborativo y coordinado, así como en los procesos de programación, ejecución y control en obra. Al entregar el modelo BIM un mejor diseño, se tiene una programación más fiable y con menos incoherencias en campo, por lo cual se reduce también el tiempo en la fase de la ejecución, esto de la mano con las herramientas Lean como la Pull sesión (Eyzaguirre, 2020)

Optimiza la aplicación del principio Pull. Un modelo coordinado en especialidades, mejora la aplicación del principio pull, dado que ayuda a controlar mejor la programación de trabajos, así como los compromisos con el



personal, y de esta manera se previene la sobrecarga de actividades en un solo área. Gestionando adecuadamente la información en el proyecto y utilizando la metodología Lean, se elimina eficientemente los cuellos de botella. (Eyzaguirre, 2020)

Mejora el Flujo. Mediante el modelo BIM se generan con mayor facilidad planos y otras estrategias que ayudan en la visualización de los procesos mejorando los flujos en la construcción el cual es un principio Lean que aporta mayor valor en los proyectos a realizar, (Eyzaguirre, 2020)

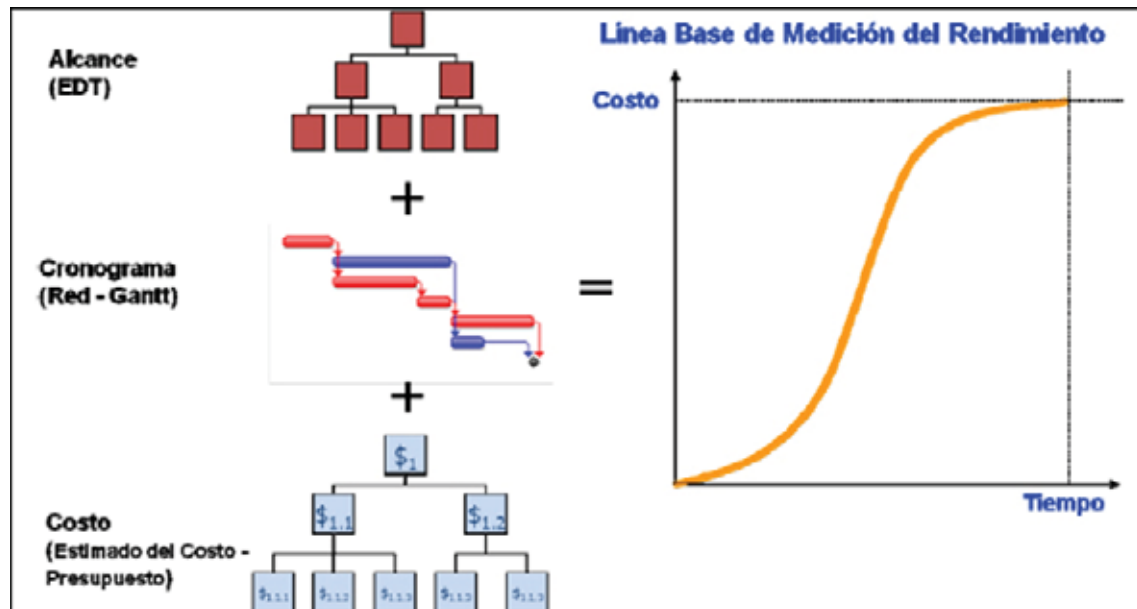
Mejora la toma de decisiones. Al aplicar ambas metodologías, aumenta y ayuda en la comunicación y toma de decisiones entre los involucrados del proyecto. En la etapa de diseño conceptual, el cliente puede involucrarse de manera más cercana con el proyecto proporcionando así un mayor número dudas y opiniones más debido a que las modificaciones del diseño y estimación de costos se pueden realizar con una mayor rapidez. En la etapa de ejecución el modelo BIM optimiza la utilización de la herramienta Last Planer System, debido a los escenarios que se puede realizar con el modelo BIM. (Eyzaguirre, 2020).

2.2.17. Gestión Del Valor Ganado

La Gestión del Valor Ganado (GVG) es una técnica de gestión de proyectos que permite medir el desempeño del proyecto a partir de la comparación de su avance real frente al planeado a través de su alcance, presupuesto y cronograma de ejecución (Ambriz, 2008). Para implementar la GVG en un proyecto es necesario definir la Línea Base de Medición del Desempeño (Performance Measurement

Baseline, PMB), que incluye la descripción del trabajo a realizar (alcance), los plazos para su realización (cronograma) y el cálculo de sus costos y de los recursos requeridos para su ejecución (costo) (Ambriz, 2008).

Figura N° 14: Integración de la Línea Base de Medición del Rendimiento



Fuente: (Ambriz, 2008)

Elementos Básicos De la Gestión del Valor Ganado. Existen tres valores principales para la cuantificación del valor ganado:

- Valor Planificado (Planned Value, *PV*). El valor de la PMB (Línea Base de Medición del Desempeño) al día de la fecha.
- Valor Ganado (Earned Value, *EV*). Lo que ya se ha realizado al día de la fecha, valuado con los costos usados para definir la PMB.
- Costo Real (Actual Cost, *AV*). El costo que ha insumido el trabajo realizado hasta la fecha.

Estos valores se miden en la moneda utilizada en el proyecto. Asimismo, se pueden expresar en porcentajes, dividiéndolos por el Presupuesto hasta la



Conclusión (Budget at Completion, BAC) como se aprecia en la Ecuación 2,

Ecuación 3 y Ecuación 4:

$$PV\% = PV/BAC \times 100\% \quad \dots (2)$$

$$EV\% = EV/BAC \times 100\% \quad \dots (3)$$

$$AC\% = EV/BAC \times 100\% \quad \dots (4)$$

Para medir las variaciones de estos valores y hacer comparación efectiva se utiliza los siguientes términos:

- Variación del Cronograma (Schedule Variance, *SV*).

$$SV = EV - PV \quad \dots (5)$$

- Variación del Costo (Cost Variance, *CV*).

$$CV = EV - AC \quad \dots (6)$$

- Porcentaje de Variación del Cronograma (Schedule Variance, *SV%*).

$$SV\% = SV/PV \quad \dots (7)$$

- Variación del Costo (Cost Variance, *CV%*).



$$CV\% = CV/EV \quad \dots (8)$$

Indicador Clave de Rendimiento (KPI). Un KPI (*key performance indicator*), conocido también como indicador clave o medidor de desempeño o indicador clave de rendimiento, es una medida del nivel del desempeño de un proceso. Un KPI se diseña para mostrar cómo es el progreso en un proceso o producto en concreto, por lo que es un indicador de rendimiento (ISOTools, 2019).

Un KPI se diseña para mostrar cómo es el progreso en un proceso o producto en concreto, por lo que es un indicador de rendimiento (ISOTools, 2019). Los indicadores KPI's adecuados para la medición de la Gestión del Valor Ganado son los siguientes:

- Índice de Rendimiento del Cronograma (Schedule Performance Index, *SPI*).

$$SPI = EV/PV \left(Valor\ Ganado / Valor\ Planificado \right) \quad \dots (9)$$

- Índice de Rendimiento del Costo (Cost Performance Index, *CPI*).

$$CPI = EV/AC \left(Valor\ Ganado / Costo\ Real \right) \quad \dots (10)$$

CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE TRABAJO

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el proyecto de edificación de ocho niveles denominado: “Edificio multifamiliar Confort 31, la cual fue ejecutada por la empresa INKOFRA. S.A.C., teniendo la siguiente ubicación geográfica:

- Región: Cusco
- Provincia: Cusco.
- Distrito: San Jerónimo.
- Lugar: Urb. Versalles del Carmen A-31.
- El proyecto CONFORT 31 tiene colindancia con:
 - Por el norte: Circunvalación Nte.
 - Por el sur: Vivienda colindante.
 - Por el este: Vivienda colindante.
 - Oeste: Calle s/n.

Figura N° 15: Ubicación del proyecto Confort 31

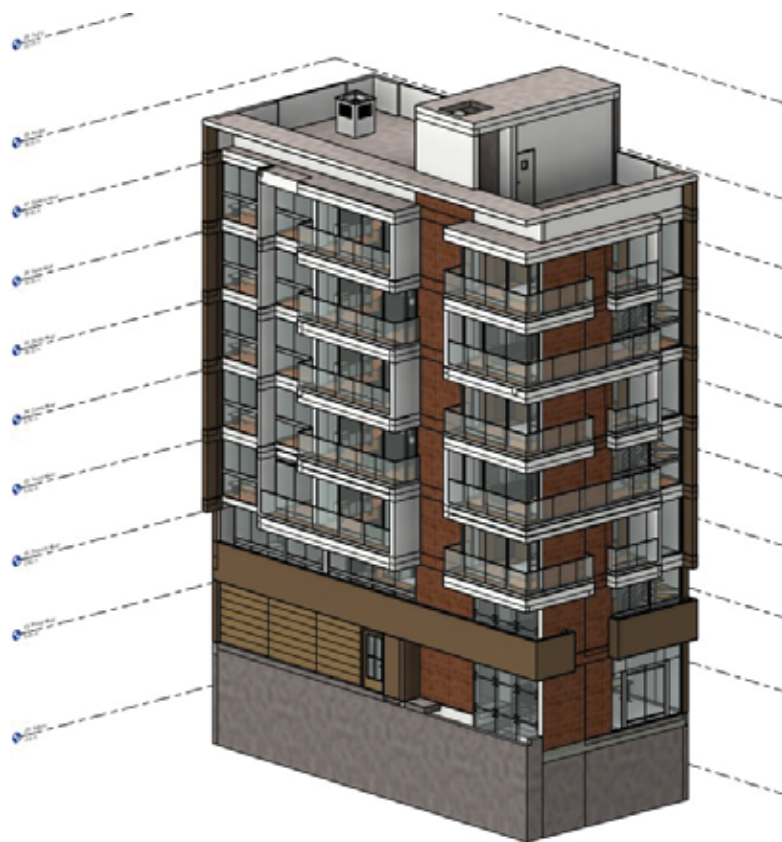


Fuente: Google Maps

3.2. CASO DE ESTUDIO

El proyecto, denominado Edificio Multifamiliar CONFORT 31, consta de ocho niveles, los cuales se distribuyen en seis departamentos tipo flat y tres departamentos tipo dúplex, un área de estacionamiento y un local comercial. Posee un área total construida de 984.57 m².

Figura N° 16: Modelo 3D de Arquitectura



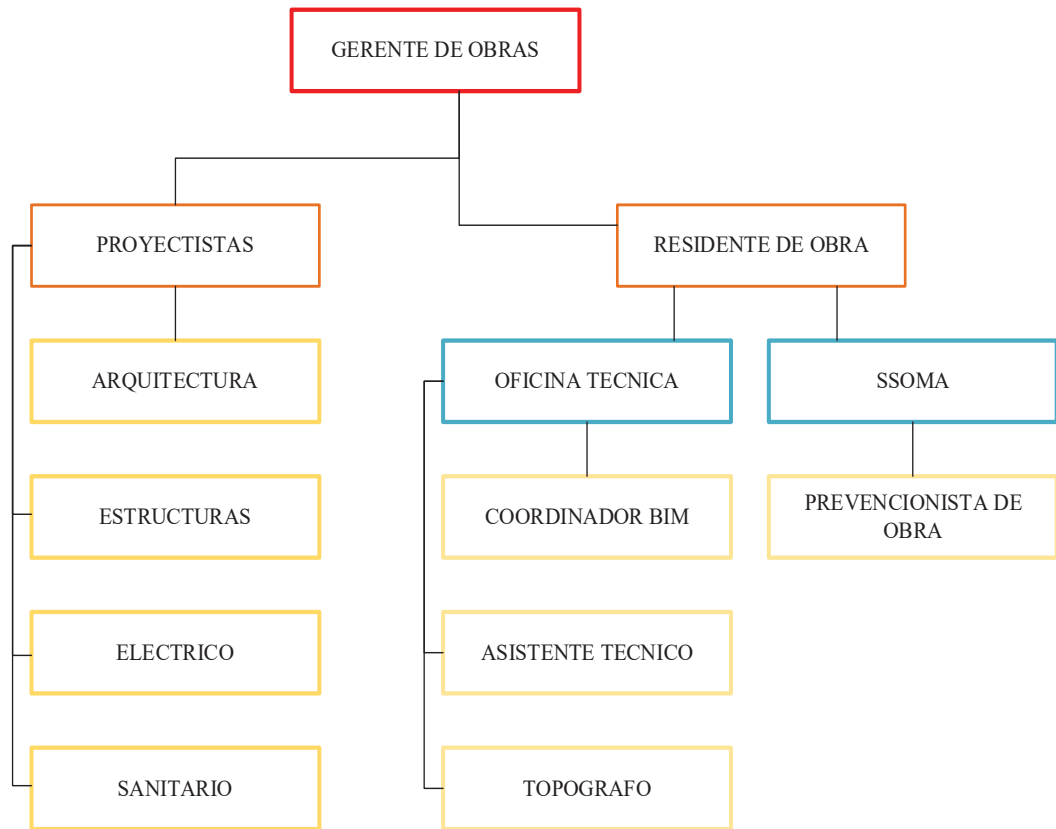
Fuente: Elaboración Propia

3.3. ORGANIZACION DE LA EMPRESA

Para la ejecución del proyecto Confort 31 la empresa a cargo conto con el equipo técnico indicado en el diagrama N°4:



Diagrama N° 4: Organigrama de empresa encargada de la ejecución del proyecto Confort 31



Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en el diagrama N°4 el gerente de obras era el principal responsable de la realización del proyecto. A su vez el gerente contaba con los proyectistas para el diseño del proyecto y con la residencia de obra para la ejecución en campo de lo proyectado. La residencia de obra conto con una oficina técnica conformada por el Coordinador BIM en campo encargado de compatibilizar las especialidades del proyecto, brindar los detalles de las modificaciones propuestas por los proyectistas y la sectorización de las partidas ejecutadas; el asistente técnico encargado de la programación semanal de obra, realizar los controles de campo como el PPC además de verificar los entregables mediante el uso de protocolos de calidad, y el topógrafo encargado del trazo y replanteo diario en campo. Como parte del equipo técnico también se contó con un prevencionista de obra encargado de la seguridad y salud en obra.



3.4.PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION

Con la finalidad de llevar a cabo la investigación propuesta en el capítulo I se estableció el procedimiento de investigación especificado en el diagrama N° 4. Los pasos para desarrollar la investigación van desde la implementación del BIM y Lean Construction en el proyecto de construcción del edificio multifamiliar Confort 31 hasta la medición del impacto de esta implementación mediante indicadores de desempeño KPI's.

Diagrama N° 5: Procedimiento de la investigación

Fuente: Elaboración Propia

Para el desarrollo e implementación del BIM en la edificación multifamiliar Confort31, se dividió las actividades a realizarse en dos etapas donde se determinó el alcance de los modelos a entregar los cuales son:

Primera Etapa: Se tienen los siguientes alcances:

- Desarrollar un modelo para comprobar el metrado de las partidas presupuestadas en el expediente técnico.
- Los integrantes del equipo BIM fueron los tesistas encargados de implementar la metodología como modeladores y responsables de las especialidades del proyecto, así como el gerente de la empresa como coordinador BIM.
- El nivel de detalle para el cumplimiento del objetivo es el LOD 350
- El plazo de entrega del objetivo se estableció para un mes.

Segunda Etapa: Se tienen los siguientes alcances



- El objetivo fue desarrollar un modelo con fines de estudio relacionados al presente trabajo de investigación. La finalidad del modelo fue el control del alcance, costo y tiempo en las etapas de planificación y programación de obras integrando hasta la quinta dimensión del BIM.
- El equipo BIM está integrado por los mismos participantes de la primera etapa.
- El nivel de detalle adoptado fue el LOD 400.
- El plazo de entrega del objetivo se realizó en 03 meses.

Posterior a la implementación del BIM en el proyecto, se procedió a la implementación de la filosofía Lean Construction mediante el uso de herramientas de gestión de actividades y programación a corto plazo.

En base a la implementación del BIM y Lean Construction en las etapas previas al inicio de la ejecución del proyecto, se inició con la gestión de las áreas de conocimiento de alcance, costo y tiempo. Inicialmente se establecieron los valores proyectados de los metrados de las partidas más incidentes del proyecto, el plazo de ejecución y el presupuesto base, datos que se utilizaron más adelante para el control mediante el análisis de valor ganado. Ya iniciado el proyecto, se gestionó las tres áreas del conocimiento mencionadas utilizando tanto las herramientas del BIM y Lean Construction ya implementadas, así como otras nuevas con la finalidad de mejorar el desempeño en la ejecución del proyecto.

Finalizada la ejecución de la primera etapa del proyecto se recolectaron los valores reales de los metrados de las partidas más incidentes del proyecto, el tiempo de



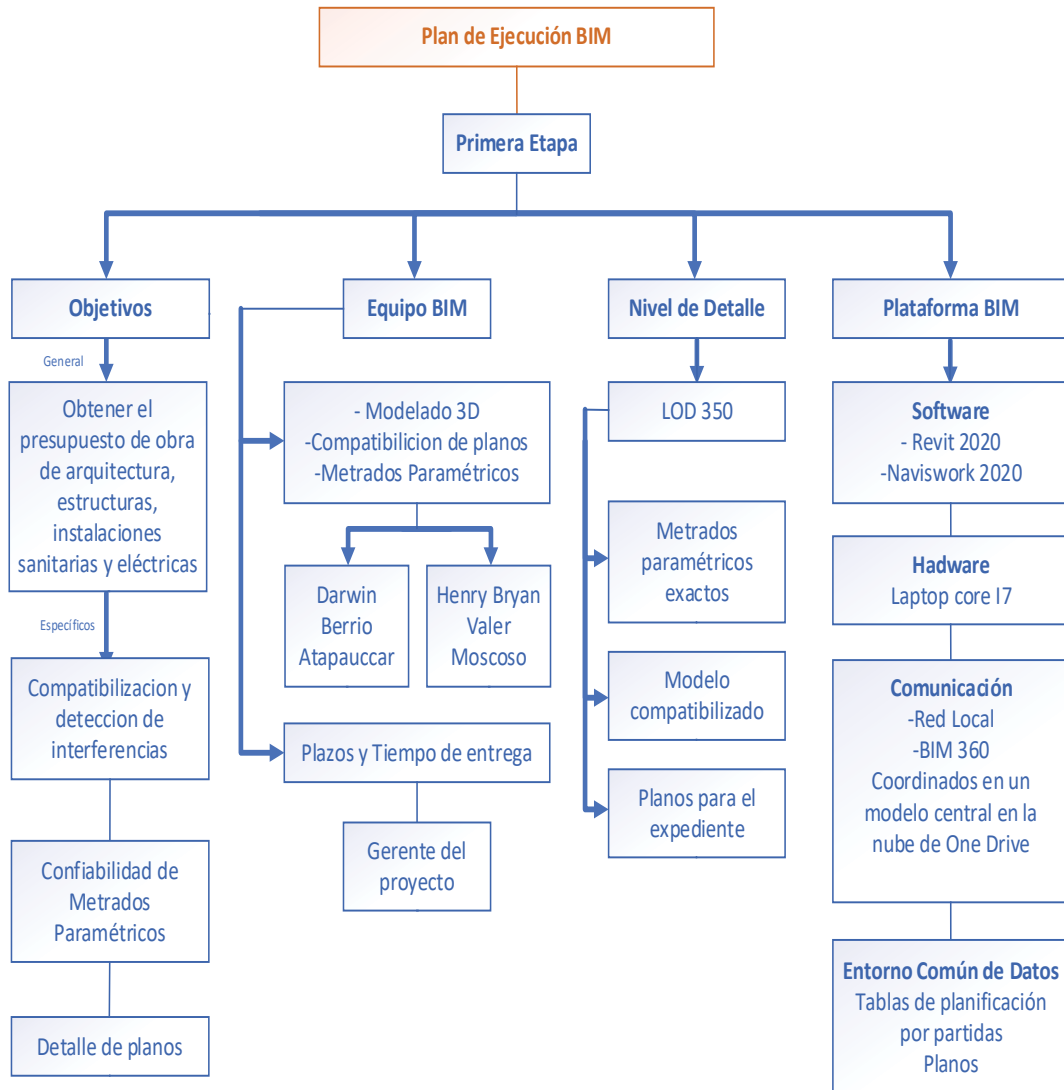
ejecución y el costo real del proyecto. Estos datos se utilizaron para realizar el análisis de valor ganado donde se evalúa el desempeño de la gestión del proyecto.



3.4.1. Plan de ejecución BIM (BEP)

El plan designado para el cumplimiento de las etapas de modelado BIM fue estructurado de acuerdo a los siguientes diagramas:

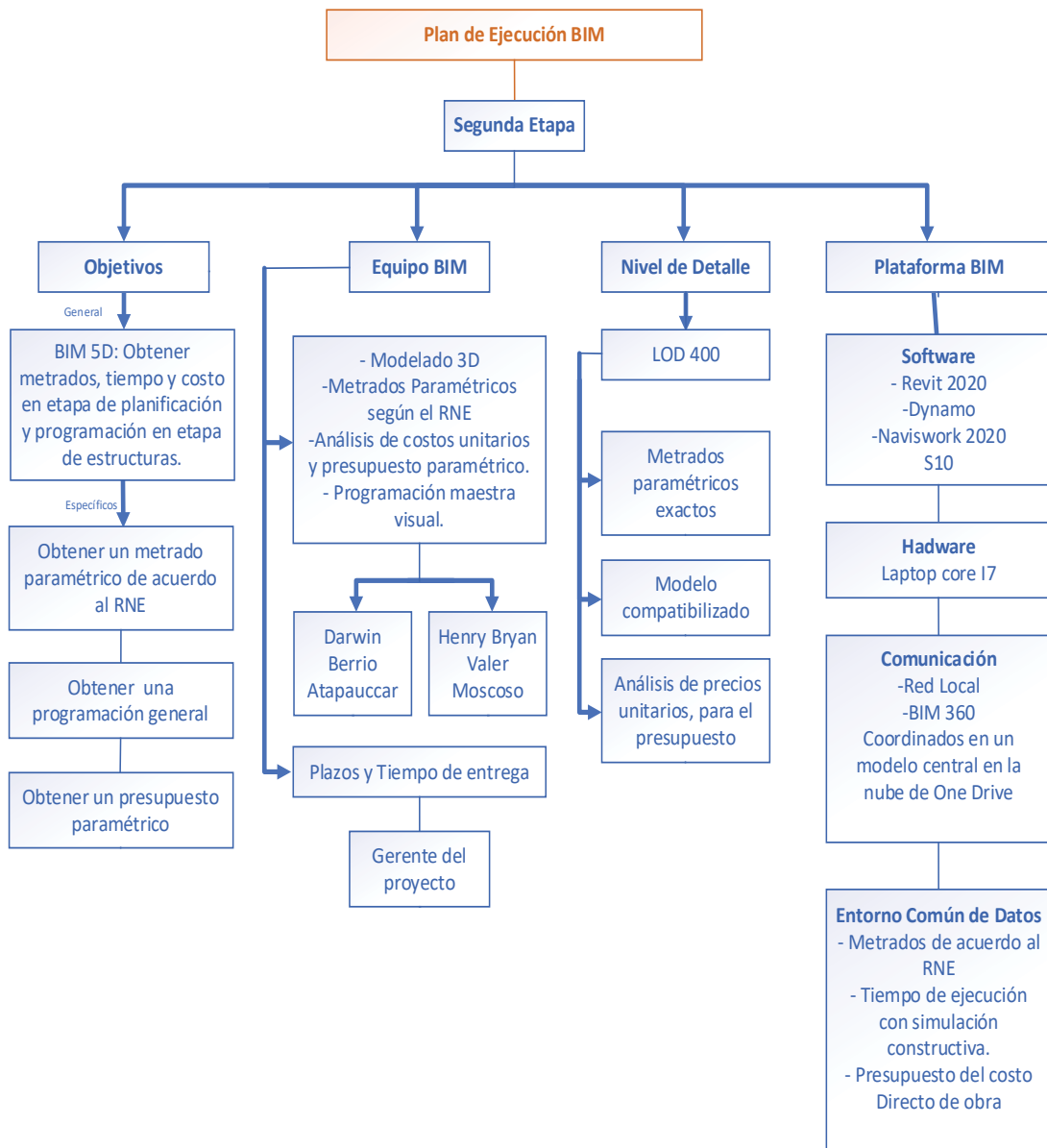
Diagrama N° 6: Plan de ejecución BIM – Etapa de compatibilización de especialidades



Fuente: Elaboración Propia



Diagrama N° 7: Plan de ejecución BIM – Etapa de definición de alcance



Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Implementación BIM

Para la primera etapa según el plan de ejecución BIM se procedió con el levantamiento de las cuatro especialidades que posee el proyecto al BIM 3D después de haber revisados los planos del expediente técnico aprobado. Las especialidades a modelarse fueron: estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas con la finalidad de obtener mayor información



del proyecto y realizar la compatibilización de las especialidades para finalmente obtener los presentables del proyecto en forma de planos actualizados y modelos 3D en formatos del AutoCAD y Revit. Estos presentables tienen la finalidad de mejorar la interacción con el personal involucrado en la etapa de planificación del proyecto. De igual forma, se realizaron las cuantificaciones de las partidas como un método comprobatorio del presupuesto. Se utilizó los softwares Revit 2020 y Naviswork Manage 2020, cabe mencionar que ambos softwares cuentan con licencia de estudiante.

Para la segunda etapa del plan de ejecución BIM se incluyó la variable del tiempo mediante la programación de las actividades, aplicando así el BIM 4D en el proyecto. Previamente la gerencia de la empresa definió dos etapas de ejecución del proyecto en el que se estableció como primera etapa la ejecución de estructuras del proyecto. En base a ello se realizó un modelado en el software Revit 2020 de la especialidad de estructuras como representación de la unidad de análisis, para realizar la programación maestra usando el software Navisworks Manage 2020 aprovechando la interconectividad de este software con el Revit 2020. En la programación maestra hecha en Naviswork se establecieron los hitos de programación, los cuales fueron acordados como las fechas de vaciados. La ventaja de realizar el modelo BIM 4D fue la facilidad de visualización de la programación maestra con la funcionalidad de secuencia constructiva, haciéndose reuniones de coordinación más dinámicas e interactivas con los involucrados en el proyecto.

Para la implementación del BIM 5D se utilizó el modelo representativo de la unidad de análisis, con el objetivo de obtener un presupuesto parametrizado, es decir, un presupuesto acorde al alcance establecido donde se pueda automatizar los



metrados, una funcionalidad del Revit, así como el precio unitario de cada partida según el reglamento nacional de edificaciones (RNE). Los precios unitarios fueron extraídos del software de costos y presupuestos S10 mediante un script o código de programación del software Dynamo y llevado al software Revit para la obtención del presupuesto ya mencionado. El análisis de precios unitarios se realizó con el software S10 de costos y presupuestos por la practicidad de uso y por el conocimiento y manejo del software en cuanto al personal técnico involucrado en la revisión del presupuesto de obra.

3.4.3. *Implementación de Lean Construction*

Con la finalidad de optimizar la gestión del costo y tiempo del proyecto de manera eficiente, se utilizaron algunas herramientas del Lean como son la sectorización para mantener un flujo de trabajo constante para los contratistas, la curva de aprendizaje en el cual se tenían personales especializados en una tarea específica, y el tren de actividades para tener un frente de trabajo continuo. Para la correcta aplicación de estas herramientas se optó por dividir la construcción del proyecto en dos sectores para los vaciados desde la cimentación hasta la 8va losa. Se dividió la construcción de los muros de contención en dos sectores, así como la losa en dos partes con sus respectivas placas. También se puso en práctica la herramienta Pull Sesión, donde se coordinó con el maestro de obra y personal de casa en cuanto a obras preliminares y cimentación. Posteriormente se realizó la Pull Sesión con el personal contratista para comprometerlos con el cumplimiento de los hitos y cronograma planificado según la herramienta Last Planner SystemC



3.4.4. Gestión del Alcance, Tiempo y Costo

En el proyecto se buscó una aplicación eficiente de las herramientas a utilizarse de tal manera que el BIM 5D se complemente con los conceptos de la filosofía Lean Construction basándose principalmente en la sinergia entre ambos para una mayor efectividad logrando así una construcción sin pérdidas.

Para el alcance del proyecto se optó por evaluar las partidas más incidentes en costos del presupuesto. Las partidas más incidentes se agruparon en partidas de concreto, encofrado y acero de refuerzo para mayor facilidad en su evaluación. Con la aplicación de las herramientas del BIM y del Lean Construction se buscó el control únicamente de estos grupos de partidas. Con el modelo virtual 3D, se comprobó la cuantificación exacta de los materiales a utilizar, de forma que para el levantamiento de restricciones se trabajó bajo el concepto de Just in Time como parte de las herramientas de la filosofía Lean, minimizando los desperdicios, buscando así la veracidad de lo planteado en la cuantificación del alcance respecto a lo ejecutado en campo medido una vez culminada la ejecución de las estructuras.

Para la optimización del tiempo se trabajó coordinadamente los conceptos Lean con el BIM 4D, basándose en el sistema del último planificador o Last Planner System. El Last Planner System tuvo como primer objetivo establecer el plan maestro o programación maestra, esto con la finalidad de obtener un cronograma que se adapte y mejore el flujo de la construcción. Como segundo paso se estableció una programación intermedia donde se analizó las posibles restricciones que presentan las actividades planificadas, para que finalmente se estableciera una



programación semanal donde se planificaron las actividades de la semana ya con las restricciones levantadas.

Para la optimización del costo se buscó el aprovechamiento máximo de los modelos en BIM tomando como complemento el Lean Construction. Utilizando estos conceptos se evitó en su mayoría los trabajos rehechos debido a que se logró establecer una comunicación más eficiente con los especialistas de las distintas áreas que posee el proyecto, mejorando así la toma de decisiones, disminuyendo la variabilidad en obra. Esta mejora en las comunicaciones se aprecia en la disminución de las modificaciones de último minuto por temas no previstos en su debido momento. En etapa de ejecución se utilizó el metrado paramétrico del modelado, debido a que es un modelo construido virtualmente donde se puede obtener las cantidades exactas de los materiales a utilizarse, así como la manera más eficiente de realizar los procesos de cada flujo de la construcción de tal forma en la que se puede reducir los desperdicios principalmente de los materiales.

3.4.5. *Análisis del Valor Ganado*

Para medir la influencia del BIM 5D y la filosofía Lean Construction en las etapas necesarias para la ejecución del proyecto se utilizaron indicadores claves de rendimiento (KPI). El enfoque del valor ganado permitió medir el desempeño del proyecto partiendo de la comparación de los datos obtenidos tanto al inicio como al final de la primera etapa de ejecución del proyecto haciendo uso de las técnicas e instrumentos descritos anteriormente. La finalidad del análisis del valor ganado es evaluar, con valores numéricos, la confiabilidad de los datos obtenidos por el



modelado en Revit y los tres niveles de programación, es decir, medir la variación del alcance, tiempo y costo entre la etapa inicial del proyecto y su finalización.



CAPÍTULO IV: RECOLECCION DE DATOS

4.1. MODELADO DE LA EDIFICACIÓN USANDO METODOLOGÍA BIM 5D.

Con el fin de implementar la metodología BIM 5D en el proyecto de edificación en la especialidad de estructuras, se realizaron cuatro modelos 3D de todas las especialidades. Las especialidades modeladas para el caso de estudio fueron arquitectura, estructura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas contempladas en el proyecto en base a los planos y especificaciones técnicas obtenidas del expediente técnico. Para el modelado de estas especialidades, así como para la conformación de los siguientes modelos a utilizarse en la investigación se utilizó el software Revit 2020 con licencia de estudiante.

La finalidad del modelado de las especialidades mencionadas es obtener cuantificaciones aproximadas de las partidas del proyecto que servirán luego como modelo comparativo del presupuesto del expediente técnico. Otra ventaja de tener todas las especialidades modeladas es facilitar la obtención de información del proyecto, un ejemplo de esto es la obtención de planos actualizados, así como poder realizar un adecuado análisis de interferencias.

En esta etapa se llevaron varias reuniones con los especialistas y el cliente para la revisión del modelo de la especialidad de arquitectura. Se revisaron la distribución de los ambientes, los niveles de entre piso, el tamaño y ubicación de los ductos entre otros detalles arquitectónicos. Una vez generado el levantamiento de observaciones y modificaciones definidas por el cliente, se procedió a compatibilizar el resto de especialidades con el modelo de arquitectura.

Figura N° 17: Modelo BIM de las especialidades de Estructuras (16a), Arquitectura (16b), II.SS. (16c) e II.EE (16d).

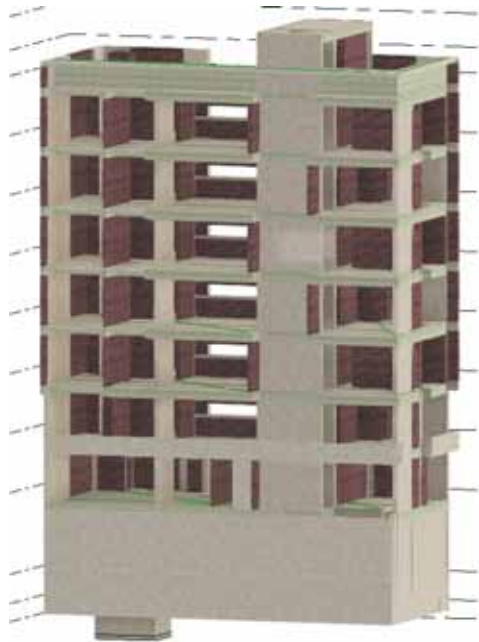


Figura N°16a



Figura N°16b



Figura N°16c



Figura N°16d

Fuente: Elaboración Propia

La actualización de los modelos de estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas en base al modelo actualizado de arquitectura generó la aparición de nuevas interferencias entre estructuras e instalaciones. Con la finalidad de



identificar de manera eficiente estas interferencias, además de las interferencias previas a la actualización de los modelos, se utilizó el software Naviswork Manage 2020. El software te permite identificar, así como verificar las interferencias entre los elementos de las diferentes especialidades que se desea revisar, como por ejemplo la presencia de tubos de 4” atravesando vigas.

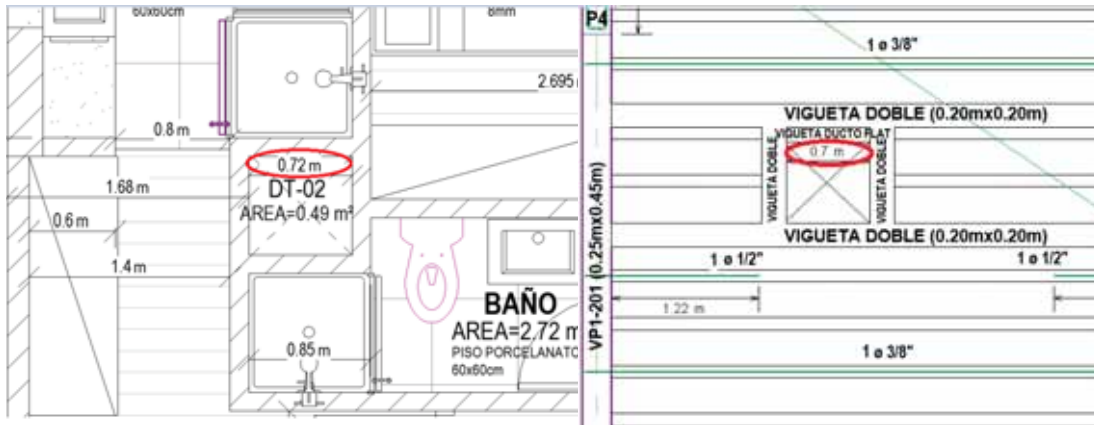
Todas las observaciones detectadas se levantaron con la colaboración de los especialistas a cargo del proyecto. El levantamiento de estas observaciones se hizo en los modelos 3D de las especialidades, dando como entregables los planos actualizados y compatibilizados listos para utilizarse en la construcción.

4.1.1. Análisis y detección de incompatibilidades e interferencias

En este proceso se encontraron algunas observaciones en los planos 2D del expediente técnico al momento de realizar la compatibilización de las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias como son:

- Los ejes planteados en arquitectura no coincidían con los ejes de estructuras.
- Las dimensiones de los ductos en estructuras respecto a los planteados en arquitectura poseen variaciones en sus dimensiones y ubicación.

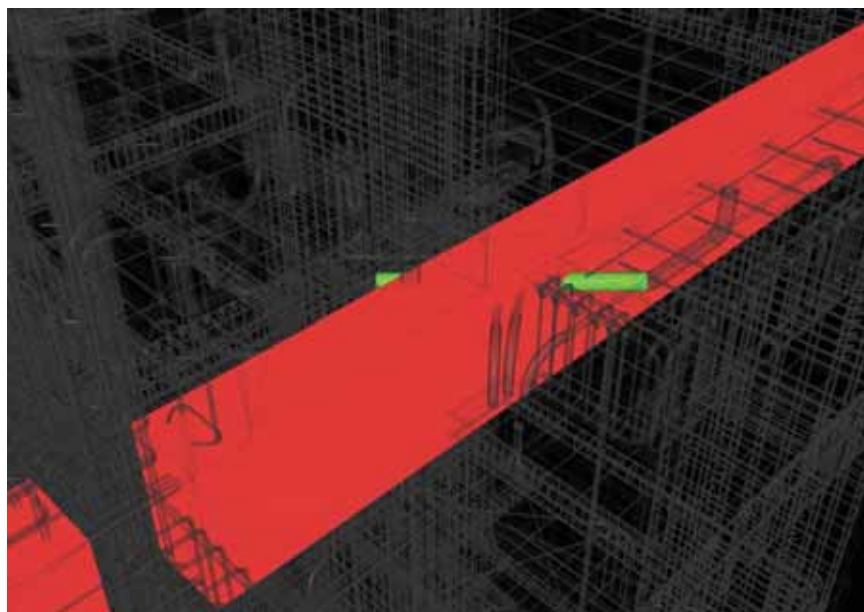
Figura N° 18: Incompatibilidad en la medida del ducto



Fuente: Elaboración Propia

- La falta de implementación de la topografía del terreno no permitió una adecuada observación respecto al ingreso de la edificación el cual requería de escaleras o bajar el nivel de losa el cual no figuraba en los planos del expediente técnico.
- Tuberías de desagüe de 4" pasando por vigas principales como se aprecia en la figura N° 17, así como la falta de ubicación del punto de evacuación de la tubería de aguas pluviales.

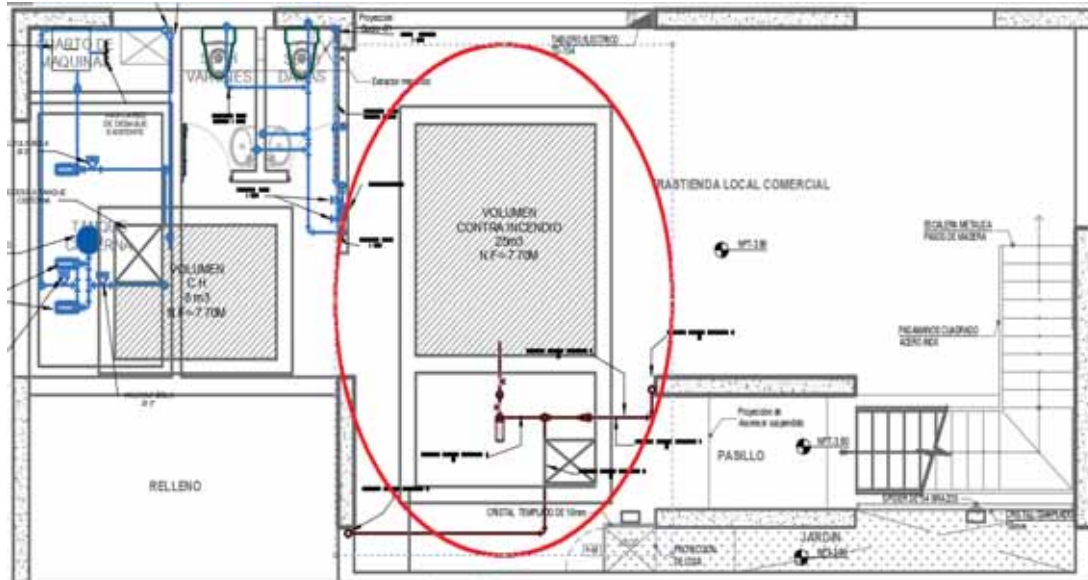
Figura N° 19: Detección de interferencia entre viga y tubería



Fuente: Elaboración Propia

- Tanque cisterna de agua contra incendios no se adecua a la arquitectura planteada porque interfiere con el ingreso al área comercial como se aprecia en la figura N° 18. Además de interferir con la cimentación de la edificación.

Figura N° 20: Tanque cisterna contra incendios ubicado en local comercial



Fuente: Elaboración Propia

4.2. COMPROBACIÓN DE METRADOS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO

Con el modelo 3D de las especialidades de Estructuras, Arquitectura e Instalaciones Sanitarias actualizados se procede a la cuantificación de los elementos para la obtención de los metrados de las diferentes partidas que conforman el proyecto. La finalidad de este procedimiento es la verificación de los metrados calculados en el presupuesto del expediente técnico. Los metrados obtenidos de los modelos mencionados fueron comparados con los metrados especificados en el presupuesto del expediente técnico. Se revisó las variaciones en los metrados y, finalmente, se verificó el presupuesto de obra.

En la figura N° 19 se muestra un ejemplo de extracción de metrados del Revit de la partida Tarrajeo de muros interiores.



Figura N° 21: Tabla de planificación extraído del modelo arquitectónico

<T-03.1 / Tarrajeo de muros interiores>			
A	B	C	D
Tipo	Restricción de base	Material: Nombre	Material: Área
-01. Sótano			
Muro Cabeza-0.25m Interior	-01. Sótano	Enlucido Interior	32.77 m ²
Muro Soga-0.13m	-01. Sótano	Enlucido Interior	90.53 m ²
Tarrajeo interior de muros	-01. Sótano	Enlucido Interior	76.07 m ²
			199.37 m ²
01. Primer Nivel			
Muro Cabeza int-crv - 0.25m	01. Primer Nivel	Enlucido Interior	18.80 m ²
Muro Cabeza-0.25m	01. Primer Nivel	Enlucido Interior	6.53 m ²
Muro Cabeza-0.25m Interior	01. Primer Nivel	Enlucido Interior	9.17 m ²
Muro Soga-0.13m	01. Primer Nivel	Enlucido Interior	47.02 m ²
Muro Soga-0.15m	01. Primer Nivel	Enlucido Interior	0.11 m ²
Muro Soga-0.15m Int-Crv	01. Primer Nivel	Enlucido Interior	10.84 m ²
Muro Soga-0.15m Interior	01. Primer Nivel	Enlucido Interior	38.38 m ²
			130.85 m ²
02. Segundo Nivel			
Muro Cabeza int-crv - 0.25m	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	7.00 m ²
Muro Cabeza-0.25m	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	8.58 m ²
Muro Cabeza-0.25m Interior	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	15.78 m ²
Muro Cabeza-0.25m Interior-acabado ceramico	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	0.85 m ²
Muro Soga-0.13m	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	71.99 m ²
Muro Soga-0.15 Cocina	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	9.57 m ²
Muro Soga-0.15m Int-Crv	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	11.50 m ²
Muro Soga-0.15m Interior	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	26.22 m ²
Muro Soga-0.15m-Interior-acabado ceramico por	02. Segundo Nivel	Enlucido Interior	0.99 m ²
			152.49 m ²

Fuente: Elaboración Propia

4.3.DETERMINACION DEL ALCANCE, TIEMPO Y COSTO DEL PROYECTO

Ya con el modelo de estructuras actualizado y compatibilizado, se define el Alcance, Costo y Tiempo (plazo) del proyecto. haciendo uso de las herramientas de la metodología BIM 5D y Lean Construction. En los siguientes ítems se presenta los metros planificados de las partidas definidas como entregables en el caso del Alcance; el presupuesto inicial y el costo directo para la definición del Costo, y los niveles de programación para la definición del plazo de ejecución de obra (Tiempo).

4.3.1. Determinación del Alcance del Proyecto en Etapa de Planificación

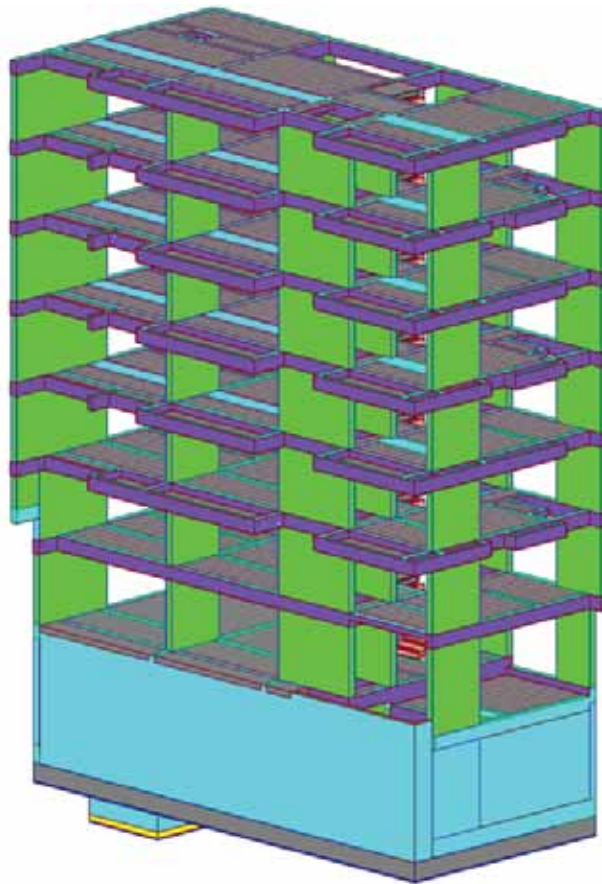
El Alcance de la Obra se definió en base a la planificación de la empresa constructora. Para la construcción del proyecto de edificación “Confort 31” la



empresa constructora decidió dividir la ejecución de la obra en dos etapas. Se determinó que la primera etapa de la obra comprendería las partidas de estructuras, además de las instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas necesarias para la entrega de la estructura. Las partidas de albañilería y acabados fueron ejecutadas posteriormente en la segunda etapa de la obra. En base a la definición de la primera etapa se tomó como Alcance del Proyecto las partidas de mayor incidencia en el presupuesto, los cuales corresponden a la especialidad de estructuras, tomándose a las partidas de concreto estructural, acero y encofrado como los entregables que se controlaran en obra.

Como parte de la definición del Alcance del Proyecto se hizo un nuevo modelo 3D de la especialidad de estructuras utilizando una plantilla de Revit Structure que facilita la vinculación con el software Dynamo. El modelo considera solo las partidas de mayor incidencia en la ejecución de la estructura los cuales son: movimiento de tierras, concreto, acero y encofrado a ejecutarse en la primera etapa de ejecución. Cabe destacar que no se incluyó dentro del modelo 3D el modelado y la cuantificación de las partidas correspondientes a calzaduras; esto se debe a la falta de información respecto a la profundidad y dimensiones de las cimentaciones vecinas.

Figura N° 22: Modelo 3D final del alcance de estructuras

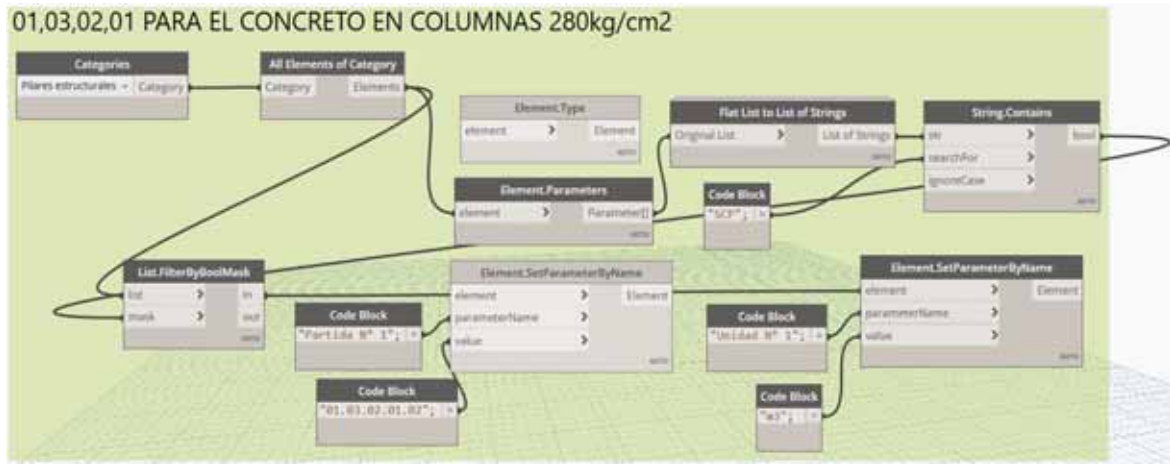


Fuente: Elaboración Propia

Una vez modelado los elementos de la especialidad de estructuras, se utilizó un script o código programado en el software Dynamo para asignar de manera automática los ítems de partidas a cada elemento modelado en el software Revit 2020 de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones. El siguiente script utilizado fue el de extracción de los parámetros cuantificables de los elementos modelados según los ítems ya establecidos anteriormente. Mediante la asignación de estos ítems, los elementos son clasificados y agrupados en tablas para así obtener la magnitud de los parámetros cuantificados, en otras palabras, los metrados. Los parámetros extraídos varían de acuerdo a la partida a la que hace referencia la tabla donde están agrupados, por ejemplo, para la tabla de “01,03,02,01.02 Para El Concreto En Columnas 280kg/cm²” el parámetro a obtenerse es el volumen de los

elementos Pilar Estructural. Con la información agrupada y clasificada se obtiene los metrados totales de las partidas de estructuras.

Figura N° 23: Script de Dynamo para la extracción de metrados



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 24: Tabla de planificación con los metrados extraídos de concreto en columnas

<01.03.02.01.02 PARA EL CONCRETO EN COLUMNAS 280kg/cm2>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Partida N°</i>	<i>Tipo</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Unidad</i>	<i>N° Veces</i>	<i>Largo</i>	<i>Ancho</i>	<i>Altura</i>	<i>Volumen</i>
01.03.02.01.02	SCP002_COL_RECTANGULAR_3.00x.25m	A-1	m3	1	3.00	0.25	3.45	2.59
01.03.02.01.02	SCP003_COL_ELE_1.25x.25m	C-2	m3	1			3.45	1.34
01.03.02.01.02	SCP003_COL_RECTANGULAR_2.10x.25m	A-2	m3	1	2.10	0.25	3.45	1.81
01.03.02.01.02	SCP003_COL_RECTANGULAR_2.10x.25m	A-5	m3	1	2.10	0.25	2.90	1.52
01.03.02.01.02	SCP004_COL_RECTANGULAR_3.15x.25m	C-3	m3	1	3.15	0.25	3.45	2.70
01.03.02.01.02	SCP004_COL_RECTANGULAR_3.15x.25m	B-3	m3	1	3.15	0.25	3.45	2.70
01.03.02.01.02	SCP004_COL_RECTANGULAR_3.15x.25m	A-3	m3	1	3.15	0.25	3.45	2.72
01.03.02.01.02	SCP005_COL_RECTANGULAR_1.50x.25m	C-5	m3	1	1.50	0.25	3.15	1.18
01.03.02.01.02	SCPC002_COL_ELE_1.55x.25m	C-1	m3	1			3.45	2.46
Total general: 9								19.01

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenidos los metrados, se procedió a definir los entregables del proyecto, en este caso, las partidas con mayor incidencia en la construcción de la estructura de la edificación. Se eligió las partidas que comprenden concreto estructural, acero y encofrado debido a que estas partidas están presentes durante toda la construcción de la estructura, además de ser las partidas con mayor costo en el presupuesto.



Los productos entregables, al tratarse de partidas, se cuantificaron con los metrados obtenidos del modelo 3D de estructuras. Estas cantidades son los objetivos a lograrse en la ejecución del proyecto y se tomaron como referencia de comparación para el posterior análisis de valor ganado. Se sumaron los metrados de las partidas que abarcan concreto estructural, acero de refuerzo y encofrado de elementos estructurales y se presentan en la Tabla N°2.



Tabla N° 2

Determinación del Alcance del Proyecto

ALCANCE DEL PROYECTO	
OBJETIVOS DEL PROYECTO	
El objetivo general del proyecto es la construcción de una edificación multifamiliar de ocho niveles que brinde seguridad, comodidad y calidad para sus habitantes.	
ENTREGABLES DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none">Elementos estructurales de concreto armado, encofrado y con refuerzo de acero estructural.	
FASE DEL PROYECTO	UNIDAD DE MEDIDA
Primera Etapa de Ejecución: abarca la ejecución de la estructura de concreto armado. Comprende las partidas de movimientos de tierra, concreto simple y concreto armado.	<ul style="list-style-type: none">Concreto estructural vaciado (m³)Acero habilitado y armado (kg)Encofrado de elementos estructurales (m²)
DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CUANTIFICACION
Concreto estructural vaciado en obra de resistencia $f'c=280$ kg/cm ² para cimentación y sótano, y resistencia $f'c=210$ kg/cm ² para el resto de la estructura. Se cuantifica en metros cúbicos (m ³).	395.05 m ³
Acero habilitado y armado en obra de resistencia $f_y=4200$ kg/cm ² como refuerzo del concreto estructural. Se cuantifica en kilogramos (kg).	44,148.61 kg
Encofrado de elementos estructurales para su posterior vaciado con concreto estructural. Se cuantifica en metros cuadrados (m ²).	2,539.53 m ²

Fuente: Elaboración Propia



4.3.2. *Determinación del Tiempo del Proyecto en Etapa de Planificación*

En base a lo estipulado en el Alcance del proyecto en la primera etapa, se realizó la programación general del proyecto utilizando el Sistema del Ultimo Planificador (Last Planner System). El Last Planner System propone la división en niveles de la programación del proyecto; para este caso de estudio se dividió la programación del proyecto en tres niveles: programación maestra, programación intermedia y programación semanal. Para la definición de cada nivel se utilizaron diferentes herramientas del BIM 5D y Lean Construction especificados en la Tabla N°3.

Tabla N° 3

Plan de programación del proyecto

TIEMPO DEL PROYECTO
METODOLOGIA DE PROGRAMACION
<ul style="list-style-type: none">• PROGRAMACION MAESTRA: Se usó metodología CPM y diagramas Gantt para la elaboración del cronograma de obra.• PROGRAMACION INTERMEDIA: Se usó el formato Look Ahead Planning programándose cada cuatro semanas con su respectivo análisis de restricciones.• PROGRAMACION SEMANAL: Se utilizó el formato Work Week Plan considerando las actividades ya programadas en la Programación Intermedia con las restricciones liberadas y a mayor detalle.
HERRAMIENTAS DE PROGRAMACION
<ul style="list-style-type: none">• PROGRAMACION MAESTRA: Se utilizaron el software Naviswork Manage y Microsoft Project para la elaboración del Diagrama Gantt.• PROGRAMACION INTERMEDIA Y SEMANAL: Se usó el software Microsoft Excel para la elaboración y llenado de los formatos Last Planner System y Look Ahead Planning.

Fuente: Elaboración Propia

En base a lo precisado en el Alcance, solo se definió el tiempo de ejecución de la primera etapa del proyecto. Tomando en cuenta lo planteado por el Last Planner



System, el Tiempo de ejecución planificado está determinado en tres niveles: programación maestra, programación intermedia y programación semanal.

Programación Maestra. La programación maestra parte inicialmente de la definición de la fecha de entrega de los hitos del proyecto. Estas fechas fueron establecidas por la gerencia de la empresa a juicio de expertos el cual se aprecia la tabla N° 4. Cabe destacar que son fechas estimadas en base a la experiencia previa de la empresa en la construcción de viviendas multifamiliares.

Conocida la lista de hitos, se procedió a la programación del Cronograma general de obra. El cronograma de obra general se realizó utilizando el software MS Project guiándonos del último modelo 3D de estructuras. El modelo 3D permite la visualización de los elementos a construirse, como por ejemplo la profundidad a excavar o la distribución de las muros y placas en planta, haciendo más factible visualizar posibles opciones de programación. El cronograma planteado solo abarca las actividades definidas en el alcance de obra; partidas como instalaciones sanitarias y eléctricas no fueron consideradas por su poca incidencia en el tiempo de ejecución y en el costo final del proyecto



Tabla N° 4:

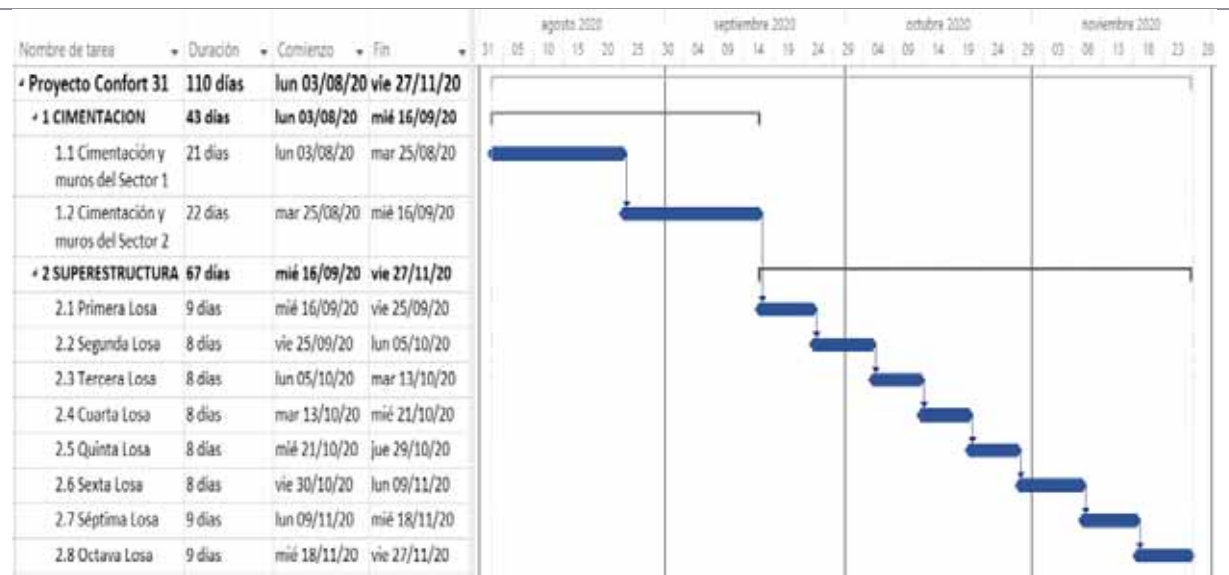
Lista de Hitos con fecha de programación

LISTA DE HITOS

HITO O EVENTO SIGNIFICATIVO	FECHA PROGRAMADA	TIPO (obligatorio u opcional)
Cimentación y muros del Sector 1	25/08/2020	Obligatorio
Cimentación y muros del Sector 2	16/09/2020	Obligatorio
Primera Losa	25/09/2020	Obligatorio
Segunda Losa	05/10/2020	Obligatorio
Tercera Losa	13/10/2020	Obligatorio
Cuarta Losa	21/10/2020	Obligatorio
Quinta Losa	30/10/2020	Obligatorio
Sexta Losa	09/11/2020	Obligatorio
Séptima Losa	18/11/2020	Obligatorio

Octava Losa

DIAGRAMA DE HITOS



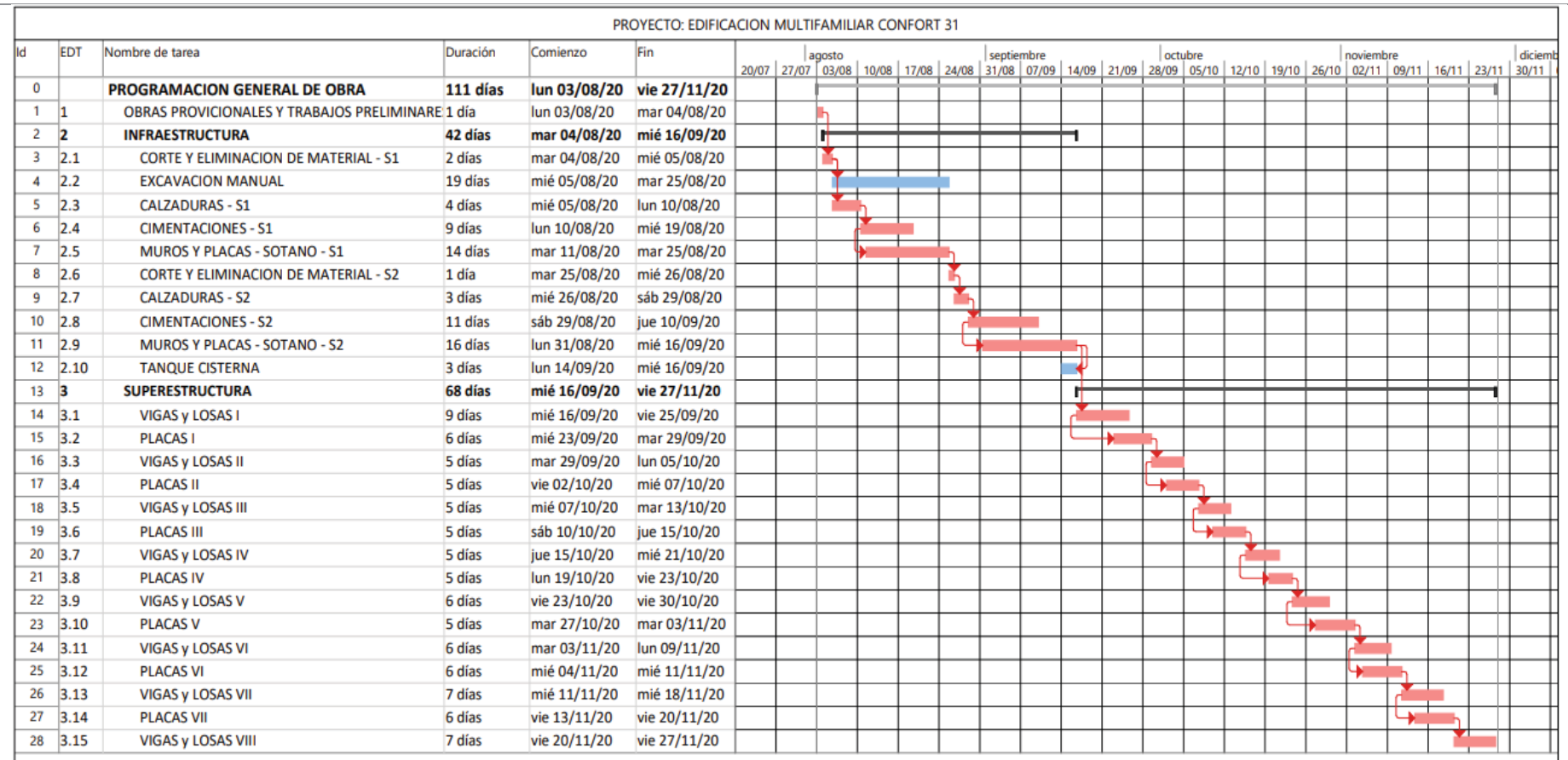
Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 5

Programación general de la primera etapa del proyecto

CRONOGRAMA GENERAL DE OBRA



Fuente: Elaboración Propia



En el cronograma general de obra se consideró dividir la partida de movimiento de tierras en dos sectores debido a la gran cantidad de material para ser excavado, además de evitar la sobre exposición de las viviendas y calles colindantes a un posible derrumbe.

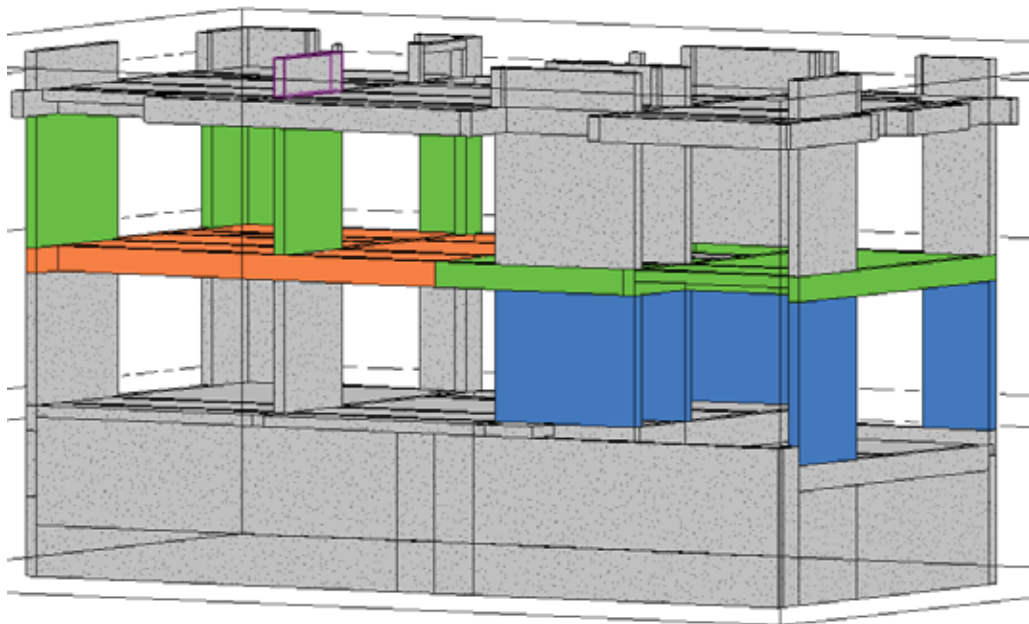
Como se aprecia en el cronograma de obra, la duración de la primera etapa del proyecto es de 111 días hábiles separados en dos fases, infraestructura y superestructura. La fase de infraestructura comprende las partidas de movimiento de tierras, calzaduras, zapatas, vigas de cimentación, muros de contención y placas hasta el primer nivel. La segunda fase de la construcción es la superestructura. Comprende las partidas de vigas, losas y placas.

Definido el cronograma general de obra, se procede a la realizó la Programación Maestra del Proyecto, para ello se utilizó el software Navisworks Manage 2020 mediante un vínculo del último modelo 3D de estructuras realizado en Revit 2020. Primero se realizó la sectorización de la obra utilizando el software Revit 2020 para definir los posibles vaciados a ejecutarse durante la obra. En la fase de infraestructuras, debido a la altura mayor a tres metros de los muros, se consideró dividir el vaciado de los muros en un vaciado inicial hasta una altura de 2.50m que luego serian completados en un vaciado posterior; esto con la finalidad de evitar la segregación del concreto y facilitar el encofrado de los muros. En la fase de superestructura se dividió el vaciado de las losas, vigas y placas en dos sectores con la finalidad de establecer un frente de trabajo continuo para los subcontratistas.

La ventaja de realizar la sectorización en BIM es la facilidad de visualizar los sectores planteados donde se muestra una secuencia constructiva mejorando la

interacción entre el personal involucrado en el proyecto como son el personal técnico, gerencia, maestro de obra y los contratistas, así realizar reuniones más interactivas. Otra ventaja de la sectorización en BIM es la posibilidad de cuantificar la cantidad de concreto por sector, facilitando el pedido de concreto para cada vaciado levantando así las restricciones relacionadas en cuanto a requerimientos.

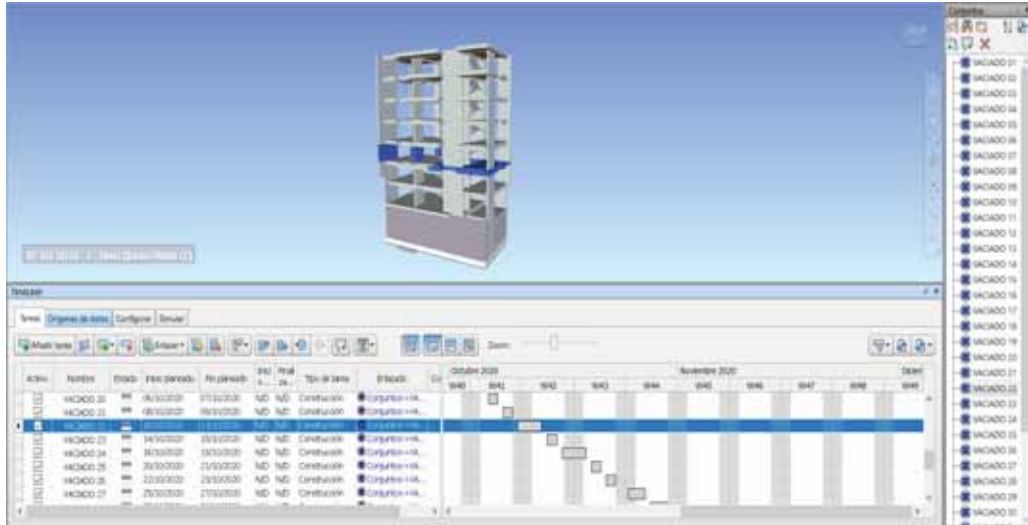
Figura N° 25: Sectorización del modelo de estructuras para la programación maestra



Fuente: Elaboración Propia

Una vez definido los sectores y vaciados de cada elemento del modelo 3D de estructuras elaborado en Revit 2020, se enlaza el modelo sectorizado al software Naviswork Manage 2020 para la realización de la programación maestra en un modelo virtual BIM 4D. Utilizando la herramienta TimeLiner se asigna a cada grupo de vaciado su fecha de inicio y plazo de duración generando así un diagrama de Gantt.

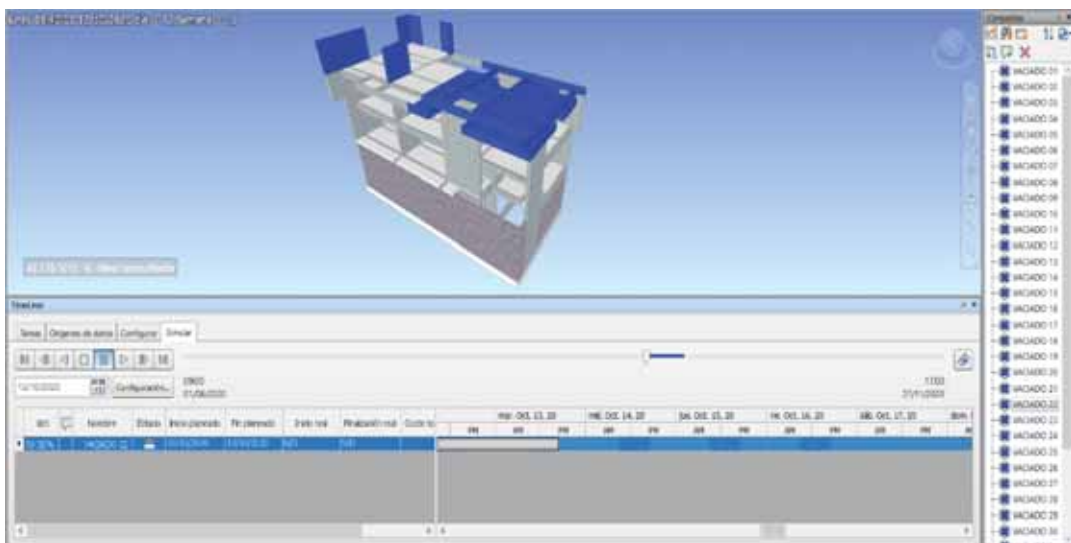
Figura N° 26: Programación visual en el software Naviswork Manage



Fuente: Elaboración Propia

La principal ventaja de realizar la programación maestra en el software Naviswork Manage 2020 es la posibilidad de visualizar una simulación de la construcción del proyecto, ello por tratarse de un modelo 3D interactivo el cual permite la colaboración y coordinación con el modelo. La simulación constructiva o programación visual facilita la explicación de actividades que posee el flujo constructivo al personal involucrado en la construcción, ya sean ingenieros, subcontratistas o maestros de obra.

Figura N° 27: Simulación constructiva en base a la programación visual



Fuente: Elaboración Propia

Programación Intermedia. En base a lo planificado en la programación maestra, se inicia la programación intermedia. La programación intermedia se realizó utilizando la herramienta Look Ahead, utilizando como periodo de programación plazos de cuatro semanas. Se definió las actividades a realizarse en el plazo de cuatro semanas considerando el correcto flujo de trabajo, es decir, está compuesto por las tareas con bastante probabilidad de ser ejecutadas y han pasado por el proceso de revisión, generando así el intervalo de trabajo ejecutable con la finalidad de reducir o eliminar los posibles retrasos en el flujo de la construcción. Estas actividades se ordenaron y presentaron en el formato del Look Ahead Planning. En la tabla N° 6 se presenta un ejemplo de Look Ahead Planning de la semana uno a la semana cuatro extraído del Anexo N°02. Figura N° 28: Look Ahead Planning en obra



Fuente: Elaboración Propia



El Análisis de Restricciones es un filtro de la programación maestra realizada, el cual permite visualizar y evaluar convenientemente las actividades en dos etapas. La primera etapa fue verificar y revisar el estado de las tareas considerando sus restricciones, siendo estas las que dificultan o no permiten el desarrollo continuo de las siguientes actividades, viendo el camino más viable para la actividad pueda realizarse incluso antes del tiempo programado. En la segunda etapa se definió las acciones necesarias para el levantamiento de las restricciones en dos fases, siendo la primera asignar a un responsable el cual será el encargado de hacerle un seguimiento oportuno a cada restricción, este se encargará de la segunda fase el cual es confirmar los tiempos de respuesta de tal forma que se prevean los tiempos de respuesta buscando anticiparse a la fecha acordada. Conocidas las actividades que se pueden realizar en el plazo de cuatro semanas, se realiza un análisis de restricciones. En la Tabla N°7 se presenta un ejemplo del Análisis de restricciones de la semana “uno” a la semana “cuatro” extraído del Anexo N°02.



Tabla N° 7

Análisis de restricciones de la semana “uno” a la semana “cuatro”

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Descripción de la Actividad	Planificación					Restricciones en periodo de lookahead						Descripción	Responsable		
	Fecha de Inicio PA	Fecha de Término PA	Duración (días)	Und.	Metrado Programado Look Ahead	Levantamiento de Restricciones	MO (indicar personal con tiempo)	MA (procesos de materiales)	Equipos y Herramientas	Información	Eventos				
LIMPIEZA DE TERRENO	03-Ago-20	03-Ago-20	1.00	GBL	1.000										
EXCAVACIÓN MASIVA	04-Ago-20	29-Ago-20	26.00	M3	675.10				X				Maquinaria para excavación masiva	Área administrativa	
EXCAVACIÓN MANUAL	04-Ago-20	29-Ago-20	26.00	M3	51.850		X		X				Personal, Herramientas manuales	Área administrativa	
ENCOFRADO PARA CALZADURA	04-Ago-20	29-Ago-20	26.00	M2	18.400			X					Madera para encofrado de calzadura, Clavos	Área administrativa	
CONCRETO EN CALZADURA	04-Ago-20	29-Ago-20	26.00	M3	21.850			X	X				Hormigon, Cemento, Mezcladora	Logística	
SOLADO	08-Ago-20	08-Ago-20	1.00	M2	45.960	91.9		X					Hormigon, Cemento, Separadores de concreto	Logística	
ACERO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE ZAPATA)	10-Ago-20	15-Ago-20	6.00	KG	601.655	1.337.0		X			X		Requerimiento de acero-Semiótano Ploteo de planos en general	Área Técnica, Logística	
ENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE ZAPATA)	13-Ago-20	14-Ago-20	2.00	M2	15.840	31.7		X					Encofrado metálico	Área administrativa	
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE ZAPATA)	14-Ago-20	14-Ago-20	1.00	M3	21.164	-45.0									
ACERO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE VIGA)	11-Ago-20	18-Ago-20	8.00	KG	1090.062	1.816.6									
ENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE VIGA)	18-Ago-20	19-Ago-20	2.00	M2	26.138	74.7		X					Encofrado metálico, Escantillones	Área administrativa, Logística	
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE VIGA)	19-Ago-20	22-Ago-20	4.00	M3	6.322	15.4									
ACERO EN PLACAS	11-Ago-20	19-Ago-20	9.00	KG	1797.401	16.340.0									
ENCOFRADO DE PLACAS	20-Ago-20	25-Ago-20	6.00	M2	30.578	761.4			X				Purtales de 3 y 4m	Área administrativa	
CONCRETO EN PLACAS	21-Ago-20	25-Ago-20	5.00	M3	8.174	139.3									
ACERO EN MUROS ESTRUCTURALES	13-Ago-20	24-Ago-20	12.00	KG	1372.160	2.744.3									
ENCOFRADO EN MUROS ESTRUCTURALES	18-Ago-20	25-Ago-20	8.00	M2	42.902	134.1									
CONCRETO EN MUROS ESTRUCTURALES	19-Ago-20	25-Ago-20	7.00	M3	12.784	29.7									

Fuente: Elaboración Propia

Programación Semanal. La programación semanal, como su nombre indica, considera plazos de una semana donde se especifica las actividades a realizarse en base a lo programado con el Look Ahead Planning ya con las restricciones levantadas. En la programación semanal se utilizó la herramienta Work Week Plan (WWP) buscando una programación más específica y a corto plazo, el cual se ajustaba



4.3.3. *Determinación del Costo del Proyecto*

Se procedió a la elaboración del presupuesto de la primera etapa utilizando el modelo 3D de acuerdo a los metrados obtenidos en la definición del Alcance del Proyecto. Para ello mediante un código programado en el software Dynamo también llamado script, se extrajo los metrados de los elementos del modelado en Revit 2020, para multiplicarlos por los precios unitarios extraídos de la base de datos del S10 y así obtener el presupuesto. Se realizó el análisis de precios unitarios usando el software S10 el cual es utilizado también por la empresa, lo cual permite mayor interoperabilidad con los involucrados directamente con el presupuesto de obra, usando ratios y datos obtenidos de proyectos realizados anteriormente por la empresa constructora.

Presupuesto en etapa de planificación. Inicialmente se definió los precios unitarios de las partidas presentes en la etapa de estructuras del proyecto. Se utilizó el software S10 debido a la facilidad de uso, además de que es el software utilizado por la empresa para el cálculo de presupuestos. Los precios usados fueron los determinados en la última cotización hecha en el mercado previo al inicio de obra, mientras que los rendimientos fueron calculados en función a la experiencia del equipo técnico y gerencia en la ejecución de este tipo de obras. Esta información se agrupó dentro del análisis de precios unitarios en el Anexo N° 7, en la Figura N°28 se muestra el análisis de precio unitario de la partida Concreto en Columnas $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



Figura N° ;Error! Marcador no definido.: Análisis de precios unitarios en S10

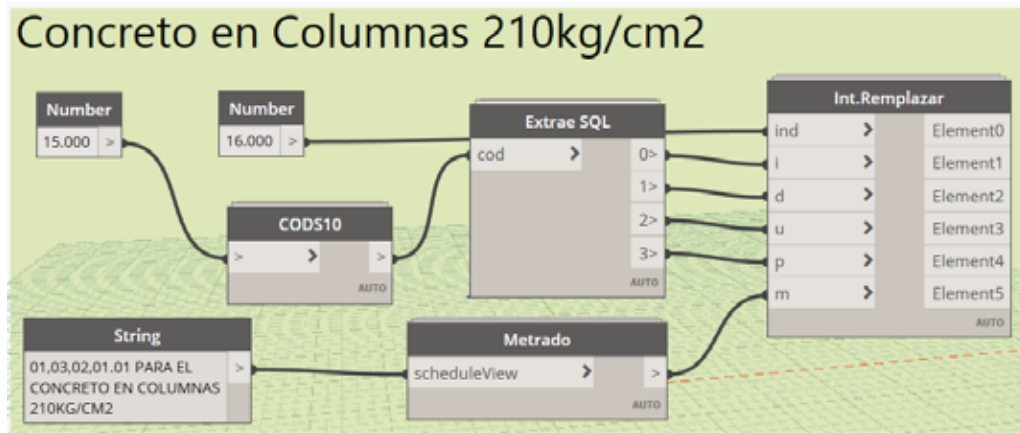
Partida	01.03.02.01 CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 13.0000	EQ. 13.0000	Costo unitario directo por : m3			322.88
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6154	9.00	5.54
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	1.2308	7.95	9.78
0101010005	PEON		hh	3.0000	1.8462	6.89	12.72
							28.04
Materiales							
0201030001	GASOLINA		gal		0.0230	12.00	0.28
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1250	19.08	2.39
02190100010010	CONCRETO PREMEZCLADO F _C =210 kg/cm ²		m3		1.0700	271.19	290.17
							292.84
Equipos							
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA		día	1.0000	0.0769	18.00	1.38
0301340001	ANDAMIO METALICO		día	1.0000	0.0769	8.00	0.62
							2.00

Fuente: Elaboración Propia

En la definición del Alcance del proyecto se obtuvo los metrados de las partidas de estructuras a ejecutarse en la primera etapa del proyecto. Haciendo uso de estos metrados se definió el costo del proyecto. Se procedió a extraer el precio unitario proporcionada por el software S10 mediante la ejecución de un script programado en el software Dynamo. Este script, además de extraer los datos del S10, multiplica los precios unitarios con su respectivo metrado y lo agrupa en una tabla de planificación de Revit para su presentación; de este modo se obtiene el costo directo del proyecto en la etapa de estructuras. Es de destacar la compatibilidad entre los softwares S10 y Dynamo, que facilita el procesamiento de datos para la obtención de los costos directos de un presupuesto de obra. En la Figura N°28 se aprecia el nodo utilizado para la extracción de precios unitarios de la partida “Concreto en Columnas 210kg/cm²”.



Figura N° *Error! Marcador no definido.*: Script de Dynamo para la extracción de datos del S10



Fuente: Elaboración Propia

Los datos extraídos son agrupados en una tabla de planificación propia del software Revit 2020 donde se muestra la partida, el costo unitario, el metrado y costo total como se aprecia en la Figura N°29.

Figura N° *Error! Marcador no definido.*: Tabla de planificación obtenido del programa Revit con el presupuesto de estructuras

<Presupuesto Cliente>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	ITEM S10	DENOMINACION	UNIDAD	C.UNITARIO	C.METRADO	S.TOTAL
01.01.01	010101030202	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	2.61	136	354.96
01.01.02	010101020203	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	m2	2.91	132.64	385.98
01.01.03	010104010003	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS	m3	23.11	182.03	4206.71
01.01.04	010104010301	CORTE DE TERRENO	m3	28.79	473.94	13644.73
01.01.05	010104020212	RELLENO CON MATERIAL PROPIO CIMENTOS	m3	53.84	0	0
01.01.06	010104020213	RELLENO CON MATERIAL PROPIO PISOS	m3	45.29	0	0
01.01.07	010104040101	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	1.76	0	0
01.01.08	010104030101	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/dia	m3	34.79	655.97	22821.2
01.02.01	010105010004	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1-10 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.	m2	9.36	91.92	860.37
01.03.01.01	010105021003	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS fc=280 kg/cm2	m3	10.67	45.03	480.47
01.03.01.02	010107010105	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ZAPATAS	kg	2.27	1337.01	3035.01
01.03.01.03	010106010401	ENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	26.86	10.59	284.45
01.03.01.04	010105020111	CONCRETO PREMEZCLADO VIGA DE CIMENTACION fc=280 kg/cm2	m3	11.06	15.42	170.55
01.03.01.05	010107010106	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGA DE CIMENTACION	kg	2.27	1816.77	4124.07
01.03.01.06	010106060102	ENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	m2	32.51	100.16	3256.2
01.03.02.01	010105010402	CONCRETO fc=210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	300.25	92.18	27677.04
01.03.02.02	010105020404	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm2	m3	19.66	19.01	373.74
01.03.02.03	010107010107	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en COLUMNAS	kg	2.27	16339.396	37090.41
01.03.02.04	010106040112	ENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS 0.50X0.24X2.40 m	m2	43.25	961.48	41584.01
01.03.03.01	010105010503	CONCRETO EN VIGAS fc=210 kg/cm2	m3	241.41	90.66	21886.23
01.03.03.02	010107010108	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGAS	kg	2.27	15966.91	36244.89
01.03.03.03	010106060115	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL EN VIGAS	m2	61.65	930.79	57383.2
01.03.04.01	010106060112	CONCRETO EN VIGUETAS fc=175 kg/cm2	m3	283.72	0	0
01.03.04.02	010106060113	ACERO EN VIGUETAS fy=4,200 kg/cm2	kg	2.27	0	0
01.03.04.03	010106060114	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN VIGUETAS	m2	61.65	0	0
01.03.05.01	010105011804	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS fc=210 kg/cm2	m3	262.68	70.61	18547.83
01.03.05.02	010105011803	CONCRETO EN VIGUETAS fc=210 kg/cm2	m3	262.68	7.5	1970.1
01.03.05.03	010107010109	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en LOSAS ALIGERADAS	kg	2.27	4540.92	10307.89
01.03.05.04	010106020104	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	39.34	663.9	26117.83
01.03.05.05	010309020702	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	1.01	5252	5304.52
01.03.06.01	010105012301	CONCRETO EN ESCALERAS Fc=210 kg/cm2	m3	262.68	0	0
01.03.06.02	010107010110	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ESCALERAS	kg	2.27	1009.64	2291.88

Fuente: Elaboración Propia



Para definir el presupuesto del proyecto se consideró las partidas evaluadas y determinadas en el alcance del proyecto, estos se encuentran especificados dentro del modelo hecho en Revit. Sin embargo, debido a la falta de información respecto al tamaño, profundidad y distribución de las calzaduras no se consideró su modelado y posterior cálculo de costo directo dentro del modelo de Revit. Como solución a esta restricción, los datos de las partidas “Excavación para Calzadura”, “Encofrado de Calzadura” y “Concreto en Calzadura” fueron añadidos posteriormente a la hoja de cálculo del presupuesto con valores estimados. En la Tabla N° 9 se presenta el presupuesto final de la primera etapa del proyecto.



Tabla N° 9

Presupuesto final de la especialidad de estructuras

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

PRESUPUESTO DEL PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR CONFORT 31					
ITEM	DENOMINACION	UNIDAD	C.UNITARIO	C.METRADO	S.TOTAL
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	S/ 1.93	136	S/ 262.48
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	m2	S/ 3.55	132.64	S/ 470.87
01.01.03	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	S/ 16.22	182.03	S/ 2,952.53
01.01.04	CORTE DE TERRENO	m3	S/ 6.86	473.94	S/ 3,251.23
01.01.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO CIMIENTOS	m3	S/ 15.82	80.13	S/ 1,267.66
01.01.08	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día	m3	S/ 6.86	575.84	S/ 3,950.26
01.01.09	EXCAVACION PARA CALZADURA	m3	S/ 12.71	21.85	S/ 277.71
01.02.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.	m2	S/ 22.10	91.92	S/ 2,031.43
01.02.02	ENCOFRADO DE CALZADURA	m2	S/ 35.00	18.4	S/ 644.00
01.02.03	CONCRETO EN CALZADURA	m3	S/ 154.49	21.85	S/ 3,375.61
01.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=280 kg/cm2	m3	S/ 364.42	45.03	S/ 16,409.83
01.03.01.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ZAPATAS	kg	S/ 3.89	1337.01	S/ 5,200.97
01.03.01.03	ENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	S/ 32.62	31.68	S/ 1,033.40
01.03.01.04	CONCRETO PREMEZCLADO VIGA DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2	m3	S/ 355.01	15.42	S/ 5,474.25
01.03.01.05	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGA DE CIMENTACION	kg	S/ 3.89	1816.77	S/ 7,067.24
01.03.01.06	ENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	m2	S/ 30.56	77.71	S/ 2,374.82
01.03.02.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	S/ 322.88	92.18	S/ 29,763.08
01.03.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS f'c=280 kg/cm2	m3	S/ 373.76	19.01	S/ 7,105.18
01.03.02.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en COLUMNAS	kg	S/ 3.89	16340.013	S/ 63,562.65
01.03.02.04	ENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS 0.50X0.24X2.40 m	m2	S/ 31.20	764.45	S/ 23,850.84
01.03.03.01	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 323.10	92.21	S/ 29,793.05
01.03.03.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGAS	kg	S/ 3.89	15134.96	S/ 58,874.99
01.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	S/ 31.20	658.58	S/ 20,547.70
01.03.04.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 322.52	71.47	S/ 23,050.50
01.03.04.02	CONCRETO EN VIGUETAS f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 322.52	7.47	S/ 2,409.22
01.03.04.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en LOSAS ALIGERADAS	kg	S/ 3.89	4408.13	S/ 17,147.63
01.03.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	S/ 28.06	710.98	S/ 19,950.10
01.03.04.05	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	S/ 1.43	5346	S/ 7,644.78
01.03.05.01	CONCRETO EN ESCALERAS f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 322.52	10.19	S/ 3,286.48
01.03.05.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ESCALERAS	kg	S/ 3.89	1009.64	S/ 3,927.50
01.03.05.03	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m2	S/ 30.58	111.03	S/ 3,395.30
01.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO MURO DE CONTENCIÓN f'c=280 kg/cm2	m3	S/ 373.76	29.73	S/ 11,111.88
01.03.06.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en MUROS	kg	S/ 3.89	2744.32	S/ 10,675.40
01.03.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS	m2	S/ 31.83	134.07	S/ 4,267.45
01.03.07.01	CONCRETO EN LOSAS MACIZA PARA TANQUE f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 337.70	5.94	S/ 2,005.94
01.03.07.02	CONCRETO EN MURO DE TANQUE f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 351.04	6.4	S/ 2,246.66
01.03.07.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en MUROS DE TANQUE	kg	S/ 3.89	1357.77	S/ 5,281.73
01.03.07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE TANQUE	m2	S/ 30.40	15.35	S/ 466.64
01.03.07.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS DE TANQUE	m2	S/ 31.58	35.68	S/ 1,126.77
Costo Directo					S/ 407,535.76
IGV (18%)					S/ 73,356.44
Total					S/ 480,892.19

Fuente: Elaboración Propia

Los costos indirectos no se consideraron en esta investigación, debido a la variabilidad del personal involucrado en la construcción y elaboración del proyecto, así como su mínima incidencia en el análisis del valor ganado.

Con el presupuesto calculado, se procede a desglosar el costo directo de obra, como se aprecia en la tabla N°10, en función a los recursos utilizados para ver



su influencia en el costo del proyecto. En la Tabla N°10 se detalla los costos de ejecución de obra en la etapa de planificación.

Tabla N° 10

Estimación del costo del proyecto por recursos

COSTO DEL PROYECTO EN ETAPA DE PLANIFICACIÓN		
1. TIPO DE ESTIMACIÓN DEL PROYECTO		
Tipo de Estimación	Modo de Formulación	Nivel de Precisión
Presupuesto S/ 480,892.19	Por juicio de expertos utilizando ratios manejados por la empresa y datos del expediente técnico	La precisión requerida es del $\pm 5\%$
2. UNIDADES DE MEDIDA		
Recursos	Unidad	Costo
Mano de obra	S/	S/ 20,865.11
Subcontrata	S/	S/ 96,136.86
Materiales	S/	S/ 354,253.40
Equipos	S/	S/ 9,636.82

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N°10 se muestran los datos obtenidos del modelo BIM 5D en lo referente al presupuesto, así como el costo de los recursos a utilizarse, el cual es una representación del costo planificado total en obra.

Estimación de Costo por Meses. Para definir los datos a utilizarse en el análisis de valor ganado se pudo observar que la forma más eficiente de controlar los gastos en obra sería evaluarlos respecto al tiempo, siendo un claro ejemplo el personal de casa contratado por la empresa, los cuales dependen directamente del tiempo de ejecución haciéndose más variable y susceptible el gasto de obra si no se toma en cuenta esa consideración.



Con la finalidad de obtener los datos necesarios para el análisis de valor ganado es necesario obtener el costo de ejecución del proyecto por meses en la etapa de planificación como se muestra en la tabla N° 11. Se toma como base la información proporcionada por el expediente técnico, la programación maestra y el presupuesto con la finalidad de calcular el valor planificado mensual.

Tabla N° 11

Estimación del costo mensual del proyecto

ESTIMACIÓN DEL COSTO MENSUAL	
DESCRIPCIÓN	VALOR PLANIFICADO
AGOSTO 2020	S/ 66,122.26
SEPTIEMBRE 2020	S/ 105,857.36
OCTUBRE 2020	S/ 176,423.37
NOVIEMBRE 2020	S/ 132,489.20
TOTAL	S/ 480,892.19

Fuente: Elaboración Propia

Las herramientas a utilizarse para este proceso fueron el software S10 y Revit 2020 para la obtención de los metrados y costos unitarios, el MS Project para la agrupación de los porcentajes de las partidas a ejecutarse por meses y el Excel para el cálculo del costo de ejecución por meses.

4.4.REGISTRO DE DATOS DE EJECUCION DE OBRA

4.4.1. Revisión de Informes Mensuales de Obra.

Los informes mensuales se realizaron los últimos días de cada mes por el personal técnico, en el cual estaban incluidas las valorizaciones de las especialidades del proyecto, el cual era presentado al residente y posteriormente a gerencia de la empresa para su respectiva aprobación.



Con la finalidad de obtener datos para los fines de la presente investigación, se extrajeron únicamente las partidas a analizar según el alcance del informe mensual aprobado en coordinación con el porcentaje de plan cumplido, es así que para la verificación del Alcance establecido se realizó la revisión de los informes mensuales de obra presentados por residencia. La información extraída de los informes mensuales son los metrados ejecutados durante el mes de las partidas consideradas como entregables.

En esta sección se especifica las partidas ejecutadas durante el mes con sus respectivos metrados y porcentaje de ejecución de acuerdo al avance acumulado actual, y el saldo de obra los cuales son parte del control realizado con el cumplimiento adecuado del Last Planner System. En el Anexo 5 se detalla las valorizaciones realizadas de cada mes; como ejemplo en la Figura N° 30 se tiene la valorización del mes de octubre.

Figura N° 30: Valorización de obra del mes de octubre

VALORIZACION DE OBRA N° 03 - OCTUBRE 2020

OBRA: "VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT 31"
 FÓRMULA: 001 INFRAESTRUCTURA
 UBICACIÓN: Parcela 01 de la Manzana A del Lote N° 03 del Predio Versalles del Camino a Pispuray, Distrito San Jerónimo
 CONTRATISTA: KOFRA S.A.C.
 SUPERVISOR:
 PERIODO: Oct-20

KOFRA
INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN

PART.	DESCRIPCIÓN	PRELIMINAR				ACUMULADO ANTERIOR			MES ACTIVO			ACUMULADO ACTUAL			SALDO DE OBRA		
		Und	Metrado	Presup. \$	Parcial \$	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%
002.01	PLACAS DE CONCRETO																
002.01.1	CONCRETO (v=2) (g=1) (m=2) EN PLACA (S=0.2) (A=0)	m ³	192.0	0.00	0.00	192.0	0.00	100.0%	0.00	0.00	0.00%	192.0	0.00	100.0%	0.00	0.00	0.00%
002.01.1.1	CONCRETO (v=2) (g=1) (m=2) EN PLACA (S=0.2) (A=0) (R=0)	m ³	90.0	0.00	0.00	282.0	0.00	5.96%	0.00	0.00	0.00%	90.0	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%
002.01.2	BLOQUEADO Y DESBLOQUEADO EN PLACA	m ²	544.0	0.00	0.00	23,852.0	147.54	4.93%	266.4	12,038.64	0.05%	544.0	0.00	0.00%	266.4	0.00	0.00%
002.01.2.1	ADRO (v=4) (g=2) (m=2) EN PLACA	m ²	14,240.0	0.00	0.00	43,524.0	5,379.15	12.32%	7,638.34	29,631.11	0.07%	14,240.0	0.00	0.00%	7,638.34	0.02%	0.00%
002.02	USAR																
002.02.1	CONCRETO (v=2) (g=1) (m=2) EN PLACA	m ³	92.0	0.00	0.00	29,710.0	7.98	2.63%	8.00	14,377.60	0.00%	92.0	0.00	0.00%	8.00	0.00	0.00%
002.02.1.1	BLOQUEADO Y DESBLOQUEADO EN PLACA	m ²	488.0	0.00	0.00	22,347.0	26.42	0.12%	329.0	14,267.60	0.00%	488.0	0.00	0.00%	329.0	0.00	0.00%
002.02.1.2	ADRO (v=4) (g=2) (m=2) EN PLACA	m ²	18,124.0	0.00	0.00	58,074.0	1,208.28	2.08%	7,638.34	29,219.70	0.02%	18,124.0	0.00	0.00%	7,638.34	0.01%	0.00%
002.03	LOSA																
002.03.1	LOSA (M=2) (A=0) (R=0)	m ²	75.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	75.0	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%
002.03.1.1	CONCRETO EN LOSA	m ³	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	37.5	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%
002.03.1.2	BLOQUEADO Y DESBLOQUEADO EN LOSA (M=2) (A=0) (R=0)	m ²	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	37.5	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%
002.03.1.3	ADRO (v=4) (g=2) (m=2) EN LOSA (M=2) (A=0) (R=0)	m ²	448.0	0.00	0.00	11,148.0	1,238.41	11.11%	1,708.34	8,864.80	0.07%	448.0	0.00	0.00%	1,708.34	0.01%	0.00%
002.03.1.4	BLOQUEADO Y DESBLOQUEADO EN LOSA (M=2) (A=0) (R=0)	m ²	37.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	37.5	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%

Fuente: Informe mensual del mes de octubre del proyecto Confort 31



Se revisaron los metrados de las partidas de concreto estructural, encofrado y acero con la finalidad de calcular la cantidad ejecutada de los entregables durante el mes como se aprecia en la tabla N°12. Estos datos serán evaluados con el avance de metrados programados haciendo uso del sistema del último planificador, estos metrados se agruparon en la Tabla N° 12.

Tabla N° 12

Metrados ejecutados de las partidas entregables

REVISION DE VALORIZACIONES MENSUALES						
ENTREGABLE	UND	CANT. EJECUTADA				
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	TOTAL
Concreto	m3	48.39	100.27	139.27	105.29	393.22
Encofrado	m2	123.56	434.12	1,125.68	757.72	2,524.89
Acero	kg	4,827.18	10,068.28	17,516.24	12,188.74	44,600.43

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Registro de Gastos de la Obra.

Para determinar el costo real de obra se extrajo la información de las facturas de los registros contables de obra. Se revisaron las facturas emitidas por la compra de materiales y herramientas necesarias para la ejecución del proyecto, además de los comprobantes de pago emitidos por el alquiler de equipos. Así mismo, se revisó las facturas emitidas por los subcontratistas de acero y encofrados las cuales se basaron principalmente de las valorizaciones de cada partida subcontratada para el pago de sus servicios.

Las facturas revisadas fueron clasificadas de acuerdo al mes de su emisión y el recurso adquirido pudiendo ser mano de obra, subcontratos, materiales, así como equipos utilizados. En la Tabla N° 13 se detalla el monto gastado por meses para la obtención de estos recursos.



Tabla N° 13

Revisión de los gastos por mes del proyecto

REVISION DE GASTOS DE LA OBRA						
RECURSOS	UND	CANT. EJECUTADA				TOTAL
		AGOSTO	SEPTIEM BRE	OCTUBRE	NOVIEM BRE	
M. De obra	S/	7,202.50	8,957.34	12,448.13	7,794.38	36,402.34
Subcontrato Aceros	S/	4,562.98	11,828.76	12,961.18	10,639.74	39,992.66
Subcontrato Encofrado	S/	2,325.00	10,893.14	16,773.83	18,221.78	48,213.75
Materiales	S/	65,823.89	104,801.03	129,978.44	63,552.34	364,155.70
Equipos	S/	10,335.00	-	-	-	10,335.00
TOTAL	S/	90,249.37	136,480.28	172,161.57	100,208.23	499,099.45

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3. Medición del Porcentaje del Plan Cumplido (P.P.C.)

Una vez elaborado el plan de trabajo semanal del Last Planner System es necesario medir el cumplimiento de las actividades programadas mediante el P.P.C. el cual se encarga de comparar el tiempo planificado asignado en una actividad con el trabajo real que tomo la actividad en llevarse a cabo. Para su cálculo, deben estar comprendidas la totalidad de actividades que se llevaron a cabo en obra.

Para la elaboración del formato del PPC, se tomó como punto de partida la programación semanal en el formato “Work Week Plan (WWP)” donde se establecieron los intervalos de trabajo ejecutable con un avance de acuerdo a los hitos planteados en la programación maestra. El procedimiento para el acondicionamiento del formato para el aprovechamiento de la información obtenida fue cuantificar los entregables del alcance obtenidos del modelo BIM, y llevarlos a la programación semanal, los cuales son el punto de comparación



para medir el avance programado semanal con el avance ejecutado real también en el transcurso de la semana verificando así el cumplimiento o incumplimiento de las actividades, así como la meta a la que se debía llegar con la programación.

Para la medición del tiempo de ejecución del proyecto se utilizó el formato de Porcentaje de Plan Cumplido (P.P.C.) desarrollado, en el cual se llevó apuntes del avance diario. En este formato se compara el tiempo de ejecución real de una actividad con lo planificado en la programación semanal. En caso de incumplimiento del plazo programado se anota las razones por las cuales no se llevaron a cabo adecuadamente buscando identificar el problema y buscando soluciones buscando la mejora continua en el flujo. La finalidad de esta medición es evaluar la confiabilidad de la programación que se llevó a cabo a lo largo de la obra. En la Tabla N° 14 se presenta el P.P.C. de la semana 4.



Tabla N° 14

Análisis de Porcentaje de Plan Cumplido

ANALISIS DE P.P.C.

Actividad	Resultado								Cumplimiento Diario	Carta Gantt Semanal						
	Unidad	Cantidad	Frente	Metrado Programado	Comprometido	Metrado real	Ejecutado	Ejecutado Acumulado		L	M	M	J	V	S	D
24/08/2020 - 29/08/2020					100%		100%									
TRABAJOS PRELIMINARES																
Trazo y replanteo durante el proceso	m2	136														
MOVIMIENTO DE TIERRAS																
Excavacion manual	m3	182.02	1	12	7%	12.00	7%	7%	SI	6	6					12.0
Obras de Concreto Armado																
SOTANO																
Placas																
Concreto f'c 280kg/cm2	m3	19.01	1	3.99	21%	3.94	21%	43%	SI		3.939					3.9
Encofrado de placas	m2	764.45	1	15.29	2%	18.21	2%	5%	SI	9.1068	9.1068					18.2
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	16340.013	1	0.00	0%	0.00	0%	11%	SI							
Muro Estructural																
Concreto f'c 280kg/cm2	m3	29.73	1	5.05	17%	5.04	17%	43%	SI		5.036					5.0
Encofrado de Muro Estructural	m2	134.07	1	6.70	5%	6.68	5%	33%	SI	3.3418	3.3418					6.7
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	2744.32	1	274.43	10%	273.13	10%	50%	SI	273.13						273.1
MOVIMIENTO DE TIERRAS																
Excavacion masiva	m3	675.10	1	337.55	50%	337.55	50%	97%	SI			200	137.55			337.6
Calzaduras																
Excavacion p/calzaduras mat.suel. H<1.00 M.	m3	21.85	1	8.74	40%	6.44	29%	93%	NO					3.22	3.22	6.4
Encofrado de calzaduras	m2	18.40	1	7.36	40%	5.52	30%	93%	NO					2.76	2.76	5.5
Concreto en calzaduras	m3	21.85	1	8.74	40%	6.44	29%	93%	NO					3.22	3.22	6.4

Fuente: Elaboración Propia



Tabla N° 15:

Análisis de Causas de Incumplimiento de la semana 4

ANÁLISIS DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTOS

VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT 31							101-LP-001 03/08/2020	
Análisis de No Cumplimiento								
Restricción	Fecha	Prioridad	Actividades Afectadas	Acciones Correctivas y Compromisos	Responsable	Estado		
Item GENERAL						Pendiente	Levantada	
1	Avería de maquinaria de subcontrato de excavación masiva	26-Ago	Muy Alta	Excavacion, encofrado y vaciado de calzaduras del sector 2	Cambiar de maquinaria	Subcontratista	x	

Fuente: Elaboración Propia



En la tabla de análisis de PPC se muestra el PPC realizado en la última semana del mes de agosto. Se muestra las actividades que realmente fueron ejecutas en obra, así como el avance que este representa según lo planificado en la programación semanal el cual está indicado en la columna de metrado programado, así como el porcentaje comprometido respecto a la cantidad total a realizar según el alcance planificado.

En la tabla de análisis de causas e incumplimientos se aprecia que las actividades de calzaduras, el cual comprende las partidas de excavación, encofrado y vaciado de concreto, no cumplieron el porcentaje de trabajo programado debido a que fueron afectadas por la restricción a levantar para ejecutar estas partidas la cual es la excavación masiva por las razones detalladas en el análisis de causas de incumplimientos.



CAPITULO V: DESARROLLO, ANALISIS E INTERPRETACION

DE RESULTADOS

5.1.VALIDACION DEL ALCANCE, COSTO Y TIEMPO DEL PROYECTO

5.1.1. Validación del Alcance del Proyecto

La validación del proyecto se llevó a cabo utilizando los metrados planificados para las partidas definidas como entregables y los metrados ejecutados de esas partidas durante la obra. Se comparó los valores planificados y los valores reales de los metrados de las partidas de concreto, acero y encofrado, siendo el formato a utilizar el PPC como se aprecia en el Anexo N° 4, así como las valorizaciones mensuales que se encuentran en el Anexo N° 5, con los cuales se realizó un seguimiento de los entregables. Se obtuvieron los resultados acumulados tanto en etapa de programación, con la utilización del software Revit, como en la etapa de ejecución, una vez determinadas las herramientas a utilizar de la filosofía Lean. Las partidas consideradas como entregables por ser más incidentes en el presupuesto fueron subcontratadas siendo aún más importante controlar adecuadamente los valores de alcance planificados, así como los valores de alcance ejecutados en obra. Con estos datos se obtuvieron el porcentaje de entregables completados respecto a lo planificado de todas las partidas más incidentes, así como también las desviaciones presentadas con su respectivo análisis de las causas de estas desviaciones.

En la tabla N°16 se muestra y compara los resultados obtenidos:



Tabla N° 16

Evaluación de las partidas entregables completadas en la ejecución del proyecto

Entregable	Actividad	Und	Cant. Metr.	Cant. Ejec.	Saldo	% Avance	Desv	Causas
Concreto	Vigas de cimentación (Parte Zapata)	m3	45.03	45.03	0.00	100%	0	
Concreto	Vigas de cimentación (Parte Viga)	m3	15.42	15.43	0.01	100%	0	
Concreto	Placas f'c=280kg/cm2	m3	19.01	19.01	0.00	100%	0	
Concreto	Muros estructurales	m3	29.73	29.72	0.01	100%	0	
Concreto	Tanque cisterna	m3	12.34	11.55	-0.79	94%	-6%	No se completó el techo de cisterna por cambios en el diseño
Concreto	Placas f'c=210kg/cm2	m3	92.18	92.04	-0.14	100%	0	
Concreto	Vigas	m3	92.21	91.44	-0.77	99%	-1%	
Concreto	Losa Maciza	m3	12.95	12.95	0.00	100%	0	
Concreto	Losa Aligerada	m3	65.99	65.83	-0.16	100%	0	
Concreto	Escalera	m3	10.19	10.22	+0.03	100%	0	
Encofrado	Vigas de cimentación (Parte Zapata)	m2	31.68	32.65	+0.97	103%	+3%	Se encofró contrapuestas debido a la sectorización
Encofrado	Vigas de cimentación (Parte Viga)	m2	77.71	76.62	-1.09	99%	-1%	
Encofrado	Placas	m2	764.45	754.39	-10.06	103%	+3%	Se encofró parte de las placas consideras como contramuro
Encofrado	Muros estructurales	m2	134.07	132.94	-1.13	99%	-1%	
Encofrado	Tanque cisterna	m2	51.03	51.11	+0.08	100%	0	
Encofrado	Vigas	m2	658.58	640.90	-17.68	97%	-3%	No se encofro las caras laterales colindantes con las casas vecinas
Encofrado	Losa Maciza	m2	64.74	64.88	+0.14	100%	0	
Encofrado	Losa Aligerada	m2	646.24	631.20	-15.04	98%	-2%	No se completó el encofrado por modificaciones arquitectónicas
Encofrado	Escalera	m2	111.03	106.02	-5.01	95%	-5%	El metrado planificado no está bien realizado
Acero	Vigas de cimentación (Parte Zapata)	kg	1337.01	1311.00	-26.01	98%	-2%	No se consideraron encofrados a contramuro
Acero	Vigas de cimentación (Parte Viga)	kg	1816.77	1850.14	+33.37	102%	+2%	Se encofró contrapuestas debido a la sectorización
Acero	Placas	kg	16340.01	16901.60	+561.59	103%	+3%	Aumentó la cantidad de aceros por modificaciones arquitectónicas
Acero	Muros estructurales	kg	2744.32	2773.43	+29.11	101%	+1%	
Acero	Tanque cisterna	kg	1357.77	1401.52	+43.75	103%	+3%	Aumentó la cantidad de aceros por modificaciones estructurales
Acero	Vigas	kg	15134.96	15001.38	-133.58	99%	-1%	
Acero	Losa Maciza	kg	1249.67	1248.00	-1.67	100%	0	
Acero	Losa Aligerada	kg	3158.46	3120.30	-38.16	100%	0	
Acero	Escalera	kg	1009.64	993.07	-16.57	98%	+2%	Aumentó la cantidad de aceros por variación de niveles

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se verificó los metrados planificados extraídos de las tablas de planificación del Revit comparándolos con los metrados extraídos de las valorizaciones respectivas de los subcontratistas de las partidas más incidentes del presupuesto que son: concreto, encofrado y acero. De ello se observa que en todas las actividades verificadas las desviaciones no superan el 5%, por lo que las variaciones no se consideran muy incidentes dando como resultado el cumplimiento del alcance del proyecto. Las variaciones en las desviaciones se dieron generalmente por cambios arquitectónicos como por ejemplo dos placas en volado las cuales, por decisión técnica, se ejecutaron inclinadas como se aprecia en la Figura N°30.

Figura N° *¡Error! Marcador no definido.*: Modificación del volado de placa en la etapa de construcción

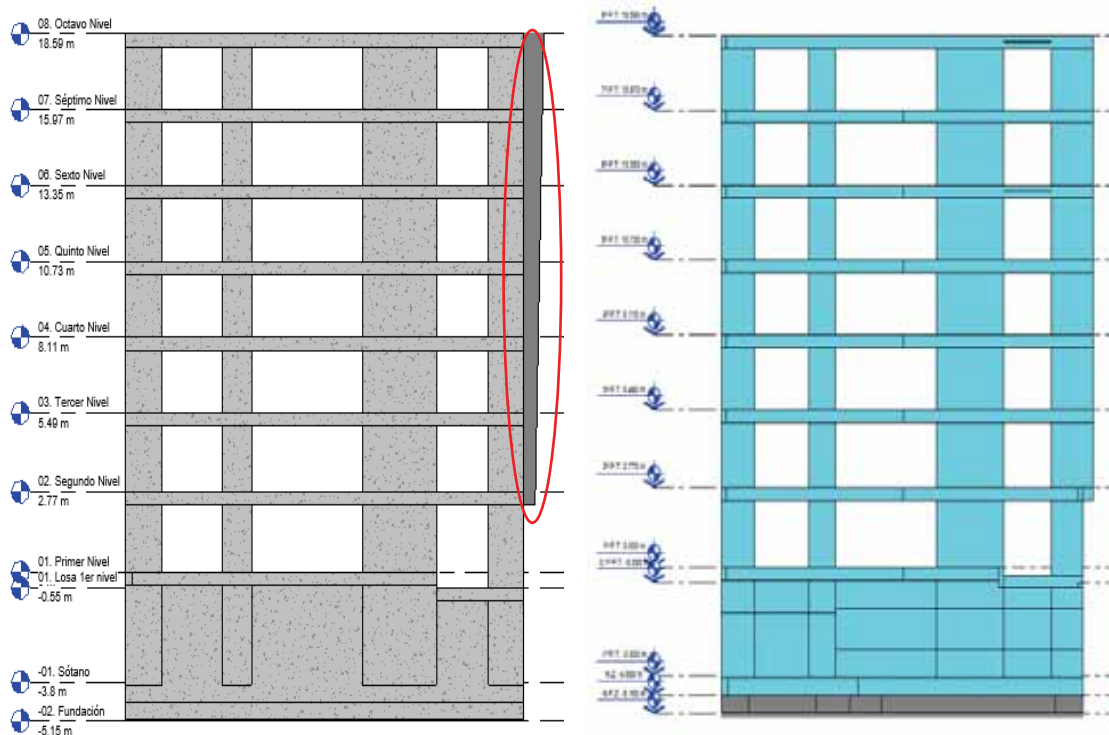


Figura A: Modelo del proyecto As built

Figura B: Modelo inicial

Fuente: Elaboración Propia

En la figura A se muestra el modelo as built en etapa de estructuras en el cual se aprecia una placa en volado resaltado en un tono más oscuro, la particularidad

de esta placa es que por razones arquitectónicas con la fachada se optó por inclinarla para lograr un mejor efecto visual, esta modificación se realizó en la semana de intervalo ejecutable de la placa mencionada, por lo que no fue previsto en el modelo del alcance ya que como se observa, únicamente se modeló una placa rectangular lo cual se vio reflejado en un mayor metrado de acero, por el reforzamiento por flexo compresión además del refuerzo adicional por esfuerzos cortantes.

Otra variación apreciada en las desviaciones se dio debido a la sectorización realizada el cual requería de encofrado de contrapuestas en el caso de vigas lo cual muestra la variabilidad de obra.

Figura N° ;Error! Marcador no definido.: Presencia de compuertas en encofrado por sectores



Fuente: Elaboración Propia

Otra observación a destacar es que el software Revit 2020 y sus versiones anteriores no tiene un buen sistema de modelado de escaleras, especialmente en escaleras de concreto armado. Esto genera deficiencias en cuanto a la cuantificación tanto en volumen como en área, afectando directamente a la cuantificación de concreto y encofrado, sin embargo, esta variación para el proyecto representa una desviación menor del 5%.



Una vez revisado partida por partida el cumplimiento de los metrados propuestos de las partidas consideradas como entregables se realiza la evaluación global de los entregables. La siguiente tabla representa el indicador de alcance por entregables, siendo estos valores muy próximos a la unidad. En los entregables encofrado y acero se aprecia una variación de 1% respecto a la cuantificación presupuestada, mientras que el entregable concreto se entregó al 100%.

Tabla N° 17

Evaluación del cumplimiento del alcance establecido

CONTROL DE ALCANCE					
Entregable	Und.	Metrado Planificado	Metrado Ejecutado	Avance real/A. planificado (%)	Comentarios
Concreto	m3	395.05	393.22	100	
Encofrado	m2	2,539.53	2,524.89	99	
Acero	kg	44,148.61	44,600.43	101	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla N°17 se determina que el metrado como parte del avance planificado y ejecutado tienen una mínima variación, de estos en caso del concreto fue debido a que no se completó el vaciado de tanque cisterna debido a posibles modificaciones en el sótano lo cual conllevaría a tener instalaciones de especialidades que aún no estarían definidas; en caso del encofrado se obtuvo una variación no significativa principalmente por los encofrados a contramuro, es decir, el encofrado realizado en colindancia con edificaciones vecinas pese a que se realizó el modelo del alcance lo más aproximado al metrado realmente ejecutado. El acero tuvo una mínima variación por el tema de refuerzo de placa



en volado ya antes mencionado, además de que también se utilizó el acero para trabajos de encofrado específicamente en encofrado a contramuro de placas.

5.1.2. Validación del Costo del Proyecto

Se comparo el costo real de la obra durante los meses de ejecución con respecto al avance de la obra. Se destaca que los valores definidos como avance de obra o valor ganado se calcula multiplicando el metrado ejecutado durante el mes por el precio unitario de la respectiva partida determinado en la etapa de planificación. Por otro lado, los valores del costo real fueron extraídos de las facturas emitidas por las compras, alquiler y pagos de servicio necesarias para la ejecución de la obra como se aprecia en el Anexo 6. Con el costo real de la obra y el valor ganado se calcula el índice de rendimiento de costo (CPI) para medir el desempeño en gastos del proyecto, es decir, medir el exceso o déficit de dinero gastado respecto a lo ejecutado como se detalla en la Tabla N°18:

Tabla N° 18

Evaluación del cumplimiento del costo establecido

CONTROL DEL COSTOS						
FECHA	PRESUPUESTO PLANEADO EJECUTADO		COSTO REAL DEL PROYECTO		PERFORMANCE DEL PROYECTO	VAR.
	AVANCE REAL EJECUTADO	AVANCE REAL EJECUTADO ACUMULADO	COSTO REAL	COSTO REAL ACUMULADO	CPI%	CV
Agosto	S/ 65,935.44	S/ 65,935.44	S/ 90,249.37	S/ 90,249.37	137%	-S/ 24,313.93
Septiembre	S/ 102,420.98	S/ 168,356.42	S/ 136,480.28	S/ 226,729.65	133%	-S/ 34,059.30
Octubre	S/ 178,524.02	S/ 346,880.44	S/ 172,161.57	S/ 398,891.22	96%	S/ 6,362.45
Noviembre	S/ 133,749.09	S/ 480,629.53	S/ 100,208.23	S/ 499,099.45	75%	S/ 33,540.86
TOTAL	S/ 480,629.53		S/ 499,099.45		104%	-S/ 18,469.92

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que en los dos primeros meses el valor del CPI mensual supera la unidad en más del 30%, esto se debe a la compra anticipada de algunos materiales como el acero o alambres; mientras que en el tercer y cuarto mes el valor del CPI mensual se reduce por debajo de la unidad debido al uso del inventario restante de las compras efectuadas en los dos primeros meses. El índice de rendimiento de costo (CPI) del proyecto supera en 4% la unidad, lo cual indica que el gasto realizado para la ejecución del proyecto fue superior al avance del proyecto al momento de la culminación de la etapa de estructuras. Sin embargo, la variación en el CPI no supera el 5% de la unidad, por lo cual se encuentra dentro de los márgenes establecidos para esta investigación.

Figura N° ;Error! Marcador no definido.: Comprado y habilitado de acero anticipado.



Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Validación del Tiempo del Proyecto

Finalizada la ejecución de obra, se comparó el avance planificado en la etapa de programación con el avance ejecutado durante la obra. Los datos obtenidos en la medición del Porcentaje del Plan Cumplido se utilizaron para cuantificar el avance ejecutado en obra, mientras que el avance planificado se obtuvo con la herramienta Look Ahead y la programación semanal. En la Tabla N°19 se presenta el avance planificado y el avance real medido en unidades de costo en



periodos mensuales; ambos valores se comparan mediante el Indicador de Rendimientos de Tiempo (SPI), para finalmente obtener el valor SPI general del proyecto:

Tabla N° 19

Evaluación del cumplimiento del tiempo establecido

CONTROL DEL TIEMPO						
FECHA	PRESUPUESTO PLANEADO		PRESUPUESTO PLANEADO EJECUTADO		PERFORMAN CE DEL PROYECTO	VAR.
	AVANCE PLANEADO	AVANCE PLANEADO ACUMULADO	AVANCE REAL EJECUTADO	AVANCE REAL EJECUTADO ACUMULADO	SPI%	SV
Agosto	S/ 66,122.26	S/ 66,122.26	S/ 65,935.44	S/ 65,935.44	100%	-S/ 186.82
Septiembre	S/ 105,857.36	S/ 171,979.62	S/ 102,420.98	S/ 168,356.42	97%	-S/ 3,436.38
Octubre	S/ 176,423.37	S/ 348,402.99	S/ 178,524.02	S/ 346,880.44	101%	S/ 2,100.65
Noviembre	S/ 132,489.20	S/ 480,892.19	S/ 133,749.09	S/ 480,629.53	101%	S/ 1,259.89
TOTAL	S/ 480,892.19		S/ 480,629.53		100%	-S/ 262.66

Fuente: Elaboración Propia

En el primer mes el avance ejecutado alcanzo la meta establecida en el avance planeado. No obstante, el segundo mes el SPI alcanza un valor de 97%, esto significa que el avance real de la obra no alcanzo la meta establecida. Las causas que generaron estos retrasos fueron la falta de maquinaria para las excavaciones masivas del sector dos, esto debido a la avería de la maquinaria utilizada el cual es un agente externo y el error en el cálculo del concreto en el último vaciado de muros de contención. Los dos últimos meses el avance real supero las metas establecidas, esto se ve reflejado en el valor del SPI que supera la unidad en 1%. Esta anticipación en las actividades se dio para compensar los retrasos del segundo mes y así poder alcanzar el plazo de ejecución de obra establecido en la planificación del proyecto.

Figura N° ;**Error! Marcador no definido.**: Causas de incumplimiento en el primer mes. Figura A: avería de maquinaria. Figura B: Falta de concreto en muro



Figura A

Figura B

Fuente: Elaboración Propia

El SPI general del proyecto es de 100%, lo cual representa la entrega del proyecto a tiempo, habiéndose ejecutado todas las partidas programadas y cumpliendo el plazo establecido al inicio de la obra.

5.2. ANALISIS DE VALOR GANADO

Con los datos obtenidos en la validación del Alcance, Costo y Tiempo se realizó el Análisis del Valor Ganado de la primera etapa del proyecto. Se toman los valores del porcentaje de entregables completados, índice de rendimiento de costo (CPI) e índice de rendimiento de tiempo (SPI) para su análisis.

El análisis del porcentaje de entregables completados consiste en verificar si este porcentaje es mayor o menor que el 100% y determinar las causas de estas variaciones. En caso de superar el 100% se considera que hubo partidas pertenecientes al entregable en cuestión que crecieron, ya sea en metrados o se crearon nuevas partidas pertenecientes a este entregable; esto se traduce en sobrecostos que no fueron planificados. En caso de no superar el 100% se considera que el entregable no fue completado, por ende, no se alcanzó la meta establecida por el proyecto. El margen de error considerado para este indicador es de $\pm 5\%$, variaciones menores a este valor se consideran aceptables.



En el análisis del indicador de rendimiento de costos (CPI) se comprueba si el valor de este indicador es mayor o menor que la unidad, además se determina las causas de estas variaciones. Si el CPI es mayor que la unidad, significa que el costo real del proyecto supero lo planificado en el presupuesto, habiendo posibles pérdidas para la empresa. En caso de que el CPI sea menor que la unidad, significa que hubo una reducción de gastos al momento de ejecutar el proyecto, esto debido a la reducción de actividades de una partida, disminución en el costo de algunos recursos entre otras causas. El margen de error considerado para este indicador es de ± 0.05 , variaciones menores a este valor se consideran aceptables.

Para el análisis del indicador de rendimiento de tiempo (SPI) se revisa el valor adoptado por este indicador, si supera o no la unidad y se revisa las posibles causas de estas variaciones. Un valor del SPI mayor a la unidad indica que el proyecto finalizo después del plazo establecido lo que conlleva mayores costos de ejecución. Un valor del SPI menor a la unidad indica que el proyecto finalizo antes del plazo establecido, lo significa mayor eficiencia en la ejecución de la obra con respecto a lo proyectado. Al igual que para los otros indicadores se considera un margen de error igual a ± 0.05 , variaciones menores del SPI a este valor se consideran aceptables.

En la siguiente tabla se presenta los valores obtenidos en los indicadores de rendimiento. La desviación que presentan los indicadores de alcance no supera el 1%. El entregable concreto fue completado al 100%, mientras que el entregable encofrado se entregó al 99%, esta desviación se encuentra dentro del rango aceptable y es debido a las variaciones en el encofrado a contramuro de placas. El entregable acero supero el 100% completado en 1% debido al aumento de refuerzos longitudinales y estribos en las placas en volado.



El índice de rendimiento de tiempo (SPI) que mide el cumplimiento del plazo establecido para la entrega de la obra alcanzo el valor de 1.00, habiendo cumplido la meta establecida en la etapa de planificación y programación.

El índice de rendimiento de costo (CPI), alcanzo el valor de 1.04. El valor obtenido en esta índice señala que el costo real del proyecto supero en 4% al presupuesto planificado. Esta desviación fue causada por la presencia de desperdicios en las partidas de concreto y aceros, el aumento del precio de los materiales de encofrado, además de los retrasos en la partida de excavación masiva. Sin embargo, la desviación del CPI se encuentra dentro del límite de $\pm 5\%$ establecido.



Tabla N° 20

Análisis del Valor ganado de la primera etapa del proyecto

ANÁLISIS DE VALOR GANADO				
ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO:				
SITUACIÓN DEL ALCANCE				
ENTREGABLE	INDICADOR	FÓRMULA	RESULTADO	COMENTARIOS
Concreto	Avance real/A. planificado (%)	EV/PV	100%	Se cumplió con el objetivo planteado
Encofrado	Avance real/A. planificado (%)	EV/PV	99%	Dentro del margen de error
Acero	Avance real/A. planificado (%)	EV/PV	101%	Dentro del margen de error
EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA				
PERIODO	INDICADOR	FÓRMULA	RESULTADO	COMENTARIOS
TOTAL	SV (Variación del cronograma) (S/)	EV-PV	-S/ 262.66	
	SPI (Desempeño del cronograma) (%)	EV/PV	100%	Dentro del margen de error
EFICIENCIA DEL COSTO				
OBRA	INDICADOR	FÓRMULA	RESULTADO	COMENTARIOS
TOTAL	CV (Variación del costo) (S/)	EV-AC	-S/ 18,469.92	
TOTAL	CPI (Desempeño del costo) (%)	EV/AC	104%	Dentro del margen de error
RESUMEN DE CAMBIOS APROBADOS				
28-09-2020	Aprobación de la modificación en el volado de la placa 06			

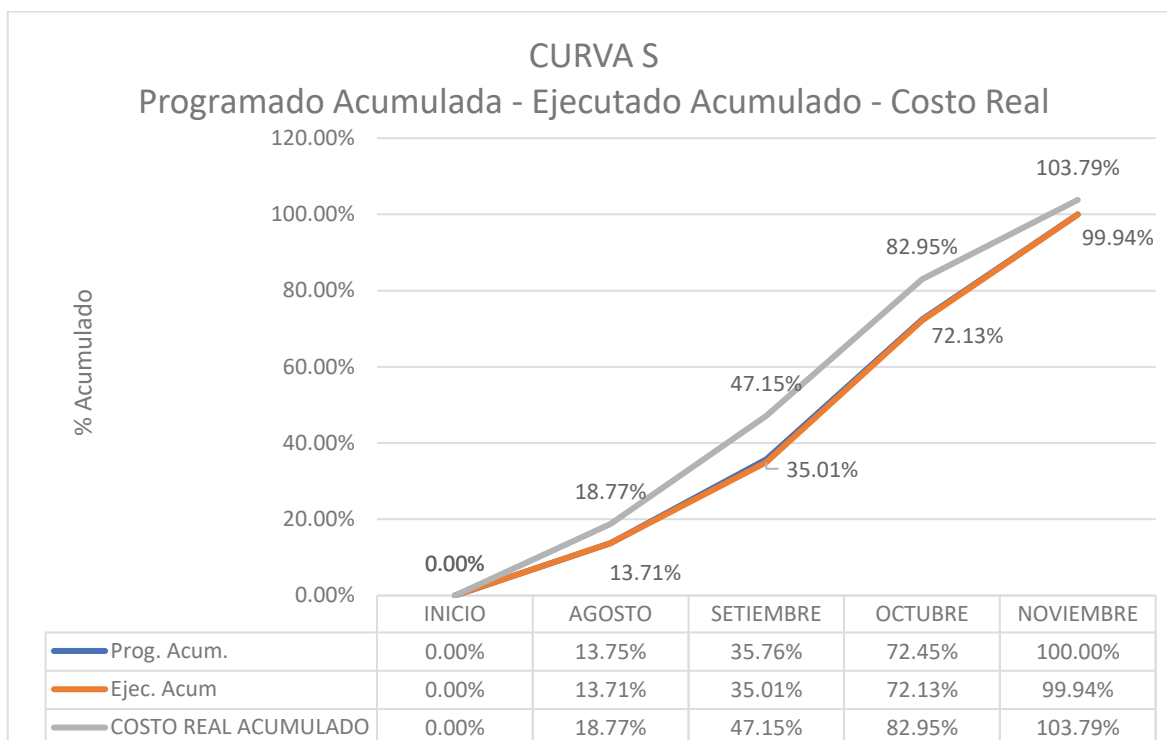
Fuente: Elaboración Propia



En la Tabla N°21 se muestra la gráfica de la curva S entre el alcance planificado y ejecutado, así como el costo real de obra donde se aprecia visualmente la incidencia respecto al gasto como disminución de la incertidumbre.

Tabla N° 21:

Curva S del proyecto “Confort 31”



Fuente: *Elaboración Propia*



5.3.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Discusión 1. ¿Cuál es la relación existente entre todas las áreas de conocimiento estudiadas en este trabajo de investigación?

Las áreas estudiadas en esta investigación fueron el alcance, costo y tiempo, estas áreas del conocimiento están presentes en todos los proyectos, además de presentar las restricciones más comunes en cuanto a su gestión. Estas áreas están interrelacionadas entre ellas debido a que una modificación en una de estas áreas repercute directamente en las otras dos. Un ejemplo de ello es una modificación en el área del alcance, este cambio repercute en el presupuesto de la obra, asimismo en el tiempo de ejecución del proyecto.

Discusión 2. ¿Cuál es la relación existente entre la metodología BIM 5D y las herramientas del Lean Construction en el caso de estudio?

Para esta investigación se evaluaron áreas de conocimiento de la dirección del proyecto en alcance, costo y tiempo. En el alcance del proyecto, la relación entre las herramientas de gestión de planificación, programación y ejecución se observó en el modelado 5D para obtener el alcance programado; esto se debe a que la investigación se centró únicamente en las partidas más incidentes que posee el presupuesto, es así que se facilita bastante el trabajo de llevar los planos en 2D hacia un modelo en BIM 3D en un LOD 400 mejorando así la metodología de trabajo convencional. Con el BIM 5D se facilita la cuantificación de las partidas incidentes, además de brindar información adicional para el área de tiempo para una mejor comprensión de los trabajadores, es decir, transmitir al personal involucrado lo que realmente se quiere ejecutar en la realidad como las exposiciones de visualización del modelo virtual en las reuniones semanales, así como también mediante planos de cualquier detalle



extraído del modelo 3D. Aplicando las herramientas Lean de la mano con la metodología BIM de la ejecución como el Just in time con el cual se obtuvo un flujo de la construcción más eficiente con la aplicación de los metrados paramétricos para levantamiento de restricciones en la programación respectiva.

Discusión 3. ¿Qué normas aplicadas en el Perú amparan, permiten o promueven el uso de la metodología BIM y la filosofía Lean Construction?

En el Perú a partir del año 2018, mediante DL 1444-2018: Modificación de la Ley de Contrataciones del Estado se empezaron a establecer los primeros criterios para la incorporación progresiva del modelado digital para la ejecución de obras públicas. El año 2019 se desarrollaron los lineamientos generales para el uso de BIM en proyectos de construcción en la mejora de la gestión y reducción de costos mediante el RM-242-2019-VIVIENDA: Lineamientos Generales para el uso de BIM en Proyectos de Construcción. El año 2020, Mediante RD 007-2020-EF/63.01, se aprueba los Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas estableciendo los beneficios, usos, roles, responsabilidades y procedimientos al emplear la metodología BIM en proyectos de inversión a su cargo.

La presente investigación adopto los lineamientos generales para la implementación del BIM establecidas a partir del año 2019 donde se tiene un procedimiento detallado para la introducción del BIM en los proyectos de construcción. En estos lineamientos se establece los alcances del modelo BIM donde se indica el uso de un plan de ejecución BIM detallando técnicas, roles, metodologías, hitos de trabajo, e nivel de desarrollo.



En cuanto a normas relacionadas con la filosofía Lean Construction en el Perú no se cuenta con ninguna disposición oficial, solo con recomendaciones hechas por algunos autores.

Discusión 4. ¿Cuál es la incidencia de la metodología BIM 5D y las herramientas del Lean Construction en la gestión de la planificación del proyecto?

El proyecto “Edificio Multifamiliar Confort 31” se dividió en dos etapas de ejecución, la primera fue la ejecución de estructuras y la segunda de albañilería y acabados. La investigación se centró en la primera etapa, más específicamente en la especialidad de estructuras. En la etapa de planificación se definió el alcance que tuvo la primera etapa de ejecución del proyecto, el costo directo de esta etapa y el plazo para su entrega. Todas estas definiciones se llevaron a cabo utilizando diferentes herramientas del BIM 5D y Lean Construction.

Antes de definir el alcance de la primera etapa del proyecto se realizó el análisis de interferencia e incompatibilidades de las cuatro especialidades involucradas en el proyecto. Se utilizó la herramienta del modelado 3D y la detección de interferencias del BIM 5D. Se modelaron las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas con el software Revit 2020 para su revisión en 3D. Estos modelos se cargaron al software Naviswork Manage 2020 para la detección de interferencias entre especialidades. Haciendo uso de estas herramientas se determinó el modelo final de la especialidad de estructuras que se utilizó para las definiciones del alcance, costo y tiempo.

La definición del alcance del proyecto para esta primera etapa de estructuras se llevó a cabo utilizando la herramienta de modelado 3D y metrados paramétricos del BIM 5D. Los entregables asignados para esta etapa del proyecto fueron los elementos



de concreto estructural. El cumplimiento de estos entregables se midió mediante los metrados de concreto, acero y encofrados. Estos metrados fueron extraídos del último modelo de estructuras. El metrado a entregarse para las partidas de concreto es de 395.05 m³; para las partidas de acero, 44,148.61 kg, y para las partidas de encofrado, 2,539.53 m².

El presupuesto de las partidas de la especialidad de estructuras se realizó utilizando la herramienta de presupuesto paramétrico del BIM 5D. Los metrados del modelo 3D se multiplicó con los precios unitarios definidos por la empresa y finalmente presentados en una tabla de planificación dentro del software Revit 2020. De este presupuesto se obtiene el costo directo de la especialidad de estructuras. El costo directo obtenido fue de S/480,892.19 incluyendo el IGV.

El plazo de ejecución y el cronograma de obra fue definido en base a la experiencia de los profesionales encargados de la ejecución del proyecto. El cronograma de obra fue presentado mediante un diagrama Gantt y el plazo definido fue de 112 días hábiles. El modelo 3D contribuyó a la fácil visualización del proyecto. Sin embargo, la incidencia del BIM 5D y Lean Construction es mínima en este proceso.

Discusión 5. ¿Cuál es la incidencia de la metodología BIM 5D y las herramientas del Lean Construction en la gestión de la programación del proyecto?

En base al plazo establecido en la planificación del proyecto se programa las actividades a ejecutarse durante la obra utilizando la herramienta Last Planner System del Lean Construction. El Last Planner System consta de varios niveles, el primero es la programación maestra que consiste en la programación general del proyecto en base al plazo establecido. El siguiente nivel del Last Planner System es la programación intermedia, donde se programan actividades para cuatro semanas



considerando un análisis de las restricciones que presentan estas actividades. El ultimo nivel a utilizarse en este caso de estudio es la programación semanal, donde se planifican las actividades de la semana ya con las restricciones levantadas.

En la programación maestra se utilizaron las herramientas time linner del BIM 5D y la sectorización. Después de definido el alcance del proyecto, el modelo 3D se sectorizó de acuerdo al juicio de los especialistas involucrados en la ejecución del proyecto. El modelo sectorizado se cargó al programa Naviswork Manage 2020 donde se asignaron los plazos y las fechas de entrega a cada elemento del modelo. Del software Naviswork se extrae el cronograma detallado de obra.

En base al cronograma detallado obtenido de la programación maestra, se realiza la programación intermedia. En este nivel de programación se utilizó la herramienta Look Ahead del Lean Construction. Con esta herramienta se programaron las actividades para un plazo de cuatro semanas, se analizó las restricciones que presentan estas actividades y se determinó los responsables a cargo del levantamiento de estas actividades. Para la visualización de las actividades a realizarse se utilizó el modelo 3D sectorizado. Esta programación se llevó a cabo paralelamente a la ejecución del proyecto.

La programación semanal se realiza en base a las actividades planificadas en el Look Ahead. Las actividades en este nivel de planificación ya se encuentran con las restricciones levantadas. Para la programación se utilizó el formato WWP (Work Week Plan) que contempla el porcentaje de metrado meta a ejecutarse en la semana.

Con la finalidad de verificar el cumplimiento de las metas establecidas en la programación y medir el avance de la obra se utilizó la herramienta PPC (Porcentaje de Plan Cumplido) del Last Planner System. Esta herramienta mide los metrados



ejecutados diariamente agrupado por semanas y los compara con los metrados planificados en la programación semanal. En caso de retrasos se debe especificar las causas con la finalidad de tener una base de datos de las lecciones aprendidas durante la obra.

Discusión 6. ¿Cuáles fueron las desviaciones en los indicadores claves de desempeño de las diferentes áreas?

Según el análisis de valor ganado, los indicadores claves de rendimiento presentan variaciones en las áreas de alcance, costo y tiempo estudiadas en la presente investigación. En el área del alcance se tiene el valor de la unidad respecto al entregable concreto de toda la obra, es decir que el valor ganado tiene una mínima incidencia respecto al valor planificado, los entregables de las partidas de encofrado tienen una variación del 1% donde el indicador clave de rendimiento toma el valor de 0.99 donde afirma que se ejecutaron las partidas con un menor metrado, en este caso debido principalmente porque no se cumplió con el alcance planificado en cuanto a tanque cisterna debido a modificaciones de arquitectura pendientes así como el metrado a contramuro que representa una variación mínima de 13.93 m² de encofrado en déficit respecto a lo programado. En el entregable correspondiente al acero se tiene una variación del 1% donde el indicador clave de rendimiento toma el valor de 1.01 donde se afirma un mayor metrado respecto a lo planificado, la variación es de 451.82 kg por variaciones principalmente arquitectónicas en placas y en menor relevancia por el porcentaje de desperdicio. Obteniéndose así valores muy cercanos a la unidad principalmente por tener un claro panorama del alcance establecido del proyecto.



En el área de costo, el indicador clave de rendimiento CPI del proyecto tiene el valor de 1.04, es decir, el gasto real de obra fue mayor al presupuesto realizado en la etapa de planificación donde el costo del presupuesto es de S/ 480,629.53 y el valor de costo real de obra según el registro de facturas y boletas es de S/ 499,099.45 el cual es mayor al presupuesto planificado en S/ 18,469.92 principalmente por el aumento progresivo del costo de los materiales por la demanda como consecuencia de factores externos, como por ejemplo en madera para encofrado, así como también el desperdicio de materiales.

En el área de tiempo, el indicador clave de rendimiento SPI tomo el valor de la unidad cumpliéndose el tiempo de ejecución de obra con el plazo establecido en la etapa de programación aun cuando se tuvo partidas que no se cumplieron adecuadamente por factores externos, como es el caso de excavaciones masivas por la avería de maquinaria; no obstante, no se tuvo ningún retraso en la programación general. Para evaluar las desviaciones en esta área de forma más precisa se analizaron con el PPC, es decir evaluar las actividades programadas en el WWP (Work Week Plan) con el PPC, es así que evaluado en unidad monetaria, el tiempo programado toma el valor de S/ 480,892.19 respecto a lo ejecutado el cual toma el valor de S/ 480,629.53 con una variación mínima de S/ 262.66 el cual no índice en el valor que toma el SPI debido a que no se ejecutaron algunas partidas al 100% especialmente en partidas de concreto de tanque cisterna.



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Los indicadores de desempeño de alcance, costo y tiempo se encuentran dentro del margen de error de $\pm 5\%$, alcanzando valores óptimos con la gestión de planificación y programación del proyecto.
- El porcentaje de metrado completado de los entregables concreto, acero y encofrado alcanzaron valores de 100%, 99% y 101% respectivamente, obteniéndose variaciones menores al 2% según el análisis del valor ganado.
- El indicador CPI alcanza el valor de 104%, por lo cual, el costo de ejecución presenta una variación del 4% respecto a lo planificado. Por consiguiente, el indicador CPI se encuentra dentro del margen de error con una variación menor al 5%.
- El indicador SPI alcanza el valor de 100%, por lo cual, el plazo de ejecución real presenta una variación menor al 1% respecto a lo planificado. Por consiguiente, el indicador SPI se encuentra dentro del margen de error con una variación menor al 5%.
- Un adecuado modelado en BIM permite controlar la programación del proyecto de manera más precisa, el cual también incide en los costos del proyecto.
- La metodología BIM 5D en la gestión de la programación permite tener una programación realista por la facilidad que brinda en cuanto al análisis de restricciones, así como a la visualización de la programación maestra.
- Se reduce la variabilidad del proyecto al realizar las modificaciones en el modelo BIM, en el cual se observa la implicancia en las distintas



especialidades del proyecto reduciéndose así el riesgo de los trabajos rehechos.

- Se mejora el flujo de la construcción, es decir, se controla adecuadamente las actividades a realizar el cual se verifica con la medición del PPC en obra.

6.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de modelos BIM en proyectos de cualquier envergadura debido a que la información brindada por un modelo BIM, en comparación con la metodología tradicional de planos en 2D, facilita la gestión de proyectos en las fases planificación y programación.
- El software Revit 2020 presenta una deficiencia en cuanto al modelado de escaleras, que se ve reflejado en metrados imprecisos de concreto y encofrado. Se recomienda revisar los metrados obtenidos por el software.
- Se recomienda elegir el nivel de detalle del modelo BIM de acuerdo a la complejidad del proyecto. Un nivel de detalle mayor requiere una mayor inversión de tiempo y dinero para su implementación.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdulhasan Taher, A. (2016). *BIM Software Capability and Interoperability Analysis*. Stockholm: KTH Architecture and the Built Environment.
- Academia de Diseño. (17 de Enero de 2016). *¿Qué es BIM?* Obtenido de <https://academiadediseno.com/2016/01/17/que-es-bim/>
- Ambriz, R. (2008). La gestión del valor ganado y su aplicación: Managing earned value and its application. *PMI® Global Congress 2008*. Latin America, São Paulo, Brazil. Newtown Square.: Project Management Institute.
- Andrade y Arrieta, B. (2011). Last planner en subcontrato de empresa constructora. En *Revista de la Construcción Volumen 10 No 1, Scielo.org*. (págs. 36-52).
- Andrade, M. y. (2011). Last planner en subcontrato de empresa constructora. En *Revista de la Construcción Volumen 10 No 1, Scielo.org*. (págs. 36-52).
- Angeli, C. (2017). *Implementacion del Sistema Last Planner en Edificacion en Altura en una Empresa Constructora: Estudio de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel*. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello.
- Barría, C. (2009). *Implementación del sistema Last Planner en la construcción de viviendas*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Bravo, P. A. (2020). *KONSTRUEDU.COM*. Obtenido de <https://konstruedu.com/es/blog/los-8-desperdicios-presentes-en-la-construccion-segun-la-filosofia-lean-construction>



- Building Smart. (2016). *Building Smart Spain*. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/bim/qu%C3%A9-es/>
- Campero, M., & Alarcón, F. (2003). Administración de Proyectos Civiles. 2da edición, Santiago. En *Administración de Proyectos Civiles. 2da edición, Santiago* (págs. 357-407). Santiago de Chile, Chile: Universidad Católica de Chile.
- Collachagua, F. (2017). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”: como herramienta de mejora de la productividad*. Huancayo, Perú: Universidad Continental.
- Eyzaguirre, R. (2020). *LA SINERGIA ENTRE LEAN Y BIM*. Obtenido de academia: <https://blog.academia.com/la-sinergia-entre-lean-y-bim/>
- González, C. (2015). *Building Information Modeling: Metodología, Aplicaciones y Ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Guzmán, A. (2014). *Aplicación De La Filosofía Lean Construction En La Planificación, Programación, Ejecución Y Control De Proyectos*. Lima: Pontificie Universidad Católica del Peru.
- Hernán, P., Omar, S., & José, G. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 22.
- Hidalgo, P. D. (2013). *Modelo De Gestión Y Administración De Proyectos Operacionales*. Santiago de Chile: Universidad De Chile.
- Imasgal. (2020). *Nivel de desarrollo (LOD) en BIM*. Obtenido de <https://imasgal.com/nivel-desarrollo-bim-lod/>



ISOTools. (25 de Junio de 2019). *KPI's Indicadores*. Obtenido de
<https://www.isotools.org/soluciones/procesos/kpis-indicadores/>

Junta de Andalucía. (2010). *Manual de Proyectos*. Andalucía.

Koskela, L. (1992). *Application Of The New Production Philosophy to Construction*.
Stanford, Estados Unidos: Universidad de Stanford.

Kreider, R. G., & Messner, J. I. (2013). The Uses of BIM. *PENN STATE Computer
Integrated Construction*, 23.

Lescano, X. M. (2015). Teaching Lean Construction: Pontifical Catholic University of
Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. *PROCEDIA
ENGINEERING*.

National Institute of Building Sciences. (Junio de 2018). *Whole Building Design Guide*.
Obtenido de <https://www.wbdg.org/building-information-modeling-bim>

Project Management Institute, Inc. (2017). *PMBOK Guide, Sixth Edition*. Newtown
Square: Project Management Institute, Inc.

Rivera, V. M. (2015). *Programación, Planificación Y Control De Obras De
Infraestructura Civil, En La República De Guatemala*. Guatemala: Universidad
de San Carlos de Guatemala.

Salazar, M. F. (2017). *Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de los
proyectos de construcción en la ciudad de Manizales*. Manizales: Universidad
Nacional de Colombia.



Serpell, A. (1999). Integrating quality systems in construction projects: the Chilean case.

International Journal of Project Management, Vol. 17.


Villamizar, D., & Ortiz, L. (2016). *Implementación de los principios de Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el municipio de Villa Del Rosario.* Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.

Zapata, M. P. (2003). *Control De Costos De Una Operación Minera Mediante El Metodo Del “Resultado Operativo”.* Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



ANEXOS

ANEXO N° 1: Presupuesto del proyecto de edificación: “Edificación Multifamiliar Confort 31”.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR CONFORT 31						
OBRA	"VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"					
FÓRMULA	001 INFRAESTRUCTURA					
UBICACIÓN	Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versalles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo					
CONTRATISTA	INKOFRA S.A.C.					
						
ITEM	DENOMINACION	UNIDAD	C.UNITARIO	C.METRADO	S.TOTAL	
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	S/ 1.93	136.00	S/	262.48
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	m2	S/ 3.55	132.64	S/	470.87
01.01.03	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	S/ 16.22	182.03	S/	2,952.53
01.01.04	CORTE DE TERRENO	m3	S/ 6.86	473.94	S/	3,251.23
01.01.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO CIMIENTOS	m3	S/ 15.82	80.13	S/	1,267.66
01.01.08	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día	m3	S/ 6.86	575.84	S/	3,950.26
01.01.09	EXCAVACION PARA CALZADURA	m3	S/ 12.71	21.85	S/	277.71
01.02.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.	m2	S/ 22.10	91.92	S/	2,031.43
01.02.02	ENCOFRADO DE CALZADURA	m2	S/ 35.00	18.40	S/	644.00
01.02.03	CONCRETO EN CALZADURA	m3	S/ 154.49	21.85	S/	3,375.61
01.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=280 kg/cm2	m3	S/ 364.42	45.03	S/	16,409.83
01.03.01.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ZAPATAS	kg	S/ 3.89	1337.01	S/	5,200.97
01.03.01.03	ENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	S/ 32.62	31.68	S/	1,033.40
01.03.01.04	CONCRETO PREMEZCLADO VIGA DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2	m3	S/ 355.01	15.42	S/	5,474.25
01.03.01.05	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGA DE CIMENTACION	kg	S/ 3.89	1816.77	S/	7,067.24
01.03.01.06	ENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	m2	S/ 30.56	77.71	S/	2,374.82
01.03.02.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	S/ 322.88	92.18	S/	29,763.08
01.03.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS f'c=280 kg/cm2	m3	S/ 373.76	19.01	S/	7,105.18
01.03.02.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en COLUMNAS	kg	S/ 3.89	16340.01	S/	63,562.65
01.03.02.04	ENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS 0.50X0.24X2.40 m	m2	S/ 31.20	764.45	S/	23,850.84
01.03.03.01	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 323.10	92.21	S/	29,793.05
01.03.03.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGAS	kg	S/ 3.89	15134.96	S/	58,874.99
01.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	S/ 31.20	658.58	S/	20,547.70
01.03.04.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 322.52	71.47	S/	23,050.50
01.03.04.02	CONCRETO EN VIGUETAS f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 322.52	7.47	S/	2,409.22
01.03.04.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en LOSAS ALIGERADAS	kg	S/ 3.89	4408.13	S/	17,147.63
01.03.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	S/ 28.06	710.98	S/	19,950.10
01.03.04.05	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	S/ 1.43	5346.00	S/	7,644.78
01.03.05.01	CONCRETO EN ESCALERAS f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 322.52	10.19	S/	3,286.48
01.03.05.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ESCALERAS	kg	S/ 3.89	1009.64	S/	3,927.50
01.03.05.03	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m2	S/ 30.58	111.03	S/	3,395.30
01.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO MURO DE CONTENCIÓN f'c=280 kg/cm2	m3	S/ 373.76	29.73	S/	11,111.88
01.03.06.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en MUROS	kg	S/ 3.89	2744.32	S/	10,675.40
01.03.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS	m2	S/ 31.83	134.07	S/	4,267.45
01.03.07.01	CONCRETO EN LOSAS MACIZA PARA TANQUE f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 337.70	5.94	S/	2,005.94
01.03.07.02	CONCRETO EN MURO DE TANQUE f'c=210 kg/cm2	m3	S/ 351.04	6.40	S/	2,246.66
01.03.07.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en MUROS DE TANQUE	kg	S/ 3.89	1357.77	S/	5,281.73
01.03.07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE TANQUE	m2	S/ 30.40	15.35	S/	466.64
01.03.07.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS DE TANQUE	m2	S/ 31.58	35.68	S/	1,126.77
Costo Directo						S/ 407,535.76
IGV (18%)						S/ 73,356.44
Total						S/ 480,892.19



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



ANEXO N° 2: Programación Lookahead de los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre.

KOFRA													VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT 31													101 LP 001 03/08/2020																
LookAhead Plan - Agosto																																										
Cliente: INKASA Elaborado por: Henry Valer Cargo: Asistente Técnico													SEMANA NRO: FECHA DE EMISIÓN: 3 Ago-20 FECHA DE REVISIÓN: 6 Ago-20 PERÍODO: 03/08 al 29/08 de 2020																													
Actualizado el: Lunes, 3 de Agosto de 2020 SEM 22																																										
Codigo	Descripción de la Actividad	Planificación				Restricciones en periodo de lookahead							Descripción	Responsable	AGOSTO																											
		Fecha de Inicio PA	Fecha de Término PA	Duración (Día)	Unid	Método Propuesto Look Ahead	Levantamiento de Restricciones	NOI (Noche de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)			NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)	NOI (Día de trabajo)							
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3			SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4							
mi	ma	mi	ju	vi	sa	do	mi	ma	mi	ju	vi	sa	do	mi	ma	mi	ju	vi	sa	do	mi	ma	mi	ju	vi	sa	do	mi	ma	mi	ju	vi	sa	do								
	LIMPIEZA DE TERRENO	3 Ago-20	3 Ago-20	1.00	GBL	1.000																																				
	EXCAVACION MASIVA	4 Ago-20	29 Ago-20	26.00	M3	675.10	X																																			
	EXCAVACION MANUAL	4 Ago-20	29 Ago-20	26.00	M3	51.850	X	X																																		
	ENCORADO PARA CALZADURA	4 Ago-20	29 Ago-20	26.00	M2	18.400	X		X																																	
	CONCRETO EN CALZADURA	4 Ago-20	29 Ago-20	26.00	M3	21.850	X		X	X																																
	SOLADO	8 Ago-20	8 Ago-20	1.00	M2	45.960	X		X																																	
	ACERO EN VIGAS DE CIMENTACION (PARTE ZAPATA)	10 Ago-20	15 Ago-20	6.00	KG	601.655	X		X																																	
	ENCORADO EN VIGAS DE CIMENTACION (PARTE ZAPATA)	13 Ago-20	14 Ago-20	2.00	M2	15.840	X		X																																	
	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION (PARTE ZAPATA)	14 Ago-20	14 Ago-20	1.00	M3	21.164																																				
	ACERO EN VIGAS DE CIMENTACION (PARTE VIGA)	11 Ago-20	18 Ago-20	8.00	KG	1090.042																																				
	ENCORADO EN VIGAS DE CIMENTACION (PARTE VIGA)	18 Ago-20	19 Ago-20	2.00	M2	26.138	X		X																																	
	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION (PARTE VIGA)	19 Ago-20	22 Ago-20	4.00	M3	6.322																																				
	ACERO EN PLACAS	11 Ago-20	19 Ago-20	9.00	KG	1797.401																																				
	ENCORADO DE PLACAS	20 Ago-20	25 Ago-20	6.00	M2	30.578	X		X																																	
	CONCRETO EN PLACAS	21 Ago-20	25 Ago-20	5.00	M3	8.174																																				
	ACERO EN MUROS ESTRUCTURALES	13 Ago-20	24 Ago-20	12.00	KG	1372.160																																				
	ENCORADO EN MUROS ESTRUCTURALES	18 Ago-20	25 Ago-20	8.00	M2	42.902																																				
	CONCRETO EN MUROS ESTRUCTURALES	19 Ago-20	25 Ago-20	7.00	M3	12.784																																				



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



KOFRA		VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT 31																				101 LP-004 310020																						
		LookAhead Plan - Septiembre																																										
Cliente: IWASA		SEMANA NRO.: 31																		FECHA DE EMISIÓN: 31-Ago-20																								
Elaborado por: Henry Valer																				FECHA DE REVISIÓN: 3-Set-20																								
Cargo: Asistente Técnico																				PERIODO: 31/08 al 26/09 de 2020																								
Actualizado al: Lunes, 31 de Agosto de 2020																																												
Codigo	Descripción de la Actividad	Planificación						Restricciones en periodo de LookAhead							Descripción	Responsable	SEPTIEMBRE																											
		Fecha de Inicio PA	Fecha de Término PA	Duración (días)	Unid	Metro Programado Look Ahead	Levantamiento de Restricciones	NO Ejecutar por Restricción	Activación de Restricción	Ejercer Restricción	Información	Eventos	SEMANA 31				SEMANA 01				SEMANA 02				SEMANA 03				SEMANA 04				SEMANA 05											
		31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27															
	SOLADO	5-Sep-20	10-Sep-20	6.00	M2	45.960	X		X																																			
	ACERO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE ZARAPITA)	31-Ago-20	7-Sep-20	8.00	KG	735.36																																						
	ENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE ZARAPITA)	2-Sep-20	8-Sep-20	7.00	M2	15.840	X		X																																			
	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE ZARAPITA)	2-Sep-20	8-Sep-20	7.00	M3	23.866																																						
	ACERO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE VIGAS)	2-Sep-20	9-Sep-20	8.00	KG	726.708																																						
	ENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE VIGAS)	3-Sep-20	10-Sep-20	8.00	M2	48.54																																						
	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACIÓN (PARTE VIGAS)	4-Sep-20	10-Sep-20	7.00	M3	9.098																																						
	ACERO EN PLACAS	31-Ago-20	26-Sep-20	27.00	KG	2594.80																																						
	ENCOFRADO DE PLACAS	3-Sep-20	24-Sep-20	22.00	M2	111.610	X		X																																			
	CONCRETO EN PLACAS	4-Sep-20	25-Sep-20	22.00	M3	44.915																																						
	ACERO EN MUROS ESTRUCTURALES	1-Sep-20	15-Sep-20	15.00	KG	1332.16																																						
	ENCOFRADO EN MUROS ESTRUCTURALES	3-Sep-20	16-Sep-20	14.00	M2	91.168																																						
	CONCRETO EN PLACAS EN MUROS ESTRUCTURALES	4-Sep-20	16-Sep-20	13.00	M3	16.946																																						
	EXCAVACION MANUAL T.C.	11-Sep-20	14-Sep-20	4.00	M3	16.28	X																																					
	ACERO EN T.C.	16-Sep-20	16-Sep-20	1.00	KG	1086.216																																						
	ENCOFRADO EN T.C.	15-Sep-20	16-Sep-20	2.00	M2	10.745																																						
	CONCRETO EN T.C.	16-Sep-20	16-Sep-20	1.00	M3	9.92																																						
	ACERO EN VIGAS	17-Sep-20	24-Sep-20	8.00	KG	1212.311	X		X																																			
	ENCOFRADO EN VIGAS	16-Sep-20	24-Sep-20	9.00	M2	39.515	X		X																																			
	CONCRETO EN VIGAS	23-Sep-20	25-Sep-20	3.00	M3	7.38																																						
	ACERO EN LOSAS	19-Sep-20	25-Sep-20	7.00	KG	1281.255																																						
	ENCOFRADO EN LOSAS	18-Sep-20	24-Sep-20	7.00	M2	97.047	X		X																																			
	CONCRETO EN LOSAS	21-Sep-20	25-Sep-20	5.00	M3	16.25																																						
	LADRILLO DE TECHO	24-Sep-20	24-Sep-20	1.00	UNO	267.30	X		X																																			



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



KOFRA		VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT 31														101-LP-006 280920																																				
		LookAhead Plan - Octubre																																																		
Cliente: INKASA Elaborado por: Henry Valer Cargo: Asistente Técnico																FECHA DE EMISIÓN: 28 Sep 20 FECHA DE REVISIÓN: 1 Oct 20																																				
Actualizado el: Lunes, 28 de Septiembre de 2020 SEM 40																PERIODO: 28/09 al 24/10 de 2020																																				
Código	Descripción de la Actividad	Planificación				Restricciones en periodo de lookahead						Descripción	Responsable	OCTUBRE																																						
		Fecha de Inicio PA	Fecha de Término PA	Duración (días)	Unid	Método Programado Look Ahead	Levantamiento de Restricciones	M.O. Cualitativa programado (hora hombre)	M.O. Cuantitativa programado (hora hombre)	Equipos y Herramientas	Información			Estrategias	SEMANA 9						SEMANA 10						SEMANA 11						SEMANA 12																			
		Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020			Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020	Octubre 2020																				
	ACERO EN PLACAS	28-Sep-20	23-Oct-20	26.00	KG	7353.006	X		X						Requerimiento y compra de acero para placas del 2do al 4to nivel	Área Técnica, Logística	S2-P1				S2-P2	S2-P2				S2-P2	S2-P2			S1-P3			S1-P3			S2-P3	S2-P3					S1-P4	S1-P4	S2-P4	S2-P4							
	ENCOFRADO DE PLACAS	28-Sep-20	23-Oct-20	26.00	M2	389.87	X		X						Claves	Logística	S2-P1	S2-P1			S1-P2					S1-P2	S2-P2	S2-P2				S1-P3	S1-P3	S2-P3	S2-P3									S1-P4	S1-P4	S2-P4	S2-P4					
	CONCRETO EN PLACAS	29-Sep-20	23-Oct-20	25.00	M3	53.004	X		X						Escallon	Área Técnica, Logística		S2-P1								S1-P2	S2-P2					S1-P3			S2-P3												S1-P4	S2-P4				
	ACERO EN VIGAS	29-Sep-20	24-Oct-20	26.00	KG	7425.41	X			X					Requerimiento y compra de acero para vigas del 2do al 4to nivel	Área Técnica, Logística		S1-P2	S1-P2	S1-P3		S1-P2			S1-P2	S1-P3	S1-P3		S2-P3			S2-P3			S1-P4	S1-P4					S2-P4	S2-P4	S2-P4					S2-P2				
	ENCOFRADO EN VIGAS	29-Sep-20	24-Oct-20	26.00	M2	333.900												S1-P2	S1-P2		S2-P2	S2-P2				S1-P3	S1-P3		S2-P3			S2-P3	S2-P3		S1-P4	S1-P4	S1-P4				S2-P4	S2-P4		S1-P5	S1-P5							
	CONCRETO EN VIGAS	1-Oct-20	21-Oct-20	21.00	M3	43.71														S1-P2					S2-P2				S1-P3			S2-P3								S1-P4		S2-P4										
	ACERO EN LOSAS	30-Sep-20	21-Oct-20	22.00	KG	1806.639													S1-P2	S1-P2		S2-P2				S2-P2			S1-P3	S1-P3		S2-P3	S2-P3				S1-P4															
	ENCOFRADO EN LOSAS	29-Sep-20	24-Oct-20	26.00	M2	342.51													S1-P2	S1-P2		S2-P2	S2-P2				S1-P3	S1-P3		S2-P3			S2-P3	S2-P3		S1-P4	S1-P4				S2-P4	Y			S1-P5	S1-P5						
	CONCRETO EN LOSAS	1-Oct-20	21-Oct-20	21.00	M3	34.976														S1-P2					S2-P2				S1-P3			S2-P3									S1-P4		S2-P4									
	LADRILLO DE TECHO	30-Sep-20	20-Oct-20	21.00	UND	2833.38	X		X						Requerimiento y compra de ladrillo de techo	Área Técnica, Logística			S1-P2			S2-P2							S1-P3			S2-P3					S1-P4					S2-P4										
	ACERO EN ESCALERA	3-Oct-20	21-Oct-20	19.00	KG	615.880																S2-P1				S2-P1						S2-P2	S2-P2										S2-P2	S2-P2								
	ENCOFRADO EN ESCALERA	1-Oct-20	21-Oct-20	21.00	M2	64.40														S2-P1	S2-P1									S2-P3			S2-P3																			
	CONCRETO EN ESCALERA	5-Oct-20	21-Oct-20	17.00	M3	5.910																			S2-P1																											



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



KOFRA															VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT 31																				1014.P.006 26/10/20														
LookAhead Plan - Noviembre																																																	
Cliente: INVASA Elaborado por: Henry Valer Cargo: Asistente Técnico																				FECHA DE EMISIÓN: 26-Oct-20 FECHA DE REVISIÓN: 29-Oct-20 PERÍODO: 26/10 al 27/11 de 2020																													
Actualizado al: Lunes, 26 de Octubre de 2020 SEM 44																																																	
Código	Descripción de la Actividad	Planificación				Metrado Programado o Look Ahead	Levantamiento de Restricciones	Restricciones en periodo de lookahead					Descripción	Responsable	NOVIEMBRE																																		
		Fecha de Inicio PA	Fecha de Término PA	Duración (días)	Utd.			NO Controlar P (tiempo)	NA. (disponibilidad de materiales)	Ejemplos de Herramientas	Información	Exteriores			SEMANA 13							SEMANA 14							SEMANA 15							SEMANA 16							SEMANA 17						
															Octubre 2020							Noviembre 2020							Noviembre 2020							Noviembre 2020							Noviembre 2020						
															lun	mar	mié	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	vie	sáb
26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																	
	ACERO EN PLACAS	26-Oct-20	20-Nov-20	24.00	KG	3594.803	X	X																																									
	ENCOFRADO DE PLACAS	29-Oct-20	20-Nov-20	23.00	M2	229.34	X	X																																									
	CONCRETO EN PLACAS	30-Oct-20	20-Nov-20	22.00	M3	33.18																																											
	ACERO EN VIGAS	26-Oct-20	26-Nov-20	32.00	KG	4616.17	X	X																																									
	ENCOFRADO EN VIGAS	27-Oct-20	26-Nov-20	31.00	M2	283.19	X	X																																									
	CONCRETO EN VIGAS	27-Oct-20	26-Nov-20	31.00	M3	41.49																																											
	ACERO EN LOSAS	26-Oct-20	26-Nov-20	32.00	KG	1236.55																																											
	ENCOFRADO EN LOSAS	28-Oct-20	26-Nov-20	30.00	M2	271.42	X	X																																									
	CONCRETO EN LOSAS	27-Oct-20	26-Nov-20	31.00	M3	27.72																																											
	LABILLO DE TECHO	26-Oct-20	25-Nov-20	31.00	UND	2245.32	X	X																																									
	ACERO EN ESCALERA	29-Oct-20	26-Nov-20	29.00	KG	393.76																																											
	ENCOFRADO EN ESCALERA	29-Oct-20	26-Nov-20	29.00	M2	46.63																																											
	CONCRETO EN ESCALERA	30-Oct-20	26-Nov-20	28.00	M3	4.28																																											
	ACERO EN T.C.	25-Nov-20	26-Nov-20	2.00	KG	271.55																																											
	ENCOFRADO EN T.C.	20-Nov-20	24-Nov-20	5.00	M2	4.61																																											
	CONCRETO EN T.C.	26-Nov-20	26-Nov-20	1.00	M3	1.75																																											



ANEXO N° 3: Work Week Plan.



**“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”**



KOFRA		VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT 31											
INGENIERIA CONSTRUCCION		Work Week Plan (Programación Semanal)											
Cliente: Inkasa Inmobiliaria													
Elaborado por: Personal Técnico													
Función: Ingeniero Residente													
Código	Descripción de la Actividad	Programación				Distribución de Recursos							
		Unidad	Cantidad	Metrado Estimado	% Avance	% Avance Acumulado	L	M	M	J	V	S	T
Lunes, 3 de Agosto de 2020													
OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES													
	Limpeza de terreno	Gbl	1	1	100%	100.00%							
	Excavación masiva	m3	675.1	337.55	50%	50.00%							
	Excavación manual	m3	21.85	13.11	60%	60.00%							
	Encofrado de calzadura	m2	18.40	11.04	60%	60.00%							
	Concreto en calzadura	m3	21.85	13.11	60%	60.00%							
	Solado	m2	91.92	45.96	50%	50.00%							
Lunes, 10 de Agosto de 2020													
MOVIMIENTO DE TIERRAS													
	Excavación manual	m3	182.02	6	3%	3.30%							
OBRAS DE CONCRETO ARMADO													
Vigas de cimentación (Zapata)													
	Concreto f'c 280kg/cm2	m3	45.03	21.1641	47%	47.00%							
	Encofrado de Viga de Cimentacion (Zapata)	m2	31.68	15.84	50%	50.00%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	1337.01	601.6545	45%	45.00%							
Vigas de cimentación (Viga)													
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion(Viga)	Kg	1816.77	490.5279	27%	27.00%							
Placas													
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Placas	Kg	16340.013	980.40078	6%	6.00%							
Muro Estructural													
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Muro Estructural	Kg	2744.32	548.864	20%	20.00%							
Lunes, 17 de Agosto de 2020													
MOVIMIENTO DE TIERRAS													
	Excavación manual	m3	182.02	12	7%	9.89%							
SOTANO													
Vigas de cimentación (Viga)													
	Concreto f'c 280kg/cm2	m3	15.42	6.3222	41%	41.00%							
	Encofrado de vigas de cimentacion(Viga)	m2	74.68	26.138	35%	35.00%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	1816.77	599.5341	33%	60.00%							
Placas													
	Concreto f'c 280kg/cm2	m3	19.01	4.1822	22%	22.00%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	15.289	2%	2.00%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	817.00065	5%	11.00%							
Muro Estructural													
	Concreto f'c 280kg/cm2	m3	29.73	7.7298	26%	26.00%							
	Encofrado de muros estructurales	m2	134.07	36.1989	27%	27.00%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	2744.32	548.864	20%	40.00%							
Lunes, 24 de Agosto de 2020													
MOVIMIENTO DE TIERRAS													
	Excavación manual	m3	182.02	12	7%	19.78%							
SOTANO													
Placas													
	Concreto f'c 280kg/cm2	m3	19.01	3.9921	21%	43.00%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	15.289	2%	4.00%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	16340.013	0	0%	11.00%							
Muro Estructural													
	Concreto f'c 280kg/cm2	m3	29.73	5.0541	17%	43.00%							
	Encofrado de Muro Estructural	m2	134.07	6.7035	5%	32.00%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	2744.32	274.432	10%	50.00%							
MOVIMIENTO DE TIERRAS													
	Excavación masiva	m3	675.1	337.55	50%	100.00%							
Calzaduras													
	Excavación p/calzaduras mat.suel. H<1.00 M.	m3	21.85	8.74	40%	100.00%							
	Encofrado de calzaduras	m2	18.4	7.36	40%	100.00%							
	Concreto en calzaduras	m3	21.85	8.74	40%	100.00%							
Lunes, 31 de Agosto de 2020													
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE													
	Solado	m2	91.92	24.82	27.00%	77.00%							
VIGAS DE CIMENTACIÓN (ZAPATA)													
	Concreto f'c 280kg/cm2	m3	45.03	9.006	20.00%	67.00%							
	Encofrado de viga de cimentación	m2	31.68	7.92	25.00%	75.00%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	kg	1337.01	467.9535	35.00%	80.00%							
VIGAS DE CIMENTACIÓN (VIGA)													
	Concreto f'c 280kg/cm2	m3	15.42	3.39	22.00%	63.00%							
	Encofrado de vigas de cimentacion	m2	74.68	24.64	33.00%	68.00%							



**“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”**



Código	Descripción de la Actividad	Programación					Distribución de Recursos							
		Unidad	Cantidad	Metrado Estimado	% Avance	% Avance Acumulado	L	M	M	J	V	S	T	
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	kg	1816.77	363.35	20.00%	80.00%								
	COLUMNAS Y PLACAS													
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	19.01	1.14	6.00%	49.00%								
	Encofrado de placas	m2	764.45	4.59	0.60%	4.60%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	653.60	4.00%	15.00%								
	MURO ESTRUCTURAL													
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	29.73	2.68	9.00%	52.00%								
	Encofrado de muros estructurales	m2	134.07	37.54	28.00%	60.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	2744.32	411.65	15.00%	65.00%								
	lunes, 7 de Setiembre de 2020													
	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE													
	Solado	m2	91.92	21.14	23.00%	100.00%								
	VIGAS DE CIMENTACIÓN (ZAPATA)													
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	45.03	14.86	33.00%	100.00%								
	Encofrado de viga de cimentación	m2	31.68	7.92	25.00%	100.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	1337.01	267.40	20.00%	100.00%								
	VIGAS DE CIMENTACIÓN (VIGA)													
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	15.42	5.71	37.00%	100.00%								
	Encofrado de vigas de cimentacion	m2	74.68	23.90	32.00%	100.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	1816.77	363.35	20.00%	100.00%								
	COLUMNAS Y PLACAS													
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	92.21	35.96	39.00%	88.00%								
	Encofrado de placas	m2	764.45	61.16	8.00%	12.60%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	1307.20	8.00%	23.00%								
	MURO ESTRUCTURAL													
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	29.73	9.81	33.00%	85.00%								
	Encofrado de muros estructurales	m2	134.07	36.20	27.00%	87.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	2744.32	603.75	22.00%	87.00%								
	TANQUE CISTERNA													
	Excavacion simples	m3	16.28	9.77	60.00%	60.00%								
	lunes, 14 de Setiembre de 2020													
	MURO ESTRUCTURAL													
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	29.73	4.46	15.00%	100.00%								
	Encofrado de muros estructurales	m2	134.07	17.43	13.00%	100.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	2744.32	356.76	13.00%	100.00%								
	TANQUE CISTERNA													
	Excavacion simples	m3	16.28	6.51	40.00%	100.00%								
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	11.67	9.92	85.00%	85.00%								
	Encofrado de tanque cisterna	m2	15.35	10.75	70.00%	70.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-tanque cisterna	Kg	1357.77	1086.22	80.00%	80.00%								
	VIGAS													
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	0.00	0.00%	0.00%								
	Encofrado de vigas	m2	658.58	19.76	3.00%	3.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	15153.89	606.16	4.00%	4.00%								
	LOSA MACIZA													
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	12.947	0.00	0.00%	0.00%								
	Encofrado de losa maciza	m2	64.735	42.08	65.00%	65.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	1249.67	0.00	0.00%	0.00%								
	lunes, 21 de Setiembre de 2020													
	COLUMNAS Y PLACAS													
	Concreto f c 280kg/cm2	m3	19.01	2.28	12.00%	100.00%								
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	5.53	6.00%	6.00%								
	Encofrado de placas	m2	764.45	45.87	6.00%	18.60%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	1634.00	10.00%	33.00%								
	VIGAS													
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	7.38	8.00%	8.00%								
	Encofrado de vigas	m2	658.58	19.76	3.00%	6.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	15153.89	606.16	4.00%	8.00%								
	LOSA MACIZA													
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	12.947	12.95	100.00%	100.00%								
	Encofrado de losa maciza	m2	64.735	22.66	35.00%	100.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Losa Maciza	Kg	1249.67	1249.67	100.00%	100.00%								
	LOSA ALIGERADA													
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	3.30	5.00%	5.00%								
	Encofrado de losa aligerada	m2	646.24	32.31	5.00%	5.00%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Losa Aligerada	Kg	3158.46	31.58	1.00%	1.00%								
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	Und	5346	267.30	5.00%	5.00%								
	lunes, 28 de Setiembre de 2020													
	1ER NIVEL													
	Placas													
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	7.8353	9%	15%								
	Encofrado de placas	m2	764.45	84.0895	11%	30%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	980.40078	6%	39%								
	Vigas													
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	4.97934	5%	13%								



**“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”**



Código	Descripción de la Actividad	Programación				Distribución de Recursos							
		Unidad	Cantidad	Metrado Estimado	% Avance	% Avance Acumulado	L	M	M	J	V	S	T
	Encofrado de vigas	m2	658.58	17.78166	3%	9%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas	Kg	15153.89	1515.389	10%	18%							
	Losa Aligerada												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	3.95958	6%	11%							
	Encofrado de losa aligerada	m2	646.24	58.1616	9%	14%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	3158.46	37.90152	1%	2%							
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	Und	5346	694.98	13%	18%							
	Escalera												
	Encofrado de escalera	m2	111.03	16.6545	15%	15%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas	Kg	1009.64	100.964	10%	10%							
	lunes, 5 de Octubre de 2020												
	2do NIVEL												
	Placas												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	13.827	15.00%	30%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	53.5115	7.00%	37%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	1470.60117	9.00%	48%							
	Vigas												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	9.221	10.00%	23%							
	Encofrado de vigas	m2	658.58	85.6154	13.00%	22%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas	Kg	15153.89	1363.8501	9.00%	27%							
	Losa Aligerada												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	8.57909	13.00%	24%							
	Encofrado de losa aligerada	m2	646.24	71.0864	11.00%	25%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	3158.46	379.0152	12.00%	14%							
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	m2	5346	374.22	7.00%	25%							
	Escalera												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	10.19	1.5285	15.00%	15%							
	Encofrado de escalera	m2	111.03	8.8824	8.00%	23%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	1009.64	100.964	10.00%	20%							
	lunes, 12 de Octubre de 2020												
	3er NIVEL												
	Placas												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	12.9052	14.00%	44%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	91.734	12.00%	49%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	1797.40143	11.00%	59%							
	Vigas												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	5.5326	6.00%	29%							
	Encofrado de vigas	m2	658.58	98.787	15.00%	37%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas	Kg	15153.89	1515.389	10.00%	37%							
	Losa Aligerada												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	4.61951	7.00%	31%							
	Encofrado de losa maciza	m2	646.24	71.0864	11.00%	36%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	3158.46	600.1074	19.00%	33%							
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	m2	5346	694.98	13.00%	38%							
	Escalera												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	10.19	1.5285	15.00%	30%							
	Encofrado de escalera	m2	111.03	7.7721	7.00%	30%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	1009.64	141.3496	14.00%	34%							
	lunes, 19 de Octubre de 2020												
	4TO NIVEL												
	Placas												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	12.9052	14.00%	58%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	84.0895	11.00%	60%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	1634.0013	10.00%	69%							
	Vigas												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	11.0652	12.00%	41%							
	Encofrado de vigas	m2	658.58	52.6864	8.00%	45%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas	Kg	15153.89	1515.389	10.00%	47%							
	Losa Aligerada												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	9.23902	14.00%	45%							
	Encofrado de losa aligerada	m2	646.24	58.1616	9.00%	45%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	3158.46	347.4306	11.00%	44%							
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	m2	5346	374.22	7.00%	45%							
	Escalera												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	10.19	1.4266	14.00%	44%							
	Encofrado de escalera	m2	111.03	15.5442	14.00%	44%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	1009.64	141.3496	14.00%	48%							
	lunes, 26 de Octubre de 2020												
	5TO NIVEL												
	Placas												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	5.5308	6.00%	64%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	76.445	10.00%	70%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	1470.60117	9.00%	78%							
	Vigas												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	12.9094	14.00%	55%							




**“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”**



Código	Descripción de la Actividad	Programación					Distribución de Recursos						
		Unidad	Cantidad	Metrado Estimado	% Avance	% Avance Acumulado	L	M	M	J	V	S	T
	Encofrado de vigas	m2	658.58	79.0296	12.00%	57%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	15153.89	1515.389	10.00%	57%							
	Losa Aligerada												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	8.57909	13.00%	58%							
	Encofrado de losa aligerado	m2	646.24	84.0112	13.00%	58%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	3158.46	442.1844	14.00%	58%							
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	m2	5346	694.98	13.00%	58%							
	Escalera												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	10.19	1.4266	14.00%	58%							
	Encofrado de escalera	m2	111.03	15.5442	14.00%	58%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	1009.64	131.2532	13.00%	61%							
	lunes, 2 de Noviembre de 2020												
	COLUMNAS Y PLACAS												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	7.3744	8.00%	72%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	68.8005	9.00%	79%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	817.00065	5.00%	83%							
	VIGAS												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	5.5326	6.00%	61%							
	Encofrado de vigas	m2	658.58	92.2012	14.00%	71%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	15153.89	2121.5446	14.00%	71%							
	LOSA ALIGERADA												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	3.95958	6.00%	64%							
	Encofrado de losa aligerada	m2	646.24	64.624	10.00%	68%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	3158.46	315.846	10.00%	68%							
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	Und	5346	748.44	14.00%	72%							
	ESCALERA												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	10.19	0	0.00%	58%							
	Encofrado de escalera	m2	111.03	15.5442	14.00%	72%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	1009.64	131.2532	13.00%	74%							
	lunes, 9 de Noviembre de 2020												
	COLUMNAS Y PLACAS												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	12.9052	14.00%	86%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	53.5115	7.00%	86%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	817.00065	5.00%	88%							
	VIGAS												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	13.8315	15.00%	76%							
	Encofrado de vigas	m2	658.58	52.6864	8.00%	79%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	15153.89	1212.3112	8.00%	79%							
	LOSA ALIGERADA												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	9.23902	14.00%	78%							
	Encofrado de losa aligerada	m2	646.24	58.1616	9.00%	77%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	3158.46	347.4306	11.00%	79%							
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	Und	5346	374.22	7.00%	79%							
	ESCALERA												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	10.19	1.4266	14.00%	72%							
	Encofrado de escalera	m2	111.03	0	0.00%	72%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas	Kg	1009.64	0	0.00%	74%							
	lunes, 16 de Noviembre de 2020												
	COLUMNAS Y PLACAS												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.18	12.9052	14.00%	100%							
	Encofrado de placas	m2	764.45	107.023	14.00%	100%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.013	1960.80156	12.00%	100%							
	VIGAS												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	8.2989	9.00%	85%							
	Encofrado de vigas	m2	658.58	52.6864	8.00%	87%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	15153.89	1212.3112	8.00%	87%							
	LOSA ALIGERADA												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	65.993	3.95958	6.00%	84%							
	Encofrado de losa aligerada	m2	646.24	45.2368	7.00%	84%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	3158.46	189.5076	6.00%	85%							
	Ladrillo de techo 15x20x30cm	Und	5346	374.22	7.00%	86%							
	ESCALERA												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	10.19	1.4266	14.00%	86%							
	Encofrado de escalera	m2	111.03	15.5442	14.00%	86%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas	Kg	1009.64	131.2532	13.00%	87%							
	Losa Maciza - Tanque Cisterna												
	Concreto f c 245kg/cm2	m3	11.67	0	0.00%	85%							
	Encofrado de losa maciza	m2	15.35	4.605	30.00%	100%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	1357.77	0	0.00%	80%							
	lunes, 23 de Noviembre de 2020												
	VIGAS												
	Concreto f c 210kg/cm2	m3	92.21	13.8315	15.00%	100%							
	Encofrado de vigas	m2	658.58	85.6154	13.00%	100%							
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentacion	Kg	15153.89	1970.0057	13.00%	100%							
	LOSA ALIGERADA												



Código	Descripción de la Actividad	Programación					Distribución de Recursos							
		Unidad	Cantidad	Metrado Estimado	% Avance	% Avance Acumulado	L	M	M	J	V	S	T	
	Concreto f'c 210kg/cm2	m3	65.993	10.55888	16.00%	100%								
	Encofrado de losa aligerada	m2	646.24	103.3984	16.00%	100%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	3158.46	473.769	15.00%	100%								
	Ladrillo de lecho 15x20x30cm	Und	5346	748.44	14.00%	100%								
	ESCALERA													
	Concreto f'c 210kg/cm2	m3	10.19	1.4266	14.00%	100%								
	Encofrado de escalera	m2	111.03	15.5442	14.00%	100%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas	Kg	1009.64	131.2532	13.00%	100%								
	Losa Maciza - Tanque Cisterna													
	Concreto f'c 245kg/cm2	m3	11.67	1.7505	15.00%	100%								
	Encofrado de losa maciza	m2	15.35	0	0.00%	100%								
	Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	1357.77	271.554	20.00%	100%								



Manuel Castiblanco Marinari
Ingeniero Civil
CIP 157729

Residente de Obra



ANEXO N° 4: Porcentaje de Plan Cumplido.



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



Table with columns: Actividad, Resultado (Unidad, Cantidad, Metrado Programado, Comprometido, Metrado real, Ejecutado, Ejecutado Acumulado), Carta Gantt Semanal (L, M, M, J, V, S, D, T), Causas de no Cumplimiento, Observaciones, and Acciones Correctivas. Includes sub-sections for dates 03/08/2020 - 08/08/2020, 10/08/2020 - 15/08/2020, 17/08/2020 - 22/08/2020, and 24/08/2020 - 29/08/2020.



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



Actividad	Resultado							Cumplimiento Semanal	Carta Gantt Semanal							Causas de no Cumplimiento										Observaciones	Acciones Correctivas			
	Unidad	Cantidad	Metrado Programado	Comprometido	Metrado real	Ejecutado	Ejecutado Acumulado		L	M	M	J	V	S	D	T	Coordinación Ingeniería	Cambio de Diseño	Malta Planificación	Falta de Material (Procura)	Falta de Equipo	Falta de Recurso Humano	Problema Sindical	Falta de Pago	Instrucción del Cliente			Otros	Actividad no programada	
Concreto f'c 210kg/cm2	m3	10.19	1.43	14%	1.46	14%	72%	SI	1.46																					
Encofrado de escalera	m2	111.03	0.00	0%	0.00	0%	68%	SI																						
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	1009.64	0.00	0%	0.00	0%	73%	SI																						
16/11/2020 - 21/11/2020																														
7mo NIVEL																														
Placas																														
Concreto f'c 210kg/cm2	m3	92.18	12.91	14%	13.05	14%	100%	SI			5.70		7.35															13.05		
Encofrado de placas	m2	764.45	107.02	14%	112.92	15%	103%	SI		28.23	28.23	28.23	28.23																112.92	
Acero fy =4,200 kg/cm2	Kg	16340.01	1960.80	12%	2096.61	13%	103%	SI	524.15	524.15	524.15	524.15																	2096.61	
Vigas																														
Concreto f'c 210kg/cm2	m3	92.21	8.38	9%	7.08	8%	85%	NO			7.08																	7.08		
Encofrado de vigas	m2	658.58	52.69	8%	51.27	8%	85%	SI	20.40	20.40					10.48														51.27	
Acero fy =4,200 kg/	Kg	15134.96	1212.31	8%	1201.70	8%	87%	NO	484.07	484.07					233.57														1201.70	
Losa Aligerada																														
Concreto f'c 210kg/cm2	m3	65.99	3.51	5%	4.69	7%	86%	SI				4.69																4.69		
Encofrado de losa maciza	m2	646.24	45.24	7%	48.09	7%	84%	SI	24.04	24.04																			48.09	
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	3158.46	189.51	6%	204.99	6%	85%	SI		102.49	102.49																		204.99	
Ladrillo de techo 15x20x30cm	m2	5346.00	374.22	7%	351.00	7%	86%	SI		351.00																			351.00	
Escalera																														
Concreto f'c 210kg/cm2	m3	10.19	1.43	14%	1.46	14%	86%	SI				1.46																	1.46	
Encofrado de escalera	m2	111.03	15.54	14%	14.92	13%	82%	NO		7.46	7.46																		14.92	
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	1009.64	131.25	13%	128.31	13%	86%	SI	42.77	42.77	42.77																		128.31	
Losa Maciza - Tanque Cisterna																														
Concreto f'c 245kg/cm2	m3	12.34	0.00	0%	0.00	0%	80%	SI																					0.00	
Encofrado de losa maciza	m2	51.03	4.61	9%	15.91	31%	100%	SI			7.95	7.95																	15.91	
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	1357.77	0.00	0%	0.00	0%	80%	SI																					0.00	
23/11/2020 - 28/11/2020																														
8vo NIVEL																														
Vigas																														
Concreto f'c 210kg/cm2	m3	92.21	13.97	15%	13.09	14%	99%	NO						13.09															13.09	
Encofrado de vigas	m2	658.58	85.62	13%	83.82	13%	97%	SI	20.95	20.95	20.95	20.95																	83.82	
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	15134.96	1970.01	13%	1868.58	12%	99%	NO	467.14	467.14	467.14	467.14																	1868.58	
Losa Aligerada																														
Concreto f'c 210kg/cm2	m3	65.99	9.36	14%	9.03	14%	100%	NO					9.03																9.03	
Encofrado de losa maciza	m2	646.24	103.40	16%	88.30	14%	98%	NO	17.66	17.66	17.66	17.66	17.66																88.30	
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	3158.46	473.77	15%	431.90	14%	99%	NO		143.97	143.97	143.97																	431.90	
Ladrillo de techo 15x20x30cm	m2	5346.00	748.44	14%	752.00	14%	100%	SI			752.00																		752.00	
Escalera																														
Concreto f'c 210kg/cm2	m3	10.19	1.43	14%	1.46	14%	100%	SI					1.46																1.46	
Encofrado de escalera	m2	111.03	15.54	14%	15.02	14%	95%	SI			15.02																		15.02	
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	1009.64	131.25	13%	128.31	13%	98%	SI			64.16	64.16																	128.31	
Losa Maciza - Tanque Cisterna																														
Concreto f'c 245kg/cm2	m3	12.34	1.75	14%	1.64	13%	94%	NO					1.64																1.64	
Encofrado de losa maciza	m2	51.03	0.00	0%	0.00	0%	100%	SI																					0.00	
Acero fy =4,200 kg/cm2-Vigas de cimentación	Kg	1357.77	271.55	20%	312.20	23%	103%	SI				156.10	156.10																312.20	



ANEXO N° 5: Valorizaciones de obra de los meses de agosto, septiembre, octubre y
noviembre.



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



VALORIZACION DE OBRA N° 01 - AGOSTO 2020

OBRA

"VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"

FÓRMULA
UBICACIÓN
CONTRATISTA
SUPERVISOR
PERIODO

001 INFRAESTRUCTURA
Fracción 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versailles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
INKOFRA S.A.C.
ING. ALVARO IVAN NINA QUISPE
Ago-20



PART.	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO				AVANCES												SALDO DE OBRA		
		Und.	Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.	ACUMULADO ANTERIOR			MES ACTUAL			ACUMULADO ACTUAL			METRADO	MONTO	%			
						METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%						
FORMULA 01: INFRAESTRUCTURA																				
OE.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD																			
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																			
OE.1.1.3.1	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	136.00	S/ 1.93	S/ 262.48	0.00	0.00	0.00%	136.00	262.48	100.00%	136.00	262.48	100.00%	0.00	0.00	0.00%			
OE.1.1.9	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO																			
OE.1.1.9.1	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	132.64	S/ 3.55	S/ 470.87	0.00	0.00	0.00%	132.64	470.87	100.00%	132.64	470.87	100.00%	0.00	0.00	0.00%			
OE.2	ESTRUCTURAS																			
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS																			
OE.2.1.2	EXCAVACIONES																			
OE.2.1.2.1	EXCAVACIONES SIMPLES	m3	182.03	S/ 16.22	S/ 2,952.53	0.00	0.00	0.00%	163.83	2,657.32	90.00%	163.83	2,657.32	90.00%	18.20	295.21	10.00%			
OE.2.1.2.1	EXCAVACION P/CALZADURAS MATERIAL SUELTO H<1.00M	m3	21.85	S/ 12.71	S/ 277.71	0.00	0.00	0.00%	20.24	257.25	92.63%	20.24	257.25	92.63%	1.61	20.46	7.37%			
OE.2.1.2.2	EXCAVACIONES MASIVAS - CORTE DE TERRENO	m3	473.94	S/ 6.86	S/ 3,251.23	0.00	0.00	0.00%	458.11	3,142.63	96.66%	458.11	3,142.63	96.66%	15.83	108.60	3.34%			
OE.2.1.2.2	EXCAVACIONES MASIVAS - ELIMINACION CON TRANSPORTE	m3	575.84	S/ 6.86	S/ 3,950.26	0.00	0.00	0.00%	556.61	3,818.34	96.66%	556.61	3,818.34	96.66%	19.23	131.92	3.34%			
OE.2.1.4	RELLENOS																			
OE.2.1.4.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	80.13	S/ 15.82	S/ 1,267.66	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	80.13	1,267.66	100.00%			
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																			
OE.2.2.3	SOLADO PARA ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION MEZCLA 1:12 CEMENTO	m2	91.92	S/ 22.10	S/ 2,031.43	0.00	0.00	0.00%	50.56	1,117.38	55.00%	50.56	1,117.38	55.00%	41.36	914.05	45.00%			
OE.2.2.5	ESTRUCTURAS DE SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES																			
OE.2.2.5.1	CONCRETO Fc=100kg/cm2 +30% PM + ADITIVO	m3	21.85	S/ 154.49	S/ 3,375.61	0.00	0.00	0.00%	20.21	3,122.24	92.50%	20.21	3,122.24	92.50%	1.64	253.37	7.50%			
OE.2.2.5.2	ENCOFRADO DE CALZADURAS	m2	18.40	S/ 35.00	S/ 644.00	0.00	0.00	0.00%	17.02	595.70	92.50%	17.02	595.70	92.50%	1.38	48.30	7.50%			
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																			
OE.2.3.2	VIGA DE CIMENTACION (ZAPATA)																			
OE.2.3.2.1	CONCRETO Fc=280 kg/cm2	m3	45.03	S/ 364.42	S/ 16,409.83	0.00	0.00	0.00%	21.16	7,711.13	46.99%	21.16	7,711.13	46.99%	23.87	8,698.70	53.01%			
OE.2.3.2.2	ENCOFRADO DE CIMENTACION	m3	31.68	S/ 32.62	S/ 1,033.40	0.00	0.00	0.00%	16.26	530.40	51.31%	16.26	530.40	51.31%	15.42	503.00	48.69%			
OE.2.3.2.3	ACERO fy= 4200 kg/cm2	kg	1,337.01	S/ 3.89	S/ 5,200.97	0.00	0.00	0.00%	596.97	2,322.21	44.65%	596.97	2,322.21	44.65%	740.04	2,878.76	55.35%			
OE.2.3.3	VIGAS DE CIMENTACION (VIGAS DE CONEXIÓN)																			
OE.2.3.3.1	CONCRETO F' C=280 KG/CM EN VIGAS DE CIMENTACION	m3	15.42	S/ 355.01	S/ 5,474.25	0.00	0.00	0.00%	6.38	2,264.96	41.37%	6.38	2,264.96	41.37%	9.04	3,209.29	58.63%			
OE.2.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS DE CIMENTACION	m2	77.71	S/ 30.56	S/ 2,374.82	0.00	0.00	0.00%	27.77	848.65	35.73%	27.77	848.65	35.73%	49.94	1,526.17	64.27%			
OE.2.3.3.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 VIGA DE CIMENTACION	kg	1,816.77	S/ 3.89	S/ 7,067.24	0.00	0.00	0.00%	1,088.06	4,232.55	59.89%	1,088.06	4,232.55	59.89%	728.71	2,834.69	40.11%			
OE.2.3.6	MUROS REFORZADOS																			
OE.2.3.6.2	MUROS DE CONCRETO ARMADO																			
OE.2.3.6.2.1	CONCRETO F' C=280 KG/CM EN VIGAS DE CIMENTACION (Parte Zapata)	m3	29.73	S/ 373.76	S/ 11,111.88	0.00	0.00	0.00%	12.66	4,731.80	42.57%	12.66	4,731.80	42.57%	17.07	6,380.08	57.43%			
OE.2.3.6.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS DE CONCRETO ARMADO	m2	134.07	S/ 31.83	S/ 4,267.45	0.00	0.00	0.00%	44.66	1,421.53	33.31%	44.66	1,421.53	33.31%	89.41	2,845.92	66.69%			
OE.2.3.6.2.3	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	2,744.32	S/ 3.89	S/ 10,675.40	0.00	0.00	0.00%	1,365.57	5,312.07	49.76%	1,365.57	5,312.07	49.76%	1,378.75	5,363.33	50.24%			



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



VALORIZACION DE OBRA N° 01 - AGOSTO 2020

OBRA

"VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"

FÓRMULA
UBICACIÓN
CONTRATISTA
SUPERVISOR
PERIODO

001 INFRAESTRUCTURA
Fracción 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versailles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
INKOFRA S.A.C.
ING. ALVARO IVAN NINA QUISPE
Ago-20



PART.	DESCRIPCIÓN	Und.	PRESUPUESTO				ACUMULADO ANTERIOR			AVANCES MES ACTUAL			ACUMULADO ACTUAL			SALDO DE OBRA		
			Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.		METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%
OE.2.3.7	PLACAS DE CONCRETO																	
OE.2.3.7.1	CONCRETO Fc=280 kg/cm2 EN PLACAS SEMISÓTANO	m3	1,816.77	S/ 3.89	S/ 7,067.24	0.00	0.00	0.00%	783.03	3,045.99	43.10%	783.03	3,045.99	43.10%	1,033.74	4,021.25	56.90%	
OE.2.3.7.1	CONCRETO Fc=210 kg/cm2 EN PLACAS HASTA TECHO	m3	15.42	S/ 355.01	S/ 5,474.25	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	15.42	5,474.25	100.00%	
OE.2.3.7.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	92.18	S/ 322.88	S/ 29,763.08	0.00	0.00	0.00%	4.20	1,356.10	4.56%	4.20	1,356.10	4.56%	87.98	28,406.98	95.44%	
OE.2.3.7.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2 EN PLACAS	kg	77.71	S/ 30.56	S/ 2,374.82	0.00	0.00	0.00%	8.45	258.23	10.87%	8.45	258.23	10.87%	69.26	2,116.59	89.13%	
OE.2.3.8	VIGAS																	
OE.2.3.8.1	CONCRETO F C=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	19.01	S/ 373.76	S/ 7,105.18	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	19.01	7,105.18	100.00%	
OE.2.3.8.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	764.45	S/ 31.20	S/ 23,850.84	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	764.45	23,850.84	100.00%	
OE.2.3.8.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2	kg	16,340.01	S/ 3.89	S/ 63,562.64	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	16,340.01	63,562.64	100.00%	
OE.2.3.9	LOSAS																	
OE.2.3.9.2	LOSAS MACIZA-ALIGERADA																	
OE.2.3.9.2.1	CONCRETO EN LOSAS	m3	15,227.17	S/ 323.10	S/ 4,919,898.63	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	15,227.17	4,919,898.63	100.00%	
OE.2.3.9.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	71.47	S/ 322.52	S/ 23,050.50	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	71.47	23,050.50	100.00%	
OE.2.3.9.2.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 LOSA	kg	658.58	S/ 31.20	S/ 20,547.70	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	658.58	20,547.70	100.00%	
OE.2.3.9.2.4	BLOQUETA DE TECHO 30X20X15CM	und	7.47	S/ 322.52	S/ 2,409.22	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	7.47	2,409.22	100.00%	
OE.2.3.10	ESCALERAS																	
OE.2.3.10.1	CONCRETO EN ESCALERAS	m3	4,408.13	S/ 3.89	S/ 17,147.63	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	4,408.13	17,147.63	100.00%	
OE.2.3.10.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	5,346.00	S/ 1.43	S/ 7,644.78	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	5,346.00	7,644.78	100.00%	
OE.2.3.10.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 ESCALERA	kg	710.98	S/ 28.06	S/ 19,950.10	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	710.98	19,950.10	100.00%	
OE.2.3.12	TANQUE CISTERNA AGUA PARA CONSUMO HUMANO																	
OE.2.3.12.1	CONCRETO F C=280 KG/CM2 LOSA	m3	29.73	S/ 373.76	S/ 11,111.88	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	29.73	11,111.88	100.00%	
OE.2.3.12.1	CONCRETO F C=280 KG/CM2 MURO	m3	2,744.32	S/ 3.89	S/ 10,675.40	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%				
OE.2.3.12.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA	m2	5.94	S/ 337.70	S/ 2,005.94	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	5.94	2,005.94	100.00%	
OE.2.3.12.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO	m2	6.40	S/ 351.04	S/ 2,246.66	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%				
OE.2.3.12.3	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	134.07	S/ 31.83	S/ 4,267.45	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	134.07	4,267.45	100.00%	
	COSTO DIRECTO				5,262,252.96	0.00			49,479.83	49,479.83			49,479.83		5,199,851.07			
	GASTOS GENERALES (7%)			7.00%	368,357.71				3,463.59				3,463.59		363,989.57			
	I.G.V.			18.00%	947,205.53				8,906.37				8,906.37		935,973.19			
	PRESUPUESTO DE OBRA Y VALORIZACIONES				6,209,458.49	0.00			58,386.20				64,323.78		6,759,806.38			
	PORCENTAJE DE AVANCE (%)						0.00		0.94				1.04		98.96			



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



VALORIZACION DE OBRA N° 02 - SEPTIEMBRE 2020

OBRA

“VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31”

FÓRMULA
UBICACIÓN
CONTRATISTA
SUPERVISOR
PERIODO

001 INFRAESTRUCTURA
Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versailles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
INKOFRA S.A.C.
ING. ALVARO IVAN NINA QUISPE
Set-20



PART.	DESCRIPCIÓN	Und.	PRESUPUESTO				AVANCES									SALDO DE OBRA		
			Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.	ACUMULADO ANTERIOR	MES ACTUAL			ACUMULADO ACTUAL			METRADO	MONTO	%			
							METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%						
FORMULA 01: INFRAESTRUCTURA																		
OE.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD																	
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																	
OE.1.1.3.1	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	136.00	S/ 1.93	S/ 262.48	136.00	262.48	100.00%	0.00	0.00	0.00%	136.00	262.48	100.00%	0.00	0.00	0.00%	
OE.1.1.9	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO																	
OE.1.1.9.1	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	132.64	S/ 3.55	S/ 470.87	132.64	470.87	100.00%	0.00	0.00	0.00%	132.64	470.87	100.00%	0.00	0.00	0.00%	
OE.2	ESTRUCTURAS																	
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS																	
OE.2.1.2	EXCAVACIONES																	
OE.2.1.2.1	EXCAVACIONES SIMPLES	m3	182.03	S/ 16.22	S/ 2,952.53	163.83	2,657.32	90.00%	18.20	295.20	10.00%	182.03	2,952.52	100.00%	0.00	0.01	0.00%	
OE.2.1.2.1	EXCAVACION P/CAZADURAS MATERIAL SUELTO H<1.00M	m3	21.85	S/ 12.71	S/ 277.71	20.24	257.25	92.63%	3.22	40.93	14.74%	23.46	298.18	107.37%	-1.61	-20.47	-7.37%	
OE.2.1.2.2	EXCAVACIONES MASIVAS - CORTIJE DE TERRENO	m3	473.94	S/ 6.86	S/ 3,251.23	458.11	3,142.63	96.66%	0.00	0.00	0.00%	458.11	3,142.63	96.66%	15.83	108.60	3.34%	
OE.2.1.2.2	EXCAVACIONES MASIVAS - ELIMINACION CON TRANSPORTE	m3	575.84	S/ 6.86	S/ 3,950.26	556.61	3,818.34	96.66%	0.00	0.00	0.00%	556.61	3,818.34	96.66%	19.23	131.92	3.34%	
OE.2.1.4	RELLENOS																	
OE.2.1.4.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	80.13	S/ 15.82	S/ 1,267.66	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	80.13	1,267.66	100.00%	
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																	
OE.2.2.3	SOLADO PARA ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION* MEZCLA 1:12 CEMENT	m2	91.92	S/ 22.10	S/ 2,031.43	50.56	1,117.38	55.00%	41.40	914.94	45.04%	91.96	2,032.32	100.04%	-0.04	-0.89	-0.04%	
OE.2.2.5	ESTRUCTURAS DE SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES																	
OE.2.2.5.1	CONCRETO Fc=100kg/cm2 +30% PM + ADITIVO	m3	21.85	S/ 154.49	S/ 3,375.61	20.21	3,122.24	92.50%	3.28	506.73	15.00%	23.49	3,628.97	107.50%	-1.64	-253.36	-7.50%	
OE.2.2.5.2	ENCOFRADO DE CALZADURAS	m2	18.40	S/ 35.00	S/ 644.00	17.02	595.70	92.50%	2.71	94.85	14.74%	19.73	690.55	107.24%	-1.33	-46.55	-7.24%	
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																	
OE.2.3.2	VIGA DE CIMENTACION (ZAPATA)																	
OE.2.3.2.1	CONCRETO Fc=280 kg/cm2	m3	45.03	S/ 364.42	S/ 16,409.83	21.16	7,711.13	46.99%	23.87	8,698.71	53.01%	45.03	16,409.84	100.00%	0.00	-0.01	0.00%	
OE.2.3.2.2	ENCOFRADO DE CIMENTACION	m3	31.68	S/ 32.62	S/ 1,033.40	16.26	530.40	51.31%	16.39	534.64	51.74%	32.65	1,065.04	103.05%	-0.97	-31.64	-3.05%	
OE.2.3.2.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2	kg	1,337.01	S/ 3.89	S/ 5,200.97	596.97	2,322.21	44.65%	713.96	2,777.30	53.40%	1,310.93	5,099.51	98.05%	26.08	101.46	1.95%	
OE.2.3.3	VIGAS DE CIMENTACION (VIGAS DE CONEXIÓN)																	
OE.2.3.3.1	CONCRETO Fc=280 KG/CM EN VIGAS DE CIMENTACION	m3	15.42	S/ 355.01	S/ 5,474.25	6.38	2,264.96	41.37%	9.05	3,212.84	58.69%	15.43	5,477.80	100.06%	-0.01	-3.55	-0.06%	
OE.2.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS DE CIMENTACION	m2	77.71	S/ 30.56	S/ 2,374.82	27.77	848.65	35.73%	48.85	1,492.86	62.86%	76.62	2,341.51	98.59%	1.09	33.31	1.41%	
OE.2.3.3.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 VIGA DE CIMENTACION	kg	1,816.77	S/ 3.89	S/ 7,067.24	1,088.06	4,232.55	59.89%	762.14	2,964.72	41.95%	1,850.20	7,197.27	101.84%	-33.43	-130.03	-1.84%	
OE.2.3.6	MUROS REFORZADOS																	
OE.2.3.6.2	MUROS DE CONCRETO ARMADO																	
OE.2.3.6.2.1	CONCRETO Fc=280 KG/CM EN VIGAS DE CIMENTACION (Parte Zapata)	m3	29.73	S/ 373.76	S/ 11,111.88	12.66	4,731.80	42.57%	17.06	6,376.35	57.39%	29.72	11,108.15	99.96%	0.01	3.73	0.04%	
OE.2.3.6.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS DE CONCRETO ARMADO	m2	134.07	S/ 31.83	S/ 4,267.45	44.66	1,421.53	33.31%	88.29	2,810.27	65.85%	132.95	4,231.80	99.16%	1.12	35.65	0.84%	
OE.2.3.6.2.3	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	2,744.32	S/ 3.89	S/ 10,675.40	1,365.57	5,312.07	49.76%	1,407.84	5,476.50	51.30%	2,773.41	10,788.57	101.06%	-29.09	-113.17	-1.06%	
OE.2.3.7	PLACAS DE CONCRETO																	
OE.2.3.7.1	CONCRETO Fc=280 kg/cm2 EN PLACAS SEMISÓTANO	m3	19.01	S/ 373.76	S/ 7,105.18	8.19	3,061.09	43.10%	10.82	4,044.08	56.91%	19.01	7,105.17	100.01%	0.00	0.01	-0.01%	



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



VALORIZACION DE OBRA N° 02 - SEPTIEMBRE 2020

OBRA

"VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"

FÓRMULA
UBICACIÓN
CONTRATISTA
SUPERVISOR
PERIODO

001 INFRAESTRUCTURA
Fracción 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versailles del Carmen o Pitupucy, Distrito San Jeronimo
INKOFRA S.A.C.
ING. ALVARO IVAN NINA QUISPE
Set-20



PART.	DESCRIPCIÓN	Und.	PRESUPUESTO				ACUMULADO ANTERIOR			AVANCES			ACUMULADO ACTUAL			SALDO DE OBRA		
			Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.	Metrado	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	
																		MES ACTUAL
OE.2.3.7.1	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 EN PLACAS HASTA TECHO	m3	92.18	S/ 322.88	S/ 29,763.08	0.00	0.00	0.00%	5.51	1,779.07	5.98%	5.51	1,779.07	5.98%	86.67	27,984.01	94.02%	
OE.2.3.7.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	764.45	S/ 31.20	S/ 23,850.84	34.86	1,087.63	4.56%	112.68	3,515.62	14.74%	147.54	4,603.25	19.30%	616.91	19,247.59	80.70%	
OE.2.3.7.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2 EN PLACAS	kg	16,340.01	S/ 3.89	S/ 63,562.64	1,776.16	6,909.26	10.87%	3,602.97	14,015.55	22.05%	5,379.13	20,924.81	32.92%	10,960.88	42,637.83	67.08%	
OE.2.3.8	VIGAS																	
OE.2.3.8.1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	92.21	S/ 323.10	S/ 29,793.05	0.00	0.00	0.00%	7.86	2,539.57	8.52%	7.86	2,539.57	8.52%	84.35	27,253.48	91.48%	
OE.2.3.8.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	658.58	S/ 31.20	S/ 20,547.70	0.00	0.00	0.00%	36.42	1,136.30	5.53%	36.42	1,136.30	5.53%	622.16	19,411.40	94.47%	
OE.2.3.8.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2	kg	15,134.96	S/ 3.89	S/ 58,874.99	0.00	0.00	0.00%	1,206.26	4,692.35	7.97%	1,206.26	4,692.35	7.97%	13,928.70	54,182.64	92.03%	
OE.2.3.9	LOSAS																	
OE.2.3.9.2	LOSAS MACIZA-ALIGERADA																	
OE.2.3.9.2.1	CONCRETO EN LOSAS	m3	78.94	S/ 322.52	S/ 25,459.73	0.00	0.00	0.00%	16.19	5,221.60	20.51%	16.19	5,221.60	20.51%	62.75	20,238.13	79.49%	
OE.2.3.9.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	710.98	S/ 28.06	S/ 19,950.10	0.00	0.00	0.00%	52.97	1,486.34	7.45%	52.97	1,486.34	7.45%	658.01	18,463.76	92.55%	
OE.2.3.9.2.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 LOSA	kg	4,408.13	S/ 3.89	S/ 17,147.63	0.00	0.00	0.00%	1,285.41	5,000.24	29.16%	1,285.41	5,000.24	29.16%	3,122.72	12,147.39	70.84%	
OE.2.3.9.2.4	BLOQUETA DE TECHO 30X20X15CM	und	5,346.00	S/ 1.43	S/ 7,644.78	0.00	0.00	0.00%	243.78	348.61	4.56%	243.78	348.61	4.56%	5,102.22	7,296.17	95.44%	
OE.2.3.10	ESCALERAS																	
OE.2.3.10.1	CONCRETO EN ESCALERAS	m3	10.19	S/ 322.52	S/ 3,286.48	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	10.19	3,286.48	100.00%	
OE.2.3.10.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	111.03	S/ 30.58	S/ 3,395.30	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	111.03	3,395.30	100.00%	
OE.2.3.10.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 ESCALERA	kg	1,009.64	S/ 3.89	S/ 3,927.50	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	1,009.64	3,927.50	100.00%	
OE.2.3.12	TANQUE CISTERNA AGUA PARA CONSUMO HUMANO																	
OE.2.3.12.1	CONCRETO F' C=280 KG/CM2 LOSA	m3	5.94	S/ 337.70	S/ 2,005.94	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	5.94	2,005.94	100.00%	
OE.2.3.12.1	CONCRETO F' C=280 KG/CM2 MURO	m3	6.40	S/ 351.04	S/ 2,246.66	0.00	0.00	0.00%	5.14	1,804.35	80.35%	5.14	1,804.35	80.35%	1.26	442.31	19.65%	
OE.2.3.12.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA	m2	15.35	S/ 30.40	S/ 466.64	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	15.35	466.64	100.00%	
OE.2.3.12.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO	m2	35.68	S/ 31.58	S/ 1,126.77	0.00	0.00	0.00%	24.68	779.39	69.18%	24.68	779.39	69.18%	11.00	347.38	30.82%	
OE.2.3.12.3	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	1,357.77	S/ 3.89	S/ 5,281.73	0.00	0.00	0.00%	1,089.34	4,237.53	80.23%	1,089.34	4,237.53	80.23%	268.43	1,044.20	19.77%	
	COSTO DIRECTO				407,535.76		55,877.49			86,797.44			142,674.93			264,860.83		
	I.G.V.			18.00%	73,356.44		10,057.95			15,623.54			25,681.49			47,674.95		
	PRESUPUESTO DE OBRA Y VALORIZACIONES				480,892.20		65,935.44			102,420.98			168,356.42			312,535.78		
	PORCENTAJE DE AVANCE (%)						13.71			21.30			35.01			64.98		



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



VALORIZACION DE OBRA N° 03 - OCTUBRE 2020

OBRA

“VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31”

FÓRMULA
UBICACIÓN
CONTRATISTA
SUPERVISOR
PERIODO

001 INFRAESTRUCTURA
Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versailles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
INKOFRA S.A.C.
Ing Alvaro Ivan Nina Quispe
Oct-20



PART.	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO				AVANCES									SALDO DE OBRA			
		Und.	Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.	ACUMULADO ANTERIOR			MES ACTUAL			ACUMULADO ACTUAL			METRADO	MONTO	%	
						METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%				
FORMULA 01: INFRAESTRUCTURA																		
OE.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD																	
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																	
OE.1.1.3.1	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	136.00	S/ 1.93	S/ 262.48	136.00	262.48	100.00%	0.00	0.00	0.00%	136.00	262.48	100.00%	0.00	0.00	0.00%	
OE.1.1.9	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO																	
OE.1.1.9.1	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	132.64	S/ 3.55	S/ 470.87	132.64	470.87	100.00%	0.00	0.00	0.00%	132.64	470.87	100.00%	0.00	0.00	0.00%	
OE.2	ESTRUCTURAS																	
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS																	
OE.2.1.2	EXCAVACIONES																	
OE.2.1.2.1	EXCAVACIONES SIMPLES	m3	182.03	S/ 16.22	S/ 2,952.53	182.03	2,952.52	100.00%	0.00	0.00	0.00%	182.03	2,952.52	100.00%	0.00	0.01	0.00%	
OE.2.1.2.1	EXCAVACION P/CALZADURAS MATERIAL SUELTO H<1.00M	m3	21.85	S/ 12.71	S/ 277.71	23.46	298.18	107.37%	0.00	0.00	0.00%	23.46	298.18	107.37%	-1.61	-20.47	-7.37%	
OE.2.1.2.2	EXCAVACIONES MASIVAS - CORTE DE TERRENO	m3	473.94	S/ 6.86	S/ 3,251.23	458.11	3,142.63	96.66%	0.00	0.00	0.00%	458.11	3,142.63	96.66%	15.83	108.60	3.34%	
OE.2.1.2.2	EXCAVACIONES MASIVAS - ELIMINACION CON TRANSPORTE	m3	575.84	S/ 6.86	S/ 3,950.26	556.61	3,818.34	96.66%	0.00	0.00	0.00%	556.61	3,818.34	96.66%	19.23	131.92	3.34%	
OE.2.1.4	RELLENOS																	
OE.2.1.4.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	80.13	S/ 15.82	S/ 1,267.66	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	80.13	1,267.66	100.00%	
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																	
OE.2.2.3	SOLADO PARA ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION* MEZCLA 1:12 CEMENT	m2	91.92	S/ 22.10	S/ 2,031.43	91.96	2,032.32	100.04%	0.00	0.00	0.00%	91.96	2,032.32	100.04%	-0.04	-0.89	-0.04%	
OE.2.2.5	ESTRUCTURAS DE SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES																	
OE.2.2.5.1	CONCRETO Fc=100kg/cm2 +30% PM + ADITIVO	m3	21.85	S/ 154.49	S/ 3,375.61	23.49	3,628.97	107.50%	0.00	0.00	0.00%	23.49	3,628.97	107.50%	-1.64	-253.36	-7.50%	
OE.2.2.5.2	ENCOFRADO DE CALZADURAS	m2	18.40	S/ 35.00	S/ 644.00	19.73	690.55	107.24%	0.00	0.00	0.00%	19.73	690.55	107.24%	-1.33	-46.55	-7.24%	
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																	
OE.2.3.2	VIGA DE CIMENTACION (ZAPATA)																	
OE.2.3.2.1	CONCRETO Fc=280 kg/cm2	m3	45.03	S/ 364.42	S/ 16,409.83	45.03	16,409.84	100.00%	0.00	0.00	0.00%	45.03	16,409.84	100.00%	0.00	-0.01	0.00%	
OE.2.3.2.2	ENCOFRADO DE CIMENTACION	m3	31.68	S/ 32.62	S/ 1,033.40	32.65	1,065.04	103.05%	0.00	0.00	0.00%	32.65	1,065.04	103.05%	-0.97	-31.64	-3.05%	
OE.2.3.2.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2	kg	1,337.01	S/ 3.89	S/ 5,200.97	1,310.93	5,099.51	98.05%	0.00	0.00	0.00%	1,310.93	5,099.51	98.05%	26.08	101.46	1.95%	
OE.2.3.3	VIGAS DE CIMENTACION (VIGAS DE CONEXIÓN)																	
OE.2.3.3.1	CONCRETO F'C=280 KG/CM EN VIGAS DE CIMENTACION	m3	15.42	S/ 355.01	S/ 5,474.25	15.43	5,477.80	100.06%	0.00	0.00	0.00%	15.43	5,477.80	100.06%	-0.01	-3.55	-0.06%	
OE.2.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS DE CIMENTACION	m2	77.71	S/ 30.56	S/ 2,374.82	76.62	2,341.51	98.59%	0.00	0.00	0.00%	76.62	2,341.51	98.59%	1.09	33.31	1.41%	
OE.2.3.3.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 VIGA DE CIMENTACION	kg	1,816.77	S/ 3.89	S/ 7,067.24	1,850.20	7,197.27	101.84%	0.00	0.00	0.00%	1,850.20	7,197.27	101.84%	-33.43	-130.03	-1.84%	



"GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020"



VALORIZACION DE OBRA N° 03 - OCTUBRE 2020

OBRA

"VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"

FÓRMULA
UBICACIÓN
CONTRATISTA
SUPERVISOR
PERIODO

001 INFRAESTRUCTURA
Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versailles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
INKOFRA S.A.C.
Ing Alvaro Ivan Nina Quispe
Oct-20



PART.	DESCRIPCIÓN	Und.	PRESUPUESTO				ACUMULADO ANTERIOR			AVANCES MES ACTUAL			ACUMULADO ACTUAL			SALDO DE OBRA		
			Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.	Metrado	MONTO	%	Metrado	MONTO	%	Metrado	MONTO	%	Metrado	MONTO	%	
OE.2.3.6	MUROS REFORZADOS																	
OE.2.3.6.2	MUROS DE CONCRETO ARMADO																	
OE.2.3.6.2.1	CONCRETO F C=280 KG/CM EN VIGAS DE CIMENTACION (Parte Zapata)	m3	29.73	S/ 373.76	S/ 11,111.88	29.72	11,108.15	99.96%	0.00	0.00	0.00%	29.72	11,108.15	99.96%	0.01	3.73	0.04%	
OE.2.3.6.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS DE CONCRETO ARMADO	m2	134.07	S/ 31.83	S/ 4,267.45	132.95	4,231.80	99.16%	0.00	0.00	0.00%	132.95	4,231.80	99.16%	1.12	35.65	0.84%	
OE.2.3.6.2.3	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	2,744.32	S/ 3.89	S/ 10,675.40	2,773.41	10,788.57	101.06%	0.00	0.00	0.00%	2,773.41	10,788.57	101.06%	-29.09	-113.17	-1.06%	
OE.2.3.7	PLACAS DE CONCRETO																	
OE.2.3.7.1	CONCRETO fc=280 kg/cm2 EN PLACAS SEMISÓTANO	m3	19.01	S/ 373.76	S/ 7,105.18	19.01	7,105.17	100.01%	0.00	0.00	0.00%	19.01	7,105.17	100.01%	0.00	0.01	-0.01%	
OE.2.3.7.1	CONCRETO fc=210 kg/cm2 EN PLACAS HASTA TECHO	m3	92.18	S/ 322.88	S/ 29,763.08	5.51	1,779.07	5.98%	53.09	17,141.70	57.59%	58.60	18,920.77	63.57%	33.58	10,842.31	36.43%	
OE.2.3.7.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS	m2	764.45	S/ 31.20	S/ 23,850.84	147.54	4,603.25	19.30%	395.45	12,338.04	51.73%	542.99	16,941.29	71.03%	221.46	6,909.55	28.97%	
OE.2.3.7.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2 EN PLACAS	kg	16,340.01	S/ 3.89	S/ 63,562.64	5,379.13	20,924.81	32.92%	7,609.54	29,601.11	46.57%	12,988.67	50,525.92	79.49%	3,351.34	13,036.72	20.51%	
OE.2.3.8	VIGAS																	
OE.2.3.8.1	CONCRETO F C=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	92.21	S/ 323.10	S/ 29,793.05	7.86	2,539.57	8.52%	44.50	14,377.95	48.26%	52.36	16,917.52	56.78%	39.85	12,875.53	43.22%	
OE.2.3.8.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	658.58	S/ 31.20	S/ 20,547.70	36.42	1,136.30	5.53%	329.09	10,267.61	49.97%	365.51	11,403.91	55.50%	293.07	9,143.79	44.50%	
OE.2.3.8.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2	kg	15,134.96	S/ 3.89	S/ 58,874.99	1,206.26	4,692.35	7.97%	7,509.97	29,213.78	49.62%	8,716.23	33,906.13	57.59%	6,418.73	24,968.86	42.41%	
OE.2.3.9	LOSAS																	
OE.2.3.9.2	LOSAS MACIZA-ALIGERADA																	
OE.2.3.9.2.1	CONCRETO EN LOSAS	m3	78.94	S/ 322.52	S/ 25,459.73	16.19	5,221.60	20.51%	35.84	11,559.12	45.40%	52.03	16,780.72	65.91%	26.91	8,679.01	34.09%	
OE.2.3.9.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	m2	710.98	S/ 28.06	S/ 19,950.10	52.95	1,485.78	7.86%	340.63	9,558.08	47.91%	393.58	11,043.86	55.77%	317.40	8,906.24	44.23%	
OE.2.3.9.2.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 LOSA	kg	4,408.13	S/ 3.89	S/ 17,147.63	1,285.41	5,000.24	29.16%	1,788.38	6,956.80	40.57%	3,073.79	11,957.04	69.73%	1,334.34	5,190.59	30.27%	
OE.2.3.9.2.4	BLOQUETA DE TECHO 30X20X15CM	und	5,346.00	S/ 1.43	S/ 7,644.78	243.78	348.61	4.56%	2,911.97	4,164.12	54.47%	3,155.75	4,512.73	59.03%	2,190.25	3,132.05	40.97%	
OE.2.3.10	ESCALERAS																	
OE.2.3.10.1	CONCRETO EN ESCALERAS	m3	10.19	S/ 322.52	S/ 3,286.48	0.00	0.00	0.00%	5.84	1,883.52	57.31%	5.84	1,883.52	57.31%	4.35	1,402.96	42.69%	
OE.2.3.10.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS	m2	111.03	S/ 30.58	S/ 3,395.30	0.00	0.00	0.00%	60.96	1,864.16	54.90%	60.96	1,864.16	54.90%	50.07	1,531.14	45.10%	
OE.2.3.10.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 ESCALERA	kg	1,009.64	S/ 3.89	S/ 3,927.50	0.00	0.00	0.00%	608.11	2,365.55	60.23%	608.11	2,365.55	60.23%	401.53	1,561.95	39.77%	
OE.2.3.12	TANQUE CISTERNA AGUA PARA CONSUMO HUMANO																	
OE.2.3.12.1	CONCRETO F C=280 KG/CM2 LOSA	m3	5.94	S/ 337.70	S/ 2,005.94	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	5.94	2,005.94	100.00%	
OE.2.3.12.1	CONCRETO F C=280 KG/CM2 MURO	m3	6.40	S/ 351.04	S/ 2,246.66	5.14	1,804.35	80.35%	0.00	0.00	0.00%	5.14	1,804.35	80.35%	1.26	442.31	19.65%	
OE.2.3.12.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA	m2	15.35	S/ 30.40	S/ 466.64	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%	15.35	466.64	100.00%	
OE.2.3.12.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO	m2	35.68	S/ 31.58	S/ 1,126.77	24.68	779.39	69.18%	0.00	0.00	0.00%	24.68	779.39	69.18%	11.00	347.38	30.82%	
OE.2.3.12.3	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	1,357.77	S/ 3.89	S/ 5,281.73	1,089.34	4,237.53	80.23%	0.00	0.00	0.00%	1,089.34	4,237.53	80.23%	268.43	1,044.20	19.77%	
	COSTO DIRECTO				407,535.76		142,674.37			151,291.54		293,965.91		113,569.85				
	SUB TOTAL				407,535.76		142,674.37			151,291.54		293,965.91		113,569.85				
	I.G.V.			18.00%	73,356.44		25,681.39			27,232.48		52,913.86		20,442.57				
	PRESUPUESTO DE OBRA Y VALORIZACIONES				480,892.20		168,355.76			178,524.02		346,879.77		134,012.42				
	PORCENTAJE DE AVANCE (%)						35.01			37.12		72.13		27.87				



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



VALORIZACION DE OBRA N° 04 - NOVIEMBRE 2020

OBRA
FÓRMULA
UBICACIÓN
CONTRATISTA
SUPERVISOR
PERIODO

“VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31”
001 INFRAESTRUCTURA
Fracción 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versailles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
INKOFRA S.A.C.
ING. ALVARO IVAN NINA QUISPE
Nov-20



PART.	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO				ACUMULADO ANTERIOR			AVANCES			ACUMULADO ACTUAL			SALDO DE OBRA		
		Und.	Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%
FORMULA 01: INFRAESTRUCTURA																	
OE.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD																
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																
OE.1.1.3.1	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	136.00	S/ 1.93	S/ 262.48	136.00	262.48	100.00%	0.00	0.00	0.00%	136.00	262.48	100.00%	0.00	0.00	0.00%
OE.1.1.9	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO																
OE.1.1.9.1	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	132.64	S/ 3.55	S/ 470.87	132.64	470.87	100.00%	0.00	0.00	0.00%	132.64	470.87	100.00%	0.00	0.00	0.00%
OE.2	ESTRUCTURAS																
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS																
OE.2.1.2	EXCAVACIONES																
OE.2.1.2.1	EXCAVACIONES SIMPLES	m3	182.03	S/ 16.22	S/ 2,952.53	182.03	2,952.52	100.00%	0.00	0.00	0.00%	182.03	2,952.52	100.00%	0.00	0.01	0.00%
OE.2.1.2.1	EXCAVACION P/CALZADURAS MATERIAL SUELTO H<1.00M	m3	21.85	S/ 12.71	S/ 277.71	23.46	298.18	107.37%	0.00	0.00	0.00%	23.46	298.18	107.37%	-1.61	-20.47	-7.37%
OE.2.1.2.2	EXCAVACIONES MASIVAS - CORTE DE TERRENO	m3	473.94	S/ 6.86	S/ 3,251.23	458.11	3,142.63	96.66%	0.00	0.00	0.00%	458.11	3,142.63	96.66%	15.83	108.60	3.34%
OE.2.1.2.2	EXCAVACIONES MASIVAS - ELIMINACION CON TRANSPORTE	m3	575.84	S/ 6.86	S/ 3,950.26	556.61	3,818.34	96.66%	0.00	0.00	0.00%	556.61	3,818.34	96.66%	19.23	131.92	3.34%
OE.2.1.4	RELLENOS																
OE.2.1.4.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	80.13	S/ 15.82	S/ 1,267.66	0.00	0.00	0.00%	80.13	1,267.66	100.00%	80.13	1,267.66	100.00%	0.00	0.00	0.00%
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																
OE.2.2.3	SOLADO PARA ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION MEZCLA 1:12 CEMENT	m2	91.92	S/ 22.10	S/ 2,031.43	91.96	2,032.32	100.04%	0.00	0.00	0.00%	91.96	2,032.32	100.04%	-0.04	-0.89	-0.04%
OE.2.2.5	ESTRUCTURAS DE SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES																
OE.2.2.5.1	CONCRETO Fc=100kg/cm2 +30% PM + ADITIVO	m3	21.85	S/ 154.49	S/ 3,375.61	23.49	3,628.97	107.50%	0.00	0.00	0.00%	23.49	3,628.97	107.50%	-1.64	-253.36	-7.50%
OE.2.2.5.2	ENCOFRADO DE CALZADURAS	m2	18.40	S/ 35.00	S/ 644.00	19.73	690.55	107.24%	0.00	0.00	0.00%	19.73	690.55	107.24%	-1.33	-46.55	-7.24%
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																
OE.2.3.2	VIGA DE CIMENTACION (ZAPATA)																
OE.2.3.2.1	CONCRETO Fc=280 kg/cm2	m3	45.03	S/ 364.42	S/ 16,409.83	45.03	16,409.84	100.00%	0.00	0.00	0.00%	45.03	16,409.84	100.00%	0.00	-0.01	0.00%
OE.2.3.2.2	ENCOFRADO DE CIMENTACION	m3	31.68	S/ 32.62	S/ 1,033.40	32.65	1,065.04	103.05%	0.00	0.00	0.00%	32.65	1,065.04	103.05%	-0.97	-31.64	-3.05%
OE.2.3.2.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2	kg	1,337.01	S/ 3.89	S/ 5,200.97	1,310.93	5,099.51	98.05%	0.00	0.00	0.00%	1,310.93	5,099.51	98.05%	26.08	101.46	1.95%
OE.2.3.3	VIGAS DE CIMENTACION (VIGAS DE CONEXION)																
OE.2.3.3.1	CONCRETO F C=280 KG/CM EN VIGAS DE CIMENTACION	m3	15.42	S/ 355.01	S/ 5,474.25	15.43	5,477.80	100.06%	0.00	0.00	0.00%	15.43	5,477.80	100.06%	-0.01	-3.55	-0.06%
OE.2.3.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS DE CIMENTACION	m2	77.71	S/ 30.56	S/ 2,374.82	76.62	2,341.51	98.59%	0.00	0.00	0.00%	76.62	2,341.51	98.59%	1.09	33.31	1.41%
OE.2.3.3.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 VIGA DE CIMENTACION	kg	1,816.77	S/ 3.89	S/ 7,067.24	1,850.20	7,197.27	101.84%	0.00	0.00	0.00%	1,850.20	7,197.27	101.84%	-33.43	-130.03	-1.84%
OE.2.3.6	MUROS REFORZADOS																
OE.2.3.6.2	MUROS DE CONCRETO ARMADO																
OE.2.3.6.2.1	CONCRETO F C=280 KG/CM EN VIGAS DE CIMENTACION (Parte Zapata)	m3	29.73	S/ 373.76	S/ 11,111.88	29.72	11,108.15	99.96%	0.00	0.00	0.00%	29.72	11,108.15	99.96%	0.01	3.73	0.04%
OE.2.3.6.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS DE CONCRETO ARMADO	m2	134.07	S/ 31.83	S/ 4,267.45	132.95	4,231.80	99.16%	0.00	0.00	0.00%	132.95	4,231.80	99.16%	1.12	35.65	0.84%
OE.2.3.6.2.3	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	2,744.32	S/ 3.89	S/ 10,675.40	2,773.41	10,788.57	101.06%	0.00	0.00	0.00%	2,773.41	10,788.57	101.06%	-29.09	-113.17	-1.06%
OE.2.3.7	PLACAS DE CONCRETO																
OE.2.3.7.1	CONCRETO Fc=280 kg/cm2 EN PLACAS SEMISÓTANO	m3	19.01	S/ 373.76	S/ 7,105.17	19.01	7,105.17	100.01%	0.00	0.00	0.00%	19.01	7,105.17	100.01%	0.00	0.01	-0.01%
OE.2.3.7.1	CONCRETO Fc=210 kg/cm2 EN PLACAS HASTA TECHO	m3	92.18	S/ 322.88	S/ 29,763.08	58.60	18,920.77	63.57%	33.44	10,797.11	36.28%	92.04	29,717.88	99.85%	0.14	45.20	0.15%



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



VALORIZACION DE OBRA N° 04 - NOVIEMBRE 2020

OBRA

“VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31”

FÓRMULA
UBICACIÓN
CONTRATISTA
SUPERVISOR
PERIODO

001 INFRAESTRUCTURA
Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio Versalles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
INKOFRA S.A.C.
ING. ALVARO IVAN NINA QUISPE
Nov-20



PART.	DESCRIPCIÓN	Und.	PRESUPUESTO				ACUMULADO ANTERIOR			AVANCES MES ACTUAL			ACUMULADO ACTUAL			SALDO DE OBRA		
			Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%
OE.2.3.7.2	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN PLACAS	m2	764.45	S/ 31.20	23,850.84	542.99	16,941.29	71.03%	246.31	7,684.87	32.22%	789.30	24,626.16	103.25%	-24.85	-775.32	-3.25%	
OE.2.3.7.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2 EN PLACAS	kg	16,340.01	S/ 3.89	63,562.64	12,988.67	50,525.92	79.49%	3,911.80	15,216.90	23.94%	16,900.47	65,742.82	103.43%	-560.46	-2,180.18	-3.43%	
OE.2.3.8	VIGAS																	
OE.2.3.8.1	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 EN VIGAS	m3	92.21	S/ 323.10	29,793.05	52.36	16,917.52	56.78%	39.08	12,626.75	42.38%	91.44	29,544.27	99.16%	0.77	248.78	0.84%	
OE.2.3.8.2	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN VIGAS	m2	658.58	S/ 31.20	20,547.70	365.51	11,403.91	55.50%	275.42	8,593.10	41.82%	640.93	19,997.01	97.32%	17.65	550.69	2.68%	
OE.2.3.8.3	ACERO fy = 4200 kg/cm2	kg	15,134.96	S/ 3.89	58,874.99	8,716.23	33,906.13	57.59%	6,285.55	24,450.79	41.53%	15,001.78	58,356.92	99.12%	133.18	518.07	0.88%	
OE.2.3.9	LOSAS																	
OE.2.3.9.2	LOSAS MACIZA-ALIGERADA																	
OE.2.3.9.2.1	CONCRETO EN LOSAS	m3	78.94	S/ 322.52	25,459.73	52.03	16,780.72	65.91%	26.75	8,627.41	33.89%	78.78	25,408.13	99.80%	0.16	51.60	0.20%	
OE.2.3.9.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN LOSA ALIGERADA	m2	710.98	S/ 28.06	19,950.10	393.54	11,042.74	58.42%	259.22	7,273.71	36.46%	652.76	18,316.45	94.88%	58.22	1,633.65	5.12%	
OE.2.3.9.2.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 LOSA	kg	4,408.13	S/ 3.89	17,147.63	3,073.79	11,957.04	69.73%	1,294.67	5,036.27	29.37%	4,368.46	16,993.31	99.10%	39.67	154.32	0.90%	
OE.2.3.9.2.4	BLOQUETA DE TECHO 30X20X15CM	und	5,346.00	S/ 1.43	7,644.78	3,155.75	4,512.73	59.03%	2,190.26	3,132.07	40.97%	5,346.01	7,644.80	100.00%	-0.01	-0.02	0.00%	
OE.2.3.10	ESCALERAS																	
OE.2.3.10.1	CONCRETO EN ESCALERAS	m3	10.19	S/ 322.52	3,286.48	5.84	1,883.52	57.31%	4.38	1,412.64	42.98%	10.22	3,296.16	100.29%	-0.03	-9.68	-0.29%	
OE.2.3.10.2	ENCOFRADO Y DESENCOFADO EN ESCALERAS	m2	111.03	S/ 30.58	3,395.30	60.56	1,851.92	54.54%	44.96	1,374.88	40.49%	105.52	3,226.80	95.03%	5.51	168.50	4.97%	
OE.2.3.10.3	ACERO fy=4200 kg/cm2 ESCALERA	kg	1,009.64	S/ 3.89	3,927.50	608.11	2,365.55	60.23%	384.98	1,497.57	38.13%	993.09	3,863.12	98.36%	16.55	64.38	1.64%	
OE.2.3.12	TANQUE CISTERNA AGUA PARA CONSUMO HUMANO																	
OE.2.3.12.1	CONCRETO F' C=280 KG/CM2 LOSA	m3	5.94	S/ 337.70	2,005.94	0.00	0.00	0.00%	5.58	1,884.37	94.00%	5.58	1,884.37	94.00%	0.36	121.57	6.00%	
OE.2.3.12.1	CONCRETO F' C=280 KG/CM2 MURO	m3	6.40	S/ 351.04	2,246.66	5.14	1,804.35	80.35%	1.26	442.31	19.65%	6.40	2,246.66	100.00%	0.00	0.00	0.00%	
OE.2.3.12.2	ENCOFRADO Y DESENCOFADO LOSA	m2	15.35	S/ 30.40	466.64	0.00	0.00	0.00%	15.35	466.64	100.00%	15.35	466.64	100.00%	0.00	0.00	0.00%	
OE.2.3.12.2	ENCOFRADO Y DESENCOFADO MURO	m2	35.68	S/ 31.58	1,126.77	24.68	779.39	69.18%	11.00	347.38	30.82%	35.68	1,126.77	100.00%	0.00	0.00	0.00%	
OE.2.3.12.3	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	1,357.77	S/ 3.89	5,281.73	1,089.34	4,237.53	80.23%	312.15	1,214.26	22.99%	1,401.49	5,451.79	103.22%	-43.72	-170.06	-3.22%	
	COSTO DIRECTO				407,535.76		293,952.55			113,346.69			407,299.24			236.52		
	SUB TOTAL				407,535.76		293,952.55			113,346.69			407,299.24			236.52		
	I.G.V.			18.00%	73,356.44		52,911.46			20,402.40			73,313.86			42.57		
	PRESUPUESTO DE OBRA Y VALORIZACIONES				480,892.20		346,864.01			133,749.09			480,613.10			279.09		
	PORCENTAJE DE AVANCE (%)						72.13			27.81			99.94			0.06		



ANEXO N° 6: Registro de gastos de los meses de agosto, septiembre, octubre y
noviembre.



"GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020"



RENDICION DE GASTOS DE ESTRUCTURAS - AGOSTO

OBRA "VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"
 FÓRMULA 001 ESTRUCTURA
 UBICACIÓN Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio
 Versalles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
 CONTRATISTA INKOFRA S.A.C.



FECHA	DESCRIPCION	PROVEEDOR	MONTO	ACUMULAD
29/07/2020	PINTURA Y CLAVOS	FERRETERIA MARY	S/ 24.00	S/ 24.00
31/07/2020	ALAMBRE, CLAVO, TOMACORRIENTE Y CINTA	FERRETERIA MARY	S/ 57.00	S/ 81.00
4/08/2020	CORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	ASOCIACION DE TRANSPORTISTAS	S/ 5,070.00	S/ 5,151.00
1/08/2020	PIEDRA Y HORMIGON	KORY	S/ 605.00	S/ 5,756.00
2/08/2020	HORMIGON	KORY	S/ 550.00	S/ 6,306.00
4/08/2020	ACERO CORRUGADO	MAESTRO	S/ 35,409.95	S/ 41,715.95
5/08/2020	CEMENTO PORTLAND TIP	PROMART	S/ 337.50	S/ 42,053.45
6/08/2020	DADOS DE CONCRETO 7CM	Z ADITIVOS	S/ 160.00	S/ 42,213.45
7/08/2020	ALAMBRE N°16	QORI MUJU	S/ 380.00	S/ 42,593.45
7/08/2020	CEMENTO PORTLAND TIP	PROMART	S/ 337.50	S/ 42,930.95
7/08/2020	BROCA PARA MADERA	MAESTRO	S/ 12.90	S/ 42,943.85
11/08/2020	OCRE ROJO	FERRETERIA SEBASUR	S/ 11.00	S/ 42,954.85
13/08/2020	WINCHA METRICA	PROMART	S/ 43.40	S/ 42,998.25
14/08/2020	GASOHOL 90	SERVICENTRO SAN CRISTOBAL	S/ 10.00	S/ 43,008.25
14/08/2020	CONCRETO F'C 280=kg/cm2	SUPERMIX	S/ 7,955.03	S/ 50,963.28
17/08/2020	CONCRETO F'C 280=kg/cm2	SUPERMIX	S/ 4,440.01	S/ 55,403.29
22/08/2020	CONCRETO F'C 280=kg/cm2	SUPERMIX	S/ 3,330.01	S/ 58,733.30
24/08/2020	CONCRETO F'C 280=kg/cm2	SUPERMIX	S/ 4,255.02	S/ 62,988.32
27/08/2020	CEMENTO PORTLAND	PROMART	S/ 325.50	S/ 63,313.82
31/08/2020	ACERO CORRUGADO	MAESTRO	S/ 4,399.40	S/ 67,713.22
4/08/2020	CLAVOS, ALAMBRE NEGRO N°8	MAESTRO	S/ 1,529.17	S/ 69,242.39
27/08/2020	CORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	ASOCIACION DE TRANSPORTISTAS	S/ 5,265.00	S/ 74,507.39
30/08/2020	VALORIZACION N°1 - ACERO	RENE HANCCO QUISPE	S/ 4,562.98	S/ 79,070.37
16/08/2020	TAREO - 1ERA QUINCENA - AGOSTO	INKOFRA	S/ 3,685.00	S/ 82,755.37
16/08/2020	TAREO - 1ERA QUINCENA - AGOSTO - ENCOFRADO	INKOFRA	S/ 2,325.00	S/ 85,080.37
31/08/2020	TAREO - 2DA QUINCENA - AGOSTO	INKOFRA	S/ 3,517.50	S/ 88,597.87
31/08/2020	VALORIZACION N°0 - ENCOFRADO MADERA	INKOFRA	S/ 1,651.50	S/ 90,249.37
ACERO TOTAL			S/ 44,752.33	
CONCRETO TOTAL			S/ 27,518.07	
ENCOFRADO TOTAL			S/ 5,735.57	

Gerente de Proyectos - INKOFRA S.A.C.



**“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”**



RENDICION DE GASTOS DE ESTRUCTURAS - SEPTIEMBRE

OBRA "VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"
 FÓRMULA **001 ESTRUCTURA**
 UBICACIÓN Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio
 Versalles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
 CONTRATISTA INKOFRA S.A.C.



FECHA	DESCRIPCION	PROVEEDOR	MONTO	ACUMULADO
2/09/2020	CONCRETO F'C=280kg/cm2	SUPERMIX	S/ 4,255.02	S/ 4,255.02
3/09/2020	SIKADUR Y REMOVEDOR DE OXIDO	SOLUCIONES SIKA	S/ 98.00	S/ 4,353.02
4/09/2020	CONCRETO F'C=280kg/cm2	SUPERMIX	S/ 3,885.02	S/ 8,238.04
4/09/2020	ACERO CORRUGADO	QORI MUJU	S/ 430.00	S/ 8,668.04
7/09/2020	CONCRETO F'C=280kg/cm2	SUPERMIX	S/ 5,735.02	S/ 14,403.06
8/09/2020	PLANCHAS DE TECNOPOR	INDUSTECFER	S/ 605.00	S/ 15,008.06
8/09/2020	CONCRETO F'C=280kg/cm2	SUPERMIX	S/ 1,665.02	S/ 16,673.08
8/09/2020	GASOHOL 90	SUPER GRIFO 537	S/ 10.00	S/ 16,683.08
9/09/2020	CONCRETO F'C=280kg/cm2	SUPERMIX	S/ 5,365.02	S/ 22,048.10
9/09/2020	CEMENTO PORTLAND FRONTERA	QORI MUJU	S/ 432.00	S/ 22,480.10
9/09/2020	ACERO CORRUGADO	QORI MUJU	S/ 780.00	S/ 23,260.10
10/09/2020	ACERO CORRUGADO	MAESTRO	S/ 9,086.30	S/ 32,346.40
11/09/2020	CONCRETO F'C=280kg/cm2	SUPERMIX	S/ 3,145.02	S/ 35,491.42
11/09/2020	NIVEL, OCRE, HILO	DAYLUM	S/ 80.00	S/ 35,571.42
15/09/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 5,120.07	S/ 40,691.49
15/09/2020	SIKA IMPERMEABILIZANTE	SOLUCIONES SIKA	S/ 560.00	S/ 41,251.49
15/09/2020	CEMENTO PORTLAND YURA	PROMOTORA DEL ACERO	S/ 47.40	S/ 41,298.89
19/09/2020	ACERO CORRUGADO	MAESTRO	S/ 35,996.85	S/ 77,295.74
21/09/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 5,760.08	S/ 83,055.82
24/09/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 5,493.88	S/ 88,549.70
24/09/2020	DADOS DE CONCRETO 4CM	Z ADITIVOS	S/ 250.00	S/ 88,799.70
29/09/2020	LADRILLO DE TECHO 15X20X30	BLOQUETAS PRISMA	S/ 1,400.00	S/ 90,199.70
29/09/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 2,720.04	S/ 92,919.74
10/09/2020	ALAMBRE NEGRO 8 Y CLAVOS	MAESTRO	S/ 1,279.60	S/ 94,199.34
10/09/2020	ALAMBRE NEGRO 16	MAESTRO	S/ 760.00	S/ 94,959.34
19/09/2020	ALAMBRE NEGRO 16	MAESTRO	S/ 680.00	S/ 95,639.34
19/09/2020	ALAMBRE NEGRO 8 Y CLAVOS	MAESTRO	S/ 1,199.60	S/ 96,838.94
25/09/2020	LADRILLO DE TECHO 15X20X30	BLOQUETAS PRISMA	S/ 700.00	S/ 97,538.94
16/09/2020	VALORIZACION N°2 - ACERO	RENE HANCCO QUISPE	S/ 6,162.86	S/ 103,701.80
30/09/2020	VALORIZACION N°3 - ACERO	RENE HANCCO QUISPE	S/ 5,665.90	S/ 109,367.70
16/09/2020	VALORIZACION N°1 - ENCOFRADO	CONSTRUCTORA ACI	S/ 3,324.60	S/ 112,692.30
30/09/2020	VALORIZACION N°2 - ENCOFRADO	CONSTRUCTORA ACI	S/ 7,568.54	S/ 120,260.84
16/09/2020	TAREO - 1ERA QUINCENA - SEPTIEMBRE	INKOFRA	S/ 4,637.50	S/ 124,898.34
30/09/2020	TAREO - 2DA QUINCENA - SEPTIEMBRE	INKOFRA	S/ 4,319.84	S/ 129,218.18
30/09/2020	VALORIZACION N°1 Y 2 - ENCOFRADO - MATERIALES	INKOFRA	S/ 7,262.09	S/ 136,480.28
	ACERO TOTAL		S/ 59,659.91	
	CONCRETO TOTAL		S/ 53,150.93	
	ENCOFRADO TOTAL		S/ 21,489.43	

Gerente de Proyectos - INKOFRA S.A.C.



"GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020"



RENDICION DE GASTOS DE ESTRUCTURAS - OCTUBRE

OBRA "VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"
 FÓRMULA 001 ESTRUCTURA
 UBICACIÓN Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio
 Versalles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
 CONTRATISTA INKOFRA S.A.C.



FECHA	DESCRIPCION	PROVEEDOR	MONTO	ACUMULADO
30/09/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 3,200.04	S/ 3,200.04
3/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 5,760.00	S/ 8,960.04
5/10/2020	TUBO ELECTRICO	MAESTRO	S/ 460.00	S/ 9,420.04
6/10/2020	CEMENTO PORTLAND TIP	PROMART	S/ 450.00	S/ 9,870.04
6/10/2020	ADITIVO REPARADOR	Z ADITIVOS	S/ 430.00	S/ 10,300.04
6/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 2,720.04	S/ 13,020.08
6/10/2020	ACERO CORRUGADO	MAESTRO	S/ 1,587.50	S/ 14,607.58
6/10/2020	ACERO CORRUGADO	MAESTRO	S/ 16,796.60	S/ 31,404.18
7/10/2020	CARTELAS	ACEROS ZAMORA	S/ 300.00	S/ 31,704.18
7/10/2020	LADRILOS DE TECHO 15X20X30	BLOQUETAS PRISMA	S/ 1,400.00	S/ 33,104.18
8/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 3,840.05	S/ 36,944.23
9/10/2020	DADOS DE CONCRETO 4CM	Z ADITIVOS	S/ 320.00	S/ 37,264.23
23/10/2020	GASOHOL 90	GRIFO 537	S/ 10.00	S/ 37,274.23
13/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 6,560.09	S/ 43,834.32
15/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 2,720.04	S/ 46,554.35
19/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 4,000.05	S/ 50,554.40
21/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 6,560.09	S/ 57,114.49
23/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 2,560.03	S/ 59,674.52
27/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 3,840.05	S/ 63,514.57
30/10/2020	CONCRETO F'C=210 kg/m2	SUPERMIX	S/ 6,720.09	S/ 70,234.66
20/10/2020	ACERO CORRUGADO	MAESTRO	S/ 45,441.22	S/ 115,675.88
15/10/2020	LADRILOS DE TECHO 15X20X30	BLOQUETAS PRISMA	S/ 1,400.00	S/ 117,075.88
17/10/2020	LADRILOS DE KK 24X9X13	BLOQUETAS PRISMA	S/ 320.00	S/ 117,395.88
22/10/2020	LADRILOS DE TECHO 15X20X30	BLOQUETAS PRISMA	S/ 1,400.00	S/ 118,795.88
31/10/2020	VALORIZACION N°5 - ACERO	RENE HANCCO QUISPE	S/ 6,755.19	S/ 125,551.07
16/10/2020	VALORIZACION N°4 - ACERO	RENE HANCCO QUISPE	S/ 6,205.99	S/ 131,757.06
31/10/2020	VALORIZACION N°4 - ENCOFRADO	CONSTRUCTORA ACI	S/ 10,201.31	S/ 141,958.37
16/10/2020	VALORIZACION N°3 - ENCOFRADO	CONSTRUCTORA ACI	S/ 6,572.52	S/ 148,530.89
16/10/2020	TAREO - 1ERA QUINCENA - OCTUBRE	INKOFRA	S/ 6,228.13	S/ 154,759.02
31/10/2020	TAREO - 1DA QUINCENA - OCTUBRE	INKOFRA	S/ 6,220.00	S/ 160,979.02
31/10/2020	VALORIZACION N°3 Y 4 - ENCOFRADO - MATERIALES	INKOFRA	S/ 11,182.55	S/ 172,161.57
		ACERO TOTAL	S/ 77,086.50	
		CONCRETO TOTAL	S/ 61,818.69	
		ENCOFRADO TOTAL	S/ 28,736.38	

Gerente de Proyectos - INKOFRA S.A.C.



"GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020"



RENDICION DE GASTOS DE ESTRUCTURAS - NOVIEMBRE

OBRA "VIVIENDA MULTIFAMILIAR CONFORT31"
 FÓRMULA **001 ESTRUCTURA**
 UBICACIÓN Fraccion 31 de la Manzana A del Lote N° 33 del Predio
 Versalles del Carmen o Pitupucyo, Distrito San Jeronimo
 CONTRATISTA INKOFRA S.A.C.



FECHA	DESCRIPCION	PROVEEDOR	MONTO	ACUMULADO
3/11/2020	Z1 ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	Z ADITIVOS	S/ 50.00	S/ 50.00
3/11/2020	ALAMBRE NEGRO N°8	KHALLPA	S/ 385.00	S/ 435.00
3/11/2020	CEMENTO PORTLAND YURA - CISTERNA	MAESTRO	S/ 240.00	S/ 675.00
3/11/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 2,560.03	S/ 3,235.03
3/11/2020	GASOHL 90	GRIFO 537	S/ 10.00	S/ 3,245.03
4/11/2020	LADRILLO TECHO 15X20X30	BLOQUETAS PRISMA	S/ 1,400.00	S/ 4,645.03
5/11/2020	PLANCHA DE TECNOPOR	IAXAA DISTRIBUCIONES	S/ 75.00	S/ 4,720.03
5/11/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 3,840.05	S/ 8,560.08
26/11/2020	ALAMBRE NEGRO N°8	QORI MUJU	S/ 210.00	S/ 8,770.08
25/11/2020	ACERO CORRUGADO	QORI MUJU	S/ 563.50	S/ 9,333.58
21/11/2020	ACERO CORRUGADO	QORI MUJU	S/ 1,308.00	S/ 10,641.58
14/11/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 3,840.05	S/ 14,481.63
27/11/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 9,120.12	S/ 23,601.75
17/11/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 6,720.09	S/ 30,321.84
9/11/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 6,720.09	S/ 37,041.93
11/11/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 2,560.03	S/ 39,601.96
20/11/2020	CONCRETO F'C=210kg/cm2	SUPERMIX	S/ 2,720.04	S/ 42,322.00
21/11/2020	ALAMBRE NEGRO 16	QORI MUJU	S/ 192.50	S/ 42,514.50
11/11/2020	ACERO CORRUGADO	MAESTRO	S/ 7,234.42	S/ 49,748.92
11/11/2020	ALAMBRE NEGRO 16	MAESTRO	S/ 339.57	S/ 50,088.49
11/11/2020	LADRILLO TECHO 15X20X30	BLOQUETAS PRISMA	S/ 1,120.00	S/ 51,208.49
26/11/2020	LADRILLO TECHO 15X20X30	BLOQUETAS PRISMA	S/ 196.00	S/ 51,404.49
16/11/2020	VALORIZACION N°6 - ACERO	RENE HANCCO QUISPE	S/ 5,958.40	S/ 57,362.89
30/11/2020	VALORIZACION N°7 - ACERO	RENE HANCCO QUISPE	S/ 4,681.34	S/ 62,044.22
16/11/2020	VALORIZACION N°5 - ENCOFRADO	CONSTRUCTORA ACI	S/ 9,296.78	S/ 71,341.00
30/11/2020	VALORIZACION N°6 - ENCOFRADO	CONSTRUCTORA ACI	S/ 8,925.00	S/ 80,266.00
16/11/2020	TAREO - 1ERA QUINCENA - NOVIEMBRE	INKOFRA	S/ 4,669.38	S/ 84,935.38
30/11/2020	TAREO - 2DA QUINCENA - NOVIEMBRE	INKOFRA	S/ 3,125.00	S/ 88,060.38
30/11/2020	VALORIZACION N°6 - ENCOFRADO - MATERIALES	INKOFRA	S/ 12,147.85	S/ 100,208.23
	ACERO TOTAL		S/ 20,277.73	
	CONCRETO TOTAL		S/ 46,174.87	
	ENCOFRADO TOTAL		S/ 31,039.63	

Gerente de Proyectos - INKOFRA S.A.C.



Anexo N° 7: Análisis de Precios Unitarios



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



Subpresupuesto	001 Estructuras			Fecha presupuesto			
Partida	01.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			1.93
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	6.89	1.84	1.84
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.84	0.09	0.09
Partida	01.01.02 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2			3.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1600	6.89	1.10	1.10
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0800	10.00	0.80	1.90
	Materiales						
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	5.93	0.12	0.12
02130600010001	OCRE ROJO	kg		0.0100	9.32	0.09	0.21
	Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	dia	1.0000	0.0100	40.00	0.40	0.40
03010000110001	TEODOLITO	dia	1.0000	0.0100	100.00	1.00	1.00
03014700010009	WINCHAS	und		0.0015	14.83	0.02	0.02
03014900010001	CORDEL	rl		0.0015	10.00	0.02	1.44
Partida	01.01.03 EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m3			16.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.2857	6.89	15.75	15.75
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.75	0.47	0.47
Partida	01.01.04 CORTE DE TERRENO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 95.0000	EQ. 95.0000	Costo unitario directo por : m3			6.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1684	6.89	1.16	1.16
	Equipos						
03011700020005	RETROEXCAVADORA CASE 590 SK	hm	11.8750	1.0000	5.70	5.70	5.70
Partida	01.01.05 RELLENO CON MATERIAL PROPIO CIMENTOS						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			15.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	6.89	11.02	11.02
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	12.00	1.80	1.80
	Equipos						
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	dia	1.0000	0.1000	30.00	3.00	3.00



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



Partida	01.01.06		ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/dia				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 95.0000	EQ. 95.0000	Costo unitario directo por : m3			6.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1684	6.89	1.16	
						1.16	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.16	0.03	
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	11.8750	1.0000	5.67	5.67	
						5.70	

Partida	01.02.01		SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 34.0000	EQ. 34.0000	Costo unitario directo por : m2			22.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2353	9.00	2.12	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2353	7.95	1.87	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.4706	6.89	3.24	
						7.23	
	Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		0.0900	46.61	4.19	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2700	19.08	5.15	
						9.34	
	Equipos						
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.2353	23.50	5.53	
						5.53	

Partida	01.02.02		EXCAVACION MANUAL PARA CALZADURA				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.2500	EQ. 18.2500	Costo unitario directo por : m3			12.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.7534	6.89	12.08	
						12.08	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.2500	12.08	0.63	
						0.63	

Partida	01.02.03		ENCOFRADO CALZADURAS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6.7900	EQ. 6.7900	Costo unitario directo por : m2			35.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1782	9.00	10.60	
0101010005	PEON	hh	1.5000	1.7673	6.89	12.18	
						22.78	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2800	2.70	0.76	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1500	3.60	0.54	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1340	3.60	0.48	
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0500	15.25	0.76	
						2.54	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.78	0.68	
						0.68	
	Subcontratos						
0405020002	SC ENCOFRADO DE MUROS	m2		1.0000	9.00	9.00	
						9.00	



"GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020"



Partida	01.02.04		CONCRETO CALZADURAS MEZCLA 1:10 + 30% P.G.				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 14.7250	EQ. 14.7250	Costo unitario directo por : m3			154.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0866	9.00	9.78	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5433	7.95	4.32	
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.6299	6.89	11.23	
						25.33	
Materiales							
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.4800	46.61	22.37	
0207030001	HORMIGON	m3		0.8300	46.61	38.69	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.9000	19.08	55.33	
						116.39	
Equipos							
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5433	23.50	12.77	
						12.77	

Partida	01.03.01.01		CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS Fc=280 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			364.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	9.00	3.60	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	7.95	6.36	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	6.89	5.51	
						15.47	
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39	
02190100010017	CONCRETO PREMEZCLADO FC=280 kg/cm2	m3		1.1000	313.56	344.92	
						347.59	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.47	0.46	
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.0000	0.0500	18.00	0.90	
						1.36	

Partida	01.03.01.02		ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ZAPATAS				
Rendimiento	kg/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : kg			3.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.22	0.10	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	2.64	2.90	
						3.00	
Equipos							
03013800010005	DISCOS PARA CIRCULAR	und		0.0070	11.02	0.08	
						0.08	
Subcontratos							
0400190001	SC M. DE O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO	kg		1.0000	0.81	0.81	
						0.81	

Partida	01.03.01.03		ENCOFRADO DE ZAPATAS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2			32.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	2.70	0.81	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.0500	2.64	0.13	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.60	0.36	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0500	3.60	0.18	
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0500	15.25	0.76	
0276030005	SEPARADORES PLASTICOS (7 cm.) EN FIERRO DE ZAPATAS	mli		0.0045	750.00	3.38	
						5.62	
Subcontratos							
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	18.00	18.00	
0405010001	SC ENCOFRADO EN CIMENTACION A TODO COSTO	m2		1.0000	9.00	9.00	
						27.00	



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



Partida	01.03.01.04 CONCRETO PREMEZCLADO VIGA DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			355.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	9.00	3.60	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	7.95	6.36	
0101010005	PEÓN	hh	2.0000	0.8000	6.89	5.51	
							15.47
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39	
02190100010017	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280 kg/cm2	m3		1.0700	313.56	335.51	
							338.18
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.47	0.46	
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.0000	0.0500	18.00	0.90	
							1.36

Partida	01.03.01.05 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGAS DE CIMENTACION						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			3.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.22	0.10	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	2.64	2.90	
							3.00
Equipos							
03013800010005	DISCOS PARA CIRCULAR	und		0.0070	11.02	0.08	
							0.08
Subcontratos							
0400190001	SC M. DE O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO	kg		1.0000	0.81	0.81	
							0.81

Partida	01.03.01.06 ENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			30.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	2.70	0.81	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.1000	2.64	0.28	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.60	0.36	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0500	3.60	0.18	
0219080001	ESCANTELLON	und		2.0000	0.14	0.28	
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0500	15.25	0.76	
0276030004	SEPARADORES PLASTICOS (3 cm.) EN FIERRO DE VIGAS	mlt		0.0026	350.00	0.91	
							3.56
Subcontratos							
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	18.00	18.00	
0405010001	SC ENCOFRADO EN CIMENTACION A TODO COSTO	m2		1.0000	9.00	9.00	
							27.00

Partida	01.03.02.01 CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 13.0000	EQ. 13.0000	Costo unitario directo por : m3			322.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6154	9.00	5.54	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.2308	7.95	9.78	
0101010005	PEÓN	hh	3.0000	1.8462	6.89	12.72	
							28.04
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39	
02190100010010	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2	m3		1.0700	271.19	290.17	
							292.84
Equipos							
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.0000	0.0769	18.00	1.38	
0301340001	ANDAMIO METALICO	dia	1.0000	0.0769	8.00	0.62	
							2.00



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



Partida	01.03.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS Fc=280 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000			Costo unitario directo por : m3		373.76
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	9.00	3.60		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	7.95	6.36		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	6.89	5.51		
								15.47
Materiales								
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39		
02190100010017	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 kg/cm2	m3		1.1300	313.56	354.32		
								356.99
Equipos								
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.0000	0.0500	18.00	0.90		
0301340001	ANDAMIO METALICO	dia	1.0000	0.0500	6.00	0.40		
								1.30

Partida	01.03.02.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en COLUMNAS						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			Costo unitario directo por : kg		3.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.22	0.10		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	2.64	2.90		
								3.00
Equipos								
03013800010005	DISCOS PARA CIRCULAR	und		0.0070	11.02	0.08		
								0.08
Subcontratos								
0400190001	SC M. DE O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO	kg		1.0000	0.81	0.81		
								0.81

Partida	01.03.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000			Costo unitario directo por : m2		31.20
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	2.70	0.81		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.1000	2.64	0.26		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1100	3.60	0.40		
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0600	3.60	0.22		
0219080001	ESCANTILLON	und		6.0000	0.14	0.84		
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0500	15.25	0.76		
0276030001	SEPARADORES PLASTICOS (4 cm.) EN FIERRO DE COLUMNA	mil		0.0026	350.00	0.91		
								4.20
Subcontratos								
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	18.00	18.00		
0405020001	SC ENCOFRADO DE PLACAS	m2		1.0000	9.00	9.00		
								27.00

Partida	01.03.03.01	CONCRETO EN VIGAS Fc=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 13.0000	EQ. 13.0000			Costo unitario directo por : m3		323.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6154	9.00	5.54		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.2308	7.95	9.78		
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.8462	6.89	12.72		
								28.04
Materiales								
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39		
02190100010010	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2	m3		1.0700	271.19	290.17		
								292.84
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	28.04	0.84		
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	1.0000	0.0769	18.00	1.38		
								2.22



"GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020"



Partida	01.03.03.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en VIGAS					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			3.89
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0300	3.22	0.10
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.1000	2.64	2.90
3.00							
Equipos							
03013800010005	DISCOS PARA CIRCULAR		und		0.0070	11.02	0.08
0.08							
Subcontratos							
0400190001	SC M. DE O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO		kg		1.0000	0.81	0.81
0.81							

Partida	01.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 8.5000	EQ. 8.5000	Costo unitario directo por : m2			31.20
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.3000	2.70	0.81
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		0.1000	2.64	0.26
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1700	3.60	0.61
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.0700	3.60	0.25
0219080001	ESCANTILLON		und		2.0000	0.14	0.28
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO		gal		0.0500	15.25	0.76
0276030004	SEPARADORES PLASTICOS (3 cm.) EN FIERRO DE VIGAS		mil		0.0035	350.00	1.23
4.20							
Subcontratos							
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO		m2		1.0000	18.00	18.00
0405040001	SC ENCOFRADO METALICO DE VIGAS		m2		1.0000	9.00	9.00
27.00							

Partida	01.03.04.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS Fc=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 13.5000	EQ. 13.5000	Costo unitario directo por : m3			322.52
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5926	9.00	5.33
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	1.1852	7.95	9.42
0101010005	PEON		hh	3.0000	1.7778	6.89	12.25
27.00							
Materiales							
0201030001	GASOLINA		gal		0.0230	12.00	0.28
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1250	19.08	2.39
02190100010010	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2		m3		1.0700	271.19	290.17
292.84							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	27.00	1.35
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA		dia	1.0000	0.0741	18.00	1.33
2.68							

Partida	01.03.04.02	CONCRETO EN VIGUETAS Fc=210 kg/cm²					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 13.5000	EQ. 13.5000	Costo unitario directo por : m3			322.52
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5926	9.00	5.33
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	1.1852	7.95	9.42
0101010005	PEON		hh	3.0000	1.7778	6.89	12.25
27.00							
Materiales							
0201030001	GASOLINA		gal		0.0230	12.00	0.28
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1250	19.08	2.39
02190100010010	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm²		m3		1.0700	271.19	290.17
292.84							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	27.00	1.35
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA		dia	1.0000	0.0741	18.00	1.33
2.68							



Partida	01.03.04.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en LOSAS ALIGERADAS						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			Costo unitario directo por : kg		3.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.22	0.10		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	2.64	2.90		3.00
	Equipos							
03013800010005	DISCOS PARA CIRCULAR	und		0.0070	11.02	0.08		0.08
	Subcontratos							
0400190001	SC M. DE O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO	kg		1.0000	0.81	0.81		0.81

Partida	01.03.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 13.0000	EQ. 13.0000			Costo unitario directo por : m2		28.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0400	2.70	0.11		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.60	0.36		
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0500	3.60	0.18		
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0270	15.25	0.41		1.06
	Subcontratos							
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	18.00	18.00		
04050400010006	SC ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2		1.0000	9.00	9.00		27.00

Partida	01.03.04.05	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO						
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1,350.0000	EQ. 1,350.0000			Costo unitario directo por : pza		1.43
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0059	9.00	0.05		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0178	6.89	0.12		0.17
	Materiales							
02160100040005	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und		1.0500	1.19	1.25		1.25
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.17	0.01		0.01



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



Partida	01.03.05.01	CONCRETO EN ESCALERAS Fc=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 13.5000	EQ. 13.5000	Costo unitario directo por : m3			322.52	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5926	9.00	5.33		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.1852	7.95	9.42		
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.7778	6.89	12.25		
						27.00		
Materiales								
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39		
02190100010010	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2	m3		1.0700	271.19	290.17		
						292.84		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	27.00	1.35		
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.0000	0.0741	18.00	1.33		
						2.68		
Partida	01.03.05.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en ESCALERAS						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			3.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.22	0.10		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	2.64	2.90		
						3.00		
Equipos								
03013800010005	DISCOS PARA CIRCULAR	und		0.0070	11.02	0.08		
						0.08		
Subcontratos								
0400190001	SC M. DE O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO	kg		1.0000	0.81	0.81		
						0.81		
Partida	01.03.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m2			30.58	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	2.70	0.81		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.1000	2.64	0.26		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.60	0.36		
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0500	3.60	0.18		
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0500	15.25	0.76		
0276030006	SEPARADORES PLASTICOS (4 cm.) EN FIERRO DE MUROS/PLACAS	mil		0.0063	350.00	2.21		
						4.58		
Subcontratos								
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	18.00	18.00		
04050400010007	SC ENCOFRADO DE ESCALERA	m2		1.0000	8.00	8.00		
						26.00		
Partida	01.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO MURO DE CONTENCIÓN Fc=280 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			373.76	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	9.00	3.60		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	7.95	6.36		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	6.89	5.51		
						15.47		
Materiales								
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39		
02190100010017	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 kg/cm2	m3		1.1300	313.56	354.32		
						356.99		
Equipos								
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.0000	0.0500	18.00	0.90		
0301340001	ANDAMIO METALICO	día	1.0000	0.0500	8.00	0.40		
						1.30		



“GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS
MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y
LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020”



Partida	01.03.06.02	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en MUROS						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			Costo unitario directo por : kg		3.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.22	0.10		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	2.64	2.90		
						3.00		
Equipos								
03013800010005	DISCOS PARA CIRCULAR	und		0.0070	11.02	0.08		0.08
Subcontratos								
0400190001	SC M. DE O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO	kg		1.0000	0.81	0.81		0.81

Partida	01.03.06.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN MUROS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000			Costo unitario directo por : m2		31.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	2.70	0.81		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.1000	2.64	0.26		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1500	3.60	0.54		
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0700	3.60	0.25		
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0500	15.25	0.76		
0276030006	SEPARADORES PLASTICOS (4 cm.) EN FIERRO DE MUROS/PLACAS	mil		0.0063	350.00	2.21		
						4.83		
Subcontratos								
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	18.00	18.00		
0405020002	SC ENCOFRADO DE MUROS	m2		1.0000	9.00	9.00		
						27.00		

Partida	01.03.07.01	CONCRETO EN LOSAS MACIZA PARA TANQUE f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 28.0000	EQ. 28.0000			Costo unitario directo por : m3		337.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2857	9.00	2.57		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.5714	7.95	4.54		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.5714	6.89	3.94		
						11.05		
Materiales								
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39		
02190100010010	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2	m3		1.0700	271.19	290.17		
02221700010031	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1	kg		7.0000	4.66	32.62		
						325.46		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.05	0.55		
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.0000	0.0357	18.00	0.64		
						1.19		

Partida	01.03.07.02	CONCRETO EN MURO DE TANQUE f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 28.0000	EQ. 28.0000			Costo unitario directo por : m3		351.04
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2857	9.00	2.57		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.5714	7.95	4.54		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.5714	6.89	3.94		
						11.05		
Materiales								
0201030001	GASOLINA	gal		0.0230	12.00	0.28		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1250	19.08	2.39		
02190100010010	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2	m3		1.1200	271.19	303.73		
02221700010031	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1	kg		7.0000	4.66	32.62		
						339.02		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.05	0.33		
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.0000	0.0357	18.00	0.64		
						0.97		



Partida	01.03.07.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 en MUROS DE TANQUE						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000		Costo unitario directo por : kg		3.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.22	0.10		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	2.64	2.90		
						3.00		
Equipos								
03013800010005	DISCOS PARA CIRCULAR	und		0.0070	11.02	0.08		
						0.08		
Subcontratos								
0400190001	SC M. DE O. PARA COLOCAR ACERO DE REFUERZO	kg		1.0000	0.81	0.81		
						0.81		
<hr/>								
Partida	01.03.07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE TANQUE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 13.0000	EQ. 13.0000		Costo unitario directo por : m2		30.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Materiales								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0400	2.70	0.11		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.0500	2.64	0.13		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.60	0.36		
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0500	3.60	0.18		
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0270	15.25	0.41		
0276030006	SEPARADORES PLASTICOS (4 cm.) EN FIERRO DE MUROS/PLACAS	mll		0.0063	350.00	2.21		
						3.40		
Subcontratos								
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	18.00	18.00		
04050400010006	SC ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2		1.0000	9.00	9.00		
						27.00		
<hr/>								
Materiales								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	2.70	0.81		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.1000	2.64	0.26		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.60	0.36		
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0500	3.60	0.18		
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0500	15.25	0.76		
0276030006	SEPARADORES PLASTICOS (4 cm.) EN FIERRO DE MUROS/PLACAS	mll		0.0063	350.00	2.21		
						4.58		
Subcontratos								
0400080001	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	18.00	18.00		
0405020002	SC ENCOFRADO DE MUROS	m2		1.0000	9.00	9.00		
						27.00		