



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK para la planificación y el control de costos en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Dina Beatriz GUERRERO CASARIEGO

Denys Jeffrey OSORIO QUINTE

ASESOR

Omart Demetrio TELLO MALPARTIDA

Lima - Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Guerrero, D. & Ososrio, D. (2025). *Metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK para la planificación y el control de costos en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor 1	
Nombres y apellidos	Dina Beatriz Guerrero Casariego
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71985859
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-9262-7566
Datos de autor 2	
Nombres y apellidos	Denys Jeffrey Osorio Quinte
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72182479
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-8777-3617
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Omart Demetrio Tello Malpartida
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08644876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5043-6510
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Félix Santiago Sánchez Benites

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07171669
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Gerber Josafatt Zavala Ascaño
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	22521894
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Octvio José Caya Ramos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09237146
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Junín Provincia: Chupaca Distrito: Chupaca Latitud: -12.0650 Longitud: -75.2942
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2023
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de estructural y municipal http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día viernes 13 de junio del 2025, siendo las 11:30 horas en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Dr. FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES	Presidente
Dr. GERBER JOSAFFAT ZAVALA ASCAÑO	Miembro
Mg. OCTAVIO JOSÉ CAYA RAMOS	Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada: **«Metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK para la planificación y el control de costos en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023»**, presentada por los Bachilleres **DINA BEATRIZ GUERRERO CASARIEGO y DENYS JEFREY OSORIO QUINTE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, asesorada por el Dr. DMART DEMETRID TELLO MALPARTIDA.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon al Bachiller las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

TOTALIDAD

Concluida la Sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue:

APROBADO (15)

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**, a **DINA BEATRIZ GUERRERO CASARIEGO y DENYS JEFREY OSORIO QUINTE**.

Siendo las 12:30 P.M. se dio por concluido el acto académico, expidiéndose Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Lima, 13 de junio de 2025.

Dr. FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES
PRESIDENTE

Dr. GERBER JOSAFFAT ZAVALA ASCAÑO
MIEMBRO

Mg. OCTAVIO JOSÉ CAYA RAMOS
MIEMBRO

Dr. FÉLIX SANTIAGO SÁNCHEZ BENITES
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, OMART DEMETRIO TELLO MALPARTIDA, en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen N°01 EPIC-FIGMMG/UNMSM de la tesis mancomunada, cuyo título es **Metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK para la planificación y el control de costos en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023**, presentado por los bachilleres **DINA BEATRIZ GUERRERO CASARIEGO y DENYS JEFREY OSORIO QUINTE**, para optar el título de Ingeniero Civil.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 14% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Firma del Asesor

Lima, 30 de julio del 2025.

Nombres y Apellidos del asesor: OMART DEMETRIO TELLO MALPARTIDA

DNI: 08644876

DEDICATORIA

A Dios y a nuestras familias,
por ser refugio, impulso y guía constante.

Y a la convicción firme
de nunca dejar de creer en nosotros mismos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, guía constante en nuestro camino, por fortalecernos en cada etapa de este proceso y brindarnos la fe necesaria para continuar, incluso en los momentos más desafiantes.

A nuestras familias, por su amor incondicional, su comprensión infinita y por ser el soporte emocional que nos sostuvo con paciencia y esperanza.

A nuestro asesor, por acompañarnos con exigencia, dedicación y sabiduría. Sus orientaciones han sido clave en la construcción de este trabajo.

A nosotros mismos, por no rendirnos. Porque nuestra amistad surgió desde los inicios de la universidad, y esta tesis, aunque extensa y exigente, no solo puso a prueba nuestro compromiso, sino que también se convirtió en una experiencia de crecimiento conjunto. Ha sido una fuente de mejora continua que nos ha impulsado a perfeccionarnos profesionalmente y a valorar aún más el poder del trabajo en equipo.

A todos los que, de una u otra manera, fueron parte de este logro: gracias. Este triunfo también es suyo.

INDICE

RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	4
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.4. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.2. BASES TEÓRICAS	26
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	81
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	84
3.1. HIPÓTESIS	84
3.2. VARIABLES	85
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	86
CAPÍTULO IV MATERIALES Y MÉTODOS	87
4.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	87
4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	88
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	89
4.4. PROCEDIMIENTO	91
ETAPA I: PRESENTACION DEL CASO	91
ETAPA II: FLUJO DE DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TESIS.....	102
ETAPA III: ESTABLECIMIENTO DE UNA LINEA BASE DEL PROYECTO	103
ETAPA IV: RECOPIACION, ROTACION, ANÁLISIS Y PRESENTACION DE LA INFORMACION PERIODICA	129
4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	165
CAPÍTULO V RESULTADOS	167
5.1. ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL COSTO (CPI)	167
5.2. ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA (SPI).....	168
5.3. PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO (PPC).....	169
5.4. ANÁLISIS DEL MARGEN ECONÓMICO	170
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN.....	172

6.1.	ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL COSTO (CPI)	172
6.2.	ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA (SPI)	173
6.3.	PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO (PPC)	173
6.4.	MARGEN ECONÓMICO	174
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		175
CAPÍTULO VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		181
ANEXOS		189

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: GyM. (---). Control de costos. [Figura]. Recuperado de Taller de funciones básica de gestión Módulo IV.....	27
Ilustración 2: GyM. (2009). Control de costos. [Figura]. Recuperado de Taller de interpretación de estados financieros	27
Ilustración 3: GyM. (2019). Control de costos. [Figura]. Recuperado de Taller de interpretación de estados financieros.	29
Ilustración 4: Proceso de planeamiento y control de costos.....	30
Ilustración 5: Provisiones, mes junio y julio	31
Ilustración 6: PMI (2017). Control de costos. [Figura]. Recuperado de Gestión de Costos	35
Ilustración 7: Lean Construction Institute. (2023). LPS. [Figura]. Recuperado de Levels of LPS	39
Ilustración 8: Foro BIM Chile. (2021). Taller IV. Recuperado de Dimensiones del BIM.....	43
Ilustración 9: MEF. (2021). Guía nacional BIM Anexo A. Recuperado de Matriz de Nivel de Información Necesaria	45
Ilustración 10: PMI. (2017). PMBOK 6th. [Figura]. Recuperado de presentación comparativa de portafolios, programas y proyectos.	57
Ilustración 11: PMI. (2017). PMBOK 6th. [Figura]. Recuperado de dirección organizacional de proyectos	58
Ilustración 12: PMI. (2017). PMBOK 6th. [Figura]. Recuperado de Componentes de la guía ..	58
Ilustración 13: Ciclo de vida del proyecto	59
Ilustración 14: Fases del Proyecto.....	60
Ilustración 15: Revisión de Fases.....	60
Ilustración 16: proceso y dirección de proyectos	61
Ilustración 17: procesos y control en monitoreo.	61
Ilustración 18:Proceso de actividades	75
Ilustración 19: Plan de trabajo semanal.....	77
Ilustración 20: Localización del proyecto	92
Ilustración 21:Ubicación de terreno. Fuente Google Earth.....	92
Ilustración 22: Zonificación primer nivel.....	95
Ilustración 23: Leyenda de la zonificación primer nivel.....	96
Ilustración 24:Zonificación segundo nivel.....	97
Ilustración 25: Leyenda de la zonificación segundo nivel	98
Ilustración 26: Zonificación tercer nivel	99
Ilustración 27:Leyenda de la zonificación tercer nivel	100
Ilustración 28: Zonificación cuarto nivel	100
Ilustración 29: Zonificación quinto nivel	101
Ilustración 30: Flujo de desarrollo de la implementación	102
Ilustración 31: Ciclo de un proyecto – pmbok 6ta edición.....	103
Ilustración 32: Línea de tiempo para establecer una línea base.	103
Ilustración 33: Flujo de desarrollo de la línea base	104
Ilustración 34: Documentos base del proyecto.....	104
Ilustración 35: Actualización de APU.....	106
Ilustración 36: Presupuesto meta.....	107
Ilustración 37: Cronograma meta. Fuente: Elaboración propia.....	107
Ilustración 38: Plan de fases.....	108
Ilustración 39: Sectorización.....	109
Ilustración 40: Look ahead planning – 1	110
Ilustración 41: Look ahead planning – 2	110
Ilustración 42: Plan semanal	111
Ilustración 43: Figura del tren de trabajo	111
Ilustración 44: Nomenclatura de objetos – BIM	115
Ilustración 45: Flujo de proceso – Visualización BIM.....	117

Ilustración 46: Flujo de proceso – Detección de Interferencias BIM.....	119
Ilustración 47: interferencia N°01	120
Ilustración 48: Interferencia N°02.....	121
Ilustración 49: Modelo BIM.....	121
Ilustración 50: Modelo BIM.....	122
Ilustración 51: Modelo BIM.....	123
Ilustración 52: Modelo BIM.....	124
Ilustración 53: Flujo de desarrollo con la estructura de control de costos.	125
Ilustración 54: Estructura de control de costos	125
Ilustración 55: Presupuesto meta faseado	126
Ilustración 56: Presupuesto venta faseado	126
Ilustración 57: Cronograma venta faseado.....	127
Ilustración 58: Cronograma meta faseado.....	127
Ilustración 59: Línea base de control	128
Ilustración 60: Resultado operativo inicial.....	129
Ilustración 61: Flujo de trabajo etapa periódica	130
Ilustración 62: Estructura de carpetas.	130
Ilustración 63: Calendario de entregables.	131
Ilustración 64: Rotación mensual.....	131
Ilustración 65: Reportes de cada área para recopilación de información de costos	132
Ilustración 66: Selección de costos a incluir en el reporte	133
Ilustración 65: Tipos de pagos.	133
Ilustración 68: Correlación de formatos con sus centros de costos.....	136
Ilustración 69: Hoja “DATOS” - rotación mensual de datos de mano de obra.....	137
Ilustración 70: Hoja “ANEXO 01” - resumen de los datos acumulados.....	138
Ilustración 71: Hoja “PLANILLA OBREROS” - donde se rellena los datos	138
Ilustración 72: Hoja “DATOS” - rotación mensual de datos de materiales	139
Ilustración 73: Hoja “ANEXO 02” - resumen de los datos acumulados.....	139
Ilustración 74: Hoja “DATOS” - rotación mensual de datos de servicios y sc.	140
Ilustración 75: Hoja “ANEXO 04” - resumen de los datos acumulados.....	141
Ilustración 76: Hoja “VAL OTROS SC” – valorizaciones SC	141
Ilustración 77: Hoja “VAL VARIOS” – pago de servicios.....	142
Ilustración 78: Tipos de pagos	143
Ilustración 79: Hoja “DATOS” – rotación mensual de datos.....	144
Ilustración 80: Hoja “ANEXO 01V” – resumen de datos.....	144
Ilustración 81: Hoja “VALORIZACIONES” – rellenos de datos de valorización	145
Ilustración 82: Proyección del costo	145
Ilustración 83: Proyección de la venta	146
Ilustración 84: ISP (mo) – hoja resumen.....	147
Ilustración 85: ISP (mat) – hoja de recopilación de datos.....	147
Ilustración 86: ISP (mo) – hoja de recopilación de datos.....	148
Ilustración 87: “DATOS” – proyección de costo y venta	149
Ilustración 88: “PROYECCION” – proyección de costo y venta mes de septiembre	149
Ilustración 89: Look ahead planning – reprogramación N°01	150
Ilustración 90: Flujo de datos para el PPC-CN	151
Ilustración 91: Formato para la toma de datos PPC - CNC.....	152
Ilustración 92: Formato de muestra de datos del PPC – C	152
Ilustración 93: Recopilación de datos para el valor ganado	153
Ilustración 94: Datos de Valor ganado	154
Ilustración 95: Curva del valor ganado	155
Ilustración 96: RO - N°01 – datos del mes presente	156
Ilustración 97: RO – N°01 – datos acumulados al mes presente - 1	156
Ilustración 98: RO – N°01 – datos acumulados al mes presente - 2	156
Ilustración 99: RO – N°01 – proyección de datos.....	157
Ilustración 100: RO – N°01 – acumulado total de datos.....	157

Ilustración 101: Análisis del resultado pendiente.....	157
Ilustración 102: Resultado pendiente	158
Ilustración 103: Sustento del resultado pendiente.....	159
Ilustración 104: Ejemplo de cálculo del CA/VA/CF/VF	159
Ilustración 105: Reporte operativo.....	161
Ilustración 106: RP – N°01 – partida de control - concreto	161
Ilustración 107: RP – N°01 – partida de control - encofrado	162
Ilustración 108: RP – N°01 – partida de control – acero.....	162
Ilustración 109: RP – N°01 – partida de control – sistema antisísmico	162
Ilustración 110: RP – N°01 – partida de control – juntas, sellos y anclajes.....	163
Ilustración 111: RP – N°01 – partida de control – estructuras metálicas.....	163
Ilustración 112: Estructura de presentación del informe periódico.....	164
Ilustración 113: Curva del Índice de Eficiencia del Costo.....	167
Ilustración 114: Curva del Índice de Eficiencia del Cronograma.	168
Ilustración 115: Curva del PPC.....	169
Ilustración 116: Curva de desempeño del Margen Económico.....	170

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Nivel de detalle BIM.....	47
Tabla 2 Niveles BIM -LOI.....	50
Tabla 3: Etapas de planeación y ejecución.....	71
Tabla 4: Grupo de procesos de la dirección de proyectos.....	72
Tabla 5: Operacionalización de las variables.....	86
Tabla 6: Cuadro de distribución de áreas	94
Tabla 7: Áreas según ficha registral.....	94
Tabla 8: Matriz LoIn	113
Tabla 9: Softwares para el desarrollo BIM	114
Tabla 10: Ejemplo de nomenclatura de familias de estructuras	116
Tabla 11: Análisis T-Student.....	166

LISTA DE ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de Consistencia	190
Anexo N° 2. Presupuesto meta faseado	191
Anexo N° 3. Presupuesto venta faseado.....	192
Anexo N° 4. Partidas de control.....	193
Anexo N° 5. Centro de costo - Acumulación de Mano de Obra (MO)	194
Anexo N° 6. Centro de costo – Acumulación de Materiales (Mat).....	195
Anexo N° 7. Centro de costo – Acumulación de Subcontratos (SC)	196
Anexo N° 8. Acumulación de datos de la Venta Contractual	197
Anexo N° 9. Proyección de Costo y Venta	198
Anexo N° 10. Resultado Operativo.....	199
Anexo N° 11. Resultado Pendiente	200
Anexo N° 12. Formato de Verificación para LOD 300	201
Anexo N° 13. Valor Ganado	202
Anexo N° 14. Reporte Consolidado del PPC	203
Anexo N° 15. Reporte Consolidado de Causas de No Cumplimiento (CNC)	204
Anexo N° 16. Programación Semanal y Análisis de Causas de No Cumplimiento.....	205
Anexo N° 17. Definición de Sectorización	206
Anexo N° 18. Plan de Fases.....	207
Anexo N° 19. Look Ahead Planning - 4 Semanas	208

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar en qué medida las metodologías BIM, Last Planner System y el Resultado Operativo, bajo el enfoque del PMBOK 6ta edición, influyen en la planificación y el control de costos en el proyecto de construcción del Hospital Chupaca, Junín, en 2023. El estudio fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño no experimental. La población estuvo conformada por proyectos hospitalarios ejecutados en la región Junín, seleccionándose de forma no probabilística una muestra única: el Hospital Chupaca. Se analizaron indicadores como el Nivel de Desarrollo (LOD), el análisis de interferencias, el Look Ahead 4 Week, el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), la Curva S, el SPI, el CPI y el margen final. Los resultados muestran que el proyecto alcanzó un CPI acumulado de 1.07 y un SPI acumulado de 1.00, demostrando una ejecución eficiente en costos y tiempos. Además, el PPC incrementó de 71% en septiembre a 94% en junio, mientras que el margen operativo pasó de -5.81% a 6.57%. Estos resultados evidencian que la implementación de BIM, Last Planner System y el Resultado Operativo optimizó significativamente el planeamiento y el control de costos, logrando un desempeño alineado con los objetivos del proyecto.

Palabra clave:

Metodologías BIM, Last Planner System, Resultado Operativo, PMBOK, Planificación y Control.

ABSTRACT

This research aimed to analyze the extent to which the methodologies Building Information Modeling (BIM), Last Planner System (LPS), and Operational Result, under the framework of PMBOK Sixth Edition, influence planning and cost control in the construction project of the Hospital Chupaca, Junín, in 2023. The study is applied in nature, with a quantitative approach, explanatory level, and non-experimental design. The population consisted of hospital construction projects carried out in the Junín region, with a non-probabilistic sample consisting of a single case: the Hospital Chupaca. The analysis included indicators such as Level of Development (LOD), clash detection, Look Ahead 4 Week, Percent Plan Complete (PPC), S-Curve, Schedule Performance Index (SPI), Cost Performance Index (CPI), and final margin. The results show that the project achieved a cumulative CPI of 1.07 and a cumulative SPI of 1.00, demonstrating cost and time efficiency. Additionally, the PPC increased from 71% in September to 94% in June, while the operating margin improved from -5.81% to 6.57%. These findings demonstrate that the implementation of BIM, LPS, and Operational Result significantly optimized planning and cost control, achieving performance aligned with the project's objectives..

Keywords:

BIM Methodologies, Last Planner System, Operational Result, PMBOK, Planning and Control.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La planificación y el control de costos en proyectos de construcción son aspectos esenciales que requieren la integración de metodologías avanzadas para garantizar el cumplimiento de objetivos en tiempo, costo y calidad. A nivel global, herramientas como BIM (Building Information Modeling), Last Planner System (LPS) y el enfoque del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) han demostrado ser efectivas para optimizar recursos, reducir desperdicios y mejorar la planificación y ejecución de proyectos.

En Asia, investigaciones como la de Wu et al. (2019), titulada "A Systematic Review of Lean Construction in Mainland China", evidenciaron que la implementación de Lean Construction redujo los desperdicios de materiales entre un 10% y un 15%, incrementó la eficiencia de los procesos en un 12% y mejoró la coordinación de los equipos mediante modelos BIM centralizados. De manera similar, Li et al. (2020), en su estudio "The Integration of BIM and Lean Construction for Enhanced Cost and Schedule Management in Public Infrastructure Projects in China", concluyó que la integración de BIM y Lean Construction permitió una reducción del 8% en los costos totales y del 10% en los retrasos, mejorando la precisión en la toma de decisiones basada en datos en tiempo real.

En Estados Unidos, Suermann y Issa (2009), en su investigación "Evaluating the Impact of Building Information Modeling (BIM) on Construction", concluyeron que el uso de BIM combinado con la Gestión del Valor Ganado (EVM) mejora significativamente el monitoreo del progreso del proyecto, facilita la toma de decisiones y optimiza la precisión en el control de costos. Asimismo, Azhar et al. (2015), en el estudio "Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects", destacaron que la integración de BIM y EVM permite una mejor visualización y simulación del progreso del proyecto, logrando un control más efectivo del rendimiento y los costos. Sumado a ello, Mo, Sacks y Eastman, en su investigación titulada "*BIM-based Last Planner System Tool for Improving Construction Project Management*",

desarrollaron una herramienta que integra BIM y LPS para optimizar la gestión de proyectos. Los resultados evidenciaron una mejora del 20% en la previsibilidad de los cronogramas y una reducción del 15% en las actividades no planificadas, lo que permitió un control más eficiente del progreso y los costos del proyecto, alineándose con los principios de la Gestión del Valor Ganado.

En Latinoamérica, países como Chile, México y Colombia también han explorado estas herramientas con resultados positivos.

En Chile, Paz Arroyo y Óscar Valladares implementaron el Last Planner System en el proyecto "Condominio Juanita Aguirre", logrando una reducción del 18% en los costos de ejecución, mejoras en los cronogramas con un cumplimiento del 92% de las actividades planificadas y una mayor calidad en las viviendas entregadas. Además, Andrea González, en su investigación sobre la integración de LPS con modelación 4D, reportó una disminución del 15% en las causas de incumplimiento de los compromisos, una reducción del 10% en los tiempos de planificación y una mejora en la comunicación entre los actores del proyecto.

En México, Andrea Méndez Hernández analizó la sinergia entre BIM y LPS en su investigación "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". El estudio mostró que esta combinación permitió reducir los retrabajos en un 12%, mejorar la comunicación entre contratistas y subcontratistas, y optimizar los tiempos de ejecución en un 8%.

En Colombia, investigaciones como la de Zambrano et al. (2020) demostraron que la integración de Lean Construction y BIM incrementó la eficiencia de los procesos constructivos en un 20% y redujo los tiempos de ejecución en un 15%, logrando un control más preciso de los costos. Además, la aplicación de estas metodologías permitió una mejora del 18% en la concordancia entre los presupuestos iniciales y los costos finales en proyectos evaluados.

En Perú, diversos estudios destacan la efectividad de estas metodologías en la gestión de costos. Por ejemplo, Carrera y Mamani (2023) evidenciaron que la implementación

de LPS y BIM en un proyecto multifamiliar redujo en un 2.15% los costos directos y optimizó el cronograma en 22 días. Lastaunau y Seijas (2020) estudiaron la integración de LPS y PMBOK, concluyendo que mejoró significativamente la gestión de cronogramas y riesgos. Además, Huamán y Huamán (2021) desarrollaron un sistema de planeamiento por procesos que permitió reducir un 15% los costos operativos y mejorar un 20% la eficiencia.

El proyecto del Hospital Chupaca, en Junín, representa una oportunidad clave para evaluar el impacto de la integración de BIM, LPS, EVM bajo el enfoque del PMBOK en la planificación y control de costos. Esta investigación busca proporcionar evidencia sobre la aplicabilidad de estas metodologías en el contexto peruano, contribuyendo al fortalecimiento de las prácticas de gestión en el sector construcción.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La planificación y control de costos en proyectos de construcción hospitalaria en el Perú enfrenta desafíos significativos, reflejados en la alta incidencia de proyectos paralizados y sobrecostos. Según datos del Ministerio de Salud (Minsa), existen 31 obras hospitalarias paralizadas y suspendidas a nivel nacional, de las cuales 10 son hospitales. Estas obras están distribuidas en 14 regiones del país, evidenciando una dispersión geográfica de los proyectos inconclusos.

Además, un informe de la Contraloría General de la República del 2022, indica que en las provincias de San Ramón (Puno), Mariscal Nieto (Moquegua) y Cusco, los proyectos presentan sobrecostos promedio de 57%, 33% y 28%, respectivamente. Estas cifras superan ampliamente el límite legal de ampliación de fondos sin intervención de la Contraloría, que es del 15%.

La gestión del costo y tiempo en el sector construcción enfrenta importantes desafíos que limitan su eficiencia. Uno de los problemas recurrentes es la subestimación de los costos iniciales, derivada de información incompleta o desactualizada sobre materiales, mano de obra y recursos. Esto genera desviaciones significativas en los presupuestos finales. Además, la falta de sincronización entre planificación y ejecución, sumada a la complejidad de coordinar múltiples subcontratistas y actores, incrementa los tiempos de ejecución, genera sobrecostos y reduce la productividad.

El Building Information Modeling (BIM) es una herramienta clave para optimizar la planificación, ejecución y control de proyectos de construcción al integrar información en un modelo centralizado. Sin embargo, en el Perú, su implementación enfrenta desafíos significativos que limitan su adopción y efectividad. A pesar del lanzamiento del Plan BIM Perú, impulsado por el gobierno para estandarizar el uso de esta metodología en proyectos públicos, los avances han sido insuficientes. Según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), en 2023 solo el 18% de los proyectos públicos utilizó BIM para integrar información durante la planificación y ejecución.

Esta baja adopción refleja una problemática crítica en el sector construcción. Entre las principales barreras destacan la falta de capacitación especializada y una resistencia al cambio cultural dentro de las empresas y los equipos de trabajo. Estas limitaciones dificultan la coordinación efectiva entre las partes interesadas, lo que genera errores en los procesos, incrementos en los costos y retrasos en los cronogramas planificados.

Este panorama evidencia la necesidad urgente de fortalecer la implementación de BIM, no solo en proyectos públicos, sino también en el sector privado, como una herramienta clave para superar las deficiencias actuales y garantizar una mayor eficiencia en la gestión de proyectos de construcción en el Perú.

En términos de transformación digital, un estudio reciente muestra que el 73% de las empresas peruanas han iniciado procesos de digitalización para 2023, marcando un avance significativo respecto al 34% en 2021 (CTO Perú, 2023). Sin embargo, aún persisten brechas en la adopción de tecnologías avanzadas en el sector construcción, ya que muchas empresas continúan utilizando métodos tradicionales que no integran de manera efectiva las variables de costo, tiempo y alcance. Esto dificulta la toma de decisiones oportunas y eleva el riesgo de desviaciones en el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

El Last Planner System (LPS) es una metodología de planificación colaborativa que ha demostrado ser altamente efectiva en la mejora de los cronogramas y la optimización de costos en proyectos de construcción. Sin embargo, en el Perú, su implementación es aún limitada, especialmente entre las micro y pequeñas empresas (MYPES), que constituyen una parte significativa del sector construcción, representando aproximadamente el 14.8% de las empresas peruanas y generando el 5.8% de los ingresos totales del sector (Ministerio de la Producción, 2024).

En este contexto, la falta de adopción de herramientas avanzadas como LPS ha perpetuado problemas estructurales que afectan la planificación y el control de costos en los proyectos de construcción. Según un estudio de la Federación

Panamericana de Consultores (FEPAC) (2023), los retrasos en obras en el Perú pueden variar un incremento promedio del 52% respecto al cronograma inicial. Estos retrasos, frecuentemente asociados a una deficiente planificación y programación, generan sobre costos significativos y comprometen la viabilidad financiera de los proyectos.

Adicionalmente, investigaciones como la de Ccama Condori et al. (2023) identifican que la falta de planificación adecuada, la ineficiencia en la programación por parte de los contratistas y los retrasos en los pagos son las principales causas de estas desviaciones. Estas problemáticas no solo reflejan una carencia de enfoque en la coordinación y colaboración efectiva entre las partes interesadas, sino que también limitan la capacidad de las empresas para identificar tempranamente problemas críticos que impactan en los costos y tiempos.

El Resultado Operativo es una herramienta fundamental para el control financiero de proyectos de construcción, ya que permite evaluar el desempeño económico en tiempo real, identificar desviaciones y tomar decisiones correctivas oportunas. Sin embargo, en el Perú, su implementación en el sector construcción es limitada, lo que refleja una brecha significativa en la adopción de metodologías modernas para la gestión eficiente de costos y planificación. Esta situación evidencia una problemática importante, dado el impacto positivo que esta herramienta puede tener en la optimización de los proyectos.

El desconocimiento generalizado del Resultado Operativo y la dependencia de métodos tradicionales, como hojas de cálculo, han perpetuado prácticas ineficientes en la gestión financiera de los proyectos de construcción. Además, la falta de integración tecnológica limita la capacidad de las empresas para monitorear costos en tiempo real y aprovechar las ventajas de una herramienta que relaciona costos, tiempos y avance físico. En este contexto, el sector construcción enfrenta desafíos significativos, como desviaciones presupuestales que alcanzan hasta un 15% en los costos totales de los proyectos, debido a la falta de herramientas de control financiero efectivas, como lo señala el estudio de Ccama Condori et al. (2023).

A pesar de estas barreras, investigaciones realizadas en el Perú han evidenciado los beneficios potenciales del Resultado Operativo cuando se implementa de manera adecuada. Por ejemplo, Durand Torres (2017) destacó que su uso, combinado con herramientas como el Last Planner System, permitió reducir costos en un 10% y optimizar los tiempos de ejecución en proyectos de viviendas multifamiliares. Este enfoque no solo mejoró la eficiencia, sino que también facilitó la toma de decisiones estratégicas al proporcionar datos financieros precisos.

Asimismo, Granda (2018) comparó el Resultado Operativo con el Valor Ganado en un proyecto de oficinas con certificación LEED GOLD, concluyendo que el primero ofrece una visión más integral del desempeño financiero. En este caso, el Resultado Operativo permitió proyectar márgenes con un 95% de precisión, lo que mejoró significativamente la capacidad de reprogramar actividades ante desviaciones. Por su parte, Acuña Huanhuayo (2022) evidenció que la implementación de esta herramienta en una Línea de Transmisión Subterránea permitió identificar desviaciones en tiempo real, logrando ajustar actividades y mejorar los márgenes operativos en un 8% respecto a las proyecciones iniciales. En proyectos más recientes, como los analizados por Arrese (2023), se demostró que el Resultado Operativo puede mejorar la rentabilidad de los proyectos en un 12% al reducir costos asociados a ineficiencias y retrabajos. Además, esta herramienta permitió disminuir los tiempos de inactividad en un 15%, optimizando la productividad y el uso de recursos.

Sin embargo, estos casos positivos son excepciones y no reflejan una adopción generalizada en el sector construcción peruano. La falta de conocimiento, la resistencia al cambio y la ausencia de políticas que promuevan su implementación siguen siendo barreras importantes para la adopción del Resultado Operativo en proyectos públicos y privados.

Estos datos resaltan la necesidad urgente de investigar y aplicar metodologías como BIM, Last Planner System (LPS) y el Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK en proyectos hospitalarios. La integración de estas herramientas podría mejorar la planificación, coordinación y control de costos, reduciendo la

incidencia de proyectos paralizados y sobrecostos, y garantizando la entrega oportuna y eficiente de infraestructura hospitalaria en el país.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

¿En qué medida la planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye en el planeamiento y el control de costos en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín, 2023?

Problemas específicos

¿Cómo la planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye en el desempeño del cronograma (SPI) del proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín, 2023?

¿Cómo la planificación y el control de costos con metodologías Bim, Last Planner System y resultado operativo bajo el enfoque del PMBOK influye en el porcentaje del plan cumplido (PPC) del proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín, 2023?

¿Cómo medir el cumplimiento de la programación mediante la metodología LPS en la gestión del cronograma de obra bajo el enfoque PMBOK 6th?

¿Cómo medir el desempeño de la metodología del valor ganado en la gestión de costos y cronograma bajo el enfoque PMBOK 6th?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Determinar en qué medida la planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye en el planeamiento y el control de costos en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín, 2023

Objetivos específicos

Evaluar la planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y resultado operativo bajo el enfoque del PMBOK influye en el desempeño del cronograma (SPI) en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín, 2023.

Evaluar la planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye en el porcentaje del plan cumplido (PPC) en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín, 2023.

Evaluar la planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye en el margen final en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín, 2023.

Evaluar la planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye en el desempeño del costo (CPI) en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín, 2023

1.4. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es importante, justificable y relevante porque identificará de manera cuantitativa los beneficios de la aplicación de metodologías avanzadas de planificación y control de costos en proyectos de construcción hospitalaria. Este estudio demostrará que es posible aplicar de manera efectiva las metodologías BIM (Building Information Modeling) y Last Planner System (LPS) en conjunto con la herramienta del Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK 6th edición, no solo en proyectos hospitalarios, sino también en cualquier tipo de proyecto de edificación. A través de esta investigación, se evidenciará cómo la integración de estas metodologías contribuye a la mejora en la utilidad y rentabilidad de los proyectos, optimizando tanto el control de costos como el cumplimiento de plazos.

Desde una perspectiva social, esta investigación tiene un impacto directo en la mejora de la construcción de la infraestructura hospitalaria del Perú, específicamente en la región de Chupaca, Junín. El proyecto busca optimizar la entrega de hospitales y centros de salud, lo que contribuiría a mejorar el acceso a servicios médicos de calidad, con una capacidad de atención de 100,000 personas, en una zona que, aunque se encuentra en un área rural, necesita urgentemente infraestructura adecuada. En las zonas rurales, como Chupaca, la demora en la construcción de infraestructura hospitalaria y las deficiencias en la calidad de los servicios impactan negativamente en la atención de salud, lo que aumenta las desigualdades.

Desde el punto de vista económico, esta investigación tiene el potencial de reducir los costos operativos asociados con los proyectos hospitalarios. El uso de metodologías como BIM y Last Planner System permite un mejor aprovechamiento de los recursos y una reducción de los costos adicionales generados por imprevistos, retrabajos y sobrecostos. Un estudio de Granda (2018) muestra que, al integrar el Resultado Operativo, es posible obtener una proyección precisa de los márgenes de ganancia, lo que contribuye a tomar decisiones informadas que optimicen los recursos disponibles y mejoren la

rentabilidad de los proyectos. En el contexto de Chupaca, donde los recursos son limitados y las necesidades de infraestructura son altas, la implementación de estas metodologías podría generar un impacto económico significativo, permitiendo la realización de más proyectos con una mayor eficiencia en el uso del presupuesto. La reducción de los tiempos de construcción y el control más efectivo de los costos aumentarán la capacidad de inversión en otras áreas del sector salud y beneficiarán la economía local a través de la generación de empleo y el mejoramiento de la infraestructura pública.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de la presente investigación sobre la planificación y control de costos mediante BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK en el proyecto de construcción del Hospital Chupaca, Junín 2023, se han identificado ciertas limitaciones que pueden influir en el alcance y generalización de los resultados obtenidos. Estas limitaciones se detallan a continuación:

Disponibilidad y calidad de los datos

Si bien la investigación se basa en información recopilada durante la ejecución del proyecto, la disponibilidad de ciertos datos financieros y operativos estuvo condicionada por la política de acceso a la información de la empresa constructora. Además, algunos registros históricos de costos y cronograma pudieron presentar inconsistencias, lo que requirió la validación y depuración de la información antes de su análisis.

Condiciones externas que afectan la ejecución del proyecto

Factores externos como condiciones climáticas, disponibilidad de materiales y restricciones logísticas pudieron haber influido en el desempeño del Índice de Eficiencia del Costo (CPI), Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI) y Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). Si bien estas variables fueron consideradas en el análisis, su impacto no siempre fue cuantificable con exactitud.

Generalización de los resultados

Los hallazgos obtenidos en esta investigación están basados en un proyecto específico de construcción hospitalaria, por lo que su aplicabilidad a otros tipos de proyectos, como edificaciones comerciales, industriales o de infraestructura vial, puede estar limitada. Sin embargo, la metodología utilizada puede servir como referencia para estudios futuros en contextos similares.

Limitaciones en la implementación de herramientas digitales

Aunque el uso de BIM y Last Planner System ha demostrado mejorar la planificación y el control de costos, su efectividad estuvo condicionada por el grado de capacitación del personal y la infraestructura tecnológica disponible en la obra. La adopción de estas herramientas en otras organizaciones podría requerir un proceso de adaptación y capacitación adicional.

Factores organizacionales y resistencia al cambio

La aplicación de metodologías como Last Planner System y la medición del Valor Ganado (EVM) implicó cambios en la forma de trabajo de los equipos de planificación y ejecución. En algunos casos, la resistencia al cambio y la falta de familiarización con estas metodologías pudieron afectar la implementación efectiva de los procesos de control de costos y cronograma.

Influencia de las decisiones en fases previas del proyecto

Se ha identificado que las desviaciones en costos y tiempos ocurridas en las primeras etapas del proyecto impactaron significativamente en la evolución del Margen Económico Final. Sin embargo, la investigación se centró en la gestión del planeamiento y control de costos durante la ejecución, por lo que no se profundizó en el análisis de las decisiones tomadas en la fase de diseño y preconstrucción.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

NIVEL DE DESARROLLO DEL MODELO BIM – LOD 300

Diversas investigaciones recientes han confirmado los beneficios del Building Information Modeling (BIM) con énfasis en el Nivel de Desarrollo del Modelo (LOD 300) para optimizar costos y tiempos en la construcción. Naranjo-Bejarano (2021), en Bogotá, Colombia, realizó un estudio aplicado con enfoque cuantitativo y diseño comparativo cuyo objetivo fue evaluar la eficacia del BIM en la gestión de proyectos frente a métodos tradicionales. Con una muestra de 20 proyectos locales, se demostró que el uso de BIM redujo errores de diseño en un 30% y optimizó los costos operativos en un 20%, concluyendo que el BIM mejora significativamente la eficiencia en la ejecución de obras en la región (Naranjo-Bejarano, 2021).

Asimismo, Rodríguez (2022), en Medellín, Colombia, investigó mediante un estudio explicativo con diseño experimental los impactos específicos del LOD 300 en la planificación financiera de 8 proyectos inmobiliarios residenciales. Los resultados evidenciaron una reducción promedio del 15% en la desviación entre el costo real y el presupuesto inicial, concluyendo que el uso del LOD 300 contribuye a mejorar el control financiero en proyectos residenciales en Colombia (Rodríguez, 2022).

En Lima, Perú, Martínez y Salazar (2023) desarrollaron un estudio descriptivo-explicativo en infraestructura hospitalaria con una muestra de 12 hospitales públicos y privados. Encontraron que aquellos proyectos que utilizaron BIM con LOD 300 lograron un 25% menos retrabajos en obra y redujeron tiempos de ejecución en 18%, concluyendo que el nivel de detalle LOD 300 optimiza considerablemente la gestión interdisciplinaria en construcciones hospitalarias peruanas (Martínez & Salazar, 2023).

LOOK AHEAD PLAN – 4 WEEK

En Cartago, Costa Rica, Gamboa-Castillo (2021) realizó un estudio aplicado, descriptivo-explicativo, cuyo objetivo fue evaluar la implementación del Last Planner System mediante la planificación anticipada "Look Ahead 4 Week" en proyectos industriales. Analizando diversos proyectos, encontró que el indicador permitió reducir actividades incumplidas en aproximadamente un 20%. La investigación concluyó que la planificación anticipada mediante el LPS mejora significativamente la gestión operativa en proyectos industriales (Gamboa-Castillo, 2021).

En Guayaquil, Ecuador, Almeida et al. (2022) estudiaron la aplicación del LPS con enfoque en Look Ahead Planning en la construcción del Condominio Estoril mediante una investigación aplicada descriptiva en un periodo de 10 semanas. Los resultados revelaron que el indicador Look Ahead 4 Week mostró un incremento del cumplimiento de actividades anticipadas, facilitando un aumento del PPC del 78% al 91%. Los autores concluyeron que la metodología mejora la eficacia en la planificación anticipada y reduce costos por retrabajo (Almeida et al., 2022).

En Lima, Perú, Quispe-Suyo (2018) realizó una investigación aplicada con nivel explicativo, usando un diseño cuasi-experimental en el proyecto multifamiliar Leaf-Lince. Los resultados del uso del Look Ahead 4 Week mostraron una mejora del cumplimiento anticipado de actividades en un 18%. Se concluyó que esta herramienta mejora la precisión de la planificación y disminuye considerablemente los riesgos de incumplimiento en la construcción residencial (Quispe-Suyo, 2018).

CURVA S

Vidalakis, Tookey y Sommerville (2021), en Reino Unido, mediante un estudio aplicado, nivel explicativo y diseño de casos múltiples en 40 proyectos de infraestructura, evaluaron la implementación de la Curva S como herramienta financiera. La investigación concluyó que esta herramienta permite predecir desviaciones presupuestarias con una precisión del 85%, reduciendo sobrecostos en un 15%. Los investigadores enfatizaron su utilidad para optimizar la planificación financiera en proyectos de construcción (Vidalakis et al., 2021).

En Santiago de Chile, Sánchez y Morales (2022) desarrollaron una investigación aplicada, descriptiva-explicativa en 15 proyectos públicos. Sus resultados revelaron que la implementación de la Curva S permitió anticipar desviaciones presupuestarias tres meses antes, disminuyendo costos adicionales en promedio un 12%. Los autores concluyeron que la Curva S es esencial para el control efectivo de costos en proyectos públicos chilenos (Sánchez & Morales, 2022).

En Monterrey, México, García y López (2023) estudiaron el uso de la Curva S en 20 proyectos privados mediante un estudio explicativo aplicado. Los resultados evidenciaron una reducción promedio del 18% en sobrecostos operativos y mejoraron la capacidad predictiva financiera en un 90%. Los investigadores concluyeron que el uso sistemático de esta herramienta mejora sustancialmente la gestión económica en proyectos privados (García & López, 2023).

SCHEDULE PERFORMANCE INDEX (SPI)

En una investigación realizada por Cantorín y Huaynate (2020) en Huancayo, Perú, se evaluó la aplicación del SPI en la gestión del cronograma en proyectos de construcción. Mediante una investigación aplicada con enfoque cuantitativo y nivel explicativo, se utilizó un diseño no experimental longitudinal, analizando una muestra de proyectos de edificación y obra pública. Los resultados evidenciaron que la aplicación del SPI permitió mejorar la precisión en la predicción de la fecha de culminación del proyecto en un 25%, facilitando la identificación temprana de desviaciones en el cronograma. Se concluyó que el SPI, en combinación con herramientas complementarias como la Ruta Crítica y el Valor Ganado, optimiza significativamente la planificación y control del tiempo en proyectos constructivos, reduciendo riesgos de incumplimiento en los plazos establecidos (Cantorín & Huaynate, 2020).

Por su parte, Rodríguez y Herrera (2021) realizaron un estudio aplicado en Bogotá, Colombia, con un enfoque descriptivo-explicativo, evaluando la eficacia del SPI en la gestión del tiempo en la construcción de viviendas de interés social. A través del análisis de datos históricos de 10 proyectos de vivienda, los investigadores examinaron la utilidad del SPI como un indicador clave para la predicción del avance del cronograma y la planificación de recursos. Los hallazgos demostraron que el uso del SPI permitió reducir en un 18% los retrasos en la entrega de las viviendas, al facilitar la identificación de cuellos de botella en actividades críticas. Se concluyó que la integración del SPI con metodologías de gestión del Valor Ganado (EVM) mejora significativamente la toma de decisiones en la administración del cronograma en proyectos de construcción social, asegurando la entrega eficiente de las obras (Rodríguez & Herrera, 2021).

En la misma línea, Pariona y Fernández (2020) analizaron el uso del SPI en la ejecución de proyectos de infraestructura pública en Huancavelica, Perú. Su investigación, de tipo explicativo con enfoque cuantitativo, utilizó un diseño de casos múltiples, analizando la eficiencia del SPI en

la gestión de cronogramas en proyectos viales y educativos financiados por el Estado. Los resultados mostraron que la implementación del SPI permitió anticipar desviaciones temporales con hasta 2 meses de anticipación, lo que ayudó a mitigar riesgos y mejorar la planificación de recursos. Además, se evidenció una reducción del 15% en los costos asociados a retrasos, debido a una mejor administración del cronograma. Los autores concluyeron que la implementación del SPI en proyectos de infraestructura pública es esencial para optimizar la ejecución del tiempo y garantizar la entrega de obras dentro de los plazos establecidos, minimizando sobrecostos y optimizando la eficiencia del proyecto (Pariona & Fernández, 2020).

COSTS PERFORMANCE INDEX (CPI)

El Índice de Desempeño del Costo (CPI) es una de las herramientas más utilizadas en la gestión de proyectos para evaluar el desempeño y la eficiencia del costo.

En una investigación realizada por Sánchez y Cáceres (2019) en Lima, Perú, se evaluó la aplicación del método del Valor Ganado (EVM) en el control de costos y tiempos en proyectos de construcción. Mediante un estudio aplicado con enfoque cuantitativo y nivel explicativo, se utilizó un diseño no experimental longitudinal para analizar una obra civil ejecutada en la Refinería La Pampilla. Los resultados evidenciaron que la aplicación del CPI permitió detectar sobrecostos en la fase inicial del proyecto, pasando de un CPI de 0.76 a 0.97 tras la implementación de estrategias correctivas. Se concluyó que la aplicación de herramientas de Valor Ganado mejora el control financiero, optimizando la toma de decisiones para evitar desviaciones presupuestarias (Sánchez & Cáceres, 2019).

Por su parte, Pinto y Cari (2020) desarrollaron un estudio en Puno, Perú, donde aplicaron el método del Valor Ganado en el control de costos y cronogramas en la construcción de un sistema de alcantarillado. A través

de una investigación aplicada de nivel descriptivo, con un diseño no experimental transversal, se analizaron los datos de costos y tiempos durante la ejecución del proyecto. Los hallazgos indicaron que durante las primeras cuatro semanas, el CPI se mantuvo por debajo de 1.0, reflejando sobrecostos debido a errores en la estimación de materiales y problemas en la planificación del cronograma. Sin embargo, con ajustes en la estrategia de compras y ejecución, se logró estabilizar el CPI y optimizar los costos del proyecto. Se concluyó que el uso del CPI dentro del método de Valor Ganado permite una mejor administración de recursos y una anticipación más eficiente de problemas financieros en proyectos de infraestructura (Pinto & Cari, 2020).

De manera similar, Rodríguez y Herrera (2021) analizaron el desempeño de costos en la construcción de viviendas de interés social en Bogotá, Colombia. Su investigación, de tipo aplicada con enfoque cuantitativo y nivel descriptivo-explicativo, utilizó un diseño de estudio de casos en proyectos seleccionados entre 2019 y 2021. Los resultados indicaron que la aplicación del CPI permitió reducir los sobrecostos en un 15%, al identificar ineficiencias en la distribución de recursos y en la gestión de subcontratistas. Se concluyó que la integración del CPI con metodologías de gestión del Valor Ganado y técnicas de Ruta Crítica mejora la capacidad de control financiero, permitiendo la toma de decisiones basada en datos y asegurando la rentabilidad de los proyectos constructivos (Rodríguez & Herrera, 2021).

PORCENTAJE DE PLAN COMPLETADO (PPC)

En una investigación realizada por Chinchay Ramírez (2022) en Lambayeque, Perú, se evaluó la aplicación del Last Planner System (LPS) para mejorar la gestión del cronograma en proyectos de construcción. Mediante una investigación aplicada con enfoque cuantitativo y nivel explicativo, se utilizó un diseño cuasi-experimental, analizando la ejecución de un proyecto de edificación multifamiliar. Los resultados evidenciaron que la implementación del LPS permitió

aumentar el PPC del 64% al 86%, lo que indica una mejora significativa en el cumplimiento de las actividades planificadas. Se concluyó que el uso del Last Planner System, junto con herramientas de monitoreo continuo, optimiza la planificación y ejecución, reduciendo el impacto de actividades no ejecutadas sobre el cronograma general (Chinchay Ramírez, 2022).

Alejo (2019) en Lima, Perú, se evaluó la aplicación del Last Planner System (LPS) para mejorar la planificación y gestión de proyectos de construcción. Mediante una investigación aplicada con enfoque cuantitativo y nivel explicativo, se utilizó un diseño cuasi-experimental, analizando la ejecución de un proyecto de edificación multifamiliar. Los resultados evidenciaron que la implementación del LPS permitió aumentar el PPC del 65% al 88%, reflejando una reducción en los retrasos y una mejora en la predictibilidad del cronograma. Se concluyó que el uso del Last Planner System, en conjunto con herramientas de control de actividades, optimiza la planificación y ejecución, reduciendo la incertidumbre en la programación de actividades y mejorando la eficiencia operativa del proyecto (Alejo, 2019).

Finalmente, Navia-Solórzano y Ruíz-Párraga (2023) en Ecuador, realizaron una investigación aplicada sobre la implementación de la metodología Lean Construction en proyectos de urbanización y soluciones habitacionales, enfocándose en la planificación mediante Last Planner System (LPS). A través de un estudio de caso con diseño descriptivo-explicativo, se analizaron proyectos de vivienda social en ejecución en el Cantón Flavio Alfaro, provincia de Manabí, bajo el programa “Casa para Todos” del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). Los resultados demostraron que la implementación de herramientas Lean permitió un incremento del PPC del 60% al 89%, reduciendo significativamente los retrasos y optimizando la productividad. Se concluyó que el uso de Lean Construction, combinado con LPS, mejora la predictibilidad del cronograma y permite un mejor

control de la producción en proyectos de construcción de vivienda social (Navia-Solórzano & Ruíz-Párraga, 2023).

MARGEN ECONÓMICO FINAL

El margen económico final en proyectos de construcción es un indicador clave para evaluar la rentabilidad de una obra, permitiendo a las empresas tomar decisiones estratégicas basadas en su desempeño financiero. Su cálculo implica la diferencia entre los ingresos generados y los costos incurridos, reflejando la eficiencia económica del proyecto. Diversas investigaciones han demostrado la importancia de su monitoreo y control a lo largo de la ejecución de una obra.

Pérez (2017) implementó el método del Resultado Operativo (RO) en la gestión de costos de construcción, logrando una reducción del 12 % en desviaciones presupuestarias y optimizando la rentabilidad final en un 6 %. Su estudio evidenció que la visualización constante del margen económico permitió realizar ajustes estratégicos en tiempo real, evitando pérdidas inesperadas.

Por su parte, Bellos-Araujo, García-Rodríguez y Pérez-López (2021) analizaron la rentabilidad en empresas de construcción y montaje, encontrando que aquellas que aplicaron un control riguroso de costos mejoraron su margen operativo en un 8 % y redujeron sus gastos administrativos en un 15 %. La investigación resaltó la importancia del uso de herramientas financieras para mejorar la estabilidad económica de las compañías del sector.

García (2019) estudió la gestión de costos en proyectos de infraestructura, demostrando que la implementación del RO permitió incrementar el margen de rentabilidad en un 7 %, al mejorar la precisión en la estimación de costos y reducir desperdicios en la ejecución de la obra.

Estas investigaciones coinciden en que la adopción de metodologías como el Resultado Operativo es esencial para la sostenibilidad económica de los proyectos de construcción, optimizando su rentabilidad y garantizando una mejor gestión de costos (Pérez, 2017; Bellosso-Araujo et al., 2021; García, 2019).

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

La metodología Building Information Modeling (BIM) ha transformado la forma de gestionar los proyectos de construcción, permitiendo una mayor integración entre disciplinas, una mejora en la toma de decisiones y una reducción de errores en las fases de diseño y ejecución. Diversos estudios han demostrado que su implementación tiene un impacto directo en el desempeño operativo, económico y temporal de los proyectos.

En un estudio aplicado desarrollado por Khosrowshahi y Arayici (2012), se evaluó cuantitativamente el impacto de BIM en un proyecto de construcción en Reino Unido. A través de un diseño de caso descriptivo, se identificó una reducción del 0.16 % en costos de reprocesos, una disminución del 6.49 % en retrasos asociados a problemas de coordinación y una reducción del 5.0 % en penalidades por entregas tardías. El estudio concluyó que BIM mejora la eficiencia del proyecto al minimizar errores y optimizar la coordinación entre especialidades.

Por otro lado, Hosseini et al. (2023) llevaron a cabo una revisión sistemática de 75 estudios sobre el retorno de inversión (ROI) del uso de BIM. La investigación, de tipo teórico-exploratorio, concluyó que los beneficios económicos de BIM varían ampliamente, con retornos que oscilan entre el 140 % y el 39,900 %, dependiendo del nivel de implementación, el tipo de proyecto y el contexto organizacional. Este hallazgo resalta la necesidad de estandarizar los métodos de cuantificación del valor económico generado por BIM.

Asimismo, Abdirad y Pishdad-Bozorgi (2024) realizaron un análisis correlacional en diversos proyectos constructivos internacionales con el fin de evaluar cómo los niveles de uso de BIM influyen en el desempeño general del proyecto. Los resultados evidenciaron que un mayor nivel de implementación (LOD 350 en adelante) se asocia a una reducción significativa de costos y tiempos, así como a mejoras en la calidad de ejecución. El estudio concluyó que el uso avanzado de BIM está positivamente correlacionado con mejores resultados operativos, financieros y técnicos en obras de mediana y gran envergadura.

En conjunto, estas investigaciones sustentan que la implementación de BIM, particularmente cuando se integra desde etapas tempranas del proyecto y con niveles de desarrollo avanzados, permite alcanzar un mayor control operativo, reducir pérdidas económicas y optimizar los recursos. Su incorporación estratégica en proyectos de construcción representa una herramienta clave para elevar el desempeño integral de las obras y alinearlas con los objetivos de plazo, costo y calidad.

LAST PLANNER SYSTEM (LPS)

El Last Planner System (LPS), desarrollado dentro del enfoque Lean Construction, ha emergido como una metodología clave para mejorar la planificación y control de proyectos, especialmente en la etapa de ejecución. Su objetivo principal es reducir la variabilidad del flujo de trabajo, aumentar la confiabilidad de las actividades planificadas y promover un entorno colaborativo entre los actores del proyecto. Diversos estudios han demostrado que su implementación contribuye significativamente al cumplimiento del cronograma y al control de costos.

En una investigación aplicada realizada por Alejo (2019) en Lima, Perú, se evaluó el impacto del LPS en la planificación y gestión de un proyecto de edificación multifamiliar. Mediante un diseño cuasi-experimental con enfoque cuantitativo y nivel explicativo, se observó un incremento del

Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) de 65 % a 88 %, lo que evidenció una mayor estabilidad del cronograma y mayor predictibilidad en la ejecución. Se concluyó que el uso del LPS mejora la coordinación entre especialidades y reduce la cantidad de tareas no completadas, optimizando el desempeño del proyecto.

De forma similar, Chinchay Ramírez (2022) aplicó el LPS en un proyecto constructivo en Lambayeque, Perú, en una investigación de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño cuasi-experimental. Se reportó un aumento del PPC de 64 % a 86 % tras la implementación del sistema, así como mejoras en la comunicación entre equipos. El autor concluyó que el LPS permite una planificación más realista, minimiza las restricciones y genera compromisos colectivos que favorecen el cumplimiento de metas semanales.

Por su parte, Navia-Solórzano y Ruíz-Párraga (2023) desarrollaron un estudio de caso en el Cantón Flavio Alfaro (Ecuador), en el marco del programa “Casa para Todos”, donde aplicaron la metodología Lean Construction, incluyendo el LPS, en proyectos de urbanización y vivienda social. La investigación fue de tipo aplicada, diseño descriptivo-explicativo, y reveló que el PPC aumentó del 60 % al 89 % en menos de cinco meses, gracias a la implementación de reuniones semanales, seguimiento a las restricciones y planificación de corto plazo mediante herramientas como el Look Ahead 4 Week. Se concluyó que el LPS potencia el control de obra y genera una mejora significativa en la confiabilidad del flujo de trabajo.

En conjunto, estas investigaciones sustentan que la implementación del Last Planner System es una estrategia eficaz para mejorar la planificación y el control de proyectos constructivos. Su enfoque colaborativo, basado en compromisos realistas y planificación continua, contribuye a la reducción de pérdidas de tiempo, mejora la toma de decisiones y fortalece el cumplimiento del cronograma.

PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK)

La Guía del Project Management Body of Knowledge (PMBOK), elaborada por el Project Management Institute (PMI), constituye un estándar internacional para la dirección de proyectos, brindando lineamientos, buenas prácticas y herramientas aplicables a diversos sectores, entre ellos la construcción. Su aplicación busca mejorar la planificación, ejecución y control de los proyectos, y ha sido objeto de estudios en diferentes contextos constructivos.

En una investigación aplicada realizada por Tineo (2017) en Ayacucho, Perú, se implementó la Guía PMBOK en el proyecto “Construcción del Puente Yanamonte Km 115”. Mediante un estudio de caso de nivel descriptivo, se documentó una gestión estructurada desde la fase de inicio hasta el cierre, mejorando la planificación, ejecución y control. Se concluyó que la aplicación del PMBOK permitió al equipo cumplir con los objetivos del proyecto, optimizando la toma de decisiones y asegurando el seguimiento de cada fase (Tineo, 2017).

De igual modo, Torrejón (2023) desarrolló un estudio de caso aplicado a un proyecto de vivienda unifamiliar en Valladolid, España, con el propósito de implementar la Guía PMBOK Séptima Edición. La investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño no experimental. Los resultados indicaron que la planificación detallada basada en los dominios de desempeño del PMBOK facilitó la gestión del alcance, cronograma, recursos y riesgos. Se concluyó que su implementación aportó orden y trazabilidad en todas las etapas del proyecto, incluso en obras de menor escala (Torrejón, 2023).

Por su parte, Muñoz (2021) analizó la aplicación de los fundamentos del PMBOK en la construcción de la plataforma de lixiviación en pilas del Proyecto Conga, en Cajamarca, Perú. El estudio, de tipo aplicada y nivel descriptivo, demostró que la gestión de riesgos, el control de cambios y el uso del Valor Ganado permitieron actualizar las líneas base del

cronograma y presupuesto, reduciendo los efectos de desviaciones técnicas y económicas. Se concluyó que una gestión alineada a los procesos del PMBOK favorece el cumplimiento del presupuesto aprobado y promueve decisiones más eficaces frente a los riesgos (Muñoz, 2021).

En conjunto, estas investigaciones evidencian que la aplicación de la Guía PMBOK mejora la estructuración y control de los proyectos de construcción, aportando solidez metodológica para enfrentar los desafíos de planificación, ejecución y cierre de obra. Su integración favorece una mayor eficiencia operativa, predictibilidad en los resultados y cumplimiento de los objetivos del proyecto.

RESULTADO OPERATIVO

El Resultado Operativo (RO) es una metodología empleada en la gestión de proyectos de construcción para el control y seguimiento de costos, con el objetivo de monitorear las variaciones en el margen económico y facilitar la toma de decisiones oportunas.

En una investigación aplicada realizada por Pérez (2018), se implementó el método del RO en la ampliación del campus de la Universidad Privada Cayetano Heredia, en Lima, Perú. El estudio, de tipo descriptivo y diseño no experimental, evidenció que la aplicación del RO permitió una mejor estructuración del control de producción y recursos, resultando en una reducción significativa de desviaciones presupuestarias y mejorando el margen económico del proyecto.

Por otro lado, Granda (2017) llevó a cabo un análisis comparativo entre la técnica del RO y el método del Valor Ganado en el proyecto de construcción del edificio de oficinas T-Tower con certificación LEED GOLD. La investigación, de tipo aplicada y diseño descriptivo, concluyó que el RO no solo abarca las prestaciones del Valor Ganado, sino que también integra procesos de planificación, seguimiento y control integral

de costos e ingresos, facilitando al director del proyecto la toma de decisiones para alcanzar el margen operativo previsto.

Asimismo, Acuña Huanhuayo (2022) aplicó la metodología del RO como herramienta de control de costos en un proyecto de construcción de una línea de transmisión subterránea. Este estudio, de enfoque cuantitativo y diseño no experimental, demostró que el RO permite determinar y controlar el margen al término del proyecto, proporcionando información confiable para la gestión financiera y la toma de decisiones estratégicas. Repositorio Continental

Estas investigaciones evidencian que la implementación del método del Resultado Operativo en proyectos de construcción contribuye significativamente al control efectivo de costos, la mejora en la planificación y la optimización del margen económico, consolidándose como una herramienta esencial para la gestión financiera en el sector.

2.2. BASES TEÓRICAS

RESULTADO OPERATIVO (R.O.)

Es una herramienta sistemática para la planificación y el control de proyectos cuya finalidad es evitar variaciones al margen de utilidad proyectado del proyecto al cierre de obra. Desde el enfoque económico, se cataloga como una herramienta de control que mediante un reporte económico se informa sobre las ventas, los costos y el margen de la obra, tanto acumulados como el saldo por ejecutar, los terminos involucrados deben entenderse de la siguiente manera.

Figura 1

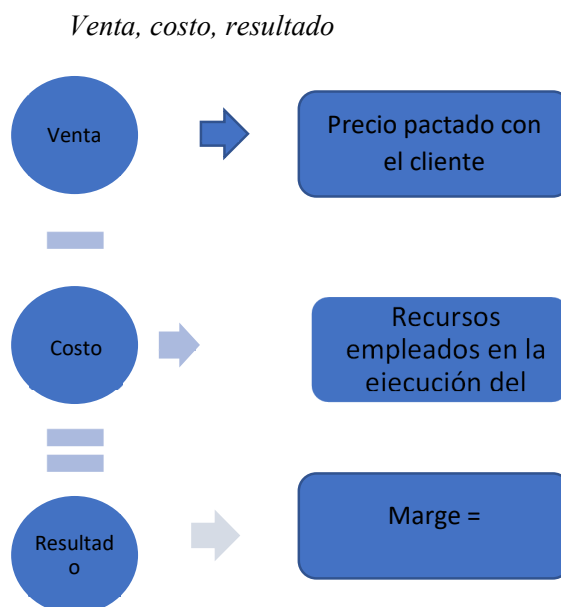


Ilustración 1: GyM. (---). Control de costos. [Figura]. Recuperado de Taller de funciones básica de gestión Módulo IV

A continuación, la siguiente imagen muestra la información necesaria que debe ser considerada como venta y costo en una obra.

Figura 2

Venta y costo

Venta	Costo
Valorización actual y saldo. Adicionales y costeados considerados Valorización anteriores facturadas.	Provisión de actividades consideradas. Saldos de almacén Consumo de materiales

Ilustración 2: GyM. (2009). Control de costos. [Figura]. Recuperado de Taller de interpretación de estados financieros

El Reporte Operativo muestra el resultado de la gestión operativa, tanto del acumulado, proyección y total obra. Cuyo propósito es determinar el resultado final, establecido por el total de la venta (venta contractual, venta adicional, reajuste y venta a terceros) y el total del costo (directo e indirecto) en el mes (en el que se realiza la evaluación), acumulado y la proyección del saldo del total obra, para ello es muy importante que los datos sean lo más reales posibles.

Su presentación por lo general es mensual, sin embargo, esto está sujeto a la política de la empresa que suele ser por lo general los fines de mes, pero esto no quiere decir que solo los últimos días del mes nos preocupamos por los resultados, la gestión del Resultado Operativo implica un control permanente tanto de la gestión operativa como de la gestión administrativa del proyecto.

El área de obra que está a cargo del Resultado Operativo es Oficina Técnica, que, bajo responsabilidad del Ingeniero de Costos debe controlar diariamente los costos unitarios reales, por lo menos de las actividades más importantes e incidentes del proyecto, de tal manera que podemos corregir errores en tiempo real.

El punto es que el cálculo diario de los precios unitarios reales por lo general no incluye todos los costos de manera exacta o como realmente se están contabilizando en las finanzas, pero sí nos da un valor lógico y cercano a la realidad, por tanto es clave corregirlos todos los fines de mes a través de los resultados obtenidos mediante el Resultado Operativo, que nos da un panorama más real, en el que están incluidos todos los costos incurridos, debidamente sustentados por las diferentes áreas de soporte del proyecto.

Por otro lado, es preciso mencionar que es un sistema probado a través de la práctica en el control de muchos proyectos y que ha ido mejorando con las experiencias de cada ingeniero, ya que todos tienen sus propias experiencias, sus propios formatos, sus propias herramientas de apoyo y sus propias formas de usarlo, pero la finalidad es la misma.

Figura 3

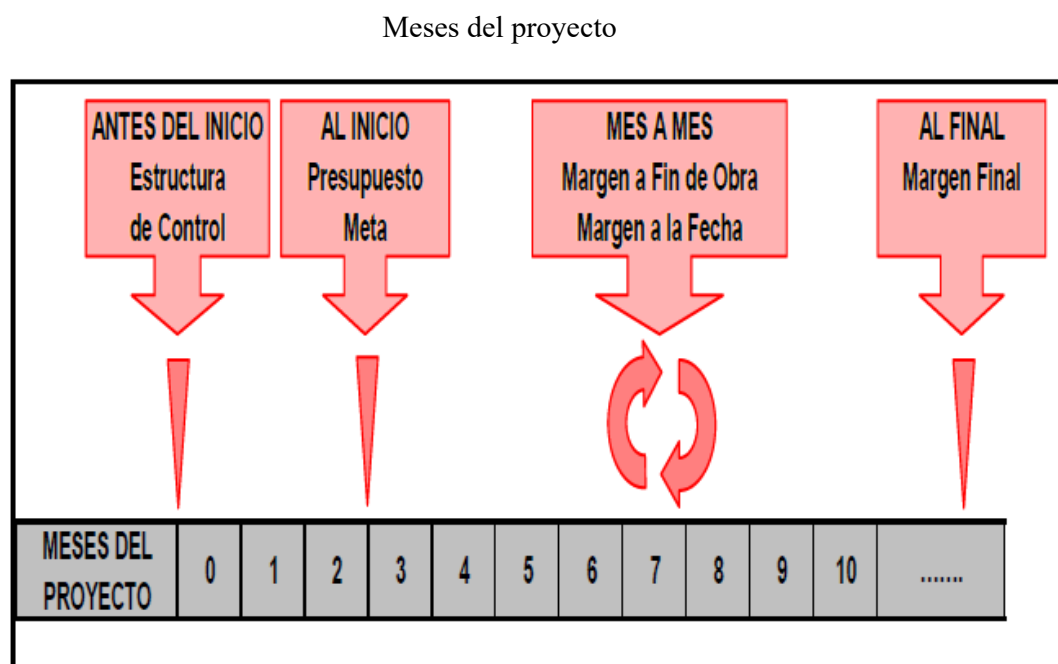


Ilustración 3: GyM. (2019). Control de costos. [Figura]. Recuperado de Taller de interpretación de estados financieros.

El Resultado Operativo es una herramienta de planeamiento y de control de obras.

El cual tiene como objetivos primordiales lo siguiente:

Controlar y optimizar recursos tales como materiales y financieros.

Mejorar los resultados.

Manejar y medir la gestión operativa de la empresa, analizando en qué partida de control o actividades podemos mejorar.

Conocer en todo momento cuál será el resultado económico final del proyecto.

USO DE LAS HERRAMIENTAS DEL RESULTADO OPERATIVO

ANÁLISIS DEL RESULTADO PENDIENTE (ANÁLISIS INDIVIDUAL)

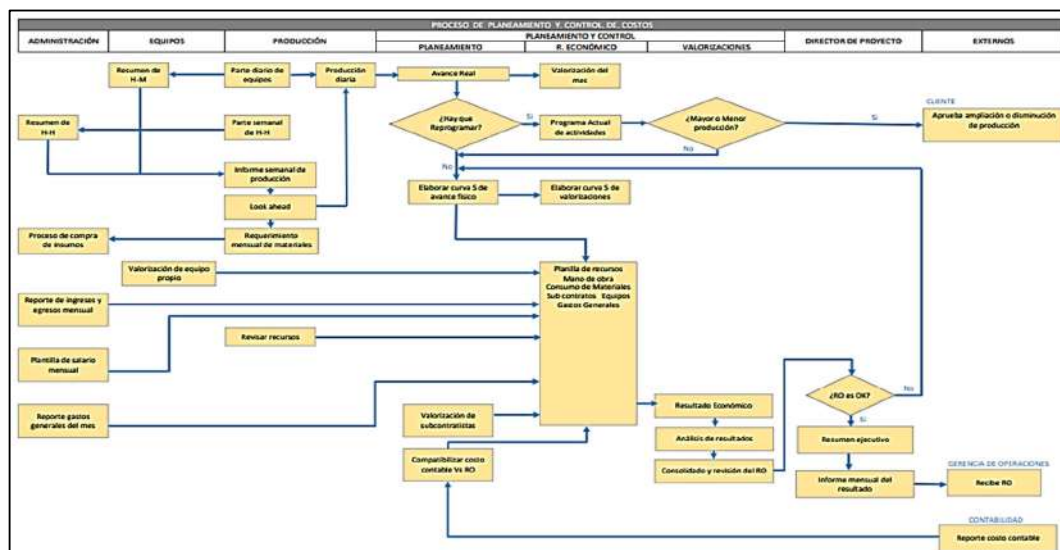
Trabajos ejecutados no valorizados

Son los trabajos no valorizados y que se ejecutaron hasta la fecha del corte del resultado operativo. Entre las razones puede darse el caso de que no se incluyan debido a que no se liberaron por el área de control de calidad de la supervisión, quienes no aprueban su valorización si es que no están liberados.

Trabajos valorizados no ejecutados

Se enmarcan las provisiones, que se cobran, pero no deberían ser incluido dentro de los costos.

Figura 4



Planeamiento y control de costos

Costos indirectos

Se refiere al costo que afecta al proceso productivo de uno o más entregables, por lo que, no se podría asignar a uno solo sin usar algún criterio de asignación. Por ejemplo, el salario de personal administrativo.

Provisiones

Son ingresos o egresos que están pendientes de efectuarse por diversas causas. Es importante registrar su periodo de corto, para que una vez transformados costo o venta sean incorporados como tales en el mes en que fueron identificados. Cabe

Ilustración 4: Proceso de planeamiento y control de costos

precisar, que las provisiones deben estar adecuadamente faseada, puesto que, es importante para que se refleje la información contable como el resultado de la obra a la fecha.

Figura 5

Provisiones

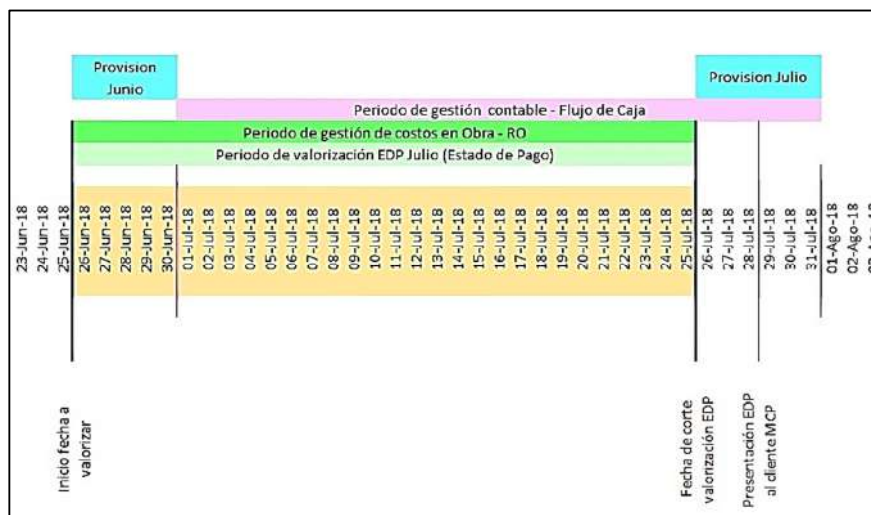


Ilustración 5: Provisiones, mes junio y julio

Diferencia por márgenes por fases

La finalidad del este análisis es potenciar las proyecciones mediante la evaluación de la diferencia de resultados entre lo que se obtuvo a la fecha de corte y lo que se pronosticó para una fase determinada. En síntesis, este indicador es la diferencia entre el margen real y el margen previsto.

$$\Delta = M_R - M_P$$

Donde:

Δ : Delta del margen de fase

M_R : Margen real

M_P : Margen previsto

ANÁLISIS DEL RESULTADO PENDIENTE (ANÁLISIS COMBINADO)

Para establecer la contingencia es necesario calcular el costo aplicado y el resultado pendiente. El costo aplicado es el costo aquel que haber empleado si esperaríamos tener un margen directo igual al margen ponderado. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

Cálculo del costo aplicado:

$$CA = VA - MP * VA$$

$$CA = VA * (1 - MP)$$

Donde:

CA: Costo aplicado
VA: Venta acumulada.
MP: Margen ponderado.

De tal forma que, el resultado pendiente es la diferencia entre el costo aplicado y el costo. Si este resulta negativo, es debido a que se ha gastado menos de lo planificado, y si resulta positivo es porque se ha gastado demás. Si el margen ponderado o previsto sale menor que cero, entonces el resultado pendiente es igual a cero.

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

Cálculo del resultado pendiente:

$$RP = Cost - CA$$

Donde:

RP: Resultado Pendiente
Cost: Costo.
CA: Costo aplicado.

Después de haber determinado las provisiones actuales (tangibles), de haber previsto el resultado pendiente, realizar márgenes (y análisis correspondientes) y de calcular las provisiones virtuales resultantes de la diferencia de márgenes, es posible determinar la contingencia con la siguiente fórmula:

Cálculo de la contingencia:

$$Cont = PV + PT + RP$$

Donde:

Cont: Contingencia
PT: Provisiones tangibles
PV: Provisiones virtuales
RP: Resultado pendiente

Dependiendo del signo resultante, se realiza el análisis:

+: Margen disponible, de representar gran porcentaje debería incrementarse las expectativas.

0: Margen ponderado no tiene respaldo

-: Margen ponderado ya no tiene respaldo y no podrá alcanzarse el margen ponderado proyectado.

3.1.2.4 Valor ganado

Valor Ganado (VG), es una herramienta de gestión del costo, conocida también por sus siglas en inglés EVM (Earned Value Management), nos permite gestionar

y controlar el desempeño de un proyecto respecto al cronograma y presupuesto, ya que esta técnica compara el avance real alcanzado en determinado tiempo con respecto al avance proyectado estimado durante la etapa de planificación del proyecto.

Para la realización de dicho análisis es necesario definir:

Valor planificado (PV: Plan Value)

Es el presupuesto asignado y autorizado al proyecto. Cuyos costos son los planificados y/o estimados para la realización del proyecto en una fecha o plazo determinado.

Costo real (AC: Actual Cost)

Es el costo real incurrido en la realización del proyecto en una fecha o plazo determinado.

Valor ganado (EV: Earned Value)

Valor de los trabajos completados o en ejecución del proyecto en una fecha o plazo determinada.

Presupuesto hasta la conclusión (BAC: Budget at Completion)

Es el presupuesto del proyecto sin reservas de gestión, siendo así, la línea base de costos del proyecto.

Variación de costo (CV: Cost Variance)

Es obtenido de restar el valor ganado (EV) con respecto al costo real (AC).

De donde se desprende que:

Si el $(CV = EV - AC) < 1$, la actividad o el proyecto tiene un sobrecosto.

Si el $(CV = EV - AC) > 1$, la actividad o el proyecto está por debajo del costo planificado.

Desempeño del cronograma (SPI: Schedule Performance Index)

Indicador del desempeño de la ejecución del proyecto con respecto al cronograma planificado.

De donde se desprende que:

Si el $SPI < 1$, la actividad o el proyecto está retrasado respecto a lo planeado.

Si el $SPI = 1$, la actividad o el proyecto está al día según lo planeado.

Si el $SPI > 1$, la actividad o el proyecto está adelantado respecto a lo planeado.

Desempeño del costo (CPI: Cost Performance Index)

Indicador de la eficiencia del costo presupuestado con respecto al costo real incurrido en una fecha o plazo determinado.

De donde se desprende que:

Si el $CPI < 1$, la actividad o el proyecto tiene un costo real mayor al presupuestado.

Si el $CPI = 1$, la actividad o el proyecto tiene un costo real igual al proyectado.

Si el $CPI > 1$, la actividad o el proyecto tiene un costo real menor al presupuestado.

Asimismo, de los indicadores anteriormente detallados se tienen los siguientes:

Estimado al cierre (EAC: Estimate At Completion)

Es el costo estimado total del proyecto, a medida que avanza el tiempo.

$$EAC = AC + ETC$$

Estimación para el cierre (ETC: Estimate To Complete)

Es el costo restante para la finalización del proyecto.

- En caso se requiera saber el saldo con respecto al presupuesto:

$$ETC = (BAC - EV)$$

- En caso se requiera saber el saldo con respecto al presupuesto, pero corregido por la “ineficiencia” acumulada en costos.

$$ETC = (BAC - EV) / CPI$$

- En caso se requiera saber el saldo con respecto al presupuesto, pero corregido por la “ineficiencia” acumulada en costos y el plazo final sea inmodificable.

$$ETC = (BAC - EV) / (CPI \times SPI)$$

Figura 6

Reserva de gestión

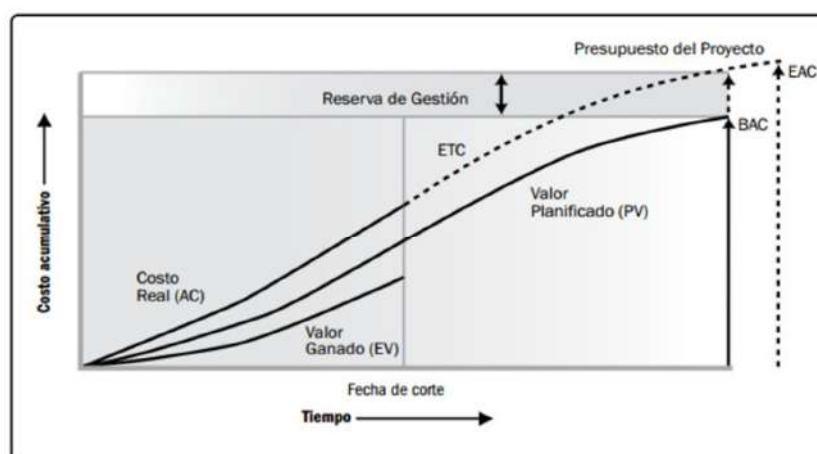


Ilustración 6: PMI (2017). Control de costos. [Figura]. Recuperado de Gestión de Costos

3.1.2.5 LEAN CONSTRUCTION: LAST PLANNER SYSTEM

El Last Planner System (LPS), traducido al español como "Sistema del Último Planificador", es una metodología integral de planificación y control de la producción aplicada específicamente a la industria de la construcción. Este sistema se ha consolidado como la herramienta clave de la filosofía Lean Construction, que busca optimizar los procesos constructivos mediante la reducción sistemática de desperdicios y la mejora continua en la ejecución de actividades. Su objetivo principal es aumentar significativamente la confiabilidad en el cumplimiento de las actividades planificadas, mediante la reducción efectiva de la variabilidad, entendida esta como la incertidumbre y los imprevistos inherentes al proceso constructivo.

El LPS fue desarrollado originalmente por Glenn Ballard y Greg Howell en la década de los 90, como respuesta a las frecuentes ineficiencias observadas en proyectos constructivos tradicionales. Desde entonces, su aplicación ha sido ampliamente reconocida por organizaciones internacionales como el Lean Construction Institute (LCI) y el Project Management Institute (PMI), particularmente en sus estándares de gestión ágil y colaborativa para proyectos constructivos.

El funcionamiento del LPS se basa en principios fundamentales que incluyen una planificación anticipada, toma de decisiones colaborativa y aprendizaje continuo. Este enfoque requiere la participación activa y constante de los equipos directamente involucrados en la ejecución de las tareas —los denominados “últimos planificadores”—, quienes tienen un profundo conocimiento práctico de las actividades y condiciones reales de la obra. Esta dinámica participativa permite identificar y resolver problemas en tiempo real, asegurando que las actividades se ejecuten de acuerdo con lo planificado.

El Last Planner System tiene el siguiente desglose de procesos:

Planificación Maestra

La planificación maestra constituye la etapa inicial del proceso del LPS. En esta fase se establece el alcance global del proyecto, determinando objetivos estratégicos de largo plazo, identificando las fases principales y definiendo responsabilidades generales de los actores involucrados. La planificación maestra proporciona una visión general, indicando los hitos principales del proyecto y sirviendo como base orientadora para el desarrollo detallado posterior.

Planificación Semanal

Durante esta etapa, los equipos de trabajo involucrados en la ejecución directa del proyecto se reúnen semanalmente para detallar y definir actividades específicas que se realizarán durante la próxima semana. Se identifican claramente las restricciones existentes y se asignan los recursos necesarios para garantizar la realización efectiva de dichas tareas. Asimismo, se establecen las dependencias y secuencias entre las actividades, asegurando que la ejecución sea fluida y bien coordinada.

Reuniones de Compromiso

En estas reuniones participan activamente los últimos planificadores —es decir, los responsables inmediatos de ejecutar las tareas en obra— junto con los

planificadores principales. El propósito fundamental es discutir y consensuar claramente las actividades que se realizarán en la siguiente semana. En estas instancias se resuelven posibles problemas, se clarifican expectativas y se definen compromisos explícitos y factibles para cada tarea, asegurando la viabilidad técnica y operativa.

Ejecución de lo Planificado

En esta fase, los equipos llevan a cabo las tareas previamente comprometidas según lo acordado en las reuniones semanales. La comunicación constante y efectiva, junto con una colaboración activa entre todos los miembros del equipo, es esencial para identificar y resolver rápidamente los problemas que puedan surgir durante la ejecución, garantizando así una alta eficiencia operativa.

Reuniones Diarias

Estas reuniones breves tienen el objetivo fundamental de monitorear el progreso cotidiano de las actividades programadas. Durante estas instancias, los miembros del equipo revisan el avance diario, identifican rápidamente cualquier desviación respecto al plan establecido, discuten y solucionan problemas en tiempo real y toman acciones correctivas inmediatas cuando sea necesario. Las reuniones diarias son complementarias al proceso de planificación semanal, centrándose específicamente en la coordinación diaria y la resolución rápida de contingencias operativas.

Reuniones de Seguimiento

Al final de cada semana, se efectúan reuniones de seguimiento para realizar una evaluación global del desempeño obtenido. Durante estas sesiones se revisan minuciosamente los resultados alcanzados, se analizan los posibles retrasos y sus causas, y se extraen lecciones aprendidas que alimentan el proceso de mejora continua en la planificación futura. Estas reuniones proporcionan una perspectiva estratégica más amplia del proyecto y orientan los ajustes necesarios en la planificación general.

Las Cinco Conversaciones Cruciales del LPS

El LPS promueve un proceso iterativo y dinámico a través del ciclo conocido como "should-can-will-did-learn", traducido como "debería-puede-hará-hizo-aprendió". Este ciclo establece una planificación progresiva:

Should (debería): Representa el plan inicial y global, alineado con los objetivos estratégicos del proyecto.

Can (puede): Identifica las restricciones existentes y determina qué tareas realmente pueden realizarse en la práctica.

Will (hará): Establece un compromiso claro sobre qué tareas específicas se llevarán a cabo efectivamente, formando un plan detallado y viable.

Did (hizo): Evalúa lo ejecutado realmente en terreno, identificando las desviaciones respecto a lo planificado.

Learn (aprendió): Promueve el aprendizaje a partir de la experiencia, extrayendo lecciones valiosas para mejorar el desempeño futuro.

Este ciclo, denominado por Lean Construction como las "cinco conversaciones cruciales", promueve la transparencia, confianza y colaboración entre todos los actores del proyecto, involucrando directamente a los equipos operativos en el proceso de toma de decisiones y planificación. Su aplicación efectiva permite reducir significativamente incertidumbres, evitar retrasos innecesarios y eliminar actividades que no aportan valor, logrando proyectos constructivos más eficientes, productivos y exitosos.

El Last Planner System se basa en la transparencia, la confianza y la colaboración entre los miembros del proyecto. Al permitir que los equipos de trabajo participen activamente en la planificación y toma de decisiones, se busca reducir la incertidumbre, los retrasos y los desperdicios en la construcción.

Figura 7

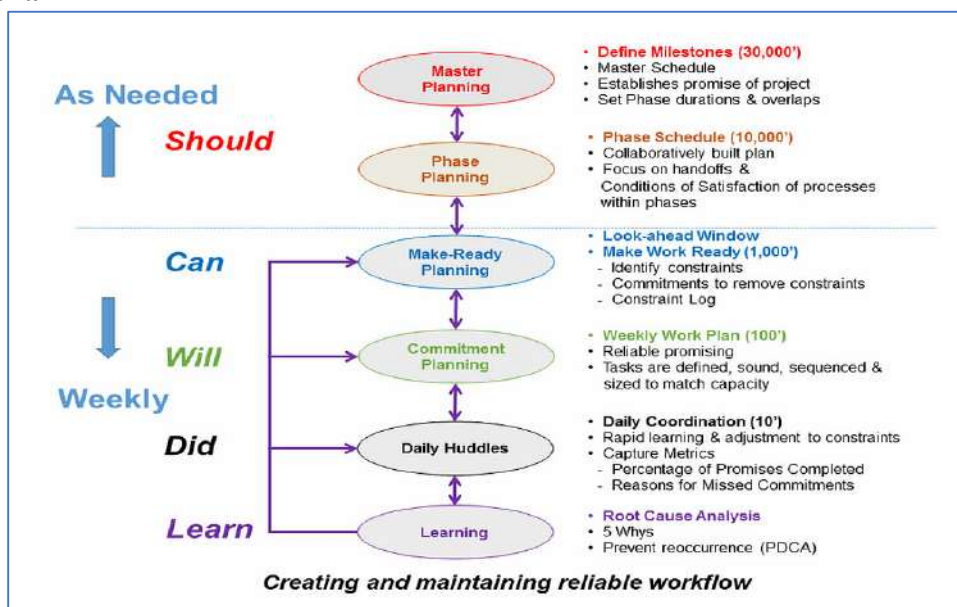


Ilustración 7: Lean Construction Institute. (2023). LPS. [Figura]. Recuperado de Levels of LPS

3.1.2.4 BIM

El Building Information Modeling (BIM), conocido por sus siglas en inglés, es un enfoque metodológico que consiste en el uso de modelos digitales compartidos que representan con fidelidad un activo construido, con el propósito de apoyar y optimizar los procesos de diseño, ejecución y operación. De acuerdo con la NTP-ISO 19650-1:2021, el BIM se concibe como la implementación de una representación digital común del activo construido, que actúa como una fuente confiable de información para facilitar la toma de decisiones informadas en cada etapa del ciclo de vida del proyecto (Instituto Nacional de Calidad, 2021a).

Este modelo digital no se limita únicamente a la representación geométrica del activo, sino que integra información tanto gráfica como no gráfica, permitiendo una gestión integral de todos los aspectos del proyecto. Por ejemplo, mientras los elementos tridimensionales como estructuras, instalaciones eléctricas o sistemas HVAC constituyen la parte gráfica, datos como cronogramas de ejecución, costos, especificaciones técnicas, requisitos normativos o planes de mantenimiento conforman la dimensión informativa no gráfica del modelo. Esta integración multidimensional hace del BIM una herramienta poderosa para la planificación y control de proyectos complejos.

Una característica esencial del BIM es su capacidad de evolucionar conforme avanza el proyecto, abarcando desde la etapa de preinversión hasta la fase de operación y mantenimiento del activo. A medida que el proyecto se desarrolla, el modelo BIM se enriquece con mayor detalle, precisión y profundidad de datos, asegurando la trazabilidad y la coherencia entre los distintos hitos del ciclo de vida del proyecto.

Además, el proceso de modelado BIM se desarrolla bajo un enfoque colaborativo, en el que participan de manera conjunta los diversos equipos técnicos involucrados —diseñadores, ingenieros, contratistas, gestores de obra y operadores—. Esta colaboración facilita el intercambio estructurado de información, mejora la comunicación entre disciplinas y reduce significativamente los errores de interpretación o inconsistencias técnicas, favoreciendo así una ejecución más eficiente y coordinada.

En síntesis, el BIM no es solo una herramienta tecnológica, sino un entorno de trabajo digital colaborativo que transforma la manera en que se conciben, diseñan, ejecutan y gestionan los proyectos de construcción, alineándose con estándares internacionales como la serie ISO 19650 para asegurar la interoperabilidad, la eficiencia y la generación de valor durante todo el ciclo de vida del activo.

DIMENSIONES DEL BIM

El Building Information Modeling (BIM) es un enfoque integral y colaborativo que utiliza modelos digitales tridimensionales enriquecidos con múltiples dimensiones de información. Estas dimensiones permiten representar, gestionar y analizar todos los aspectos relevantes del ciclo de vida de un proyecto constructivo, desde su concepción inicial hasta la operación, mantenimiento y gestión posterior del activo. A continuación, se presentan detalladamente las dimensiones de BIM, describiendo sus características, objetivos específicos y aplicaciones:

Primera Dimensión (1D) – Idea

Corresponde a la concepción inicial del proyecto, donde se identifican los objetivos preliminares, necesidades del cliente y requerimientos funcionales. En esta etapa se desarrolla el concepto general, estableciendo la visión inicial que guiará todas las decisiones subsiguientes. Es crucial para definir alcances, objetivos estratégicos y viabilidad técnica y económica del proyecto.

Segunda Dimensión (2D) – Plano

Esta dimensión integra las representaciones gráficas bidimensionales clásicas del proyecto, como planos arquitectónicos, estructurales e instalaciones. Aunque tradicional, su uso permanece fundamental para la comunicación técnica, la obtención de permisos, la contratación y el soporte documental en diversas etapas del proyecto.

Tercera Dimensión (3D) – Volumen

El modelo tridimensional constituye la base visual y geométrica del proyecto. En esta dimensión, cada elemento constructivo se representa espacialmente con propiedades específicas asignadas (materiales, resistencias, propiedades físicas). Esto permite una visualización realista, detección temprana de interferencias geométricas y coordinación interdisciplinaria precisa, minimizando conflictos técnicos y errores en obra.

Cuarta Dimensión (4D) – Tiempo

Se integra la dimensión temporal al modelo tridimensional mediante la vinculación con cronogramas constructivos. Esta dimensión permite simular la secuencia constructiva, visualizar el progreso del proyecto en etapas específicas, identificar potenciales conflictos logísticos y optimizar la planificación y asignación de recursos. Es clave para asegurar la ejecución puntual y organizada del proyecto.

Quinta Dimensión (5D) – Presupuesto

Permite asignar y gestionar costos directamente vinculados a elementos específicos del modelo BIM. Con la incorporación de esta dimensión, se facilitan estimaciones más precisas, elaboración de presupuestos detallados y

un seguimiento riguroso del gasto en tiempo real. Es fundamental para el control financiero eficiente y la optimización económica del proyecto.

Sexta Dimensión (6D) – Sostenibilidad

Esta dimensión aborda el análisis ambiental y energético del activo construido, permitiendo evaluar la eficiencia energética, el confort térmico y acústico, el impacto ambiental y la sostenibilidad del proyecto mediante simulaciones avanzadas. Facilita la toma de decisiones informadas respecto a materiales, sistemas constructivos y procesos que reducen la huella ecológica del activo.

Séptima Dimensión (7D) – Gestión de Activos

Incluye información detallada y organizada destinada a la operación y mantenimiento eficiente del activo construido. Esta dimensión proporciona datos como planes de mantenimiento preventivo y correctivo, información de garantías, fichas técnicas y manuales operativos, facilitando la gestión eficaz y prolongando la vida útil del activo mediante estrategias predictivas y preventivas.

Octava Dimensión (8D) – Seguridad

Esta dimensión contempla la inclusión de información relativa a la seguridad y salud ocupacional durante las etapas de diseño, construcción y operación. Facilita la identificación de riesgos potenciales, diseño de medidas preventivas, planificación segura de las actividades en obra y generación de entornos laborales que cumplen con las normativas vigentes de seguridad y salud ocupacional.

Novena Dimensión (9D) – Lean Construction

Integra principios de Lean Construction con el modelo BIM para optimizar procesos constructivos mediante la digitalización y automatización. Esta dimensión se centra en la eliminación sistemática de desperdicios (actividades que no añaden valor) y la mejora continua de procesos, promoviendo la estandarización de tareas, reducción de tiempos muertos y optimización de recursos materiales y humanos, con el fin de maximizar la eficiencia y productividad del proyecto.

Décima Dimensión (10D) – Industrialización de la Construcción

Se enfoca en la industrialización y prefabricación de elementos constructivos para optimizar todas las fases del ciclo de vida del activo. Permite reducir tiempos de ejecución en obra, aumentar la calidad de los componentes fabricados bajo condiciones controladas y mejorar significativamente la precisión y fiabilidad del producto final. Esta dimensión promueve la eficiencia constructiva, reduce costos indirectos y mejora la gestión integral del proyecto.

Estas dimensiones constituyen un marco estructurado que fortalece el enfoque colaborativo, eficiente e innovador en la gestión integral del ciclo de vida de los activos construidos, alineándose con estándares internacionales como la NTP - ISO 19650-1:2021, que establece principios para la organización y digitalización efectiva de la información en proyectos BIM.

Figura 8

1D- 10D



Ilustración 8: Foro BIM Chile. (2021). Taller IV. Recuperado de Dimensiones del BIM

NIVEL DE INFORMACIÓN NECESARIA (LOin)

El Nivel de Información Necesaria (LOIN, por sus siglas en inglés: Level of Information Need) es un concepto clave en la gestión de la información en proyectos que emplean metodología BIM. Este término hace referencia al conjunto preciso y justificado de información requerida para cumplir con los objetivos definidos en cada instancia de intercambio dentro del ciclo de vida del proyecto o activo. Su aplicación asegura que la información generada sea adecuada, suficiente y oportuna para la toma de decisiones, evitando tanto la sobreproducción innecesaria como la carencia de datos críticos.

Según lo establecido por la NTP - ISO 19650-1:2021, el LOIN funciona como un marco de referencia estructurado que define el contenido, el nivel de desarrollo gráfico y no gráfico, así como la granularidad y la calidad esperada de la información a intercambiar. Esto incluye tanto los aspectos geométricos del modelo —denominados Level of Detail (LOD)— como los atributos no gráficos —definidos como Level of Information (LOI)—, integrando ambos dentro de un enfoque holístico de gestión informativa.

Este estándar no promueve una definición genérica o estandarizada del contenido informativo, sino que plantea que dicho contenido debe adaptarse en función de los objetivos específicos de uso de la información, las necesidades contractuales y los requerimientos del cliente o del equipo de operación. De este modo, el LOIN busca garantizar que cada proceso de entrega o intercambio de información esté alineado con un propósito claro y verificable, lo que incrementa la eficiencia del flujo informativo dentro de los entornos colaborativos digitales.

En términos prácticos, el LOIN establece qué información debe contener un modelo en función del momento en el que será utilizado, considerando aspectos como la toma de decisiones de diseño, la licitación, la coordinación técnica, la planificación de obra, o la operación y mantenimiento del activo. Esto evita que los equipos generen contenido que luego no será utilizado —lo que se considera un desperdicio en la filosofía Lean aplicada a la información— y también previene que se entreguen modelos con insuficiente detalle para los propósitos definidos, lo que podría comprometer la calidad técnica o la viabilidad del proyecto.

En consecuencia, la correcta definición e implementación del LOIN permite optimizar los esfuerzos del equipo de proyecto, asegurar la trazabilidad informativa y garantizar que los modelos digitales sean útiles, eficientes y coherentes con los objetivos operacionales de cada etapa del ciclo de vida del activo. Este enfoque contribuye a una mejor gobernanza de la información y se alinea con los principios de eficiencia, transparencia y valor agregado que rigen los entornos colaborativos bajo BIM.

Figura 9

Niveles

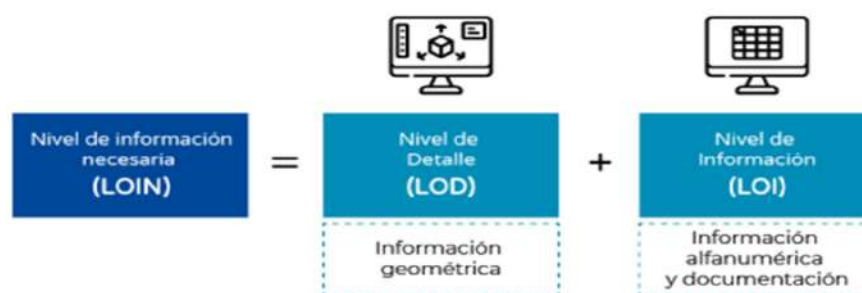


Ilustración 9: MEF. (2021). Guía nacional BIM Anexo A. Recuperado de Matriz de Nivel de Información Necesaria

NIVEL DE DETALLE (LEVEL OF DETAILS, LOD)

El nivel de detalle permite describir la información geométrica de los elementos BIM a nivel de detalle geométrico, apariencia, ubicación y desarrollo paramétrico, estos varían de manera progresiva y aumentan conforme avanzan los niveles de detalle.

El concepto de Level of Detail (LOD) en el contexto del Building Information Modeling (BIM) constituye una herramienta metodológica fundamental que permite definir con precisión el grado de desarrollo geométrico de los elementos que conforman un modelo digital. El LOD describe, de forma progresiva, el nivel de definición gráfica, dimensional y espacial que debe alcanzar un objeto BIM conforme este avanza a través de las distintas fases del ciclo de vida del proyecto, desde su concepción inicial hasta su construcción y operación.

A diferencia del Level of Information (LOI), que se enfoca en la calidad y profundidad de los datos no gráficos asociados a los objetos, el LOD se orienta principalmente a la representación geométrica y visual de los componentes modelados. Es decir, establece el estándar sobre cómo deben representarse los objetos en términos de forma, dimensiones, ubicación precisa, apariencia externa y complejidad paramétrica. Esta diferenciación es clave para garantizar que tanto la geometría como la información cumplan requisitos técnicos claros y verificables.

Este enfoque ha sido formalizado y estandarizado principalmente a través del documento “Level of Development Specification” elaborado por el BIMForum

(2021), una de las organizaciones más influyentes en la estandarización BIM a nivel internacional. Este documento amplía las directrices propuestas inicialmente por el American Institute of Architects (AIA) en el protocolo AIA E202 y G202, y clasifica los niveles de desarrollo geométrico en seis categorías principales: LOD 100, 200, 300, 350, 400 y 500. Cada nivel establece criterios específicos que permiten conocer con precisión qué tan desarrollado debe estar un objeto en términos gráficos y qué utilidad puede tener para determinadas decisiones de diseño, planificación, construcción o mantenimiento.

Cada uno de estos niveles sirve como referencia para establecer los criterios de aceptación y validación de los entregables BIM. Esta estandarización facilita una coordinación efectiva entre disciplinas, ya que todos los actores del proyecto comprenden claramente qué esperar en cada etapa del modelado, evitando ambigüedades, errores de interpretación o retrabajos.

Además, la implementación adecuada del LOD tiene implicancias contractuales, dado que permite especificar los requisitos mínimos que deben cumplir los modelos entregables en cada fase del proyecto. Esto se convierte en una herramienta clave para los modelos de contratación colaborativa, como los integrados por entregables BIM, y también en procesos de licitación, revisión técnica, detección de interferencias (clash detection) y planificación 4D.

En síntesis, el Level of Detail constituye un pilar técnico esencial dentro de la metodología BIM, ya que permite establecer expectativas claras sobre la representación geométrica de los elementos modelados. Su aplicación estandarizada promueve la trazabilidad, la interoperabilidad y la calidad del modelo, convirtiéndose en una herramienta indispensable para la planificación, ejecución y gestión de proyectos constructivos con altos estándares de precisión.

TABLA 1

BIM - LOD

NIVEL DE DETALLE	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
Referencia	Elementos representados de forma conceptual	Elementos representados de forma genérica	Elementos representados de forma definida	Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos construídos (As-Built)
Descripción	*Detalle geométrico: Elementos BIM modelados como una volumetría, masa o elemento de forma esquemática para estimar volumen, áreas, costo, orientación entre otros. *Dimensiones BIM: 1D, 2D y 3D. *Ubicación: Orientación y ubicación son aproximados. * Apariencia: Transparencia o colores en la superficie para representar los tipos de elementos. * Comportamiento paramétrico: No requiere.	*Detalle geométrico: Elementos BIM modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con tamaño y forma genérica.	*Detalle geométrico: A lo anterior, se le añaden otros componentes que nos brindan mayor información sobre el acabado de cada elemento. *Dimensiones BIM: Apto para obtener información. *Ubicación: Ubicación definida, facilita el análisis de las interferencias de los elementos modelados. *Apariencia: Puede considerar transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elementos.	*Detalle geométrico: A lo anterior, se le añade elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje. *Dimensiones BIM: Apto para la obtención de información.	*Detalle geométrico: A lo anterior, se le añade elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje. *Dimensiones BIM: Apto para la obtención de la información.

Tabla 1: Nivel de detalle BIM

NIVEL DE INFORMACIÓN (LEVEL OF INFORMATION, LOI)

El concepto de Level of Information (LOI) en el entorno del Building Information Modeling (BIM) constituye un elemento clave para la estandarización y estructuración de la información contenida en los modelos digitales. Este término hace referencia al grado de completitud y calidad de la información que debe estar presente en cada uno de los objetos del modelo durante las distintas etapas del ciclo de vida del proyecto. El British Standards Institution (BSI), a través de su norma PAS 1192-2:2013, y posteriormente la ISO 19650-1:2018, han establecido las bases conceptuales y operativas del LOI como parte integral del marco normativo internacional de la gestión de la información en proyectos BIM.

El LOI no se limita únicamente a la representación geométrica de los elementos constructivos, sino que abarca también el componente informativo asociado a cada objeto del modelo. Por ello, suele dividirse en dos dimensiones complementarias: el Level of Geometry (LOG), que se refiere a la representación física o visual del objeto, y el Level of Information (LOI) en sentido estricto, que abarca los atributos no gráficos, como especificaciones técnicas, propiedades físicas, requisitos normativos, costos, datos de instalación, mantenimiento y manuales del fabricante. Esta dualidad se articula con los niveles de desarrollo (LOD), ampliamente reconocidos por el estándar BIMForum LOD Specification, lo cual permite integrar coherentemente la forma y el contenido informativo de los modelos BIM.

En términos prácticos, los LOI permiten definir expectativas claras y verificables respecto al contenido del modelo en cada fase del proyecto, desde la etapa de diseño conceptual hasta la operación y mantenimiento del activo construido. De esta forma, constituyen una herramienta fundamental para establecer entregables estructurados, facilitar la coordinación entre disciplinas, mitigar errores de interpretación, y promover un entorno colaborativo eficiente entre todos los stakeholders involucrados.

Cada nivel de LOI está normalmente vinculado a hitos clave del proyecto, como la aprobación del diseño preliminar, la validación técnica, el cierre de la fase de construcción o la entrega para operación. En estos momentos, se espera que los

elementos del modelo contengan un determinado conjunto de datos, acorde con las necesidades del cliente, las exigencias del contratista y los requisitos de operación a largo plazo. Por ejemplo, en fases tempranas se prioriza la identificación básica del elemento y su función prevista, mientras que en fases más avanzadas se deben incorporar datos específicos como normas de mantenimiento, códigos de barras, ciclos de vida útil y fichas técnicas.

Además, los LOI resultan fundamentales para los equipos de Facility Management (FM), ya que les permiten anticipar qué información estará disponible para la gestión postconstructiva del activo. Una correcta implementación del LOI asegura la trazabilidad de los datos a lo largo del proyecto, permitiendo que los modelos BIM sean útiles no solo como herramientas de diseño y construcción, sino también como repositorios confiables para la operación y mantenimiento de las infraestructuras.

En síntesis, el Level of Information constituye un estándar estructural y funcional para la gestión del contenido informativo de los modelos BIM, cuyo cumplimiento permite asegurar consistencia, interoperabilidad y confiabilidad técnica en cada fase del proyecto, alineado con los principios establecidos por normativas internacionales como la ISO 19650 y las especificaciones del UK BIM Framework.

TABLA 2

BIM - LOI

NIVEL DE INFORMACIÓN	LOI 100	LOI 200	LOI 300	LOI 400	LOI 500
Referencia	Información suficiente para la prefactibilidad e identificación.	Información suficiente para la factibilidad e investigación.	Información suficiente para el diseño.	Información suficiente para la construcción/ ejecución.	Información suficiente para la gestión de activos.
Descripción	*Identificación referencial. *Contenido de información: Información describe el tipo, características y condiciones espaciales del diseño.	*Identificación general: tipo, categoría y nombre. *Contenido de información: Información general de las propiedades técnicas que puedan ser basados normas técnicas y/o estándares de diseño asociados.	*Detalle geométrico: A lo anterior, se le añaden otros componentes que nos brindan mayor información sobre el acabado de cada elemento. *Dimensiones BIM: Apto para obtener información. *Ubicación: Ubicación definida, facilita el análisis de las interferencias de los elementos modelados. *Apariencia: Puede considerar transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elementos.	*Detalle geométrico: A lo anterior, se le añade elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje. *Dimensiones BIM: Apto para la obtención de información.	*Detalle geométrico: A lo anterior, se le añade elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje. *Dimensiones BIM: Apto para la obtención de la información.

Tabla 2 Niveles BIM -LOI

PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK)

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK® Guide), Sexta Edición, publicada en 2017 por el Project Management Institute (PMI), constituye uno de los referentes metodológicos más importantes y ampliamente reconocidos en el ámbito de la gestión de proyectos a nivel internacional. Esta edición representa una consolidación actualizada del conocimiento práctico y teórico acumulado en la disciplina, brindando un marco estructurado que permite estandarizar la gestión de proyectos en distintas industrias, incluyendo la construcción, ingeniería, tecnologías de la información, manufactura, entre otros sectores.

Esta guía establece un lenguaje común, una estructura organizativa y un enfoque sistemático para el desarrollo de proyectos, a través de una organización en cinco grupos de procesos: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre, los cuales se interrelacionan con diez áreas de conocimiento. Estas áreas abarcan: la gestión de la integración, del alcance, del cronograma, de los costos, de la calidad, de los recursos, de las comunicaciones, de los riesgos, de las adquisiciones y de los interesados. La estructura metodológica del PMBOK busca que los proyectos logren sus objetivos en función de tiempo, costo, calidad y alcance, gestionando eficazmente los recursos y alineando los entregables con los intereses de los stakeholders.

Desde esta perspectiva, el PMBOK 6th edición no solo ofrece directrices conceptuales, sino también herramientas prácticas, entradas, salidas y técnicas que pueden ser adaptadas al contexto específico de cada proyecto. En el marco de su aplicación, se destaca la importancia de comprender el entorno del proyecto, el ciclo de vida del mismo, las influencias organizacionales y los factores ambientales que pueden afectar su ejecución. De este modo, el enfoque del PMI propicia una gestión flexible pero rigurosa, orientada a resultados medibles y sostenibles.

Uno de los componentes esenciales desarrollados en esta guía es la gestión de los costos del proyecto, considerada como una de las variables críticas del desempeño. Esta área de conocimiento comprende los procesos necesarios para planificar, estimar, presupuestar, financiar, gestionar y controlar los costos del proyecto, con el fin de asegurar su ejecución dentro de los límites financieros aprobados. Los procesos incluidos en esta área son: Planificar la Gestión de los Costos, Estimar los Costos, Determinar el Presupuesto y Controlar los Costos. Cada uno de ellos establece directrices para la correcta identificación de recursos, la valoración de actividades mediante técnicas como estimaciones análogas, paramétricas o por tres valores, y la integración de un presupuesto coherente con el cronograma. Asimismo, se promueve el uso de herramientas avanzadas como el análisis del valor ganado (Earned Value Management, EVM), que permite analizar el rendimiento financiero del proyecto mediante indicadores como el Índice de Desempeño de Costos (CPI) y el Índice de Desempeño de Cronograma (SPI). Este sistema no solo permite evaluar desviaciones entre el costo planificado y el real, sino también implementar medidas correctivas en tiempo real que aseguren la sostenibilidad económica del proyecto.

Por otro lado, la gestión del tiempo o del cronograma es otra área fundamental contemplada por el PMBOK. Esta se centra en garantizar que el proyecto se desarrolle y culmine dentro del plazo establecido. Para ello, se definen procesos tales como Definir las Actividades, Secuenciar las Actividades, Estimar la Duración de las Actividades, Desarrollar el Cronograma y Controlar el Cronograma. El objetivo de estos procesos es establecer un cronograma realista, asignar recursos de forma eficiente, monitorear los avances y responder de manera oportuna ante cualquier desviación. Esta área se vincula directamente con la planificación estratégica del proyecto y contribuye a su éxito operacional. Para el monitoreo del tiempo, el PMI también recomienda herramientas como el diagrama de Gantt, la ruta crítica (CPM) y el uso de curvas S que permitan visualizar gráficamente el avance acumulado en función del tiempo.

Ambas áreas de conocimiento —gestión de costos y gestión del cronograma— están interrelacionadas y son indispensables para el logro de los objetivos de cualquier proyecto. Su adecuada implementación permite optimizar los recursos,

prevenir sobre costos, anticipar riesgos, mejorar la toma de decisiones y aumentar las probabilidades de éxito. En el contexto del sector construcción, la correcta aplicación de los lineamientos del PMBOK en estas áreas se traduce en una ejecución más eficiente, predecible y alineada con los intereses del contratista, cliente y demás stakeholders involucrados.

Así, el PMBOK 6th edición se consolida como un marco de referencia integral y dinámico, que no solo proporciona una base teórica robusta, sino que también sirve como guía operativa para los profesionales de la gestión de proyectos, quienes deben adaptar sus lineamientos a las características particulares de cada iniciativa, sin perder de vista los principios fundamentales de planificación, control y mejora continua.

ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA GUÍA DEL PMBOK

Proyecto

De acuerdo con la Guía del PMBOK 6ta edición, publicada por el Project Management Institute (PMI), un proyecto se define como un esfuerzo temporal emprendido con la finalidad de crear un producto, servicio o resultado único. Esta definición incorpora dos atributos esenciales que diferencian a los proyectos de las operaciones o actividades regulares de una organización: la temporalidad y la singularidad.

La temporalidad implica que cada proyecto posee un comienzo y un final claramente determinados, establecidos por objetivos específicos. Aunque esta temporalidad no necesariamente implica una duración corta, siempre debe ser delimitada. Es decir, la ejecución del proyecto concluye cuando se logran los objetivos propuestos o cuando se determina que dichos objetivos ya no pueden ser alcanzados debido a restricciones o condiciones externas.

La singularidad significa que cada proyecto busca alcanzar resultados únicos que no se repiten exactamente en otros esfuerzos o iniciativas. Esto se debe a que los proyectos responden a objetivos particulares, circunstancias específicas, requerimientos únicos de clientes o condiciones contextuales particulares, lo que

implica que cada proyecto genera entregables distintos que satisfacen necesidades concretas.

Además, la Guía del PMBOK enfatiza la importancia crítica de una adecuada gestión y administración para el éxito de los proyectos. Esto implica la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas especializadas en la dirección de proyectos, con el propósito de cumplir eficazmente con los objetivos establecidos. Dicha gestión incluye procesos sistemáticos para definir el alcance de manera clara y precisa, identificar entregables específicos, y gestionar adecuadamente los recursos disponibles, considerando el tiempo, costo y calidad como restricciones fundamentales del proyecto.

En consecuencia, según la Guía del PMBOK 6ta edición, la gestión de proyectos debe garantizar no solo el cumplimiento puntual y satisfactorio de los objetivos planteados, sino también aportar valor significativo a la organización y sus partes interesadas, asegurando así la generación de resultados que respondan a las expectativas definidas inicialmente.

Importancia de la dirección de proyectos

La dirección de proyectos, de acuerdo con la Guía del PMBOK 6ta edición publicada por el Project Management Institute (PMI), es una disciplina fundamental para el logro exitoso de los objetivos estratégicos y operativos dentro de una organización. Su importancia se refleja en diversos aspectos esenciales para la gestión efectiva y eficiente de los proyectos:

Organización y estructura

La dirección de proyectos aporta una estructura organizativa clara y definida para la implementación de proyectos. Esto implica la determinación precisa de roles y responsabilidades de todos los actores involucrados, así como el establecimiento de líneas formales de comunicación y coordinación. Al proporcionar este marco estructurado, la dirección de proyectos facilita la sincronización y alineación de esfuerzos, mejorando considerablemente la eficiencia y eficacia del trabajo en equipo.

Alcance y objetivos claros

Una de las funciones críticas de la dirección de proyectos es la definición precisa del alcance y los objetivos específicos del proyecto. Esto requiere identificar y comprender profundamente las necesidades, expectativas y requerimientos explícitos e implícitos de todos los interesados (stakeholders). Al asegurar que exista una visión compartida y uniforme respecto a los resultados esperados, la dirección de proyectos contribuye significativamente a reducir malentendidos y ambigüedades, asegurando que todos los miembros del equipo trabajen hacia objetivos comunes y bien delimitados.

Planificación y control

La dirección de proyectos incluye el desarrollo exhaustivo de planes detallados que contemplan actividades específicas, recursos necesarios, cronogramas realistas y presupuestos cuidadosamente definidos. Esta planificación meticulosa permite un control efectivo del avance del proyecto, facilitando la detección temprana de desviaciones respecto a lo planeado. Mediante procesos continuos de monitoreo y control, se toman decisiones informadas y oportunas que aseguran la adaptación rápida ante cambios y la reducción significativa de riesgos potenciales.

Gestión efectiva de riesgos

La capacidad para identificar, evaluar y gestionar adecuadamente los riesgos es un componente crítico de la dirección de proyectos según la Guía PMBOK. La gestión de riesgos implica anticipar posibles problemas y desarrollar estrategias proactivas para mitigar impactos negativos, así como aprovechar oportunidades emergentes. Una gestión eficaz de riesgos permite no solo minimizar las amenazas al éxito del proyecto, sino también maximizar las probabilidades de alcanzar e incluso superar los objetivos planteados inicialmente.

Comunicación y colaboración efectiva

La dirección de proyectos promueve activamente una comunicación clara, transparente y continua entre los integrantes del proyecto y las partes interesadas. Esta comunicación efectiva es esencial para la resolución ágil de conflictos, la toma de decisiones informadas y la facilitación de un ambiente colaborativo. A través de métodos estructurados de comunicación y técnicas específicas de gestión de la información, se mejora significativamente la capacidad del equipo para trabajar de manera conjunta y responder rápidamente a desafíos y cambios que surjan durante el desarrollo del proyecto.

En resumen, la dirección de proyectos según la Guía PMBOK 6ta edición es crucial porque proporciona el enfoque metodológico, estructural y organizacional necesario para lograr proyectos exitosos, gestionando eficazmente recursos, riesgos, comunicación y objetivos específicos en beneficio de la organización y todos los interesados involucrados.

Figura 10

Técnica de proyectos

Dirección Técnica de Proyectos			
	Proyectos	Programas	Portafolios
Definición	Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.	Un programa es un grupo de proyectos relacionados, programas subsidiarios y actividades de programas, cuya gestión se realiza de manera coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían si se gestionaran de forma individual.	Un portafolio es una colección de proyectos, programas, portafolios subsidiarios y operaciones gestionados como un grupo para alcanzar objetivos estratégicos.
Alcance	Los proyectos tienen objetivos definidos. El alcance se elabora progresivamente a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Los programas tienen un alcance que abarca los alcances de sus componentes de programa. Los programas producen beneficios para una organización, al garantizar que los productos y resultados de los componentes del programa sean entregados en forma coordinada y complementaria.	Los portafolios tienen un alcance organizativo que cambia con los objetivos estratégicos de la organización.
Cambio	Los directores de proyecto esperan cambios e implementan procesos para mantener los cambios gestionados y controlados.	Los programas son administrados de una manera que acepta y se adapta al cambio según resulte necesarios para optimizar la entrega de beneficios a medida que los componentes del programa entregan resultados y/o salidas.	Los directores de portafolios monitorean continuamente cambios en los entornos internos y externos más amplios.
Planificación	Los directores de proyecto elaboran progresivamente información a alto nivel en planes detallados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Los programas son administrados mediante planes de alto nivel que realizan el seguimiento de las interdependencias y los avances de los componentes del programa. Los planes del programa también se utilizan para guiar la planificación al nivel de componente.	Los directores de portafolios crean y mantienen los procesos y la comunicación necesarios con relación al portafolio en conjunto.
Gestión	Los directores de proyecto gestionan al equipo del proyecto a fin de cumplir con los objetivos del proyecto.	Los programas son gestionados por directores de programas quienes aseguran que los beneficios del programa sean entregados de acuerdo con lo esperado, al coordinar las actividades de los componentes del programa.	Los gerentes de portafolios pueden manejar o coordinar al personal dirección de portafolios, o al personal de programas y proyectos que puedan tener responsabilidades en materia de presentación de informes en el portafolio en conjunto.
Monitorear	Los directores de proyecto supervisan y controlan el trabajo para la producción de los productos, servicios o resultados para los que se emprendió el proyecto.	Los directores de programas monitorean el progreso de los componentes del programa para garantizar que se logren los objetivos, cronogramas, presupuesto y beneficios del mismo.	Los directores de portafolios supervisan los cambios estratégicos y la asignación de recursos totales, los resultados del desempeño y el riesgo del portafolio.
Éxito	El éxito es medido según la calidad del producto y del proyecto, la puntualidad, el cumplimiento del presupuesto y el grado de satisfacción del cliente.	El éxito de un programa se mide por la capacidad del mismo para entregar sus beneficios previstos a una organización, y por la eficiencia y la efectividad del programa en la obtención de esos beneficios.	El éxito se mide en términos del desempeño de la inversión en conjunto y la realización de beneficios del portafolio.

Ilustración 10: PMI. (2017). PMBOK 6th. [Figura]. Recuperado de presentación comparativa de portafolios, programas y proyectos.

Figura 11

Ambiente organizacional

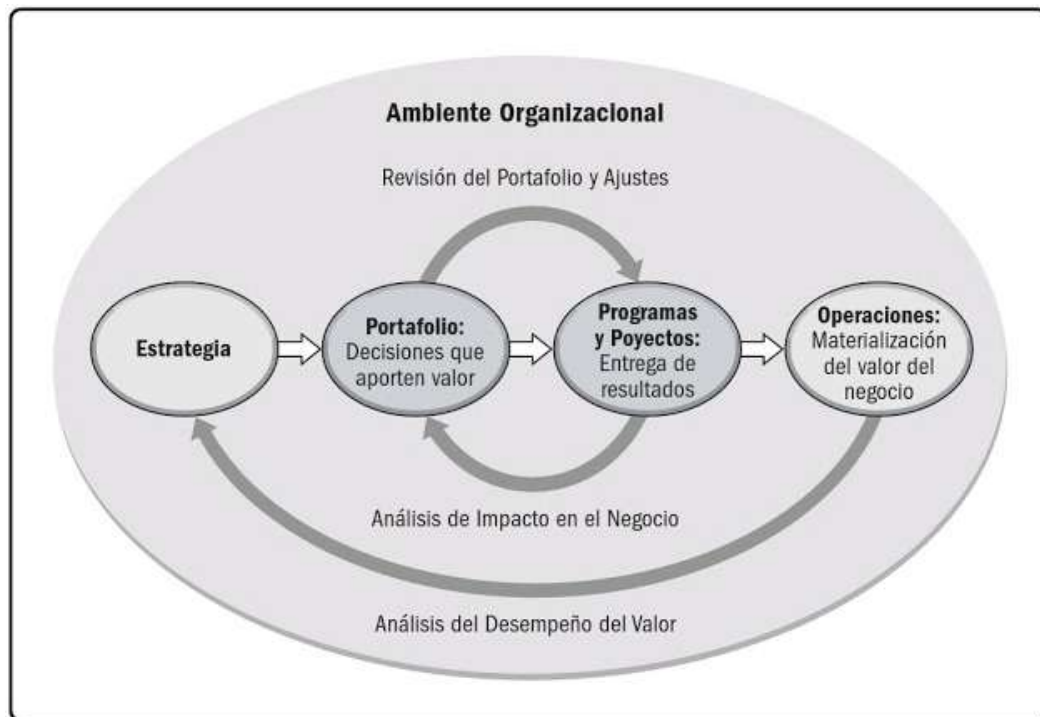


Ilustración 11: PMI. (2017). PMBOK 6th. [Figura]. Recuperado de dirección organizacional de proyectos

Figura 12

Ciclo de vida

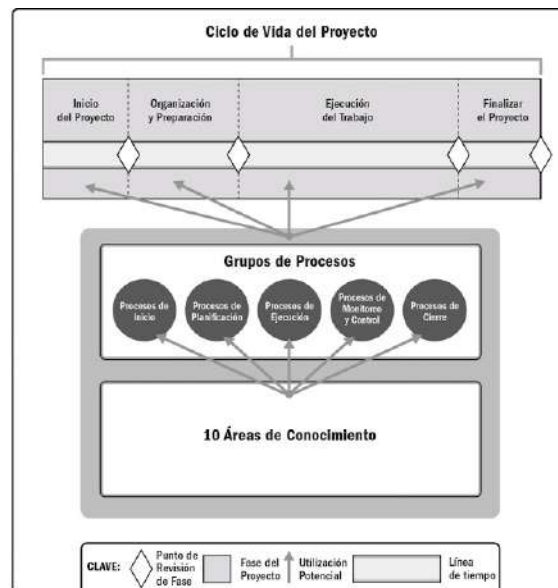


Ilustración 12: PMI. (2017). PMBOK 6th. [Figura]. Recuperado de Componentes de la guía

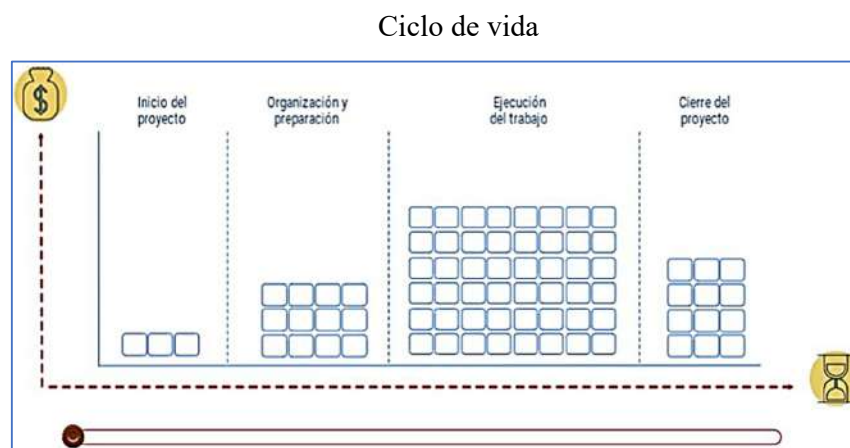
COMPONENTES DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

El PMBOK 6th edición, una guía ampliamente reconocida en la gestión de proyectos, establece varios componentes clave para el éxito de un proyecto:

CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

Este componente se refiere a las etapas secuenciales que abarca un proyecto, desde su inicio hasta su cierre. Estas etapas pueden variar, pero generalmente incluyen la fase de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.

Figura 13



FASES DEL PROYECTO

Este componente se refiere a las etapas secuenciales que abarca un proyecto, desde su inicio hasta su cierre. Las fases se utilizan para estructurar y organizar el trabajo del proyecto en segmentos manejables y controlables. Cada fase puede tener sus propios objetivos, entregables y requisitos específicos. Además, las fases a menudo se suceden de manera secuencial, lo que significa que una fase debe completarse antes de que comience la siguiente. Las fases pueden variar, pero generalmente incluyen la fase de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.

Figura 14

Fases I-II.III

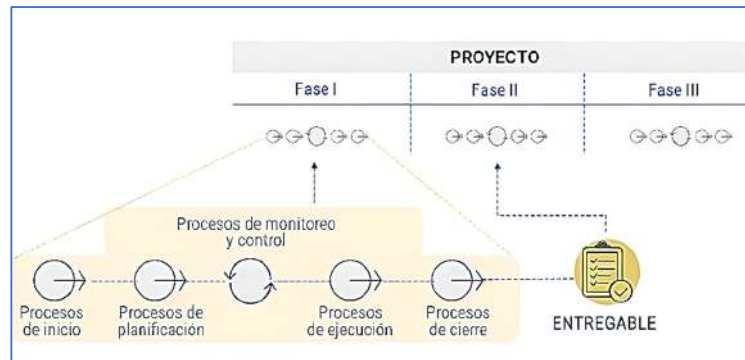


Ilustración 14: Fases del Proyecto

PUNTOS DE REVISIÓN DE FASE

Evaluación de los resultados y el progreso del proyecto antes de proseguir a la siguiente fase. Fundamentales para la gestión activa de proyectos, puesto que proporciona oportunidades para detectar problemas y tomar decisiones informadas y ajustar la dirección del proyecto con la finalidad de garantizar su éxito.

Figura 15

Revisión de fases

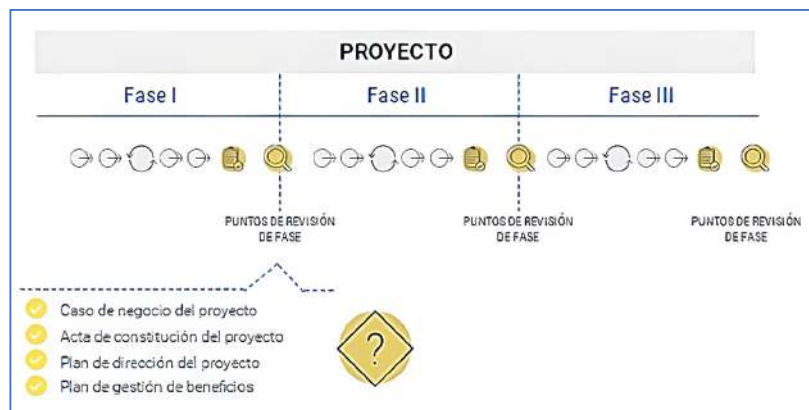


Ilustración 15: Revisión de Fases

PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Son actividades y tareas específicas interrelacionadas entre sí que se llevan a cabo para gestionar un proyecto de manera efectiva a lo largo de su ciclo de vida. Estos procesos proporcionan una estructura y un marco de trabajo para planificar, ejecutar, monitorear, controlar y cerrar un proyecto. Cada proceso tiene entradas, herramientas y técnicas específicas, y produce salidas que contribuyen al éxito general del proyecto.

Figura 16

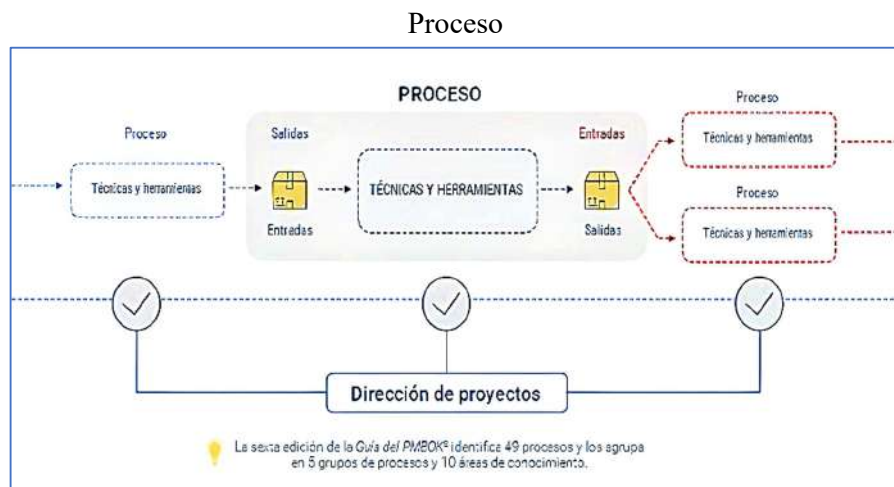


Ilustración 16: proceso y dirección de proyectos

GRUPO DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Son 49 procesos de la dirección de proyectos son agrupados en 5 grupos de procesos para la concretización de los objetivos del proyecto.

Figura 17

Monitoreo y control



Ilustración 17: procesos y control en monitoreo.

GRUPO DE PROCESOS: INICIO

El grupo de procesos de Inicio, según la Guía del PMBOK 6ta edición del Project Management Institute (PMI), establece los fundamentos para la definición y autorización formal de un nuevo proyecto o una nueva fase dentro de un proyecto existente. Este grupo busca asegurar que el proyecto esté claramente definido, autorizado y alineado con los objetivos estratégicos de la organización.

Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter)

Este proceso involucra la creación de un documento formal que proporciona autorización oficial al proyecto. El Acta de Constitución del Proyecto define claramente el propósito y los objetivos del proyecto, establece la autoridad del director del proyecto y asigna recursos iniciales. Este documento también identifica los límites preliminares del proyecto, los principales interesados y los supuestos o restricciones claves que podrían afectar su ejecución.

Identificar a los Interesados (Stakeholder)

Este proceso consiste en la identificación sistemática y detallada de todas las personas, grupos u organizaciones que pueden influir en el proyecto o que pueden verse afectados por el mismo. Se busca entender sus expectativas, niveles de influencia, intereses y necesidades específicas para asegurar que se gestionen adecuadamente durante todo el ciclo del proyecto. Una adecuada identificación de interesados permite gestionar sus expectativas de manera efectiva, facilitando la comunicación y minimizando posibles conflictos.

Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto (Project Scope Statement)

El enunciado del alcance del proyecto es un documento detallado que define con claridad qué está incluido y excluido del proyecto. Describe los objetivos específicos, entregables esperados, límites del proyecto y criterios de aceptación. Este documento proporciona una base común para que todos los interesados tengan una comprensión unificada y

precisa sobre lo que el proyecto espera lograr y los resultados que deben obtenerse.

Definir los Objetivos y Requisitos del Proyecto

Este proceso implica establecer objetivos claros y precisos para el proyecto, alineados con las necesidades y expectativas de los interesados. Además, implica la definición detallada de los requisitos específicos necesarios para alcanzar dichos objetivos. Los requisitos pueden abarcar aspectos técnicos, funcionales, operativos y de desempeño que deben cumplirse para lograr el éxito del proyecto.

Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto

En esta etapa inicial, se establece un marco general que describe cómo será gestionado y ejecutado el proyecto. Este plan incluye estrategias y enfoques para la gestión del alcance, tiempo, costos, calidad, recursos, comunicación, riesgos, adquisiciones e interesados. El desarrollo inicial del plan de gestión del proyecto proporciona una guía clara y estructurada que facilita la coordinación efectiva de todas las actividades y recursos durante las fases posteriores del proyecto.

GRUPO DE PROCESOS: PLANIFICACIÓN

El grupo de procesos de planificación, según la Guía del PMBOK 6ta edición del Project Management Institute (PMI), se orienta al desarrollo detallado y sistemático del plan que guiará la ejecución del proyecto. Este conjunto de procesos define claramente el "cómo", "cuándo" y "dónde" del proyecto, estableciendo expectativas y parámetros claros para su ejecución y control.

Definir el Alcance del Proyecto

En este proceso se especifica claramente qué trabajos son necesarios para completar el proyecto exitosamente. Incluye la definición detallada de los límites del proyecto y los entregables específicos,

permitiendo una comprensión compartida y precisa entre todas las partes interesadas.

Crear la Estructura de Desglose del Trabajo (WBS)

Consiste en descomponer el alcance del proyecto en componentes manejables y más pequeños, conocidos como paquetes de trabajo. Esto facilita la gestión y control de cada elemento, asegurando una mejor distribución de tareas y responsabilidades.

Desarrollar el Cronograma del Proyecto

Este proceso define la secuencia, duración y cronograma detallado de todas las actividades necesarias para completar el proyecto. Implica identificar dependencias entre tareas y asignar tiempos específicos para cada actividad, permitiendo una ejecución ordenada y eficiente.

Estimar los Costos del Proyecto

Implica calcular de manera detallada y precisa los costos previstos para cada actividad y recurso del proyecto. Esto incluye la evaluación de recursos materiales, humanos y tecnológicos necesarios, generando una base sólida para el presupuesto del proyecto.

Planificar la Calidad del Proyecto

Establece los estándares, criterios y métodos específicos que se utilizarán para asegurar que los entregables del proyecto cumplan con las expectativas y requisitos de calidad definidos inicialmente. Este proceso busca prevenir errores y asegurar resultados satisfactorios.

Planificar los Recursos Humanos del Proyecto

Determina claramente las necesidades de personal, incluyendo roles, responsabilidades, competencias y disponibilidad requerida. Se enfoca en asegurar que el equipo asignado tenga las capacidades adecuadas para lograr los objetivos del proyecto.

Planificar la Comunicación del Proyecto

Define cómo se gestionará la comunicación dentro del proyecto. Se establecen estrategias claras para la difusión de información, asegurando que todas las partes interesadas reciban información relevante, oportuna y precisa durante todo el ciclo del proyecto.

Planificar la Gestión de Riesgos

Este proceso identifica, analiza y determina estrategias proactivas para gestionar riesgos potenciales que podrían afectar negativamente o positivamente al proyecto. Su objetivo es minimizar los impactos adversos y aprovechar posibles oportunidades.

Planificar las Adquisiciones del Proyecto

Determina claramente cómo se realizarán las adquisiciones de bienes y servicios necesarios para el proyecto. Este proceso incluye definir criterios claros para la selección de proveedores, tipos de contratos y procedimientos de contratación.

Desarrollar el Plan de Respuesta a Riesgos

Implica definir estrategias específicas y detalladas para abordar riesgos previamente identificados. Incluye planes de contingencia y mitigación para asegurar una respuesta efectiva ante cualquier eventualidad.

GRUPO DE PROCESOS: EJECUCIÓN

Grupo enfocado a realizar las actividades proyecto según lo definido en el plan. La ejecución implica coordinación, comunicación activa y gestión de recursos para concretar los entregables del proyecto.

Los procesos de ejecución incluyen:

Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto

Este proceso implica coordinar, supervisar y gestionar todas las actividades del proyecto según el plan definido. Asegura que los recursos asignados se utilicen eficazmente y que las tareas se

realicen conforme a los estándares y especificaciones establecidos, permitiendo cumplir con los objetivos del proyecto.

Realizar la Gestión de la Calidad del Proyecto

Consiste en ejecutar las actividades planificadas relacionadas con la calidad para asegurar que los entregables del proyecto cumplan con los requisitos y estándares definidos. Este proceso incluye inspecciones, auditorías y pruebas que buscan prevenir defectos y garantizar resultados óptimos.

Adquirir el Equipo del Proyecto

Este proceso se ocupa de obtener y asignar los recursos humanos necesarios para ejecutar las actividades del proyecto. Implica la selección y contratación adecuada del personal requerido, garantizando que se disponga del equipo humano idóneo para lograr los objetivos planteados.

Desarrollar al Equipo del Proyecto

Busca mejorar continuamente las habilidades, competencias y desempeño del equipo del proyecto mediante la capacitación, entrenamiento y actividades de desarrollo profesional. Este proceso ayuda a fortalecer la eficacia del equipo, mejorar la motivación y promover un ambiente de trabajo colaborativo.

Gestionar la Comunicación del Proyecto

Este proceso implica distribuir la información relevante del proyecto de manera oportuna y efectiva entre todas las partes interesadas. Asegura que la comunicación sea clara, coherente y adecuada, facilitando la coordinación y reduciendo el riesgo de malentendidos o conflictos.

Gestionar las Adquisiciones del Proyecto

Implica administrar eficazmente todos los contratos y adquisiciones necesarias para el proyecto. Este proceso incluye la

selección, gestión y monitoreo del desempeño de proveedores y contratistas, asegurando que se cumplan las condiciones contractuales y que las adquisiciones contribuyan positivamente a los resultados del proyecto.

GRUPO DE PROCESOS: MONITOREO Y CONTROL

El grupo de procesos de Monitoreo y Control, según la Guía del PMBOK 6ta edición del Project Management Institute (PMI), es fundamental para asegurar que el proyecto progrese de acuerdo con los planes establecidos. Este grupo se implementa de manera continua y sistemática durante toda la ejecución del proyecto, identificando desviaciones, implementando acciones correctivas y asegurando que los objetivos se logren dentro de los parámetros establecidos en términos de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos.

Los procesos de monitoreo y control incluyen:

Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto

Este proceso implica la supervisión constante del desempeño general del proyecto, midiendo los avances respecto al plan inicial. Permite la identificación oportuna de desviaciones significativas y facilita la toma de decisiones informadas para implementar ajustes que garanticen el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Realizar el Control Integrado de Cambios

Este proceso se encarga de evaluar, gestionar y documentar todas las solicitudes de cambios en el proyecto. Incluye la revisión sistemática de los impactos potenciales que los cambios propuestos podrían tener en el alcance, costos, tiempo y calidad del proyecto, asegurando que cualquier modificación sea adecuadamente aprobada e implementada.

Validar el Alcance del Proyecto

La validación del alcance implica la revisión y aceptación formal de los entregables del proyecto por parte de los interesados clave. Este proceso garantiza que el producto, servicio o resultado final cumpla con los criterios y expectativas definidos inicialmente, asegurando la satisfacción y aprobación formal por parte de los interesados.

Controlar el Alcance del Proyecto

Este proceso gestiona los cambios relacionados con el alcance del proyecto, garantizando que cualquier modificación se integre adecuadamente en el proyecto, evitando la desviación del alcance original. Se centra en prevenir la expansión no autorizada del proyecto (scope creep), manteniendo los objetivos del proyecto claramente delimitados y gestionados.

Controlar el Cronograma del Proyecto

Este proceso monitorea el progreso de las actividades del proyecto respecto al cronograma establecido. Se enfoca en identificar variaciones temporales significativas, implementando acciones correctivas oportunas para minimizar retrasos y asegurar que el proyecto se complete dentro de los plazos planificados.

Controlar los Costos del Proyecto

Implica la supervisión rigurosa del presupuesto del proyecto, identificando y analizando desviaciones respecto a los costos previstos. Este proceso busca asegurar que el proyecto se mantenga dentro de los límites financieros definidos, aplicando ajustes inmediatos y eficaces para evitar sobrecostos.

Controlar la Calidad del Proyecto

Este proceso se encarga de monitorear y verificar que los entregables cumplan con los estándares de calidad especificados en el plan de gestión de calidad. Utiliza técnicas y herramientas específicas para

identificar defectos y deficiencias, permitiendo su corrección oportuna antes de la entrega final del producto o servicio.

Controlar los Recursos del Proyecto

Este proceso gestiona y optimiza el uso eficiente de los recursos humanos, materiales y técnicos involucrados en el proyecto. Su objetivo principal es garantizar la disponibilidad adecuada de recursos y corregir cualquier desajuste o escasez que pueda afectar negativamente el rendimiento del proyecto.

Controlar la Comunicación del Proyecto

Se asegura que las comunicaciones del proyecto sean efectivas, oportunas y apropiadas. Este proceso incluye la revisión continua de los canales y medios de comunicación, así como el monitoreo del flujo informativo, garantizando que todas las partes interesadas tengan acceso a la información necesaria para el cumplimiento exitoso del proyecto.

Controlar los Riesgos del Proyecto

Este proceso monitorea permanentemente la exposición del proyecto a riesgos potenciales. Implica la identificación continua de nuevos riesgos, la reevaluación de riesgos existentes y la implementación de estrategias de mitigación proactivas que permitan reducir o evitar impactos negativos sobre los objetivos del proyecto.

Controlar las Adquisiciones del Proyecto

Consiste en gestionar los contratos y acuerdos con proveedores y contratistas externos. Este proceso implica monitorear el cumplimiento de términos contractuales, evaluar el desempeño de los proveedores y asegurar que las adquisiciones se realicen según lo acordado, gestionando de forma eficaz cualquier problema que surja durante el proceso.

GRUPO DE PROCESOS: CIERRE

El grupo de procesos de cierre, según la Guía del PMBOK 6ta edición del Project Management Institute (PMI), está compuesto por procesos enfocados en asegurar que todos los entregables del proyecto estén completos y sean formalmente aceptados por el cliente o patrocinador. Su propósito principal es concluir el proyecto de manera organizada y eficiente, asegurando la documentación adecuada de los resultados y lecciones aprendidas.

Cerrar el Proyecto o Fase del Proyecto

Este proceso implica finalizar todas las actividades relacionadas con el proyecto o con una fase específica del mismo. Incluye verificar que todas las tareas planeadas hayan sido completadas adecuadamente, y que los entregables correspondan a lo establecido inicialmente en el plan del proyecto.

Obtener la Aprobación del Proyecto

Consiste en asegurar la aceptación formal y documentada del proyecto por parte del cliente o patrocinador. Este proceso implica la revisión exhaustiva de los resultados finales para garantizar que cumplan con los criterios previamente definidos y lograr su aprobación oficial.

Realizar el Cierre Administrativo del Proyecto

Este proceso incluye documentar los resultados finales del proyecto, archivar adecuadamente toda la documentación generada y liberar formalmente los recursos asignados. Su objetivo es asegurar que la información relevante esté organizada y disponible para futuras referencias o auditorías.

Liberar Recursos

Consiste en devolver formalmente todos los recursos utilizados durante el proyecto, incluyendo personal, equipos y otros activos. Este proceso asegura que los recursos queden disponibles para otros

proyectos o actividades de la organización, facilitando una gestión eficiente de los activos empresariales.

Registrar Lecciones Aprendidas

Este proceso implica documentar de manera detallada las experiencias, buenas prácticas, dificultades encontradas y soluciones implementadas durante el proyecto. Las lecciones aprendidas son fundamentales para mejorar continuamente los procesos de gestión de proyectos y aplicar estos conocimientos en futuros proyectos.

TABLA 3
Planeación y ejecución

Inicio	Planeación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
2. Identificar a los interesados	4. Planificar el involucramiento de los interesados	39. Gestionar la Participación de los Interesados	39. Monitorear el involucramiento de los interesados	
	26. Planificar la Gestión de las Adquisiciones	34. Efectuar las Adquisiciones	48. Controlar las Adquisiciones	
	12. Planificar la gestión de los riesgos			
	14. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos	36. Implementar la Respuesta a los Riesgos	43. Monitorear los Riesgos	
	15. Realizar el Análisis cuantitativo de Riesgos			
	13. Identificar los riesgos			
	25. Planificar la Gestión de las Comunicaciones	33. Gestionar las Comunicaciones	42. Monitorear las Comunicaciones	
	17. Planificar la Gestión de Recursos	30. Adquirir Recursos	45. Controlar los Recursos	
	20. Estimar los Recursos de las Actividades	31. Desarrollar el Equipo		
		32. Dirigir al Equipo		
	24. Planificar la Gestión de la Calidad	35. Gestionar la Calidad	44. Controlar la Calidad	
	18. Planificar la Gestión de los Costos		41. Controlar los Costos	
	19. Estimar los Costos			
	23. Determinar el Presupuesto			
	9. Planificar la Gestión del Cronograma			
	11. Secuenciar las Actividades			
	21. Estimar la Duración de las Actividades.		40. Controlar el Cronograma	
	10. Definir las Actividades			
	5. Planificar la Gestión del Alcance		46. Validar el Alcance	
	7. Definir el Alcance			
	6. Recopilar los requisitos		47. Controlar el Alcance	
	8. Crear el EDT/ WBS			
1. Desarrollar el acta de constitución del Proyecto	3. Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	27. Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	37. Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto	49. Cerrar el Proyecto o Fase

Tabla 3: Etapas de planeación y ejecución

PROCESOS DE GESTIÓN DE CRONOGRAMA

Tabla 4

Dirección de proyectos

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los interesados	13.2 Planificar el involucramiento de los interesados	13.3 Gestionar la Participación de los interesados	13.4 Monitorear el involucramiento de los interesados	

Tabla 4: Grupo de procesos de la dirección de proyectos

La gestión del cronograma es un área de conocimiento clave del PMBOK 6ta edición que se centra en garantizar que el proyecto se complete dentro del tiempo previsto. Esta gestión implica definir, secuenciar y controlar las actividades del proyecto, asegurando una programación realista y controlada.

Planificar la Gestión del Cronograma

Este proceso establece las políticas, procedimientos y documentación necesaria para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. Se crea un plan de gestión que guía todo el proceso de cronograma.

Definir las Actividades

Consiste en identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para producir los entregables del proyecto. Este paso descompone el trabajo en actividades manejables y medibles.

Secuenciar las Actividades

En este proceso se identifican y documentan las relaciones lógicas entre las actividades. Se establecen precedencias que permiten una representación adecuada del orden en que deben ejecutarse las tareas.

Estimar la Duración de las Actividades

Implica determinar la cantidad de tiempo que tomará completar cada actividad con los recursos asignados. Se utilizan herramientas como estimaciones análogas, paramétricas y basadas en tres puntos.

Desarrollar el Cronograma

Este proceso combina todas las entradas anteriores para generar un cronograma del proyecto viable. Incluye herramientas como diagramas de Gantt, análisis del camino crítico y simulaciones. El resultado es una línea base temporal contra la cual se medirá el avance del proyecto.

Controlar el Cronograma

Consiste en supervisar el estado del cronograma para actualizar el avance del proyecto y gestionar los cambios a la línea base. Se aplican técnicas como el análisis de valor ganado (EVM) para

evaluar el desempeño y tomar acciones correctivas cuando sea necesario, o también, LookAhead 4w o 4wLA, porcentaje de plan completado, procura de materiales desarrollada mediante reuniones diarias y semanales.

GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO

PROCESOS DE GESTIÓN DE COSTOS

Planificar la Gestión de los Costos

Se desarrolla un plan de gestión de costos que establece cómo se gestionarán, controlarán y documentarán los costos en el proyecto. Define las políticas, procedimientos y responsabilidades relacionadas con la gestión de costos.

Estimar los Costos

Se estiman los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Se utilizan diversas técnicas de estimación, como la estimación análoga, la estimación paramétrica y la estimación de tres puntos, para obtener estimaciones precisas.

Determinar el Presupuesto

Se agrega el costo estimado de cada actividad o paquete de trabajo para establecer el presupuesto total del proyecto. El presupuesto incluye tanto los costos directos como los costos indirectos o gastos generales.

Controlar los Costos

Se utiliza para monitorear y controlar los costos del proyecto a lo largo de su ejecución. Se comparan los costos reales con el presupuesto y se toman medidas correctivas si es necesario para mantener el proyecto dentro del presupuesto.

Figura 18

Actividades

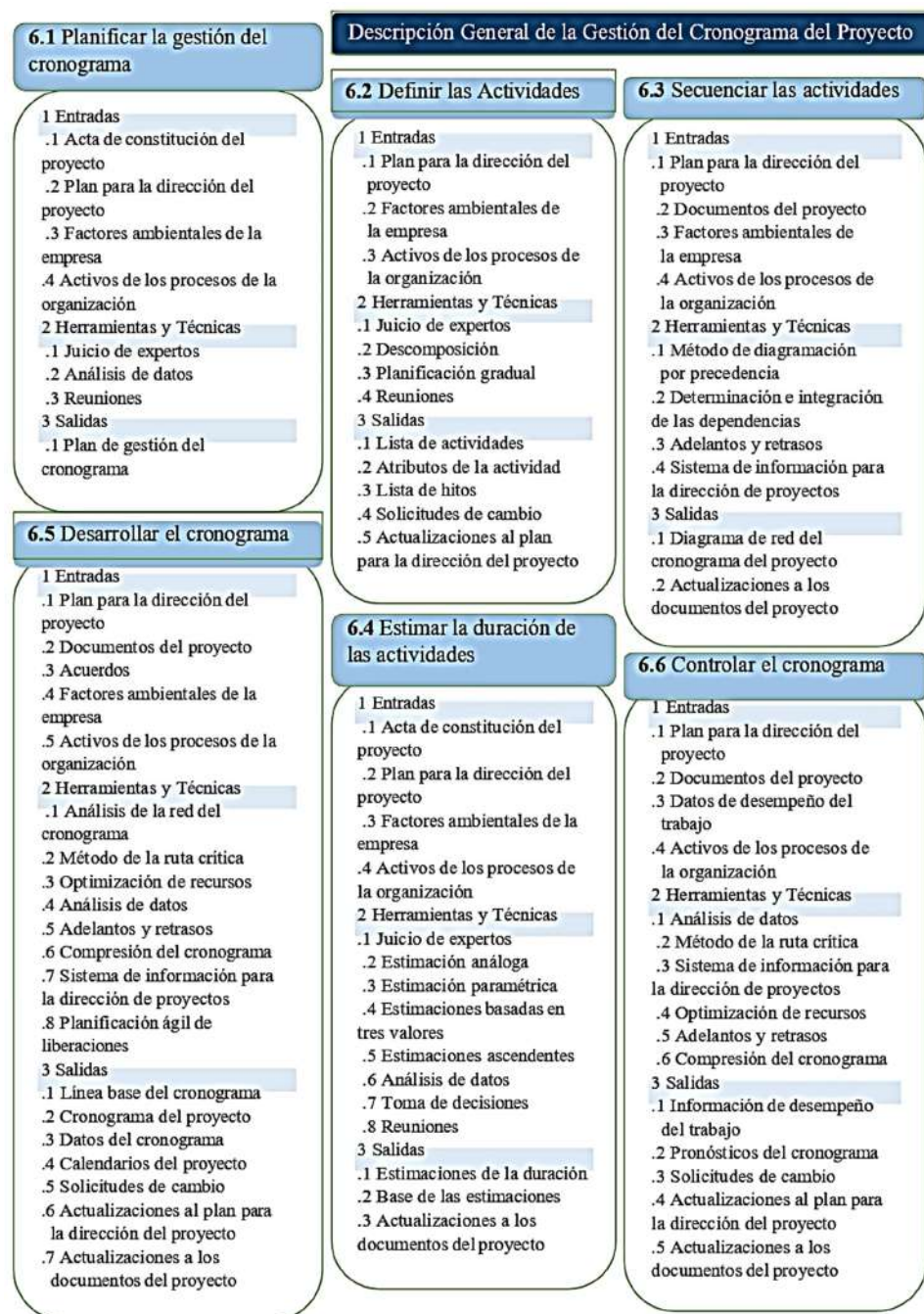


Ilustración 18: Proceso de actividades

HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN ÁGIL DE PROYECTOS

MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA

El Método de la Ruta Crítica (CPM, por sus siglas en inglés) es una herramienta fundamental en la planificación y programación de proyectos. Esta técnica se basa en la creación de una red lógica que representa la secuencia de actividades del proyecto, identificando las relaciones de dependencia entre ellas y estimando su duración. Mediante cálculos matemáticos, se determina la ruta crítica, es decir, la secuencia de actividades que no admite retraso sin afectar la duración total del proyecto. Las actividades que conforman esta ruta crítica son determinantes para el cumplimiento del cronograma, dado que cualquier desviación en su ejecución impacta directamente en la fecha de finalización del proyecto. El CPM permite una gestión eficiente del tiempo, al facilitar la programación, el seguimiento del avance y la identificación de márgenes de holgura (float) para optimizar la asignación de recursos.

VALOR GANADO – TRABAJO EN PROCESO (EVM WIP)

El Valor Ganado – Trabajo en Proceso (EVM WIP, por sus siglas en inglés: Earned Value Management Work in Progress) es una técnica utilizada en la gestión del valor ganado que permite monitorear el valor acumulado de las actividades iniciadas, pero aún no finalizadas, en un momento específico del proyecto. Este indicador representa el valor económico del trabajo en ejecución que todavía no ha contribuido completamente al progreso registrado del proyecto. Su cálculo es esencial para comprender si el gasto actual en las actividades en curso se encuentra alineado con el presupuesto planificado. El EVM WIP es especialmente útil para anticipar desviaciones presupuestarias y evaluar el rendimiento financiero del proyecto. Esta técnica es fundamental para el cálculo del Índice de Desempeño de Costos (CPI), el cual mide la eficiencia del uso de los recursos financieros asignados al proyecto.

LAST PLANNER SYSTEM

El Last Planner System (LPS) es una metodología de planificación y gestión de proyectos desarrollada por el Lean Construction Institute (LCI). Está diseñada para mejorar la eficiencia y la fiabilidad en la ejecución de tareas en proyectos de construcción y otras iniciativas complejas. Se basa en los principios del lean manufacturing, adaptados para la industria de la construcción. El LPS se distingue por su enfoque en la colaboración, la comunicación y la adaptabilidad en todas las etapas del proyecto. Involucra a todos los miembros del equipo, desde los planificadores hasta los trabajadores en el campo, en la creación de planes detallados y su ajuste según las condiciones y recursos disponibles. A través de reuniones semanales y el uso de tarjetas de planificación, se busca mejorar la fiabilidad de la ejecución, reducir retrasos y aumentar la eficiencia en proyectos de construcción.

Figura 19

Programa Maestro

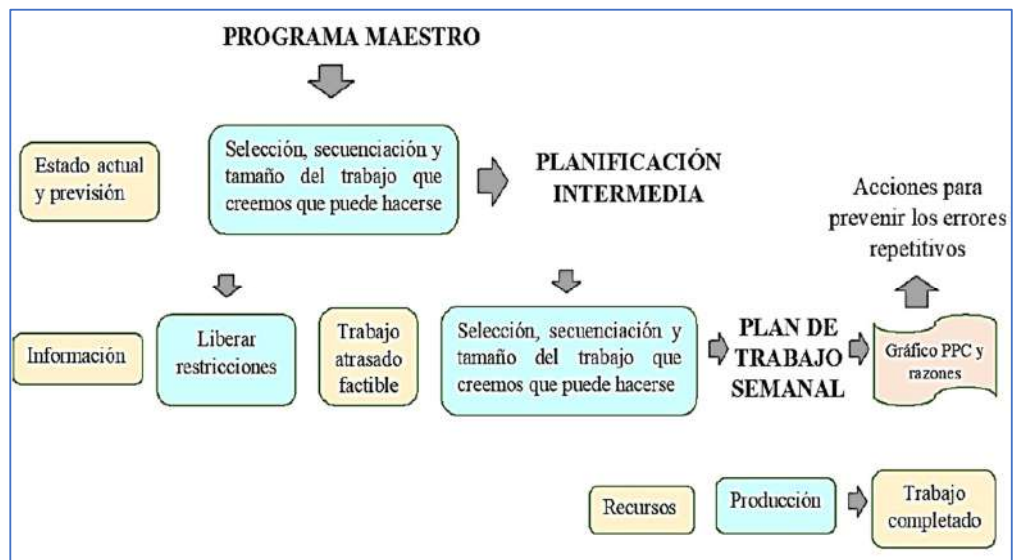


Ilustración 19: Plan de trabajo semanal

PLANEAMIENTO

El planeamiento constituye una fase crítica dentro de la gestión de proyectos, cuyo propósito es definir con claridad los objetivos del proyecto, así como los medios, estrategias y recursos necesarios para su ejecución eficiente. Según el Project Management Institute (PMI, 2017), el planeamiento abarca todos los procesos requeridos para establecer el alcance, definir los objetivos, y determinar el curso de acción necesario para lograr los fines del proyecto. Es, por tanto, una etapa clave en la estructuración de cualquier iniciativa, ya que proporciona la base metodológica para la toma de decisiones y la articulación de los componentes operativos.

En ese sentido, el planeamiento permite organizar los esfuerzos del equipo de trabajo a través de la creación de cronogramas, presupuestos, matrices de riesgos, planes de adquisiciones y estrategias de control. Conforme a la NTP-ISO 21500:2016 “Directrices para la Dirección y Gestión de Proyectos”, el planeamiento es uno de los cinco grupos de procesos esenciales y se refiere a aquellos procesos que permiten establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar el curso de acción requerido para alcanzarlos. Este grupo de procesos incluye tanto el desarrollo del plan para la dirección del proyecto como la planificación detallada de áreas clave como el tiempo, los costos, la calidad, los recursos humanos, la comunicación, los riesgos y las adquisiciones.

Además, el planeamiento no se limita a la formulación inicial del proyecto, sino que debe concebirse como un proceso dinámico y cíclico que requiere constante retroalimentación y ajustes. En entornos complejos como los proyectos de construcción, el planeamiento adquiere especial relevancia, pues permite articular aspectos técnicos, contractuales, logísticos y económicos en un entorno de alta incertidumbre. En estos contextos, una planificación inadecuada puede generar impactos negativos como el incumplimiento de plazos, sobrecostos y pérdida de calidad.

Cabe señalar que, desde una perspectiva terminológica, en el ámbito técnico e institucional peruano no existe una distinción formal entre los términos “planeamiento” y “planificación”. La NTP-ISO 21500:2016 los emplea de manera intercambiable, reconociendo ambos como procesos orientados a organizar y estructurar un proyecto en sus fases iniciales. Lo mismo ocurre en normativas internacionales como la ISO 10006:2018, que se refiere a la gestión de la calidad en los proyectos, donde el planeamiento es una herramienta que permite establecer un marco sistemático para cumplir con los requisitos del cliente y los objetivos del proyecto. Así también, autores como Kerzner (2017) y Turner (2009) abordan ambos términos como sinónimos dentro del contexto de dirección de proyectos, refiriéndose a la preparación estructurada de un proyecto en función de sus restricciones y metas.

En síntesis, el planeamiento no solo es una herramienta estratégica sino también operativa, que permite guiar todas las fases del proyecto hacia el cumplimiento de sus metas. Su correcta formulación e implementación determina en gran medida la eficiencia, la productividad y el desempeño económico del proyecto en su conjunto.

CONTROL DE COSTOS

El control de costos es una función fundamental dentro de la gestión de proyectos, encargada de monitorear, medir y regular los costos incurridos durante la ejecución, con el propósito de asegurar que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto aprobado. Según el PMBOK® Guide, Sixth Edition (PMI, 2017), el control de costos forma parte del grupo de procesos de monitoreo y control, y tiene como objetivo principal “informar sobre el estado del presupuesto del proyecto y asegurar que no se excedan los límites financieros establecidos”.

Desde un enfoque metodológico, el control de costos no solo implica la comparación entre costos planificados y reales, sino que incluye procesos proactivos como la previsión de desviaciones, la implementación de medidas correctivas y el uso de herramientas analíticas para optimizar la asignación de

recursos. Entre las técnicas más difundidas se encuentra la metodología del Valor Ganado (Earned Value Management - EVM), la cual permite relacionar el trabajo ejecutado con el presupuesto y cronograma, generando indicadores claves como el Cost Performance Index (CPI) y el Schedule Performance Index (SPI), que brindan una visión cuantitativa del desempeño del proyecto en términos económicos y temporales.

Conforme a la NTP-ISO 21500:2016, el control de costos se define como un proceso para "completar el trabajo del proyecto dentro del presupuesto aprobado", involucrando actividades como el establecimiento de líneas base, la recopilación de datos de desempeño, la comparación con el plan, y la comunicación de resultados para facilitar la toma de decisiones. En este marco, el control de costos también se integra con otros procesos como el control del alcance y del cronograma, dada la estrecha interdependencia entre estos tres elementos del triángulo de restricciones de un proyecto.

En proyectos de construcción, el control de costos adquiere una relevancia aún mayor, dada la magnitud de las inversiones involucradas, la multiplicidad de actores y los riesgos asociados a cambios de alcance, retrasos y fluctuaciones de precios. La aplicación de metodologías como el Last Planner System (LPS), combinadas con herramientas digitales como el modelado BIM y el seguimiento del Resultado Operativo, permiten alinear el rendimiento técnico con la eficiencia financiera, reduciendo así desperdicios y sobrecostos.

Autores como Kerzner (2017) sostienen que el control de costos eficiente no se limita al seguimiento contable, sino que constituye una estrategia gerencial para alcanzar la rentabilidad del proyecto, requiriendo la integración de múltiples disciplinas como la planificación, la ingeniería de costos y la gestión de riesgos. Asimismo, el uso de reportes periódicos de avance y análisis de tendencias posibilita detectar desviaciones tempranas, optimizando la toma de decisiones.

En síntesis, el control de costos representa un componente crítico para el éxito de cualquier proyecto, en tanto permite alinear el progreso técnico con el cumplimiento del presupuesto, garantizando una ejecución financiera sostenible y orientada a resultados.

2.3.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Es una metodología de modelado digital de la construcción que permite la gestión integrada de información en todas las fases del proyecto. Facilita la detección de interferencias, optimización de costos y planificación eficiente de recursos a través de modelos tridimensionales y bases de datos interconectadas.

LAST PLANNER SYSTEM (LPS)

Es una metodología de planificación colaborativa utilizada en la gestión de proyectos de construcción para optimizar el flujo de trabajo y mejorar el cumplimiento de las tareas programadas. Se basa en la planificación a corto plazo, el compromiso de los equipos de trabajo y la medición del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) como indicador clave de desempeño.

PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK)

Es un estándar desarrollado por el Project Management Institute (PMI) que proporciona buenas prácticas para la gestión de proyectos. Su aplicación en el presente estudio permite estructurar la planificación y el control de costos mediante metodologías reconocidas a nivel internacional.

ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL COSTO (CPI – COST PERFORMANCE INDEX)

Es un indicador utilizado en la metodología del Valor Ganado (EVM) para medir la eficiencia del costo en un proyecto. Se calcula dividiendo el valor ganado (EV) entre el costo real incurrido (AC). Un CPI mayor a 1.0 indica

que el proyecto está ejecutando los costos de manera eficiente, mientras que un CPI menor a 1.0 sugiere sobrecostos.

ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA (SPI – SCHEDULE PERFORMANCE INDEX)

Es un indicador que mide la eficiencia con la que se está cumpliendo el cronograma del proyecto. Se obtiene dividiendo el valor ganado (EV) entre el valor planificado (PV). Un SPI mayor a 1.0 indica que el proyecto avanza más rápido de lo programado, mientras que un SPI menor a 1.0 refleja retrasos en la ejecución.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC – PERCENT PLAN COMPLETE)

Es un indicador clave dentro del Last Planner System que mide la cantidad de tareas completadas en comparación con las tareas planificadas en un período determinado. Un PPC alto refleja una ejecución alineada con la planificación, mientras que un PPC bajo sugiere problemas en la gestión del trabajo y coordinación de actividades.

VALOR GANADO (EVM – EARNED VALUE MANAGEMENT)

Es una metodología que permite medir el rendimiento del proyecto en términos de costo y cronograma. A través del CPI y SPI, proporciona información cuantificable sobre el estado del proyecto y su desempeño en comparación con la planificación inicial.

MARGEN ECONÓMICO FINAL (RESULTADO OPERATIVO)

Es el porcentaje de ganancia o pérdida obtenida al finalizar el proyecto, calculado a partir de la diferencia entre los ingresos generados por la valorización del proyecto y los costos incurridos.

PLANEAMIENTO

Proceso sistemático mediante el cual se definen los objetivos, estrategias, actividades y recursos necesarios para alcanzar los resultados deseados de un proyecto. Implica anticipar escenarios, prever riesgos y estructurar un curso de acción lógico y ordenado. Según la Guía del PMBOK® Sexta Edición (PMI, 2017), el planeamiento —equivalente a “planificación”— constituye un grupo de procesos que determinan el alcance del proyecto, refinan los objetivos y definen el curso de acción requerido para lograr los objetivos del proyecto. Asimismo, la NTP-ISO 21500:2016 utiliza los términos planeamiento y planificación de manera equivalente, sin establecer distinción conceptual entre ambos. Por tanto, en el marco de esta investigación ambos términos se entienden como sinónimos.

CONTROL DE COSTOS

Es el proceso mediante el cual se monitorean, comparan y regulan los gastos reales de un proyecto frente al presupuesto aprobado, con el fin de asegurar que el desarrollo del mismo se mantenga dentro de los límites financieros establecidos. Incluye la recopilación de datos, el análisis de las variaciones y la implementación de acciones correctivas para minimizar desvíos económicos. De acuerdo con la Guía del PMBOK® Sexta Edición (PMI, 2017), el control de costos forma parte de los procesos de monitoreo y control, y busca actualizar los costos del proyecto, gestionar cambios en el presupuesto y generar informes del desempeño financiero. Asimismo, la NTP-ISO 21500:2016 considera esta función como esencial en la gestión de proyectos, al proporcionar lineamientos para controlar el progreso económico y tomar decisiones basadas en indicadores financieros como el CPI (Cost Performance Index).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

La planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye sustancialmente en el planeamiento y el control de costos en el Proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye positivamente en el desempeño del cronograma - SPI en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023.

La planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye positivamente en el porcentaje del plan cumplido - PPC en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023.

La planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye positivamente en el margen final en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023.

La planificación y el control de costos con metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK influye positivamente en el desempeño del costo - CPI en el proyecto de construcción hospital Chupaca, Junín 2023.

3.2. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

Metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK

VARIABLE DEPENDIENTE

Planificación y control de costos.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN							
METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK PARA EL PLANEAMIENTO Y EL CONTROL DE COSTOS EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.							
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK	VARIABLE INDEPENDIENTE						
	Building Information Modeling (BIM) bajo el enfoque del PMBOK 6th edición	Según la norma ISO 19650-1:2018, el Building Information Modeling (BIM) es un enfoque basado en modelos digitales para la gestión de información en proyectos de construcción. Facilita la integración, coordinación y visualización de datos, mejorando la eficiencia en el diseño, planificación y ejecución de obras (ISO, 2018). Desde el enfoque del PMBOK 6th edición, BIM contribuye a la gestión del alcance, tiempo y costos, permitiendo una planificación estructurada y basada en datos reales, reduciendo riesgos y optimizando la toma de decisiones en la administración del proyecto (PMI, 2017).	En el presente estudio, BIM se ha aplicado en la planificación del proyecto de construcción del Hospital Chupaca mediante la modelación digital LOD 300, facilitando la integración de información y la identificación temprana de interferencias. El uso de BIM permitió una mejor coordinación entre las disciplinas de diseño y ejecución, optimizando los procesos de planeamiento y control de costos a través de simulaciones y estimaciones precisas (PMI, 2017).	Modelado Digital BIM	Nivel de Desarrollo del Modelo (LOD 300) aplicado en la obra (% de cumplimiento del nivel de modelado en el proyecto)	JERARQUIZADO	
				Integración de información	Nivel de integración de información en la planificación y ejecución (% de uso de BIM en la obra)	JERARQUIZADO	
				Coordinación Interdisciplinaria	Porcentaje de interoperabilidad de BIM entre disciplinas (% de compatibilidad entre modelos)	JERARQUIZADO	
	Last Planner System (LPS) bajo el enfoque del PMBOK 6th edición	El Last Planner System (LPS), desarrollado por el Lean Construction Institute, es una metodología de planificación colaborativa diseñada para optimizar la ejecución de proyectos de construcción. Su aplicación busca reducir la variabilidad y mejorar la confiabilidad en la programación de actividades (LCI, 2020). Desde la perspectiva del PMBOK 6th edición, el LPS fortalece la gestión del cronograma y la integración de los equipos de trabajo, facilitando el seguimiento del desempeño del proyecto y la mitigación de desviaciones a través de procesos de planificación estructurados y controlados (PMI, 2017).	El Last Planner System (LPS) se ha implementado en la planificación y control del proyecto mediante reuniones colaborativas semanales y la metodología Look Ahead Planning. Esta herramienta permitió mejorar la confiabilidad en la programación de actividades, incrementar el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y reducir la variabilidad en la ejecución del cronograma, alineándose con los principios de la gestión del cronograma del PMBOK 6th edición (PMI, 2017).	Planificación Maestra	Cumplimiento de hitos del cronograma (% de actividades realizadas dentro del plazo)	NO JERARQUIZADO	
				Planificación Semanal	Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) semanalmente en obra	NO JERARQUIZADO	
				Look Ahead Planning	Reducción de actividades no planificadas (% de disminución de reprogramaciones)	NO JERARQUIZADO	
	Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK 6th edición	El Resultado Operativo, de acuerdo con el Project Management Institute (PMI), es una métrica financiera empleada en la gestión de proyectos para evaluar la eficiencia económica mediante el análisis de ingresos, costos y márgenes de utilidad (PMI, 2017). Desde el enfoque del PMBOK 6th edición, esta herramienta se alinea con los procesos de control de costos y desempeño financiero, permitiendo la identificación temprana de desviaciones presupuestarias y la implementación de estrategias correctivas para optimizar la rentabilidad del proyecto (PMI, 2017).	El Resultado Operativo se ha aplicado como herramienta de control financiero en la construcción del Hospital Chupaca, permitiendo la evaluación periódica de costos, ingresos y márgenes de rentabilidad. Se ha utilizado para comparar el costo real con el presupuesto meta, ajustando estrategias de gestión financiera y optimizando la asignación de recursos para mejorar la rentabilidad del proyecto (PMI, 2017).	Presupuesto Meta	Variación entre Presupuesto Meta y Costos Reales (% de desviación presupuestaria)	NO JERARQUIZADO	
				Costos Directos e Indirectos	Margen de rentabilidad del proyecto (% de utilidad obtenida sobre el costo total)	NO JERARQUIZADO	
				Curva S	Análisis de desempeño financiero a través de la Curva S	NO JERARQUIZADO	
VARIABLE DEPENDIENTE							
PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS	Planificación en la gestión de costos y cronograma	La planificación en la gestión de costos y cronograma es el proceso mediante el cual se establecen objetivos, se programan actividades y se asignan recursos para garantizar la ejecución eficiente del proyecto. El SPI (Schedule Performance Index) es un indicador clave que permite medir la eficiencia en la ejecución del cronograma, comparando el progreso real con el planificado.	En este estudio, la planificación se ha aplicado en la construcción del Hospital Chupaca mediante la estructuración detallada del cronograma y la implementación del Last Planner System para la planificación colaborativa. El SPI se ha utilizado como métrica para evaluar el desempeño del cronograma y medir la eficiencia en la ejecución de las actividades programadas.	Desempeño del Cronograma	Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)	DE RAZÓN	
					Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) semanalmente en obra	INTERVALO	
	Control de costos	El control de costos en la gestión de proyectos implica el monitoreo y la evaluación de los costos reales en relación con el presupuesto planificado, con el objetivo de optimizar la eficiencia financiera. El CPI (Cost Performance Index) es un indicador clave que permite medir la rentabilidad y el desempeño financiero del proyecto en función de los costos incurridos y el valor ganado.	En este estudio, el control de costos se ha aplicado en la construcción del Hospital Chupaca mediante el monitoreo de costos a través del Resultado Operativo y el análisis del Valor Ganado. El CPI se ha empleado para evaluar la eficiencia financiera del proyecto, midiendo la relación entre los costos reales y el valor generado.	CONTROL DE COSTOS	MARGEN FINAL (%)	INTERVALO	
				CONTROL DE COSTOS	Índice de Desempeño del Costo (CPI)	DE RAZÓN	

Tabla 5: Operacionalización de las variables

CAPÍTULO IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se desarrolla en el proyecto de construcción del Hospital Chupaca, ubicado en la provincia de Chupaca, región Junín, Perú.

Este hospital es una infraestructura de nivel II - 1, cuyo objetivo es fortalecer la capacidad del sistema de salud local, brindando atención médica especializada a la población. La ejecución de este proyecto representa un desafío significativo en términos de planificación, gestión de costos y optimización de recursos, lo que justifica la aplicación de metodologías avanzadas en la administración de la construcción.

El área de estudio comprende el análisis de los procesos de planeamiento y control de costos implementados en la ejecución del hospital, considerando la aplicación de Building Information Modeling (BIM), Last Planner System (LPS) y la metodología del Valor Ganado (EVM) bajo el enfoque del Project Management Body of Knowledge (PMBOK). En este contexto, se examina la influencia de estas metodologías en la eficiencia de costos, el cumplimiento del cronograma y la optimización de la rentabilidad del proyecto.

Desde un enfoque territorial y operativo, el estudio considera:

- El entorno geográfico y logístico del proyecto, evaluando las condiciones climáticas, el acceso a materiales y la infraestructura disponible en la zona.
- Las oficinas de planificación y control, donde se gestionan presupuestos, cronogramas y reportes de avance, esenciales para la toma de decisiones basada en datos.
- Los frentes de obra, donde se ejecutan las actividades de construcción, monitoreando el cumplimiento de las tareas planificadas y la eficiencia en costos y tiempos.

- Las reuniones de coordinación del proyecto, en las que se implementan herramientas de planificación colaborativa como LPS, y se evalúan indicadores clave como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI) y Índice de Eficiencia del Costo (CPI).
- Dado que la construcción hospitalaria requiere altos estándares de calidad y precisión en la planificación, el presente estudio se enmarca en la necesidad de garantizar un uso eficiente de los recursos mediante herramientas de gestión avanzadas. La metodología aplicada en este proyecto puede servir como referencia para la optimización de la planificación y el control de costos en proyectos de infraestructura hospitalaria en contextos similares.

4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación adopta un diseño de investigación no experimental, de tipo correlacional-explicativo, ya que se centra en analizar la relación entre la planificación y control de costos mediante BIM, Last Planner System y la metodología del Valor Ganado bajo el enfoque del PMBOK y el desempeño del costo, cronograma y rentabilidad en la construcción del Hospital Chupaca, Junín 2023.

El diseño no experimental se justifica en la medida en que no se manipulan directamente las variables, sino que se observa su comportamiento en un contexto real, a partir del análisis de datos obtenidos durante la ejecución del proyecto. Asimismo, el estudio es de tipo longitudinal, dado que se analizan indicadores clave a lo largo de un período determinado, evaluando la evolución de los mismos en distintas etapas del proyecto.

Desde un enfoque correlacional, la investigación busca establecer la relación existente entre la implementación de BIM, Last Planner System y la metodología del Valor Ganado y los indicadores de desempeño del proyecto, tales como el Índice de Eficiencia del Costo (CPI), Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI), Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y Margen Económico

Final. Por otro lado, el estudio es también explicativo, en la medida en que se analizan las causas que influyen en el comportamiento de estos indicadores, permitiendo determinar el impacto de las metodologías aplicadas en la optimización de costos y tiempos.

El diseño de la investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos, permitiendo la medición objetiva del desempeño del proyecto a través de herramientas estadísticas. Para ello, se emplearán técnicas de análisis de datos que permitan interpretar los resultados obtenidos y contrastarlos con estudios previos en el ámbito de la gestión de proyectos de construcción hospitalaria.

En síntesis, la investigación sigue un diseño no experimental, correlacional-explicativo y longitudinal, con un enfoque cuantitativo, permitiendo evaluar el impacto de la aplicación de metodologías avanzadas de planificación y control en la ejecución del Hospital Chupaca, Junín 2023.

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La presente investigación se desarrolla en el contexto del proyecto de construcción del Hospital Chupaca, Junín 2023, con el objetivo de evaluar la planificación y control de costos mediante BIM, Last Planner System y la metodología del Valor Ganado bajo el enfoque del PMBOK. Para ello, se define la población y muestra de estudio, considerando el período de análisis comprendido entre septiembre de 2021 y junio de 2022.

Población

Proyectos hospitalarios ejecutados en la región Junín durante el año 2023.

Muestra

Se seleccionó de forma no probabilística una muestra única, correspondiente al proyecto de construcción del Hospital Chupaca

Criterios de inclusión

- Información documental generada entre septiembre de 2021 y junio de 2022, correspondiente al período de análisis de la investigación.
- Reportes de costos y cronograma utilizados en la planificación y control del proyecto.
- Registros de ejecución de obra con aplicación de Last Planner System y BIM.
- Datos relacionados con el desempeño del CPI, SPI, PPC y Margen Económico Final en el período de estudio.
- Profesionales con participación directa en la planificación y ejecución del proyecto dentro del marco temporal definido.

Criterios de exclusión

- Registros que no correspondan al período de estudio (antes de septiembre de 2021 o después de junio de 2022).
- Datos incompletos o que no permitan evaluar el impacto de las metodologías aplicadas.

4.4. PROCEDIMIENTO

ETAPA I: PRESENTACION DEL CASO

En el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública, con registro SNIP: 376569, se encuentra inscrito el Proyecto de Inversión Pública “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD PEDRO SANCHEZ MEZA, DISTRITO CHUPACA, PROVINCIA DE CHUPACA, DEPARTAMENTO DE JUNÍN”.

UBICACIÓN

El terreno para el “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD PEDRO SANCHEZ MEZA, DISTRITO CHUPACA, PROVINCIA DE CHUPACA, DEPARTAMENTO DE JUNÍN”, se localiza en la provincia de Chupaca, la más extensa del departamento de Junín. El Establecimiento de Salud se ubica en el Centro Poblado Chupaca Sector C - Mz R5 Lote 1, Distrito de Chupaca - Departamento de Junín, localizado a una altitud de 3,263 m.s.n.m. Tiene una zonificación de H (Salud), no especifica coeficiente de edificación.

Departamento: Junín

Provincia: Chupaca

Distrito: Chupaca

Jirón: Jr. Rufino Echenique N° 560-690

Área: 6,795.80 m²

El terreno actual del C.S. Pedro Sánchez Meza se encuentra a 290m aproximadamente de la Plaza de Principal.

Figura 20

Localización



Ilustración 20: Localización del proyecto

Figura 21

Ubicación

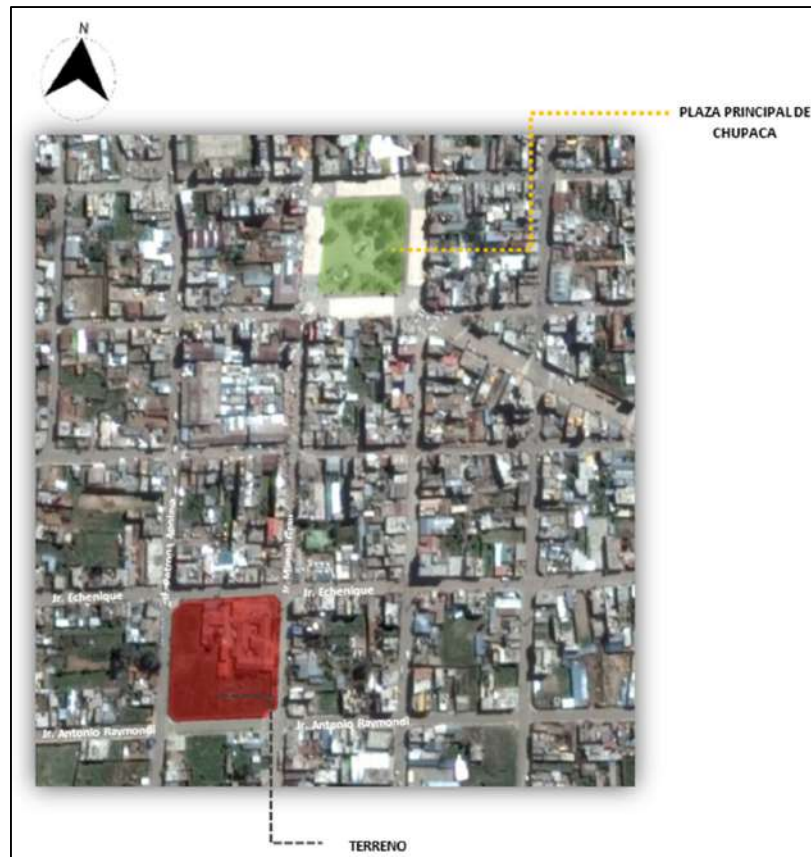


Ilustración 21: Ubicación de terreno. Fuente Google Earth

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El establecimiento de salud Principal, se ha planteado de acuerdo a la topografía del terreno. Aprovechando que se encuentra circundado por 4 vías, se ha propuesto ingresos diferenciados.

- El Primero, es el acceso principal por el Jr. Rufino Echenique, por donde accede el público en general directamente a las UPSS de Consulta externa y UPPS de Rehabilitación, se cuenta con ingresos diferenciados para TBC y VIH.
- El segundo ingreso es por el Jr. Miguel Grau, por donde se accede a la UPSS de Emergencia, acceso peatonal y vehicular.
- El tercer ingreso es por el Jr. Antonio Raimondi, por donde se accede hacia los servicios generales.
- El cuarto ingreso es por el Jr. Petrona Apolaya, para acceder a la Casa Materna.

El acceso al edificio principal es a través de un hall público de triple altura, que es conectado con el hall de Ascensores y Escalera Pública mediante el corredor público.

Se plantea la distribución en 2 bloques principales de 4 y 5 niveles con las unidades asistenciales, y por la parte posterior los servicios generales en bloques de 1 solo nivel.

Tabla 6

Cuadro de Áreas

NIVEL				ÁREA M2
PLANTA	ENTREPISO	DE	AISLADORES	2394.12
SISMICOS				
PLANTA PRIMER PISO				3459.10
PLANTA SEGUNDO PISO				2779.28
PLANTA TERCER PISO				2646.07
PLANTA CUARTO PISO				2037.53
PLANTA QUINTO PISO				1357.76
AZOTEA				245.28

AREA	TOTAL	TECHADA	
(CONSIDERANDO	PLANTA	DE	14,919.14
ENTREPISO DE AISLAMIENTO SÍSMICO)			

Tabla 6: Cuadro de distribución de áreas

Tabla 7

Áreas según ficha registral

AREA TERRENO (Ficha Registral)	6,795.80
AREA TOTAL TECHADA SIN	
CONSIDERAR PLANTA ENTREPISO DE	12,525.02
AISLAMIENTO SÍSMICO	
ÁREA LIBRE (49.10%) *	3,336.7

Tabla 7: Áreas según ficha registral

Con respecto al área libre:

El Certificado de Parámetros emitido por la Municipalidad indica para: el Porcentaje de área libre: NO DETERMINA.

ZONIFICACIÓN

El planteamiento ha tenido en consideración el flujo de circulación tanto del paciente y/o público como la circulación asistencial y la de servicio. La concepción de la edificación considera y prevé condiciones urbanas, arquitectónicas, estructurales, funcionales, servicios básicos.

Se ha procurado la iluminación y ventilación natural en la mayoría de ambientes que funcionalmente la requieren, salvo en pocos casos de ambientes donde la iluminación es artificial.

PRIMER NIVEL

En el primer nivel se tienen 4 ingresos diferenciados.

Se han ubicado la mayor parte de unidades, tales como: UPSS CONSULTA EXTERNA, TBC, VIH, REHABILITACION, UPSS DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES, UPSS FARMACIA, UPSS EMERGENCIA, UPS NUTRICIÓN Y DIETÉTICA, UPS SALUD AMBIENTAL, UPS CASA MATERNA, UPS TRANSPORTE, CENTRAL DE GASES, CASA DE FUERZA Y CISTERNAS.

Figura 22

Zonificación



Ilustración 22: Zonificación primer nivel

Figura 23

Zonificación 1er nivel

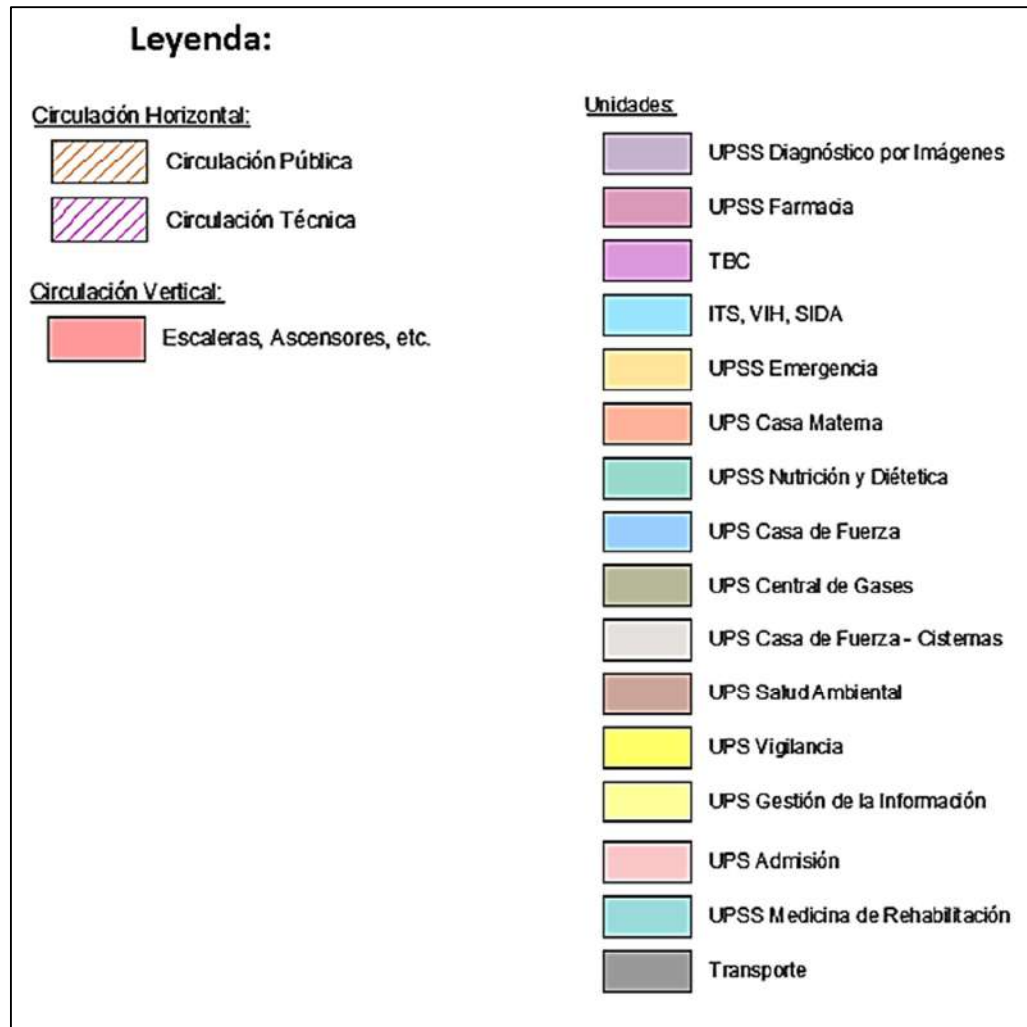


Ilustración 23: Leyenda de la zonificación primer nivel

SEGUNDO NIVEL

En este nivel se han ubicado las siguientes unidades: UPSS CONSULTA EXTERNA, UPSS GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN, UPSS PATOLOGÍA CLÍNICA, UPSS BANCO DE SANGRE, UPS ADMINISTRACIÓN, UPS LAVANDERÍA, CADENA DE FRÍO Y ALMACENES.

Figura 24



Ilustración 24: Zonificación segundo nivel

Figura 25

Leyenda de zonificación

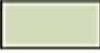
Leyenda:		<u>Unidades:</u>	
<u>Circulación Horizontal:</u>			UPSS Consulta Externa
	Circulación Pública		UPS Lavandería
	Circulación Técnica		UPS Cadena de Frío
<u>Circulación Vertical:</u>			UPS Gestión de la Información
	Escaleras, Ascensores, etc.		UPSS Patología Clínica
			UPS Banco de Sangre
			UPS Administración
			UPS Almacén General
			UPS Casa de Fuerza

Ilustración 25: Leyenda de la zonificación segundo nivel

TERCER NIVEL

En este nivel se han ubicado las siguientes unidades: UPSS CONSULTA EXTERNA, UPSS CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN, UPSS CENTRO QUIRÚRGICO, UPSS CENTRO OBSTÉTRICO, SUM, TALLERES.

Figura 26

3er nivel



Ilustración 26: Zonificación tercer nivel

Figura 27

Leyenda 3er nivel



Ilustración 27: Leyenda de la zonificación tercer nivel

CUARTO NIVEL

En este nivel se han ubicado las siguientes unidades: UPSS: HOSPITALIZACIÓN PEDIATRÍA, CIRUGÍA, UPSS UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS.

Figura 28

4to nivel



Ilustración 28: Zonificación cuarto nivel

QUINTO NIVEL

En este nivel se han ubicado las siguientes unidades: UPSS: HOSPITALIZACIÓN ADULTOS, HOSPITALIZACIÓN GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA.

Figura 29



Ilustración 29: Zonificación quinto nivel

ETAPA II: FLUJO DE DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TESIS

Se presenta el siguiente flujo de desarrollo de la implementación de la tesis, realizado para mostrar las 2 etapas que comprende esta implementación, la primera etapa es el establecimiento de una línea base y la segunda es la etapa de recolección, rotación, análisis y presentación de información, integrando la herramienta del resultado operativo la metodología de Last Planner System, el valor ganado y la gestión de información (BIM).

Figura 30

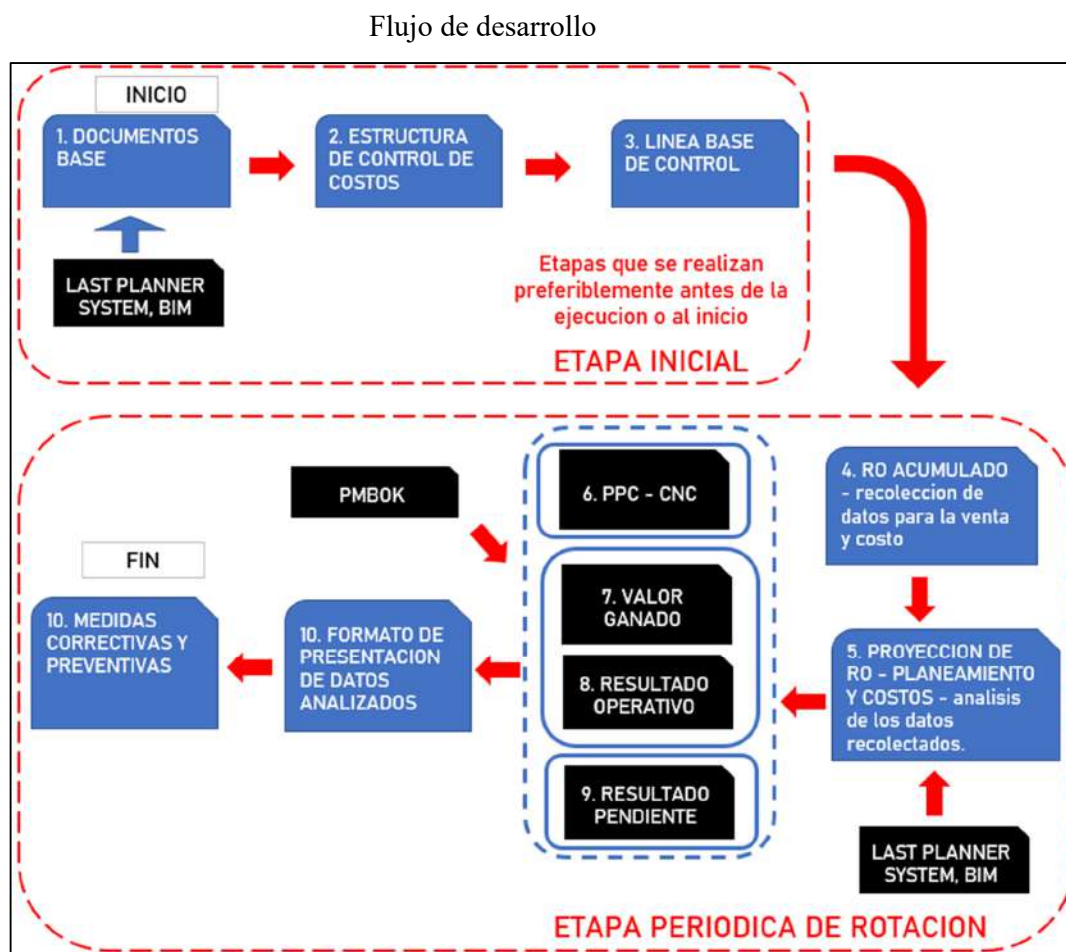


Ilustración 30: Flujo de desarrollo de la implementación

Esta implementación tiene que involucrar el apoyo de la gerencia tanto de la empresa como del proyecto con la participación constante hacia aguas abajo, hasta el personal obrero.

A continuación, mostraremos las etapas realizadas en el proyecto de forma detallada.

ETAPA III: ESTABLECIMIENTO DE UNA LINEA BASE DEL PROYECTO

Recordemos que todo aquello que se puede medir se puede mejorar, pero hay que ser cautelosos respecto a que lo medimos, de eso dependerá los resultados de la variación y en consecuencia las decisiones que se tomen para mejorar el proyecto. En ese sentido, para ponernos en contexto, el control de un proyecto se ubica en paralelo con la ejecución del mismo.

Figura 31

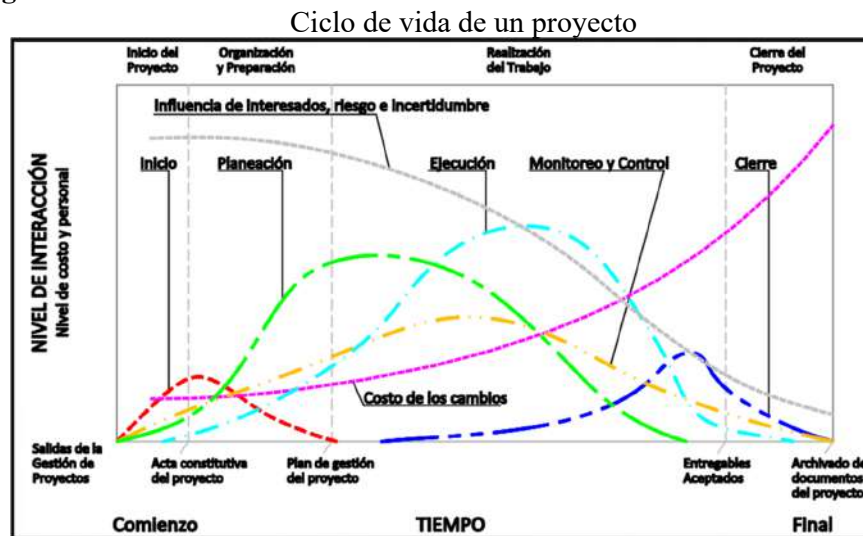


Ilustración 31: Ciclo de un proyecto – pmbok 6ta edición.

Sin embargo, para el inicio del control de un proyecto hay que considerar que previamente se tiene que establecer una línea base y esta etapa en el caso ideal se realiza previo a la ejecución, sin embargo, también se puede realizar durante la ejecución de un proyecto.

Figura 32

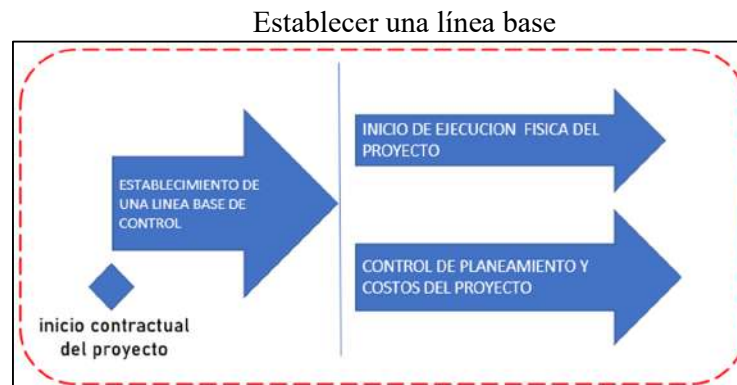


Ilustración 32: Línea de tiempo para establecer una línea base.

Para el establecimiento de una línea base y el control en la ejecución del proyecto se propone un flujo de trabajo estructurado de tal manera que se nos permita tener una visión global de lo que se realizara, este flujo de trabajo se explicara a continuación. Tenemos tres procesos importantes en el flujo de trabajo los cuales son necesarios para tener una línea base de control, tal como lo indica la siguiente figura N°37.

Figura 33



Ilustración 33: Flujo de desarrollo de la línea base

A continuación, desarrollaremos la estructura del flujo del trabajo planteada, detallando los procesos y pasos a seguir en cada uno de ellos y los entregables a obtener.

4.4.3.1 DOCUMENTOS BASE

Esta etapa tiene como objetivo obtener los dos principales documentos base (cronograma meta y el presupuesto meta) de los cuales se cuantificarán las variaciones de las mediciones futuras.

Figura 34

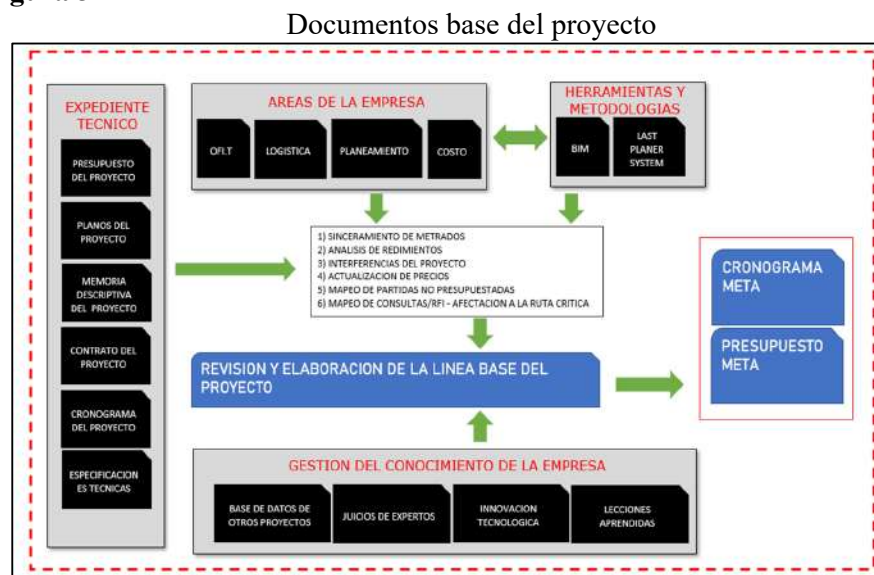


Ilustración 34: Documentos base del proyecto.

Cabe recalcar que el desarrollo de este proceso es de suma importancia y requiere del apoyo de diversas áreas en conjunto con la aplicación de las metodologías y la data de la empresa de otros proyectos que, si en caso el proyecto aún no cuenta con las áreas debido a la envergadura del mismo, el ingeniero de OT puede encargarse de recopilar los datos, el flujo de trabajo a seguir se muestra en la figura N°34.

- **PRESUPUESTO META**

Para la obtención del presupuesto meta tomaremos en consideración los siguientes puntos:

- a) Sinceramiento de metrados y verificación de materiales: consiste en la corroboración de los metrados del expediente contractual, así como los materiales de que componen las partidas, haciendo un remetrado de los mismos, con las siguientes consideraciones.
 - este remetrado lo tienen que hacer con apoyo de los especialistas responsables o en su defecto con ayuda de personal especializado y teniendo como soporte la gestión de conocimiento de la empresa, de tal manera que sea lo más sincero posible a como se realice en su ejecución.
 - tener en cuenta el % de desperdicio de los materiales más incidentes según diagrama de Pareto.
 - Verificar y completar los materiales que faltasen en el APU, con su respectiva cantidad.
 - Verificar las cantidades de los materiales que figuran en el APU y modificar según el análisis data de anteriores proyectos y cuantificación de metrados.
- b) Análisis de rendimientos de la mano de obra: consiste en verificar la cantidad de horas hombre invertidas para ejecutar cierta partida, si bien es cierto que cada proyecto es distinto, se puede usar la data de proyectos similares y la experiencia de las personas encargadas para sincerar estos rendimientos.
- c) Interferencias del proyecto: tiene que ver con la gestión BIM, que acompaña a la planificación, ejecución y control del proyecto, inicialmente nos servirá para tener un mapeo de las interferencias que se trasladaran en un costo ahorrado, debido a interferencias detectadas con el tiempo suficiente para que se solucionen.

- d) Actualización de precios: consiste en actualizar el precio considerado en el expediente contractual, ya que existen muchas deficiencias en cuanto a precios considerados que en su mayoría es menor al precio del mercado o debido al tiempo de elaboración del expediente comparado al tiempo de ejecución hay una brecha de días considerables.
- e) Mapeo de partidas no presupuestadas: consiste en mapear todas las partidas que no están presupuestadas sin embargo si se tienen que ejecutar, con el objetivo de cuantificar el costo en el que se va a incurrir.
- f) Mapeo de consultas/Rfi – afectación a la ruta crítica: este mapeo es importante para poder proyectarnos respecto a los posibles adicionales o ampliaciones de plazo que se puedan pedir a futuro. Con esto aseguramos una línea base confiable, compuesta por el presupuesto meta y el cronograma de ejecución de obra.
- g) Presupuesto meta: después de realizar las siguientes etapas anteriormente descritas, con los datos obtenidos, se actualizarán en el APU y PRESUPUESTO del proyecto, como se muestra en la Figura N°39, obteniendo así un presupuesto META que será de manejo interno y nos servirá como una línea base del presupuesto.

Figura 35

Actualización de APU

Se actualiza el rendimiento de la mano de obra		Se actualiza el precio de MO, MAT, EQ				
Partida	03.02.01.01 TARRAJEO RAYADO PRIMARIO P/RECIBIR ENCHAPE C:A 1:5, e=1.5 CM					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2		23.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	27.74	1.48
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	23.16	12.35
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.1760	16.62	2.93
						16.76
Materiales						
0202100099	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0220	2.91	0.06
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0220	42.79	0.94
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol		0.2000	19.70	3.94
0239050000	AGUA	m3		0.0043	8.00	0.03
0243160052	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.63	0.07
						5.04
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.76	0.50
0348600008	ANDAMIO METALICO	hm	1.0000	0.5333	1.50	0.80
						1.30
Se verifica si la partida cuenta con todos los materiales para su ejecución		Se actualiza la cantidad de materiales y equipos, según los remetrados y análisis obtenidos				

Ilustración 35: Actualización de APU.

A continuación, se muestra el presupuesto meta elaborado por el área técnica y fue revisado y aprobado por el residente y gerente del proyecto, aplicando todo lo indicado anteriormente.

Figura 36

Presupuesto Meta

PRESUPUESTO META						
PROYECCION COSTO				COSTO DE PARTIDAS CONTRACTUALES	COSTO DE PARTIDAS NO CONTRACTUALES	TOTAL PRESUPUESTO META A COSTO DIRECTO
MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	SUBCONTRATOS			
S/ 4,336,966.59	S/ 4,837,606.85	S/ -	S/ 7,320,913.21	S/ 16,495,486.64	S/ 350,000.00	S/ 16,845,486.64

Ilustración 36: Presupuesto meta.

• CRONOGRAMA META – LAST PLANNER SYSTEM

Parte de la metodología de Last Planner System es la elaboración del plan maestro. Este plan maestro o cronograma meta fue elaborado 1) considerando metrados reales, 2) considerando rendimientos reales, 3) procesos constructivos según el proyecto.

A continuación, se presenta el plan maestro trabajado, que está realizado en Microsoft Project.

Figura 37

Cronograma Meta

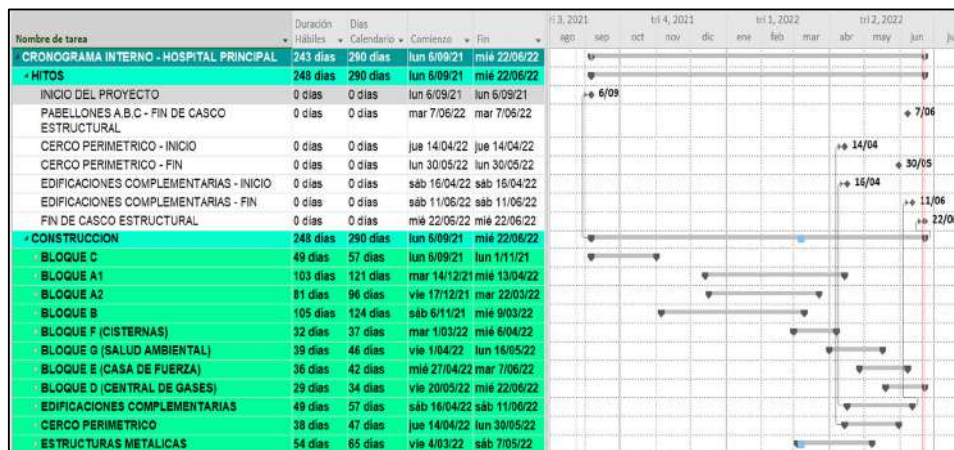


Ilustración 37: Cronograma meta. Fuente: Elaboración propia.

Este plan maestro servirá para las demás programaciones que se vienen, plan de fases, look ahead planning, plan semanal y plan diario, teniendo en cuenta el cronograma interno

tiene que estar elaborado con un colchón de tiempo en relación al cronograma contractual para no caer debajo del 80% (que es causal de resolución).
Teniendo en cuenta este plan maestro, realizamos el plan de fases, que son principalmente los hitos que tomamos del plan maestro y se muestra a continuación.

Figura 38

Fases de ejecución

PLAN DE FASES EJECUTOR DEL PROYECTO : CONSORCIO SALUD DEL CENTRO  CONSORCIO SALUD DEL CENTRO			
ITEM	DESCRIPCIÓN	HITO DE INICIO	HITO FIN
EST	ESTRUCTURAS		
02	EDIFICACION PRINCIPAL BLOQUE C	6/09/2021	1/11/2021
02	EDIFICACION PRINCIPAL BLOQUE B	6/11/2021	9/03/2022
02	EDIFICACION PRINCIPAL BLOQUE A	14/12/2021	13/04/2022
02	EDIFICACIONES SECUNDARIAS	1/03/2022	11/06/2022
02	CERCO PERIMÉTRICO	14/04/2022	30/05/2022
02	ESTRUCTURAS METÁLICAS	4/03/2022	7/05/2022

Ilustración 38: Plan de fases.

Ya teniendo nuestro plan de fases, procederemos a realizar nuestro look ahead planning, para ello sectorizaremos el proyecto, a continuación, se muestra la sectorización del bloque principal B.

Figura 39

Sectorización

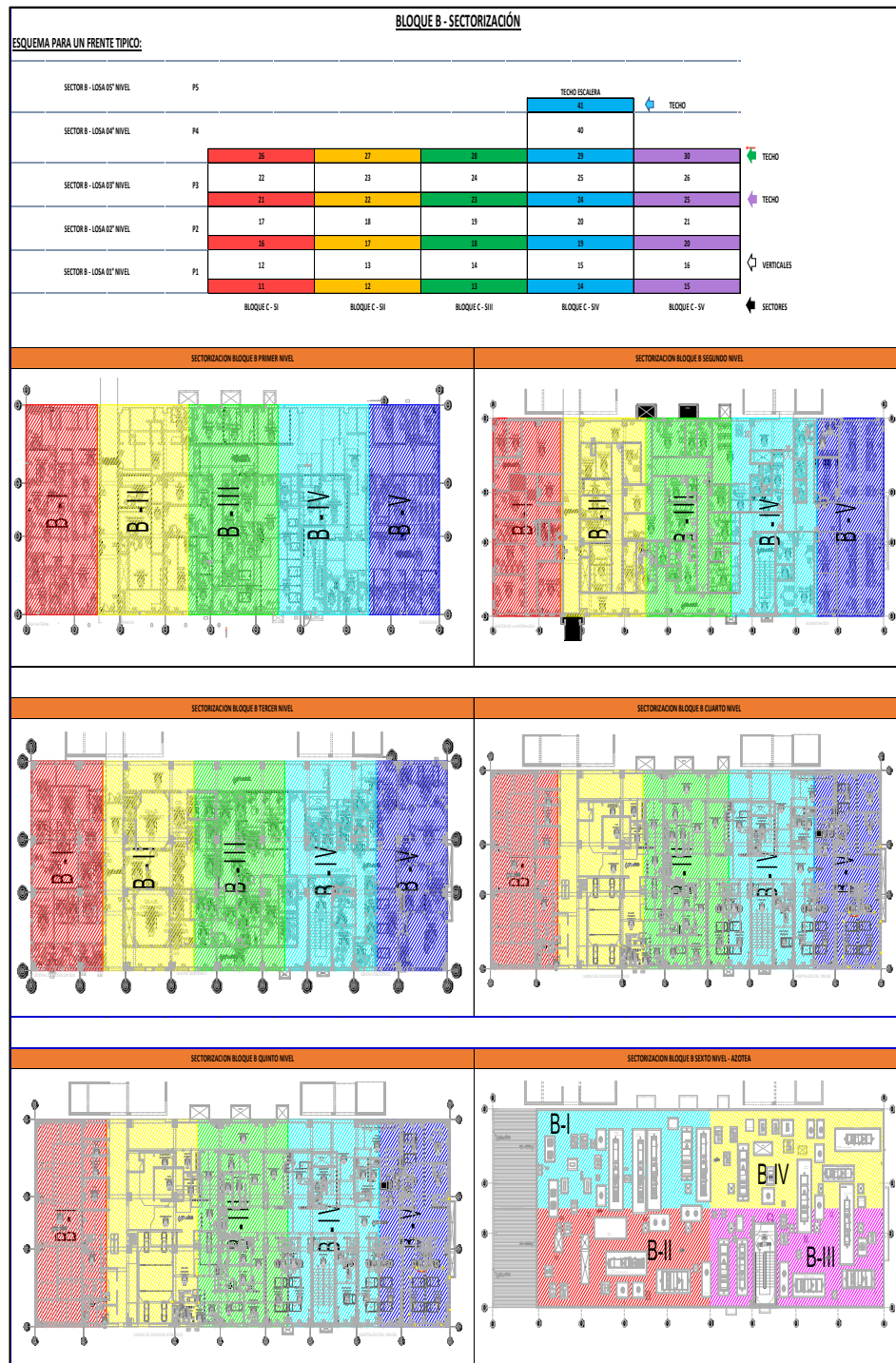


Ilustración 39: Sectorización

Teniendo esta sectorización, realizaremos el look ahead planning, como se muestra a continuación con una ventana de 6 semanas.

Figura 40

Plannig 1

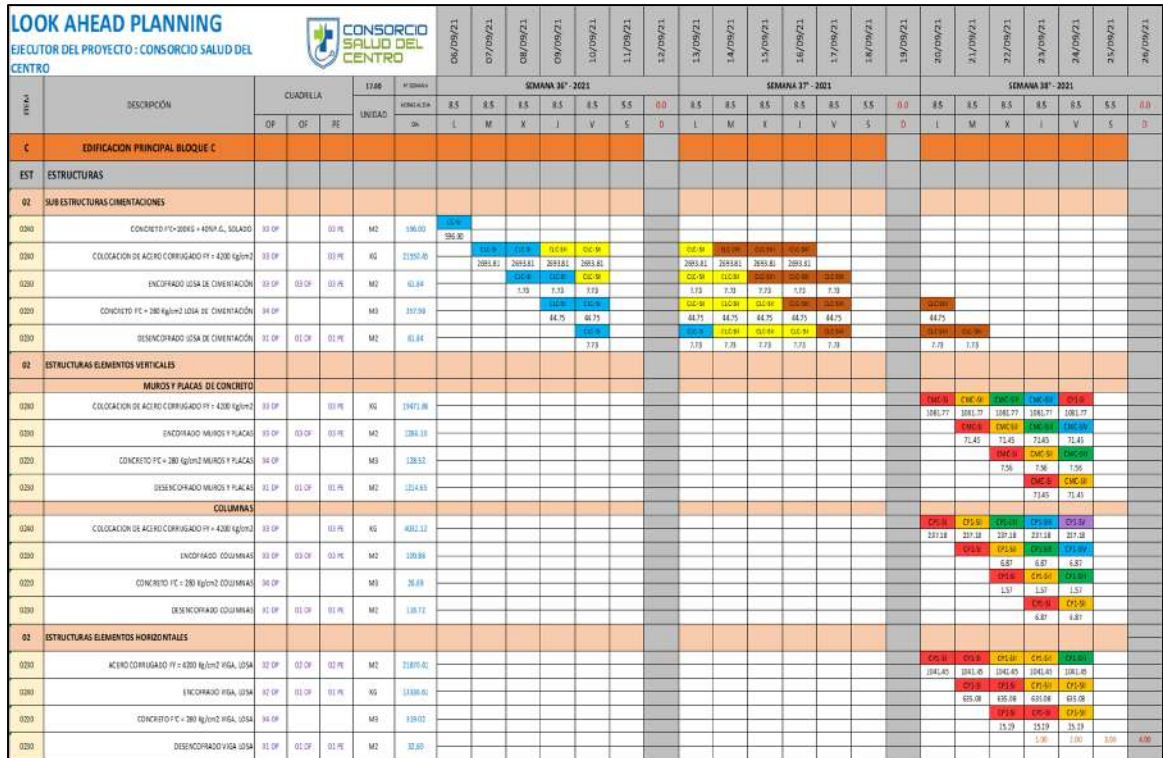


Ilustración 40: Look ahead planning – 1

Figura 41

Plannig 2



Ilustración 41: Look ahead planning – 2

Ya teniendo el look ahead y su análisis de restricciones procedemos a obtener el plan semanal, este plan semanal tiene la característica de tener actividades libres de restricciones, el plan semanal se puede ver a continuación.

Figura 42

Plan

PLAN SEMANAL								CONSORCIO SALUD DEL CENTRO		06/09/21	07/09/21	08/09/21	09/09/21	10/09/21	11/09/21	12/09/21
EJECUTOR DEL PROYECTO : CONSORCIO SALUD DEL CENTRO																
ITEM	DESCRIPCIÓN	CUADRILLA			S.OO	Nº SEMANA	SEMANA 36ª - 2022									
		OP	OF	PE	UNIDAD	HORA AL DIA	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	5.5	0.0			
							DI	L	M	X	J	V	S	D		
OP	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD															
B	EDIFICACION PRINCIPAL BLOQUE C															
EST	ESTRUCTURAS AZOTEA															
02	SUB ESTRUCTURAS CIMENTACIONES															
02A0	CONCRETO F'C=300KG + 40N/F.G., SOLADO	03 OP		03 PE	M2	196.00	196.00									
02A0	COLOCACION DE ACERO CORRUGADO FY = 4200 Kg/cm2	03 OP		03 PE	KG	10775.23		510.9	510.9	510.9	510.9					
02B0	ENCORRADO LOSA DE CIMENTACIÓN	03 OP	03 OF	03 PE	M2	23.19		2693.81	2693.81	2693.81	2693.81					
02C0	CONCRETO F'C = 280 Kg/cm2 LOSA DE CIMENTACIÓN	04 OP			M3	89.50				7.73	7.73	7.73				
02D0	DESENCORRADO LOSA DE CIMENTACIÓN	03 OP	03 OF	03 PE	M2	7.73							7.73			

Ilustración 42: Plan semanal

Este proceso se hace de forma periódica, cumpliendo un tren de trabajo tal como se puede ver en la foto siguiente:

Figura 43

Tren de trabajo



Ilustración 43: Figura del tren de trabajo

- **GESTIÓN BIM**

En esta investigación, la metodología Building Information Modeling (BIM) se aplicó como herramienta tecnológica clave para la optimización del planeamiento y control de costos. El modelo BIM permitió integrar datos gráficos y no gráficos del proyecto, proporcionando una representación digital confiable del activo en construcción. Se utilizó bajo los lineamientos establecidos por la NTP-ISO 19650-1:2021, norma que regula la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Asimismo, se incorporaron niveles de desarrollo (LOD) y niveles de información (LOI) acordes a los requerimientos de cada fase, lo cual facilitó la detección temprana de interferencias, la coordinación multidisciplinaria y la mejora en la toma de decisiones.

Tabla 8

MATRIZ DETALLADA / MATRIZ BASE LOIN				
Paquete de trabajo del proyecto y/o grupo de elementos y subelementos			EXPEDIENTE TÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN	
Especialidad	Elementos	Categoría de Revit	ENTREGA	
			LOD	LOI
ESTRUCTURAS	Columnas	Structural Column	300	300
	Placas	Structural Column	300	300
	Muros de Contención	Wall / Structural Framing	300	300
	Cimiento corrido	Structural Foundation	300	300
	Cimiento armado	Structural Foundation	300	300
	Cimiento trapezoidal o similar	Structural Framing	300	300
	Zapatas	Structural Foundation	300	300
	Falsa Zapata	Structural Foundation	300	300
	Viga de cimentación	Structural Framing	300	300
	Vigas	Structural	300	300

		Framing		
	Vigas de celosía	Structural Trusses	300	300
	Viguetas	Structural Framing	300	300
	Losa Maciza	Floor	300	300
	Losa Aligerada	Floor	300	300
	Falso Piso	Floor	300	300
	Solado	Floor	300	300
	Escaleras	Stair	300	300
	Relleno	Floor	300	300
	Sardineles	Wall	300	300
	Platea de cimentación	Structural Foundation	300	300
	Encofrado	Wall / Floor	300	300
	Canaletas de concreto (Piso)	Structural Framing	300	300
	Acero de refuerzo	Structural Rebar	300	300

Tabla 8: Matriz Loin

Con el fin de garantizar la interoperabilidad, trazabilidad y control de la información generada en el entorno BIM, se definieron los softwares, formatos de archivo nativo y formatos de intercambio utilizados durante el modelado, la coordinación y la gestión documental del proyecto. A continuación, se presenta una síntesis técnica de los principales tipos de información procesada, así como las herramientas digitales empleadas para su producción, visualización y análisis.

La selección de estos entornos de trabajo respondió a criterios de compatibilidad con los estándares internacionales de modelado de información, particularmente bajo los lineamientos de la norma NTP-ISO 19650-1:2021, la cual establece principios para la gestión estructurada de datos durante el ciclo de vida del activo. Asimismo, se consideró la capacidad de cada plataforma para generar formatos interoperables, como el Industry Foundation Classes (IFC 2x3), ampliamente utilizado en entornos colaborativos de múltiples disciplinas.

Tabla 9

TIPO DE INFORMACIÓN	SOFTWARE	FORMATO DE ARCHIVO NATIVO	VERSIÓN	FORMATO DE INTERCAMBIO
<i>Modelado (Estructuras)</i>	Autodesk Revit 2021 (Inglés)	.rvt	2021	.ifc 2x3
Modelo de nube de puntos	Autodesk ReCap	.rcs	2021	.rcs
Detección de Interferencias	Navisworks Manage (Inglés)	.nwd / nwf	2021	.nwd
Visualización de modelos BIM – Parte Designada	Autodesk Construction Cloud (BIM COLLABORATE PRO)	.rvt	2021	.ifc 2x3
Reporte de Incompatibilidades	MS Excel	.xls		.pdf
Documentos (General)	MS Word / Ms Excel	.doc / .xls / .pdf		.pdf

Tabla 9: Softwares para el desarrollo BIM

Como se observa en la tabla, el entorno de trabajo BIM estuvo conformado por una serie de herramientas especializadas que permitieron gestionar distintos tipos de información técnica durante el ciclo de vida del proyecto. Autodesk Revit 2021 fue utilizado como plataforma principal de modelado estructural, mientras que Navisworks Manage y Autodesk Recap fueron integrados para la detección de interferencias y el procesamiento de nubes de puntos, respectivamente. Asimismo, se empleó Autodesk Construction Cloud (BIM Collaborate Pro) para la gestión colaborativa y la visualización remota de modelos, promoviendo entornos de trabajo centralizados y coordinados.

En cuanto a la interoperabilidad, se utilizaron formatos estándar como .ifc 2x3, lo que garantizó la compatibilidad entre disciplinas y plataformas, favoreciendo un flujo de información estructurado y conforme a la NTP-ISO 19650-1:2021. Además, se establecieron formatos de entrega en .pdf y .xls para los reportes de incompatibilidades y documentación técnica general, asegurando la trazabilidad de los datos y facilitando la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto.

Estas herramientas y formatos formaron parte fundamental del enfoque BIM aplicado en esta investigación, proporcionando una base confiable para el análisis de interferencias, la planificación digital y el control de costos.

En el entorno BIM, la correcta organización y clasificación de los elementos modelados es fundamental para garantizar la trazabilidad, consistencia y control de la información dentro del modelo. Para ello, se emplea un sistema de nomenclatura estructurada que permite identificar jerárquicamente cada objeto en función de su categoría, familia y tipo. Esta codificación estandarizada facilita la interoperabilidad entre disciplinas, mejora la revisión del modelo y agiliza la extracción de información durante la planificación y el control de costos. A continuación, se presenta el esquema de nomenclatura adoptado en el proyecto, seguido de ejemplos concretos aplicados a las familias de estructuras modeladas.

FIGURA 44

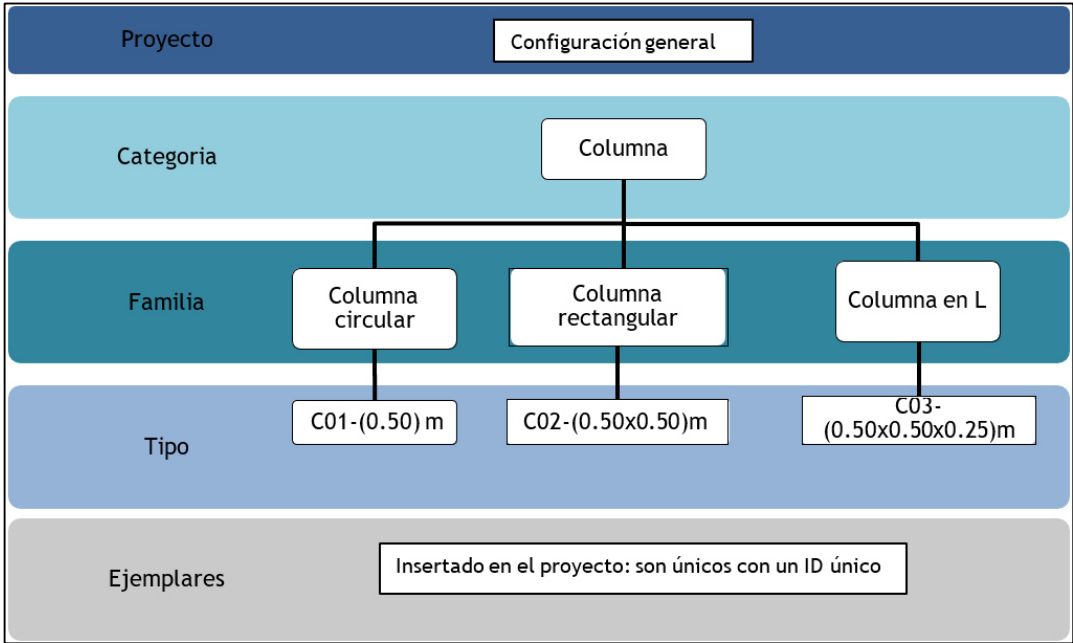


Ilustración 44: Nomenclatura de objetos – BIM

Tabla 10

EJEMPLO DE NOMENCLATURA DE FAMILIAS DE ESTRUCTURAS			
Elemento	Categoría	Familia	Tipo
Columna	Structural Column	Columna rectangular	C01-(0.45x0.60)m
Placa	Structural Column	Placa en L	PL01-(1.00x2.00x0.30)m
Viga	Structural Framing	Viga	VP01-(0.30x0.75)m
Viga	Structural Framing	Viga Seccion Variable	VSV01
Losa aligerada	Floor	Suelo	Losa aligerada-h=0.20m
Falsa zapata	Structural Foundation	Falza Zapata	Falsa Zapata-h=0.60m
Zapata	Structural Foundation	Zapata	Z1-(3.00x3.00)m
Cimiento corrido	Structural Foundation	Cimiento corrido	CC01-(0.40x0.70)m
Viga de cimentación	Structural Framing	Viga de Cimentacion	VC-(0.30x0.60)m
Solado	Floor	Suelo	Solado-h=0.10m
Parapeto de	Wall	Muro básico	Parapeto de concreto-

Tabla 10: Ejemplo de nomenclatura de familias de estructuras

Como se observa, la nomenclatura utilizada sigue una lógica jerárquica que inicia con la categoría general del elemento (por ejemplo, columnas, vigas, placas), seguida por su familia (forma o condición geométrica), y finalmente el tipo, definido por sus dimensiones específicas. Este sistema permite no solo identificar de forma precisa cada componente, sino también controlar su aparición y comportamiento dentro del modelo digital. Asimismo, cada ejemplar insertado en el modelo adquiere un identificador único (ID), lo cual resulta clave para la gestión de cantidades, interferencias y generación de reportes en fases de coordinación, planificación y control de obra. Esta práctica es coherente con las directrices establecidas en la **NTP-ISO 19650-1:2021** para la estructuración de la información en entornos BIM colaborativos.

Con el objetivo de asegurar una adecuada gestión de la información desde las etapas iniciales del proyecto, se estableció un flujo de trabajo BIM para el proceso de visualización basado en modelos digitales. Este procedimiento tiene como punto de partida los criterios definidos en el BIM Execution Plan (BEP) y contempla la creación, estructuración y validación del modelo arquitectónico en función de las condiciones existentes del entorno.

FIGURA 45

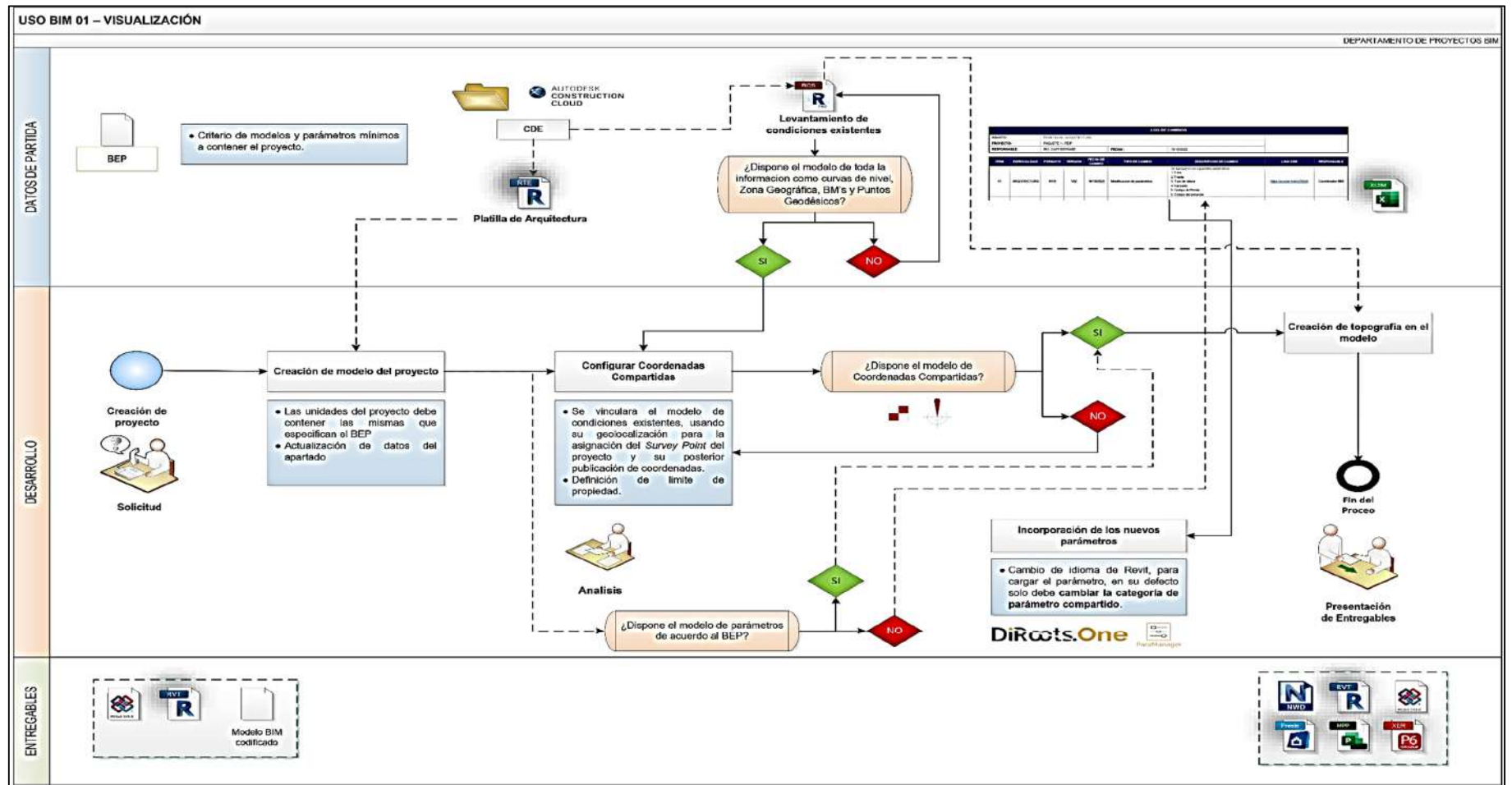


Ilustración 45: Flujo de proceso – Visualización BIM

La detección de interferencias representa una de las actividades más críticas dentro del flujo de coordinación BIM, ya que permite identificar conflictos geométricos entre los modelos disciplinares antes de la ejecución en obra. Este proceso tiene como objetivo principal evitar sobrecostos, retrasos y retrabajos mediante la identificación temprana de colisiones entre elementos estructurales, arquitectónicos y de instalaciones (MEP).

Para ello, se parte de la federación de modelos en un entorno colaborativo y se utilizan herramientas como Navisworks Manage, donde se configuran reglas específicas de validación y se calibran conjuntos de pruebas (sets) para detectar interferencias por especialidad. El análisis se complementa con una revisión normativa y de constructibilidad, clasificada por tipo de conflicto, etapa constructiva y zona crítica.

Para realizar la detección de interferencias en la especialidad de estructuras, se estableció una tolerancia de solapamiento máxima de 2.5 cm. Se ignorarán los conflictos cuyo solapamiento no supere este umbral, con el fin de descartar interferencias no relevantes y concentrar el proceso de coordinación en aquellas que puedan comprometer la ejecución del proyecto.

La siguiente figura describe el procedimiento aplicado en esta fase, desde la preparación de los modelos hasta la emisión del informe de colisiones, bajo los parámetros establecidos en el BEP y en conformidad con los lineamientos de la NTP-ISO 19650-1:2021.

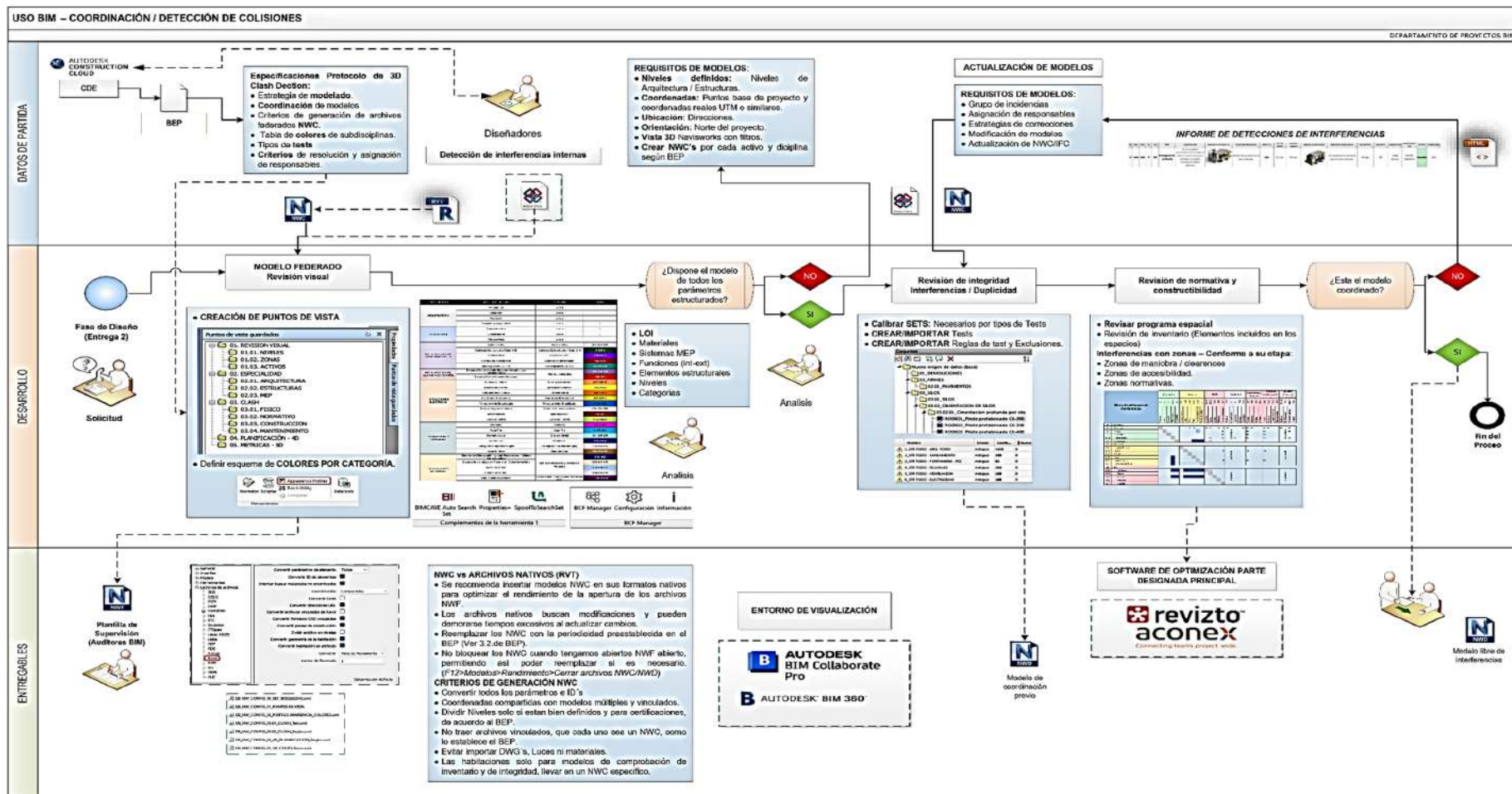
FIGURA 46

Ilustración 46: Flujo de proceso – Detección de Interferencias BIM

Asimismo, BIM fue integrado de manera complementaria con la metodología Last Planner System (LPS), lo que permitió incrementar la predictibilidad en la planificación y ejecución de las actividades de obra. Esta integración fortaleció la sinergia entre la planificación colaborativa y la información digital en tiempo real, mejorando el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y la coherencia entre lo programado y lo ejecutado. El ciclo "should–can–will–did–learn" del LPS se alineó con la información generada en el modelo BIM, permitiendo una planificación más confiable y una ejecución más eficiente, en beneficio del desempeño global del proyecto.

- a) GESTIÓN DE INTERFERENCIAS - RESTRICCIONES
- Permite la verificación anticipada de interferencias de diseño y procesos constructivos las cuales podrían generar retrabajos y en consecuencia sobrecostos al proyecto, a continuación, se mostrarán algunas interferencias encontradas en el proyecto.

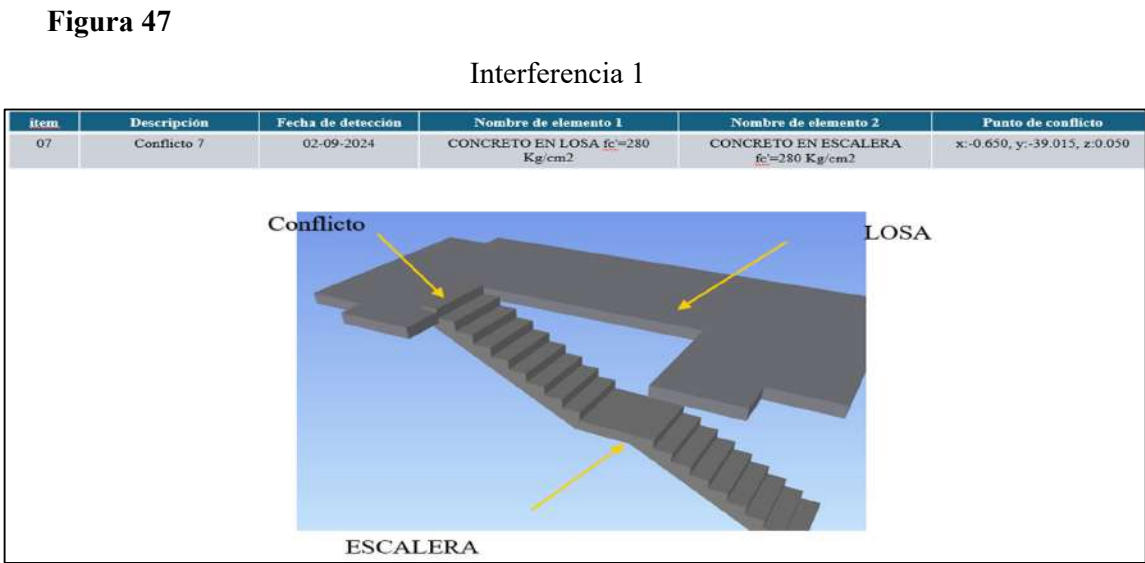


Ilustración 47: interferencia N°01

Figura 48

Interferencia 2

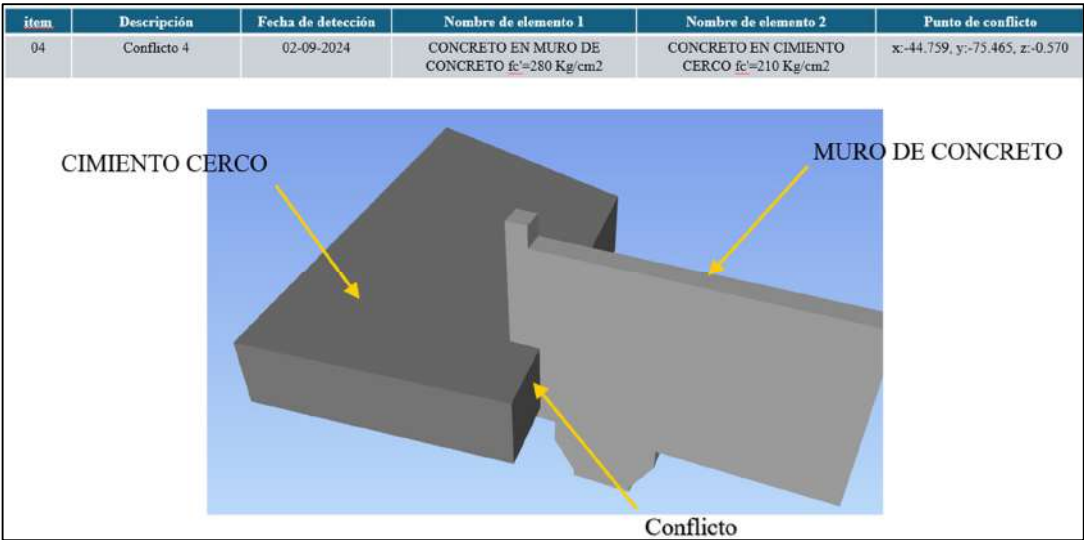


Ilustración 48: Interferencia N°02

b) GESTIÓN VISUAL

Los modelos actualizados sirven para el desarrollo de elementos visuales que faciliten la coordinación diaria y la ejecución de las actividades sin errores.

Asimismo, la visualización permanente de los procesos constructivos ayuda a identificar restricciones de espacio y recursos.

Figura 49



Ilustración 49: Modelo BIM

Figura 50

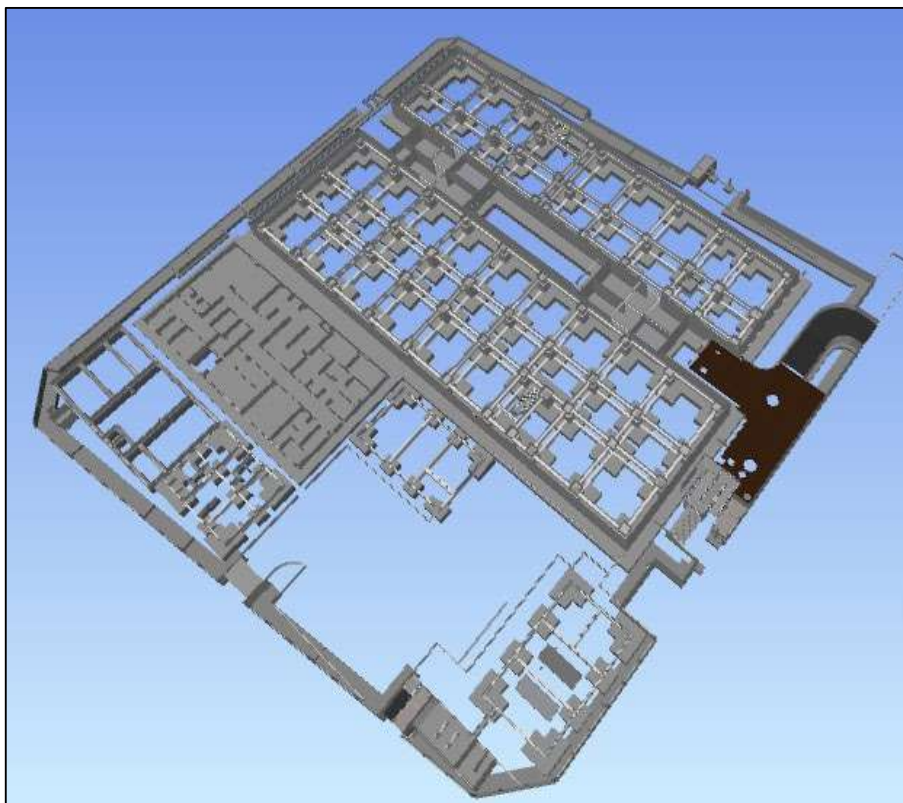


Ilustración 50: Modelo BIM

Figura 51

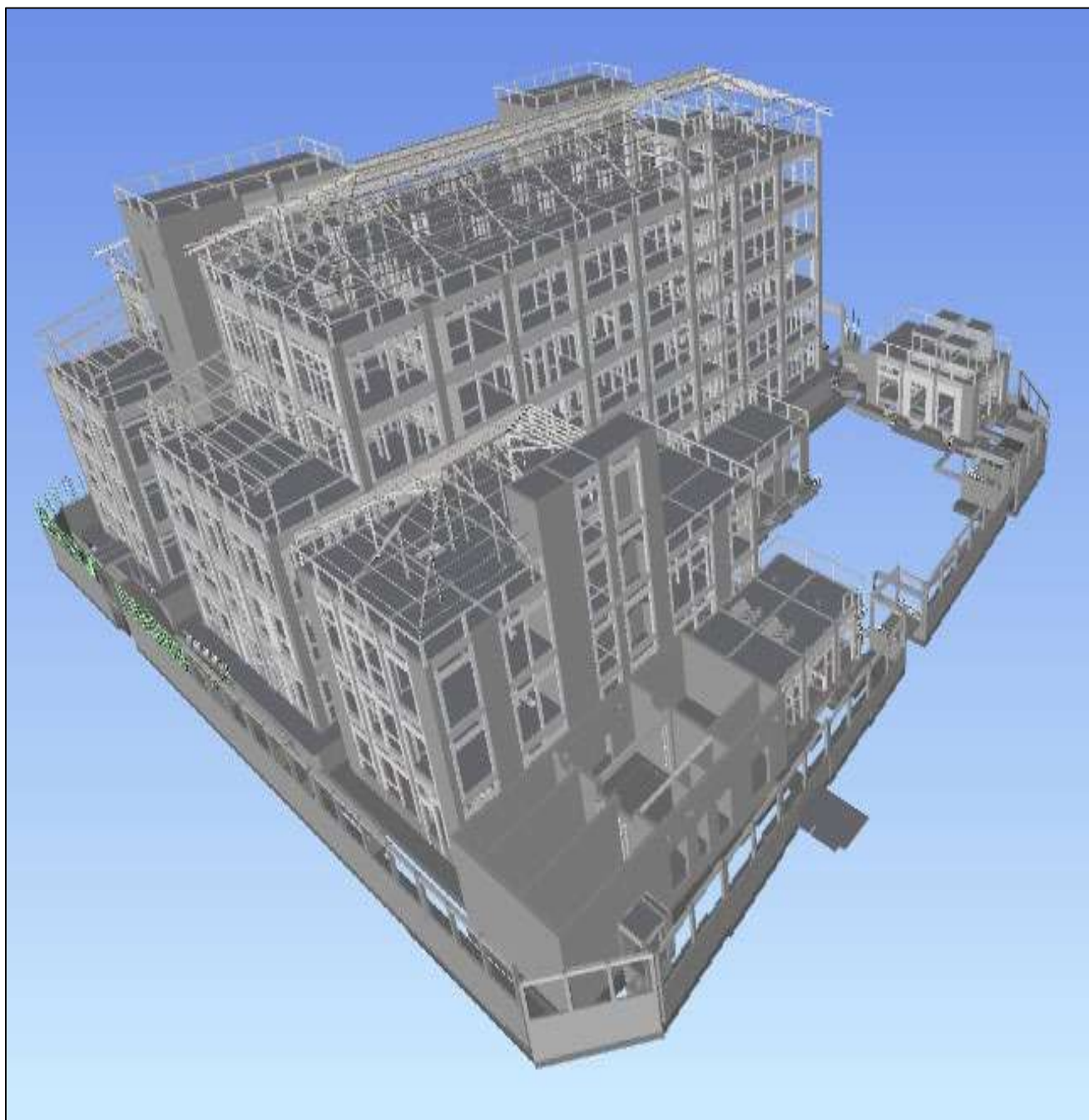


Ilustración 51: Modelo BIM

Figura 52

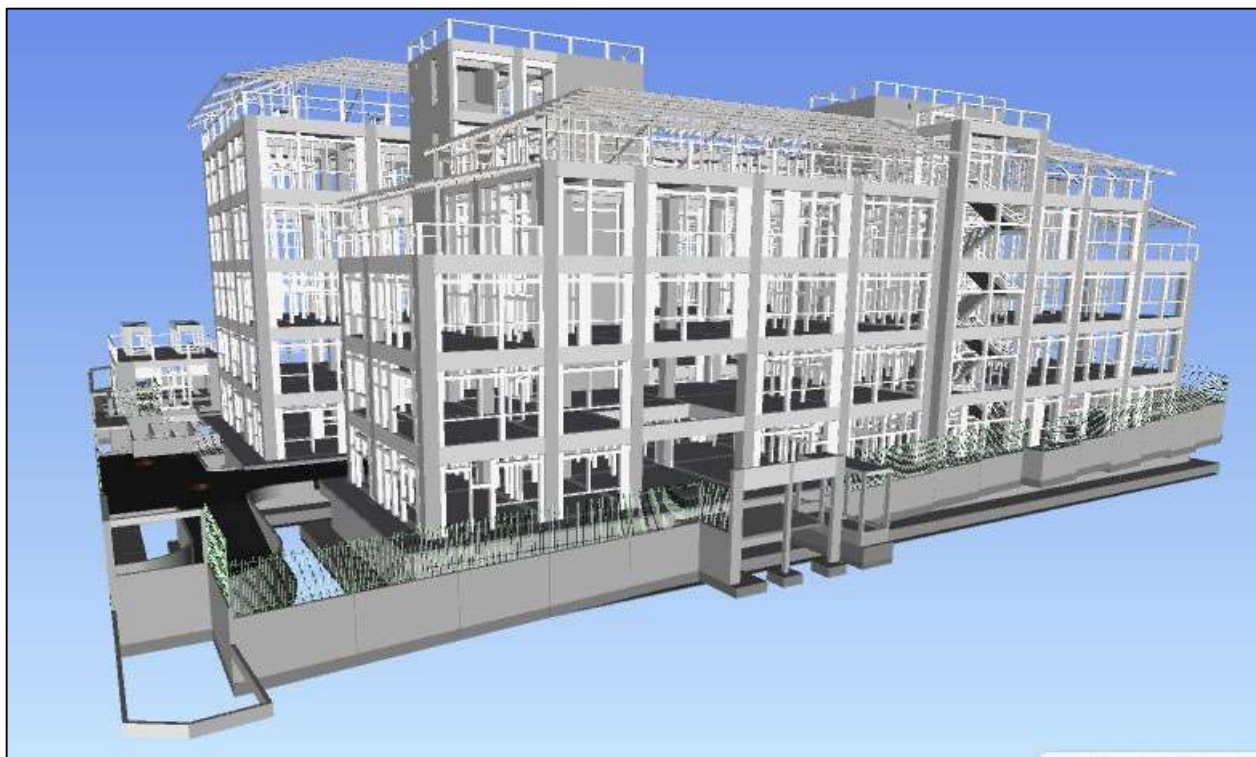


Ilustración 52: Modelo BIM

c) GESTIÓN DE RECURSOS

el modelo agiliza la estimación de recursos necesarios para que los últimos planificadores puedan realizar su requerimiento respectivo (materiales, mano de obra, equipos, etc.) y esto no se transforme en futuras Causas de No Cumplimiento.

4.4.3.2 ESTRUCTURA DE CONTROL DE COSTOS

Esta etapa tiene como objetivo, establecer una estructura de control de costos, que son como una división macro de cómo se va a ejecutar la obra, consiste en la agrupación de partidas del presupuesto teniendo en cuenta 1) similitud de materiales, 2) etapas de construcción, 3) actividades similares. Después de establecer la estructura de control de costos, se adaptarán a esta el presupuesto meta, el presupuesto venta, y el cronograma meta, tal como se muestra en la Figura N°52, 53 y 54.

Figura 53

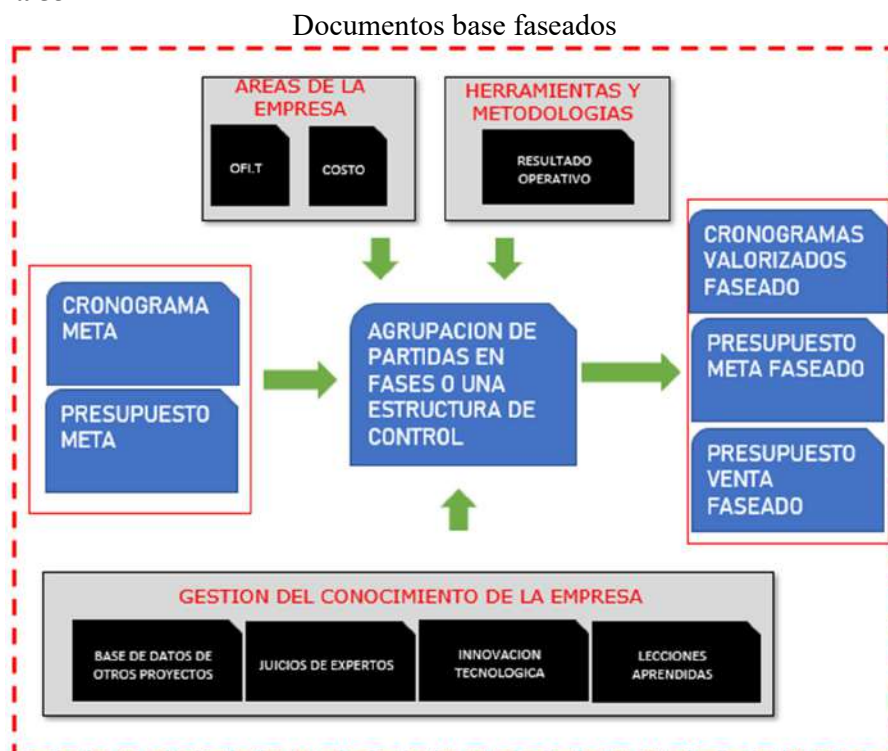


Ilustración 53: Flujo de desarrollo con la estructura de control de costos.

Después de obtener el presupuesto meta y el cronograma meta, tenemos que tener una estructura de control que nos permita facilitar el seguimiento de alcance de nuestro proyecto, según el alcance de la tesis que comprende las partidas de estructura a nivel de casco estructural se consideró la siguiente estructura de control.

Figura 54

Partidas de control

PARTIDAS DE CONTROL			
	CODIGO + PARTIDA DE CONTROL	UND	DESCRIPCION
	02 ESTRUCTURAS		
220	0220 CONCRETO	M3	Concreto, curado, ensayos y rotura de probetas, solados
230	0230 ENCOFRADO	M2	Encofrado y desencofrado, ladrillo para aligerado, arena para amortiguador
240	0240 ACERO	KG	Acero corrugado
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	UND	Aisladores y desliadores, tapajuntas sísmicos.
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	M2	aditivos varios para nivelación de aisladores, estructuras metálicas, sellos, juntas y bruñas.
270	0270 ESTRUCTURAS METÁLICAS	KG	Vigas, columnas, tijerales metálicos, equipos para estructuras metálicas.

Ilustración 54: Estructura de control de costos

Una vez teniendo esta estructura de control, procederemos a fasear (asignar cada partida de nuestro alcance de la tesis una partida de control) esto lo realizaremos con el presupuesto meta, presupuesto venta y los cronogramas valorizados.

- **PRESUPUESTO META FASEADO**

A continuación, se muestra el presupuesto meta faseado

Figura 55

Presupuesto meta faseado

PRESUPUESTO META								
COD	PARTIDA DE CONTROL	PROYECCION COSTO				COSTO DE PARTIDAS CONTRACTUALES	COSTO DE PARTIDAS NO CONTRACTUALES	TOTAL PRESUPUESTO META A COSTO DIRECTO
		MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	SUBCONTRATOS			
	02 ESTRUCTURAS							
220	0220 CONCRETO	S/ 1,092,473.49	S/ 38,170.40	S/ -	S/ 3,665,198.88	S/ 4,795,842.77	S/ 100,000.00	S/ 4,895,842.77
230	0230 ENCOFRADO	S/ 1,959,495.69	S/ 1,524,052.20	S/ -	S/ 217,721.74	S/ 3,701,269.63	S/ 50,000.00	S/ 3,751,269.63
240	0240 ACERO	S/ 1,280,177.41	S/ 3,253,784.25	S/ -	S/ -	S/ 4,533,961.66	S/ 200,000.00	S/ 4,733,961.66
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ 2,660.00	S/ -	S/ -	S/ 1,830,000.00	S/ 1,832,660.00	S/ -	S/ 1,832,660.00
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ 2,160.00	S/ 21,600.00	S/ -	S/ -	S/ 23,760.00	S/ -	S/ 23,760.00
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 1,607,992.59	S/ 1,607,992.59	S/ -	S/ 1,607,992.59
		S/ 4,336,966.59	S/ 4,837,606.85	S/ -	S/ 7,320,913.21	S/ 16,495,486.64	S/ 350,000.00	S/ 16,845,486.64

Ilustración 55: Presupuesto meta faseado

- **PRESUPUESTO VENTA FASEADO**

A continuación, se muestra el presupuesto venta faseado

Figura 56

Presupuesto venta faseado

PRESUPUESTO VENTA							
COD	PARTIDA DE CONTROL	PROYECCION COSTO				TOTAL PRESUPUESTO META A COSTO	
		MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	SUBCONTRATOS		
	02 ESTRUCTURAS						
220	0220 CONCRETO	S/ 2,431,363.56	S/ 3,711,678.97	S/ 280,785.75	S/ -	S/ 6,423,828.28	
230	0230 ENCOFRADO	S/ 1,676,749.38	S/ 754,098.23	S/ 117,144.88	S/ -	S/ 2,547,992.49	
240	0240 ACERO	S/ 1,409,179.19	S/ 2,607,460.80	S/ 115,035.06	S/ -	S/ 4,131,675.05	
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ 138,535.44	S/ 1,385,353.48	S/ 41,560.50	S/ -	S/ 1,565,449.42	
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ 588.38	S/ 17,664.48	S/ 17.28	S/ -	S/ 18,270.14	
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ 155,333.41	S/ 1,082,396.23	S/ 76,559.40	S/ -	S/ 1,314,289.04	
		S/ 5,811,749.36	S/ 9,558,652.19	S/ 631,102.87	S/ -	S/ 16,001,504.42	

Ilustración 56: Presupuesto venta faseado

- **CRONOGRAMA VENTA FASEADO**

Este cronograma se obtiene 1) con el presupuesto venta faseado y 2) plan maestro (cronograma meta).

Este cronograma venta tendrá una actualización mensual, debido a que cada mes se tiene un monto valorizado y el saldo restante de reprograma según la actualización del cronograma meta.

Figura 57

Cronograma faseado

ID	CRONOGRAMA VENTA INTERNO	UND	MONTO	% INCIDENCIA	Set-21	Oct-21	Nov-21
220	02 ESTRUCTURAS						
220	0220 CONCRETO	M3	S/ 6,423,828.28	40.1%	S/ 307,313.32	S/ 227,106.91	S/ 742,420.25
230	0230 ENCOFRADO	M2	S/ 2,547,992.49	15.9%	S/ 96,851.27	S/ 162,374.57	S/ 24,402.97
240	0240 ACERO	KG	S/ 4,131,675.05	25.8%	S/ 327,016.76	S/ 322,198.31	S/ 393,217.82
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	UND	S/ 1,565,449.42	9.8%	S/ -	S/ -	S/ -
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	UND	S/ 18,270.14	0.1%	S/ -	S/ -	S/ -
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	KG	S/ 1,314,289.04	8.2%	S/ -	S/ -	S/ -
	REAJUSTE (5%)		S/ 800,075.22		S/ 36,559.07	S/ 35,583.99	S/ 58,002.05
	MONTO TOTAL A COSTO DIRECTO		S/ 16,001,504.42		S/ 767,740.42	S/ 747,263.78	S/ 1,218,043.09
			S/ 16,801,579.64				

Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22
S/ 1,101,347.18	S/ 769,024.53	S/ 803,187.76	S/ 726,466.23	S/ 805,027.43	S/ 785,097.96	S/ 156,836.69
S/ 287,507.76	S/ 472,649.03	S/ 586,523.65	S/ 330,563.29	S/ 256,131.61	S/ 297,044.54	S/ 33,943.82
S/ 565,989.43	S/ 721,123.29	S/ 740,318.64	S/ 397,423.04	S/ 344,396.37	S/ 296,094.62	S/ 23,896.81
S/ 948,843.82	S/ 616,605.60	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
S/ -	S/ -	S/ -	S/ 18,270.14	S/ -	S/ -	S/ -
S/ -	S/ -	S/ -	S/ 572,094.34	S/ 657,144.54	S/ 85,050.17	S/ -
S/ 145,184.41	S/ 128,970.12	S/ 106,501.50	S/ 102,240.85	S/ 103,135.00	S/ 73,164.36	S/ 10,733.87
S/ 3,048,872.60	S/ 2,708,372.57	S/ 2,236,531.55	S/ 2,147,057.89	S/ 2,165,834.95	S/ 1,536,451.65	S/ 225,411.19

Ilustración 57: Cronograma venta faseado

• **CRONOGRAMA META FASEADO**

Este cronograma se obtiene 1) con el presupuesto meta faseado y 2) plan maestro (cronograma meta).

Al igual que el cronograma venta, el cronograma meta también se actualiza mensualmente.

Figura 58

Cronograma faseado

ID	CRONOGRAMA VALORIZADO META	UND	MONTO	% INCIDENCIA	Set-21	Oct-21	Nov-21
220	02 ESTRUCTURAS						
220	0220 CONCRETO	M3	S/ 4,895,842.77	30.6%	S/ 428,462.88	S/ 308,128.73	S/ 408,008.40
230	0230 ENCOFRADO	M2	S/ 3,751,269.63	23.4%	S/ 232,098.09	S/ 284,948.27	S/ 50,724.96
240	0240 ACERO	KG	S/ 4,733,961.66	29.6%	S/ 436,509.14	S/ 424,299.02	S/ 304,941.49
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	UND	S/ 1,832,660.00	11.5%	S/ -	S/ -	S/ -
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	UND	S/ 23,760.00	0.1%	S/ -	S/ -	S/ -
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	KG	S/ 1,607,992.59	10.0%	S/ -	S/ -	S/ -
	MONTO TOTAL A COSTO DIRECTO		S/ 16,845,486.64		S/ 1,097,070.11	S/ 1,017,376.02	S/ 763,674.85

Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22
S/ 915,904.08	S/ 922,434.46	S/ 905,865.30	S/ 314,731.16	S/ 281,973.23	S/ 289,492.07	S/ 120,842.47
S/ 656,352.36	S/ 888,474.92	S/ 900,181.34	S/ 262,351.99	S/ 178,713.26	S/ 236,542.50	S/ 60,881.98
S/ 588,426.55	S/ 930,546.22	S/ 1,017,905.22	S/ 354,790.15	S/ 243,699.61	S/ 225,693.40	S/ 207,150.86
S/ 1,110,804.41	S/ 721,855.59	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
S/ -	S/ -	S/ -	S/ 23,760.00	S/ -	S/ -	S/ -
S/ -	S/ -	S/ -	S/ 699,889.87	S/ 803,996.31	S/ 104,106.39	S/ -
S/ 3,271,487.40	S/ 3,463,311.19	S/ 2,823,951.86	S/ 1,655,523.17	S/ 1,508,382.41	S/ 855,834.36	S/ 388,875.31

Ilustración 58: Cronograma meta faseado

4.4.3.3 LINEA BASE DE CONTROL

Después de la obtención de los documentos anteriores se puede tener una línea base confiable respecto a la cual haremos la medición de las variaciones periódicamente del costo y del planeamiento, como se puede ver en la figura N°41, el entregable final de esta ETAPA II es obtener esos 4 documentos y principalmente el resultado operativo inicial.

Figura 59



- **RESULTADO OPERATIVO INICIAL – RO₀**

Es el estado inicial del proyecto, siendo esta la primera proyección al cierre del proyecto, se obtiene mediante la diferencia entre el presupuesto meta (el costo proyectado a incurrir en el proyecto) y el presupuesto venta (lo que se pagara por el trabajo a ejecutar contractualmente) debidamente faseado, por cada rubro, con sus recursos correspondientes.

Teniendo los documentos base anteriormente mencionados, podemos realizar nuestro RO – 00, que es nuestro resultado operativo inicial, es nuestro punto de partida para realizar la medición de la variación mensual de los demás resultados operativos. Para obtener el venta proyectado se consideró un reajuste del 5% (siendo conservadores) para el cálculo del reajuste proyectado por mes, a este ajuste proyectado se le sumo el monto mensual según el cronograma venta para obtener finalmente el presupuesto venta total proyectado.

Figura 60

Resultado operativo inicial

MES		CRONOGRAMA VENTA INTERNO		LINEA BASE - RO INICIAL		PRESUPUESTO META	MARGEN INICIAL	
		A COSTO DIRECTO	REAJUSTE PROYECTADO	PRESUPUESTO VENTA TOTAL PROYECTADO	CRONOGRAMA META (COSTO)		MONTO	%
MES 01	SEPTIEMBRE	S/ 731,181.35	S/ 36,559.07	S/ 16,801,579.69	S/ 1,097,070.11	S/ 16,845,486.68	-S/ 43,906.99	-0.26%
MES 02	OCTUBRE	S/ 711,679.79	S/ 35,583.99		S/ 1,017,376.02			
MES 03	NOVIEMBRE	S/ 1,160,041.04	S/ 58,002.05		S/ 763,674.85			
MES 04	DICIEMBRE	S/ 2,903,688.19	S/ 145,184.41		S/ 3,271,487.40			
MES 05	ENERO	S/ 2,579,402.45	S/ 128,970.12		S/ 3,463,311.19			
MES 06	FEBRERO	S/ 2,130,030.05	S/ 106,501.50		S/ 2,823,951.86			
MES 07	MARZO	S/ 2,044,817.04	S/ 102,240.85		S/ 1,655,523.17			
MES 08	ABRIL	S/ 2,062,699.95	S/ 103,135.00		S/ 1,508,382.41			
MES 09	MAYO	S/ 1,463,287.29	S/ 73,164.36		S/ 855,834.36			
MES 10	JUNIO	S/ 214,677.32	S/ 10,733.87		S/ 388,875.31			

Ilustración 60: Resultado operativo inicial

En resumen, tenemos un margen inicial negativo de -0.26%, el cual es nuestra línea base para nuestros resultados operativos siguientes.

ETAPA IV: RECOPIACION, ROTACION, ANÁLISIS Y PRESENTACION DE LA INFORMACION PERIODICA

Una vez cumplido el primer paso, que era obtener la línea base, podemos realizar la recopilación de datos para el resultado operativo N°01, N°02, etc.

Esta etapa inicia en paralelo al inicio de la ejecución física de obra, en el caso ideal, aunque también sucede que esta etapa inicia durante la ejecución lo cual indica que la implementación se está dando en una etapa distinta a la inicial. Si en caso la obra ya está avanzada esto indica que la culminación de la línea base o la elaboración de la línea base se realizó en la etapa de ejecución, entonces, tomar como RO N°01 el mes actual en cuestión en el que se terminó la línea base.

En esta etapa todas las áreas involucradas del proyecto participan en entregar la información de forma periódica para consolidarlos en formatos (mano de obra, materiales, equipos, subcontratos) que nos permitan obtener los datos necesarios que integran el RO – periódico.

Las áreas pueden variar según el proyecto ya que todos los proyectos son distintos, sin embargo, tomar en cuenta que la información que se obtiene de cada área ya que eso direccionara al formato que se requiere, a continuación, se muestra el flujo de información para la elaboración del informe final del RO.

Figura 61

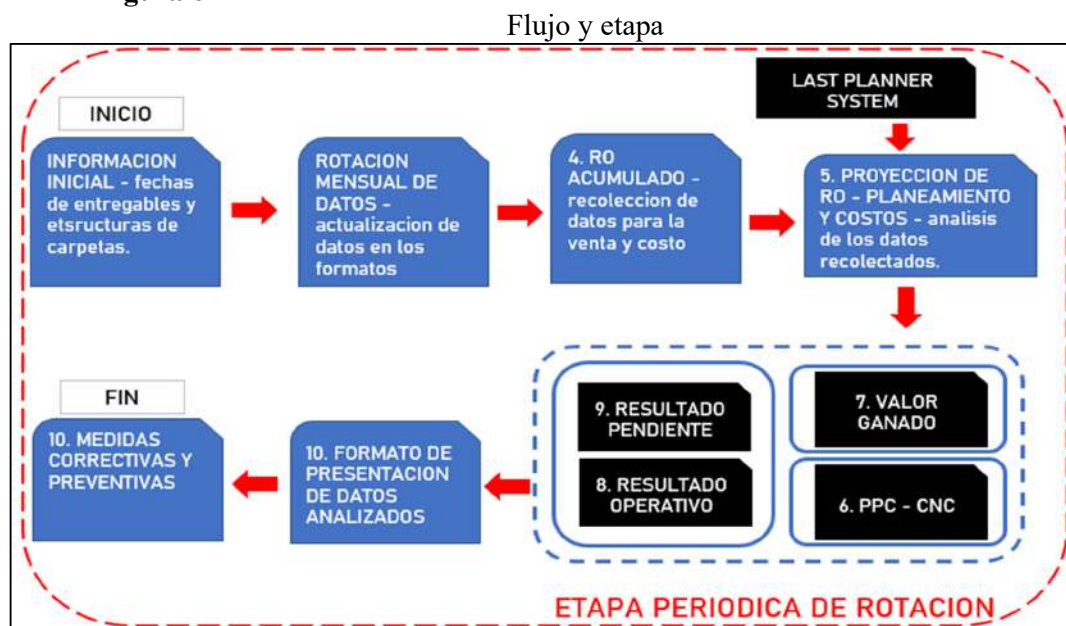


Ilustración 61: Flujo de trabajo etapa periódica

Según la Figura mostrada, a continuación, se desarrollará cada proceso mostrado.

4.4.4.1 INFORMACION INICIAL PARA LA RECOPIACION DE DATOS

- ESTRUCTURA DE CARPETAS

Esta parte se muestra un ejemplo de una estructura de carpetas para la organización de la información entregada por cada área.

Figura 61

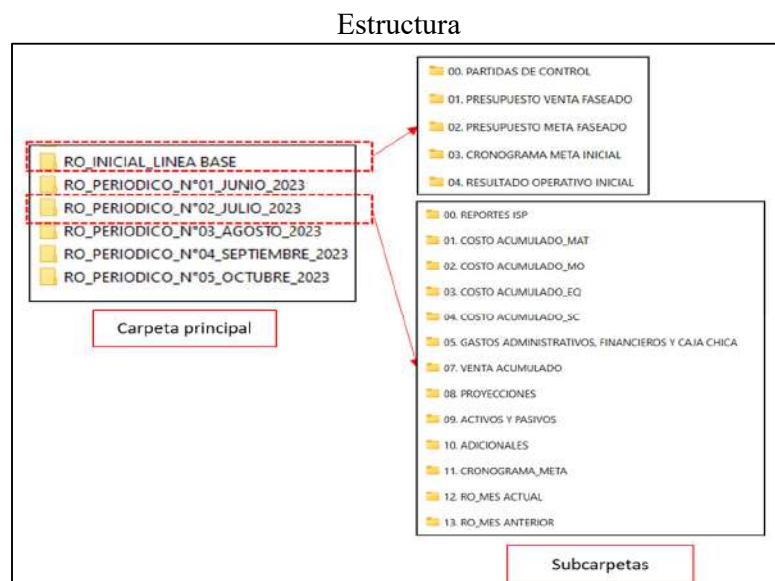


Ilustración 62: Estructura de carpetas.

- **CALENDARIO DE ENTREGABLES**

Este calendario muestra la fecha de presentación de los entregables de las áreas involucradas, así como el periodo de valorización con una variación mínima respecto a los meses.

Figura 63

Calendario

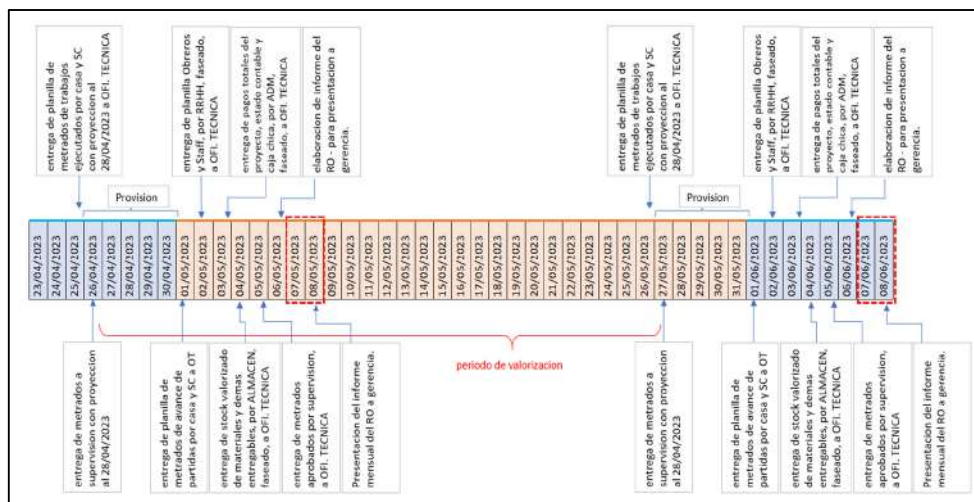


Ilustración 63: Calendario de entregables.

4.4.4.2 ROTACION MENSUAL DE DATOS

La rotación de datos se puede realizar de manera manual o automatizada, según el tipo de formatos que se maneje, esta rotación mensual consiste en:

- Pasar los datos del mes actual al mes pasado.
- Los datos del acumulado del mes actual se vuelven en acumulado al mes pasado.
- La proyección del mes siguiente se vuelve la proyección del mes presente (previa actualización del cronograma interno mensual).
- Validación de datos, numéricamente tienen que ser iguales los datos del acumulado anterior del mes presente con el acumulado actual del mes pasado.

Figura 64

Rotación



Ilustración 64: Rotación mensual

4.4.4.3 RECOLECCION DE DATOS PARA EL COSTO Y LA VENTA

4.4.4.3.1. RECOPIACION DEL COSTOS PERIODICO

En esta parte consolidaremos toda la información de los costos incurridos del mes en evaluación (mes01, mes02, etc.) en sus respectivos centros de costos, esto según el calendario de entregables anteriormente mostrado.

Cada mes se recopila la información y esta se acumula en sus centros de costos respectivos.

Figura 65

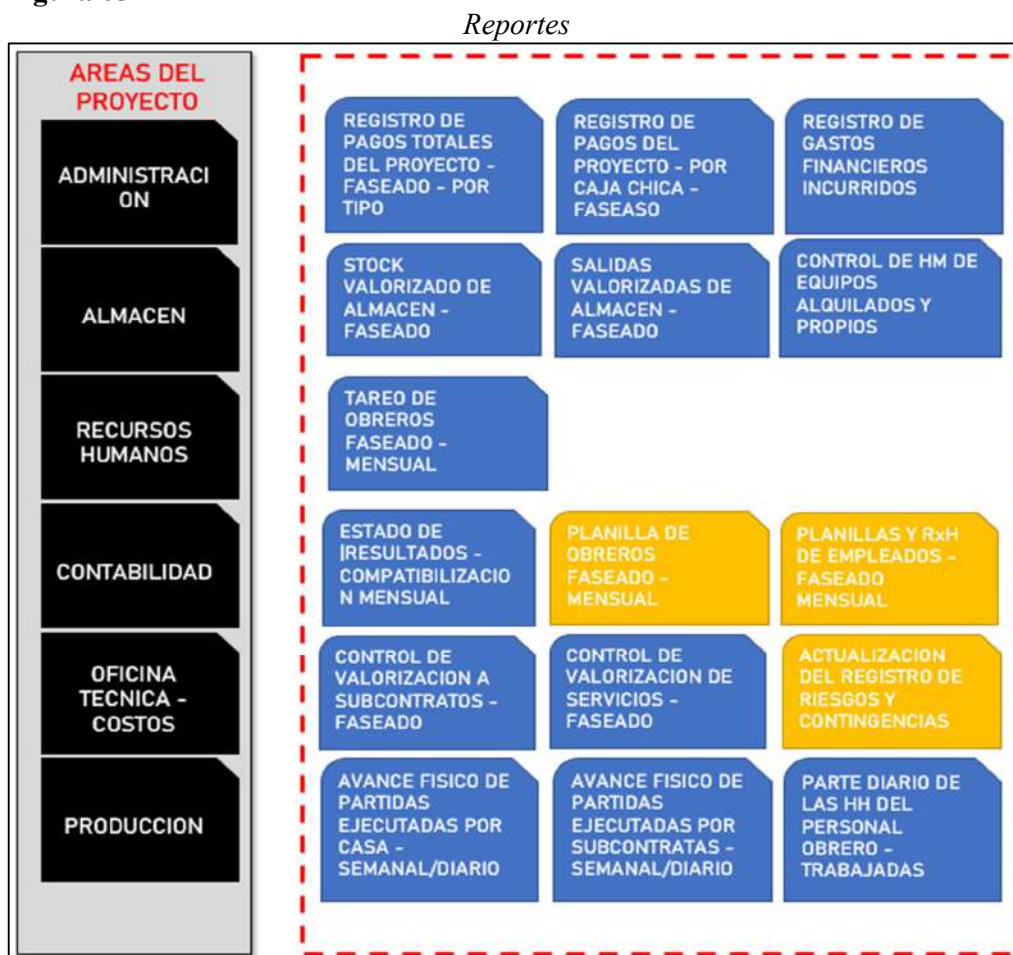


Ilustración 65: Reportes de cada área para recopilación de información de costos

Se presenta una estructura con áreas estándar, sin embargo, si el proyecto no cuenta con alguna área de las mencionadas, la información a recopilar se puede dividir entre áreas afines, así como hay información complementaria (sombreado de color amarillo – Figura N°46), que puede regularizarse el mes siguiente y solo guiarnos de los reportes base. Tener en cuenta, que nuestro análisis es a costo directo, por lo cual se hará la exclusión de algunos montos que se indican en la Figura N°63.

Figura 66



Ilustración 66: Selección de costos a incluir en el reporte

a) ADMINISTRACIÓN – RRHH – CONTABILIDAD

- REGISTRO DE PAGOS TOTALES DEL PROYECTO - FASEADO - POR TIPO

El área de administración registra todos los procesos de pago que derivan de un requerimiento de materiales, servicios, equipos, mano de obra, subcontratos que han sido comprados o ejecutados. Este reporte nos sirve principalmente para verificar pagos que no se controlan mediante oficina técnica (servicios, alimentación, viajes, etc.), lo más importante es que la información tiene que estar faseada según la partida de control y también dividida según el tipo de pago.

Figura 67



Ilustración 67: Tipos de pagos.

- **REGISTRO DE PAGOS DEL PROYECTO - POR CAJA CHICA – FASEASO**

El área de administración registra todos los procesos de pago que derivan de un requerimiento para la compra por la caja chica del proyecto. Este reporte nos sirve principalmente para verificar pagos que no se controla mediante oficina técnica (alimentación, viajes, etc.) y se pagan por caja chica, lo más importante es que la información tiene que estar faseada según la partida de control y también dividida según el tipo de pago.

- **REGISTRO DE GASTOS FINANCIEROS INCURRIDOS**

El área de administración registra todos los procesos de pago que derivan de un gasto financiero (pago de cartas fianza, póliza car, sctr, etc.)

b) ALMACÉN

- **STOCK VALORIZADO DE ALMACEN – FASEADO**

El área de almacén lleva un control detallado del material que tiene en stock, teniendo en cuenta los distintos precios unitarios del mismo material que se puedan tener a lo largo de la obra.

- **SALIDAS VALORIZADAS DE ALMACEN – FASEADO**

Este reporte es uno de los más importantes debido a que nos proporciona la cantidad de materiales que sale a obra por partida de control, por área correspondiente y con el costo que lo vincula.

- **CONTROL DE HM DE EQUIPOS ALQUILADOS Y PROPIOS**

Este reporte muestra la cantidad de HM de los equipos alquilados y de los equipos propios, que permitirán la posterior valorización de los equipos alquilados y darle un costo de alquiler a un equipo propio.

c) OFICINA TÉCNICA

- **VALORIZACION A SUBCONTRATOS Y SERVICIOS – FASEADO**

El área de oficina técnica o en su defecto apoyado por el área de costos, tienen el control de avance de las valorizaciones a los subcontratistas y de los

servicios, las partidas que tiene cada subcontratista se clasifican mediante las partidas de control y por especialidad.

- **ACTUALIZACION DEL REGISTRO DE RIESGOS Y CONTINGENCIAS**

Según avance el proyecto se actualiza el registro de riesgos y contingencias, de las cuales se tiene un monto que es considerado dentro del resultado operativo.

d) CONTABILIDAD

- **ESTADO DE RESULTADOS - COMPATIBILIZACION MENSUAL**

Esta área mensualmente emite reportes la cual se compatibiliza con el reporte operativo y se identifican las brechas para corregirlos en el RO siguiente.

e) RECURSOS HUMANOS

- **PLANILLA DE OBREROS FASEADO – MENSUAL**

Esta área emite semanalmente o quincenalmente un reporte de pago de la planilla de los obreros, que se compatibiliza con el parte diario del área de producción para poder clasificarlo por partida de control, con ello tener un monto gastado en el proyecto direccionando a cada partida de control, tener en cuenta que el monto considerado es el costo empresa (remuneración bruta + beneficios + aportes del empleador).

- **PLANILLAS DE EMPLEADOS - FASEADO MENSUAL**

Esta área emite un reporte de los pagos por planilla y RxH del staff de obra, considerando el costo empresa, clasificado por partida de control.

f) PRODUCCIÓN

- **AVANCE FISICO DE PARTIDAS EJECUTADAS POR CASA – SEMANAL/DIARIO**

El área de producción entrega diariamente un reporte donde se muestra un registro fotográfico de lo avanzado con el metrado de las partidas avanzadas, sustentadas en una planilla de metrados, con esto logramos controlar el avance ejecutado por partida y tener conocimiento del saldo restante de la misma.

Asimismo, se entrega un reporte semanal considerando las actividades cumplidas (PAC) y nombrando sus causas de no cumplimiento CNC.

- **AVANCE FISICO DE PARTIDAS EJECUTADAS POR SUBCONTRATAS – SEMANAL/DIARIO**

El área de producción entrega semanal o diariamente un reporte donde se muestra un registro fotográfico de lo avanzado con el metrado de las partidas avanzadas, sustentadas en una planilla de metrados en coordinación con la subcontrata, con esto logramos controlar el avance ejecutado y un sustento para su valorización.

- **PARTE DIARIO DE HH DEL PERSONAL OBRERO**

El área de producción controla diariamente la cantidad de personal obrero y las actividades que realizan ello se plasma en un reporte donde se mide el rendimiento de sus trabajos, esto nos sirve para poder proyectar el costo a incurrir en el saldo restante de las partidas.

Para nuestro caso, como se mencionó anteriormente, cada área entrega información para la elaboración del RO, esta información son en formato Excel, la información recibida se procesa y agrupa en su centro de costos respectivo, a continuación, mostraremos el formato utilizado para la recopilación de esos datos y su correlación con su centro de costos respectivo (MANO DE OBRA, MATERIALES, EQUIPOS, SUBCONTRATOS).

Figura 68

Correlación de entregables de cada área y su centro de costo



Ilustración 68: Correlación de formatos con sus centros de costos

En la figura N°98 figuran los entregables más importantes, los demás entregables complementan a estos, dentro de estos centros de costos se consideran costos directos y costos indirectos.

- **RECOPIACIÓN DE LOS DATOS DE CONTROL DE MANO DE OBRA**

Esta información del costo de mano de obra se realizará a través de los Excel entregados por el área de Recursos Humanos (Planilla de staff y planilla de obreros) y administración (Registro de pagos totales del proyecto y registro de pagos totales por caja chica), este último nos darán los gastos varios que se incurren y se colocaran en la hoja “GASTOS VARIOS – MO”

A continuación, se muestra el formato donde consolidaremos toda la información del costo de la mano de obra incurrida durante todo el proyecto.

En esta hoja “DATOS” del formato realizaremos la rotación mensual, debido a que con solo cambiar el año y mes los datos de la hoja “ANEXO 01” se modifican automáticamente.

Figura 69

Control de mano de obra

CONTROL DE MANO DE OBRA_RO_ANEXO N°01		N°	1
PROYECTO	HOSPITAL DE CHUPACA	ELABORADO POR	DENYS OSORIO Y DINA GUERRERO
CLIENTE	GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN		
FECHA	5/04/2025	DATOS DEL PROYECTO	
RO - ACUMULADO AL MES DE CORTE		INTERVALO DE CONTROL	MENSUAL
AÑO	2021	INICIO DEL PROYECTO	
MES	SETIEMBRE	AÑO	2021
		MES	SEPT
		DIA	12
		DURACION	720 DIAS

Ilustración 69: Hoja “DATOS” - rotación mensual de datos de mano de obra

En esta hoja “ANEXO 01” se mostrarán los datos que ingresaremos mensualmente y su respectivo acumulado, lo que se muestra en la Figura N°67 pertenece al mes de septiembre.

Figura 70

Datos acumulados

CONTROL DE MANO DE OBRA									
COD	PARTIDA DE CONTROL	ANTERIOR		MES ACTUAL - SETIEMBRE 2021			ACUMULADO TOTAL		
		ACUMULADO AL 2020	ACUMULADO A AGOSTO 2021	SETIEMBRE	PROVISION	TOTAL MES ACTUAL	AL MES DE SETIEMBRE 2021		
	02 ESTRUCTURAS								
220	0220 CONCRETO	S/ -	S/ -	S/ 48,848.11		S/ 48,848.11	S/		48,848.11
230	0230 ENCOFRADO	S/ -	S/ -	S/ 23,899.75		S/ 23,899.75	S/		23,899.75
240	0240 ACERO	S/ -	S/ -	S/ 49,040.33		S/ 49,040.33	S/		49,040.33
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/		-
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/		-
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/		-

Ilustración 70: Hoja “ANEXO 01” - resumen de los datos acumulados

En esta hoja “PLANILLA DE OBREROS” colocamos los datos de las planillas que nos entregan las áreas correspondientes, sin embargo, previamente se tiene que hacer una integración de datos en relación a la información que maneja producción o el tareador, debido a que el área de contabilidad o recursos humanos nos entregan el costo empresa incurridas por todas las horas trabajadas de cada personal obrero y el tareador con el parte diario nos entregan las horas incurridas del personal en cada partida de control, al realizar la integración tendremos en costo empresa del personal obrero por partida de control.

Figura 71

Relleno de datos

PLANILLA TRABAJADORES OBREROS										
		CAMPO CALCULADO	NO TOCAR							
		DATOS DIRECCIONADOS	RELLENAR							
		DATOS RECIBIDOS	TRANSCRIBIR							
N°	DNI	APELLIDOS	FECHA INGRESO	CARGO	COSTO EMPRE	AÑO	MES	PARTIDA DE CONTROL	C.D.	COSTO ACUMULADO
0012	19826099	ORDÓÑEZ CARHUAPOMA	24/05/2021	OFICIAL	S/ 730.26	2024	MAYO	0220 CONCRETO	NA	S/ 730.26
0013	70415174	GARCIA SANCHEZ	24/05/2021	PEÓN	S/ 757.42	2024	MAYO	0220 CONCRETO	NA	S/ 1,487.68
0014	44562779	CESPEDES SANCHEZ	24/05/2021	PEÓN	S/ 757.42	2024	MAYO	0220 CONCRETO	NA	S/ 2,245.09
0015	41024110	IMAN SILUPU	24/05/2021	OFICIAL	S/ 685.89	2024	MAYO	0220 CONCRETO	NA	S/ 2,930.98
0016	19826099	ORDÓÑEZ CARHUAPOMA	24/05/2021	OFICIAL	S/ 3,250.68	2024	JUNIO	0220 CONCRETO	NA	S/ 6,181.66
0017	70415174	GARCIA SANCHEZ	24/05/2021	PEÓN	S/ 2,480.77	2024	JUNIO	0220 CONCRETO	NA	S/ 8,662.43

Ilustración 71: Hoja “PLANILLA OBREROS” - donde se rellena los datos

En esta hoja “PLANILLA STAFF” es similar a la hoja “PLANILLA OBREROS”, para efectos de esta tesis no se consideraron los gastos generales, toda la evaluación es a nivel de costos directos.

Como un comentario adicional, generalmente los capataces de cada cuadrilla son responsables de rellenar el parte diario, este parte diario se le entrega al área de producción, esta información consolidada en conjunto con la información de la planilla de los obreros se integra para obtener en costo de cada trabajador según partida de control.

- **RECOPIACIÓN DE LOS DATOS DE CONTROL DE MATERIALES**

A continuación, se muestra el formato donde consolidaremos toda la información del costo de los materiales incurrida durante todo el proyecto.

Figura 72

Control de materiales

CONTROL DE MATERIALES_ANEXO N°02		N°	1
PROYECTO	HOSPITAL DE PUQUIO	ELABORADO POR	DENYS OSORIO Y DINA GUERRERO
CLIENTE	GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO		
FECHA	5/04/2025	DATOS DEL PROYECTO	
RO - ACUMULADO AL MES DE CORTE		INTERVALO DE CONTROL	MENSUAL
AÑO	2021	INICIO DEL PROYECTO	
MES	SETIEMBRE	AÑO	2024
		MES	MARZO
		DIA	21
		DURACION	720 DIAS

DATOS FASES ANEXO 02 CAJA CHICA ALMACEN EPPS ACERO CONCRETO COMBUSTIBLE STC

Ilustración 72: Hoja “DATOS” - rotación mensual de datos de materiales

En esta hoja “DATOS” del formato realizaremos la rotación mensual, debido a que con solo cambiar el año y mes los datos de la hoja “ANEXO 02” se modifican automáticamente. En esta hoja “ANEXO 02” se mostrarán los datos que ingresaremos mensualmente y su respectivo acumulado, lo que se muestra en la Figura N°70 pertenece al mes de septiembre.

Figura 73

Materiales acumulados

CONTROL DE MATERIALES							
COD	PARTIDA DE CONTROL	ANTERIOR		MES ACTUAL - SETIEMBRE 2021			ACUMULADO TOTAL
		ACUMULADO AL 2020	ACUMULADO A AGOSTO 2021	SETIEMBRE	PROVISION	TOTAL MES ACTUAL	AL MES DE SETIEMBRE 2021
20	ESTRUCTURAS						
220	0220 CONCRETO	S/ -	S/ -	S/ 246,136.15		S/ 246,136.15	S/ 246,136.15
230	0230 ENCOFRADO	S/ -	S/ -	S/ 120,426.20		S/ 120,426.20	S/ 120,426.20
240	0240 ACERO	S/ -	S/ -	S/ 247,104.69		S/ 247,104.69	S/ 247,104.69
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/ -
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/ -
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/ -

Ilustración 73: Hoja “ANEXO 02” - resumen de los datos acumulados

Los demás formatos “CAJA CHICA, ALMACEN, EPPS, ETC.” dependen del área de almacén, sin embargo, tener en cuenta que esta área tiene que estar en constante coordinación con el área de producción y seguridad, principalmente por lo vales de salida del material, estos vales de salida (materiales de construcción lo gestiona producción y epps lo gestiona seguridad).

- **RECOPILACIÓN DE LOS DATOS DE CONTROL DE SERVICIOS Y SUBCONTRATOS**

Figura 74

CONTROL DE SERVICIOS Y SC_RO_ANEXO N°04				N°	1
PROYECTO	HOSPITAL DE CHUPACA		ELABORADO POR	DENY S OSORIO Y DINA GUERRERO	
CLIENTE	GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN				
FECHA	5/04/2025		DATOS DEL PROYECTO		
RO - ACUMULADO AL MES DE CORTE			INTERVALO DE CONTROL	MENSUAL	
AÑO	2021		INICIO DEL PROYECTO		
MES	SEPTIEMBRE		AÑO	2021	
			MES	SEPT	
			DIA	12	
			DURACION	720 DIAS	

En esta hoja “ANEXO 04” se mostrarán los datos que ingresaremos mensualmente y su respectivo acumulado, lo que se muestra en la Figura N°72 pertenece al mes de septiembre.

Figura 75

Resumen de acumulados

SUBCONTRATOS - VALORIZACIONES - COSTO									
ID	PARTIDAS DE CONTROL	MONTO VALORIZADO AL 2020	MONTO VALORIZADO A AGOSTO 2021	VALORIZACION SETIEMBRE	PROVISION	TOTAL MES ACTUAL	VALORIZACION TOTAL A SETIEMBRE	PROVISION TOTAL	
	02 ESTRUCTURAS								
220	0220 CONCRETO	S/ -	S/ -	S/ 69,553.88		S/ 69,553.88	S/ 69,553.88		
230	0230 ENCOFRADO	S/ -	S/ -	S/ 34,030.39		S/ 34,030.39	S/ 34,030.39		
240	0240 ACERO	S/ -	S/ -	S/ 69,827.57		S/ 69,827.57	S/ 69,827.57		
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/ -		
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/ -		
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ -	S/ -	S/ -		S/ -	S/ -		

Ilustración 75: Hoja “ANEXO 04” - resumen de los datos acumulados

En la hoja “VAL OTROS SC”, colocaremos las valorizaciones de los subcontratistas de forma detallada, indicando a las partidas de control que corresponde su alcance y el monto valorizado al corte del periodo, si a la fecha de corte para la elaboración del RO a él subcontratista aun no valorizo o está en proceso, considerar el metrado avanzado y realizar una valorización interna como provisión el cual se corregirá en el RO siguiente, la idea es constatar los costos que se va a incurrir para el pago al subcontratistas por la ejecución de partidas que significan una venta, esto dentro del periodo del RO en evaluación.

Figura 76

Valorización

PRESUPUESTO MODIFICADO												
PARTIDA DE CONTROL	ESPECIALIDAD	PROVEEDOR	PARTIDAS	UNO	METRADO			N°VAL	MES 1			
									Metrado	S/	MONTO ACUM	
					CANTIDAD	S/.	S/.	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE		
							AÑO	2,024.00	2,024.00	1,024.00		
	02 ESTRUCTURA	CONACERO	TECHOS METALICOS (VINO)									
0220 CONCRETO	02 ESTRUCTURA	CONACERO	ESTRUCTURAS METALICAS	KG	19,100.00	10.33	263,430.00					
0230 ENCOFRADO	02 ESTRUCTURA	CONACERO	PLACAS METALICAS	KG	8,430.00	10.33	125,388.00					
0240 ACERO	02 ESTRUCTURA	CONACERO	PERFILES METALICOS	KG	26,130.00	10.33	345,499.00					
0250 SISTEMA ANTISISMICO	02 ESTRUCTURA	CONACERO	ARMADORES METALICOS	KG	1,975.00	10.33	12,587.25					
0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	02 ESTRUCTURA	CONACERO	PERFILES METALICOS	KG	21,100.00	10.33	298,803.00					
0270 ESTRUCTURAS METALICAS	02 ESTRUCTURA	CONACERO	APUENTES METALICOS	KG	3,185.00	10.33	50,875.00					
0280 ESTRUCTURAS METALICAS	02 ESTRUCTURA	CONACERO	PERFILES METALICOS	KG	21,100.00	10.33	298,803.00					
0290 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURAS Y COBERTURAS	m2	2,265.00	80.00	181,200.00					
0300 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE PLANCHAS DE ALUMINIO 0.8mm x 1.0mm x 1.0mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0310 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0320 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0330 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0340 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0350 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0360 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0370 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0380 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0390 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0400 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0410 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0420 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0430 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0440 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0450 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0460 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0470 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0480 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0490 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0500 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0510 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0520 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0530 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0540 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0550 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0560 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0570 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0580 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0590 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0600 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0610 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0620 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0630 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0640 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0650 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0660 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0670 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0680 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0690 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0700 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0710 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0720 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0730 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0740 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0750 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0760 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0770 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0780 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0790 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0800 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0810 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0820 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0830 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0840 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0850 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0860 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0870 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0880 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0890 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0900 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0910 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0920 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0930 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0940 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0950 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0960 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0970 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0980 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
0990 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					
1000 COBERTURAS MET	02 ESTRUCTURA	CONACERO	COBERTURA DE POLICARBONATO ALVEOLAR DE 10mm	m2	185.00	125.00	23,125.00					

Ilustración 76: Hoja “VAL OTROS SC” – valorizaciones SC

Colocaremos los gastos realizados por servicios, ya sean fijos como el pago de luz, agua, internet, seguridad, etc. o puntuales como consultoría de alguna especialidad, etc.

Estos gastos lo obtendremos del área de administración el cual nos entregara un listado Excel “REGISTRO DE PAGOS TOTALES DEL PROYECTO” con todos los pagos realizados al corte del mes donde filtraremos todos los gastos incurridos por servicios excluyendo los gastos de materiales (que se evalúan con el área de logística – almacén), gastos de subcontratos (que lo evaluamos detalladamente en la hoja anterior) y gastos de mano de obra (que lo evaluamos en el anexo N°01).

Figura 77

Gastos varios

N°	PROVEEDORES	DESCRIPCION	TIPO	COSTO	IGV	TOTAL	AÑO	MES	PARTIDA DE CONTROL
	PACIFICO SEGUROS SA	SEGURO SCTRIPERIGIOME II - POLIZA VIDA LEY ENE12		S/ 2,166.63	S/ -	S/ 2,166.63	2022	MARZO	9940 GASTOS FINANCIEROS
	JC SECURITY & SERVICES SAC	AGENTES DE SEGURIDAD SIEMPRE NOCTURNOS (en el mes de) EN INSTALACIONES DE CHUPACA MES ENE12		S/ 7,796.61	S/ 1,403.39	S/ 9,200.00	2022	MARZO	9920 SERVICIOS
	PACIFICO SEGUROS SA	SEGURO SCTRIPERIGIOME II - POLIZA VIDA LEY MES DE FEB12		S/ 4,257.91	S/ -	S/ 4,257.91	2022	MARZO	9940 GASTOS FINANCIEROS
	COSEM CONTRAT. GENERALES SRL	AGILANTO DEL 50% POR SERVICIO DE MANO DE OBRA A EJECUTAR EN MEDIA TENSION 12.2 KV PARA LA INSTALACION DE UNA SUBESTACION TEMPORAL DE 200KVA EN LA CONSTRUCCION DEL HOSPITAL DE CHUPACA		S/ 5,250.00	S/ 945.00	S/ 6,195.00	2022	MARZO	0710 MEDIA TENSION
	VARIC SAC	SERVICIO DE MANTENIMIENTO GENERAL DE GRUPO ELECTROGENO		S/ 2,245.90	S/ 404.26	S/ 2,650.16	2022	MARZO	0110 CAMPAMENTO
	MEDILABORIS SAC	TRATAMIENTO MOLECULAR "SERVICIO DE MOVILIDAD"		S/ 309.00	S/ 55.68	S/ 364.68	2022	MARZO	SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE
	ESCOM EIRL	AGUIER DE 3 BARRIOS PORTATILES + LIMPIEZA CORRESPONDIENTE AL MES DE MARZO		S/ 5,144.00	S/ 205.93	S/ 5,349.93	2022	MARZO	0110 CAMPAMENTO
	JC SECURITY & SERVICES SAC	AGENTES DE SEGURIDAD SIEMPRE NOCTURNOS (en el mes de) EN INSTALACIONES DE CHUPACA MES FEB12		S/ 5,796.60	S/ 1,403.39	S/ 7,199.99	2022	MARZO	9920 SERVICIOS
	ESCOM EIRL	AGUIER DE 3 BARRIOS PORTATILES + LIMPIEZA CORRESPONDIENTE AL MES DE MARZO		S/ 1,906.00	S/ 343.22	S/ 2,249.22	2022	ABRIL	0110 CAMPAMENTO
	PACIFICO SEGUROS SA	SEGURO SCTRIPERIGIOME II - POLIZA VIDA LEY MES DE JULIO 1022		S/ 12,196.00	S/ -	S/ 12,196.00	2022	ABRIL	9940 GASTOS FINANCIEROS
	TRANSPORTES JWM SAC	SERVICIO DE TRANSPORTES CAMION 15 Y 20T LIMA-CHUPACA SEPARACIONES DE CONCRETO ANTIVOL. PISO A TIERRA		S/ 3,900.00	S/ 702.00	S/ 4,602.00	2022	ABRIL	0160 FLETES
	SERGI INVERSIONES EIRL	SERVICIO DE TRANSPORTE PLATAFORMA 30 TON PARA MOVILIZACION DE JORNALISTAS DE LIMA-CHUPACA LIBRELOS KING KONGS VIAJE 8 23-02-							

Ilustración 77: Hoja “VAL VARIOS” – pago de servicios

Tener en cuenta que administración también entrega el Excel “REGISTRO DE PAGOS TOTALES POR CAJA CHICA” estos gastos incurridos por caja chica se direccionan a cada anexo y hoja correspondiente (mano de obra – GASTOS VARIOS MO, materiales – CAJA CHICA, servicios – VAL VARIOS).

4.4.4.3.2. RECOPIACION DE LA VENTA PERIODICA

En esta etapa consolidaremos toda la información de la venta generada a la fecha de corte, Los datos de la venta periódica se actualizan con la información de tres fuentes:

- Valorizaciones contractuales: los datos a ingresar son los que fueron conciliados con la inspección/supervisión de obra
- Adicionales: Al igual que la valorización de obra, solo entran los datos conciliados/aprobados por la inspección/supervisión de obra. Los adicionales no

aprobados serán considerados como proyección, dándoles un castigo por un factor de probabilidad de éxito.

- c) Ventas de terceros: los materiales, maquinaria o servicios proporcionados a terceros proporcionados por administración o almacén.

Hay que tener en cuenta que la recopilación de datos para la venta se trabaja a nivel de costo directo, por lo cual se realiza la exclusión de algunos montos según se indica en la figura 78.

Figura 78



Ilustración 78: Tipos de pagos

Para nuestro caso, no hubo adicionales y tampoco venta a terceros, por lo cual solo se mostrará la recopilación de datos de la venta contractual.

La venta contractual lo obtenemos de las valorizaciones mensuales, esta valorización tiene que estar aprobado por la supervisión, la fecha de aprobación de la valorización es principalmente la primera semana del mes siguiente, según eso sabremos que no se valorizo y el porqué, y será tema de exposición en el informe mensual del RO.

El formato utilizado para recopilar toda la información de la venta contractual es el siguiente, como en formatos anteriores la portada es la misma, la rotación de datos es automática dependiendo del mes a evaluar, tiene tres pestañas importantes que es la de “ANEXO 01V”, “VALORIZACIONES” y “REAJUSTES”, las cuales se explicaran más adelante.

Figura 79

Rotación

CONTROL DE LA VENTA_RO		N°	01
PROYECTO	HOSPITAL DE CHUPACA	ELABORADO POR	DENYS OSORIO Y DINA GUERRERO
CLIENTE	GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN		
FECHA	5/04/2025	DATOS DEL PROYECTO	
RO - ACUMULADO AL MES DE CORTE		INTERVALO DE CONTROL	MENSUAL
AÑO	2021	INICIO DEL PROYECTO	
MES	SETIEMBRE	AÑO	2021
		MES	SEPT
		DIA	12
		DURACION	720 DIAS

Ilustración 79: Hoja "DATOS" – rotación mensual de datos

En la pestaña de "ANEXO 01V" se mostrará el resumen de la valorización del mes según la partida de control correspondiente, en la siguiente Figura mostraremos la valorización del mes de septiembre.

Figura 80

Resumen de datos

PRESUPUESTO VENTA CONTRACTUAL - VALORIZACIONES								
COD	PARTIDA DE CONTROL	MES ACTUAL SETIEMBRE 2021			ACUMULADO TOTAL			
		VENTA VALORIZADO EN SETIEMBRE	REAJUSTE PAGADO EN SETIEMBRE	MONTO TOTAL EN SETIEMBRE	VENTA VALORIZADA TOTAL	REAJUSTE PAGADO TOTAL	MONTO TOTAL	
02	ESTRUCTURAS							
220	0220 CONCRETO	S/ 189,353.09	S/ 26,914.65	S/ 216,267.74	S/ 189,353.09	S/ 26,914.65	S/ 216,267.74	
230	0230 ENCOFRADO	S/ 52,879.92	S/ 7,516.35	S/ 60,396.27	S/ 52,879.92	S/ 7,516.35	S/ 60,396.27	
240	0240 ACERO	S/ 509,830.14	S/ 72,467.26	S/ 582,297.40	S/ 509,830.14	S/ 72,467.26	S/ 582,297.40	
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	
		S/ 752,063.15	S/ 106,898.26	S/ 858,961.41				

Ilustración 80: Hoja "ANEXO 01V" – resumen de datos

En la pestaña de "VALORIZACIONES" colocaremos los datos de todas las valorizaciones mensuales que están aprobadas, con su debido reajuste mensual.

proyectarán cuantas hh, hm, materiales se utilizarán tomando en cuenta ratios actualizados, así como el metrado restante.

El área de Oficina técnica en coordinación con las demás áreas pertinentes tiene que ver la actualización de precios de los materiales más incidentes, así como la actualización del cronograma interno, asimismo, la inclusión del costo de la realización de los adicionales aprobados si hubiera.

4.4.4.2. PROYECCION DE LA VENTA

La proyección de la venta es aquel monto pendiente por pagar (sin considerar los montos ya valorizados) que tiene el cliente (entidad) según el monto pactado en el contrato, a este monto se tiene que agregar los reajustes, adicionales y deductivos vinculantes como adenda si hubiera, venta a terceros, reclamos y arbitrajes.

Figura 83



Ilustración 83: Proyección de la venta

Tener en consideración que el monto de proyección ya sea de adicionales, reajustes, reclamos, etc. Solo se considera en el RO siempre que sean montos confirmados, de lo contrario se estaría creando una falta ganancia.

4.4.4.3. RECOPIACION DE DATOS Y ANALISIS PARA LA PROYECCION DEL COSTO Y LA VENTA

Recopilaremos y analizaremos los datos para la proyección tanto del costo como de la venta, para la proyección del costo, primero actualizaremos cantidades (hh, hm, metrado según % de desperdicio actualizado, metrado saldo de partidas) y precios (si hubiera alguna variación), después de tener esta data, tendremos un monto total de proyección y con ayuda del look ahead actualizaremos el cronograma meta de todas las partidas restantes y para la proyección de la venta solo tomaremos en cuenta la proyección del reajuste.

• PROYECCION COSTO

Ese análisis de cantidades y precios principalmente se realizará en las partidas más incidentes (con la ayuda del diagrama de Pareto), en la siguiente figura se muestra como nos ayuda el ISP (mat) y ISP (mo), en la partida de concreto.

Figura 84

Informe semanal de producción - mano de obra

INFORME SEMANAL DE PRODUCCION															
MATERIALES			EDIFICIO EL PRADO MCR INMOBILIARIA MANO DE OBRA MAT.				VERDADERO FALSO			PERIODO DE INFORME AÑO 2020 # DE SEMANA 001 INICIO DE PROYECTO 02/11/2020			SEMANA 2		
FASE	PARTIDAS DE CONTROL/RECURSOS	UNO	PRESUPUESTO META		AVANCE REAL				AVANCE PREVISTO			EFICIENCIA			
			METRADO TOTAL A EJECUTAR	RATIO META	ACUMULADO HASTA LA SEMANA ANTERIOR	DE LA SEMANA ACTUAL	ACUMULADO HASTA LA SEMANA ACTUAL	% DE ACUMULADO REAL	DE LA SEMANA ACTUAL	ACUMULADO HASTA LA SEMANA ACTUAL	% DE ACUMULADO PREVISTO	DE LA SEMANA ACTUAL	ACUMULADO HASTA LA SEMANA ACTUAL	METRADO GANADO O PERDIDO HASTA LA SEMANA ACTUAL	METRADO GANADO O PERDIDO AL FINAL DE OBRA
100	OBRAS PRELIMINARES	000L	1,000.00		100.00	250.00	350.00	35%	300.00	500.00	50%	0.83	0.70	(150.00)	(195.00)
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	M2	1,000.00		52.00	35.00	87.00	9%	25.00	525.00	53%	1.40	0.17	(438.00)	(761.70)
300	CONCRETO	M3													
	CONCRETO MURO PANTALLA	M3	1,000.00		36.00	40.00	76.00	8%	38.00	63.00	6%	1.05	1.21	13.00	190.67
	CONCRETO ZAPATA	M3	1,000.00												
	CONCRETO CIMENTACION	M3	1,000.00												
	CONCRETO PLACAS	M3	1,000.00												

Ilustración 84: ISP (mo) – hoja resumen

Figura 85

Informe semanal de producción - materiales

INFORME SEMANAL DE PRODUCCION										
MATERIALES			PROYECTO EL PRADO MCR INMOBILIARIA MANO DE OBRA MAT.			PERIODO DE INFORME AÑO 2020 # DE SEMANA 001 INICIO DE PROYECTO 02/11/2020			SEMANA 2	
FASE	CONCEPTO	UND	ULT. DIA DE SEM. ANTERIOR	02/11/2020	03/11/2020	04/11/2020	05/11/2020	06/11/2020	07/11/2020	TOTAL SEM. ACTUAL
300	CONCRETO	M3								
	CONCRETO MURO PANTALLA									
	Producción prevista del Periodo	M3								
	Producción prevista acumulada	M3								
	Cantidad Real del Periodo	M3								
	Cantidad Real Acumulada	M3								
	Rendimiento del Periodo	M3/M3								
	Rendimiento Acumulado	M3/M3								

Ilustración 85:ISP (mat) – hoja de recopilación de datos

Recopilación



“P C PP”, “P C PA”, “P C PNP” y “P V”4

Para la proyección de la venta, debido a que no tenemos adicionales proyectados ni ventas futuras a terceros solo analizaremos la variación del reajuste y según eso se proyectará la venta.

- **CONSOLIDACION DE DATOS ANALIZADOS**

Para nuestro caso se presenta el siguiente documento Excel que contiene hojas donde consolidaremos toda la información analizada.

A continuación, se muestra la hoja “DATOS” donde se muestra la información básica del proyecto

Figura 87

Proyección de costo y venta

PROYECCION_RO_ANEXO N°06		N°	1
PROYECTO	HOSPITAL DE CHUPACA	ELABORADO POR	DENYS OSORIO Y DINA GUERRERO
CLIENTE	GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN		
DATOS DEL PROYECTO			
RO - ACUMULADO AL MES DE CORTE		INTERVALO DE CONTROL	MENSUAL
AÑO	2021	INICIO DEL PROYECTO	
MES	SETIEMBRE	DURACION	
K PROYECTADO	1.149		

DATOS FASES PROYECCION P_C_PP P_C_PA P_C_PNP P_V REAJUSTE BD

Ilustración 87: “DATOS” – proyección de costo y venta

En la hoja “PROYECCION” se consolidan los datos de las otras hojas clasificándola por partida de control de la proyección de costo y venta, estos datos, en el siguiente grafico se muestra la proyección de la venta y el costo del mes de septiembre.

Figura 88

Proyecciones

PROYECCIONES DE COSTO Y VENTA DEL RO N° 1						
COD	PARTIDA DE CONTROL	PROYECCION A COSTO PRESUPUESTADO	PROYECCION B COSTO ADICIONAL	PROYECCION C COSTO AD. NO PRESUPUESTADO	TOTAL PROYECCION COSTO PROYECTADO	TOTAL PROYECCION VENTA PRESUPUESTADO
20	ESTRUCTURAS					
220	0220 CONCRETO	S/ 4,526,884.41	S/ -	S/ 100,000.00	S/ 4,626,884.41	S/ 7,165,781.07
230	0230 ENCOFRADO	S/ 3,473,349.53	S/ -	S/ 50,000.00	S/ 3,523,349.53	S/ 2,867,832.49
240	0240 ACERO	S/ 3,841,686.35	S/ -	S/ 200,000.00	S/ 4,041,686.35	S/ 4,162,876.10
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ 1,804,800.15	S/ -	S/ -	S/ 1,804,800.15	S/ 1,799,296.25
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ 23,760.00	S/ -	S/ -	S/ 23,760.00	S/ 20,999.34
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ 1,753,842.26	S/ -	S/ -	S/ 1,753,842.26	S/ 1,510,617.53
					S/ 15,774,322.70	S/ 17,527,402.77

Ilustración 88: “PROYECCION” – proyección de costo y venta mes de septiembre

En esta proyección también consideramos una proyección del coeficiente K (reajuste), según como se va comportando todo esto para la proyección de la venta, esto se realiza en la hoja “REAJUSTE”.

Una vez que se tenga este monto total de proyección tanto de costo como de venta, actualizamos el cronograma meta restante, esto con ayuda del look ahead actualizado.

Figura 89

Reprogramación

LOOK AHEAD PLANNING												CONSORCIO SALUD DEL CENTRO		27/09/21	28/09/21	29/09/21	30/09/21	01/10/21	02/10/21	03/10/21	04/10/21	05/10/21	06/10/21	07/10/21	08/10/21	09/10/21	10/10/21	11/10/21	12/10/21	13/10/21	14/10/21	15/10/21	16/10/21	17/10/21			
EJECUTOR DEL PROYECTO : CONSORCIO SALUD DEL CENTRO																																					
ITEM	DESCRIPCION	CUADRELLA			UNIDAD	TIPIC	CANTIDAD	SEMANA 01 - 2021														SEMANA 02 - 2021															
		OP	OP	PE				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	28	29	30
E. SERVICIOS PRINCIPALES QUE SE E																																					
E.1. ESTRUCTURAS																																					
E.1.1. SUB ESTRUCTURAS (MENTACIONES)																																					
0000	CONCRETO F'C=2000 kg/m ³ - ARM. S. 100x100	00	00	00	NO	000.00																															
0000	COLOCACION DE ACERO CORRUJADO N° 4 - 1000 kg/m ³	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	ARMADO DE CONCRETO	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	CONCRETO F'C=2000 kg/m ³ - 1000 kg/m ³	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	ARMADO DE CONCRETO	00	00	00	NO	0.000.00																															
E.1.2. ESTRUCTURAS ELEMENTOS VERTICALES																																					
MUROS Y PLACAS DE CONCRETO																																					
0000	COLOCACION DE ACERO CORRUJADO N° 4 - 1000 kg/m ³	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	ENGRAPADO MUROS Y PLACAS	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	CONCRETO F'C=2000 kg/m ³ MUROS Y PLACAS	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	ARMADO MUROS Y PLACAS	00	00	00	NO	0.000.00																															
COLUMNAS																																					
0000	COLOCACION DE ACERO CORRUJADO N° 4 - 1000 kg/m ³	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	ENGRAPADO COLUMNAS	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	CONCRETO F'C=2000 kg/m ³ COLUMNAS	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	ARMADO COLUMNAS	00	00	00	NO	0.000.00																															
E.1.2.3. ESTRUCTURAS ELEMENTOS HORIZONTALES																																					
0000	ARMADO CORRUJADO N° 4 - 1000 kg/m ³ VIGA, LOMA	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	ENGRAPADO VIGA, LOMA	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	CONCRETO F'C=2000 kg/m ³ VIGA, LOMA	00	00	00	NO	0.000.00																															
0000	ARMADO VIGA, LOMA	00	00	00	NO	0.000.00																															

Ilustración 89: Look ahead planning – reprogramación N°01

Con esta actualización del look ahead planning también se actualizará el cronograma venta y meta interno que manejamos, según esto mediremos en el RO siguiente la variación que se tiene con su resultado real.

4.4.4.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION RECOPIADA

4.4.4.5.1. PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO – CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

Indicador obtenido semanalmente producto de la evaluación de las actividades ejecutadas con respecto al total de las actividades planificadas a ejecutar.

Asimismo, las actividades no ejecutadas-planificadas se reprograma su ejecución con la finalidad de recuperar el avance y evitar afectar hitos establecidos en el plan maestro.

Tener en cuenta que es imprescindible que un PPC tenga bien definido un plan maestro y los hitos correspondientes, ya que con una meta clara se desglosa la planificación semanal, si no se tiene lo mencionado el PPC simplemente es una práctica no útil y lo que se está midiendo no representa ningún avance.

A continuación, se muestra un flujo para la obtención de los datos del PPC, que se realiza de manera semanal.

Figura 90

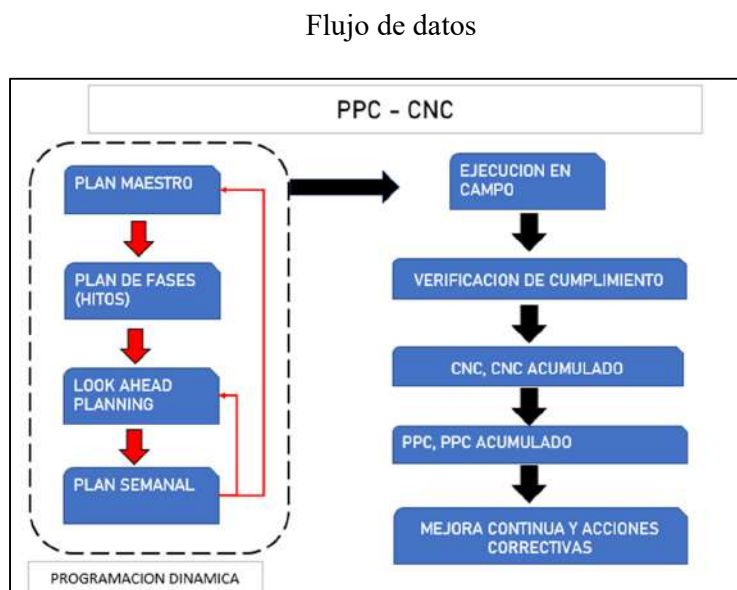


Ilustración 90: Flujo de datos para el PPC-CN

Figura 91

 		INGENIERO RESIDENTE: JANTOS SABA OFFO INGENIERO DE PRODUCCION: OSCAR HUAMAN ING. DE PLANEAMIENTO: DONA SILVERIO CASAREGO		EJECUTOR DEL PROYECTO : (COMPROBADO SALVO ANUO) PROPIETARIO : GOBIERNO REGIONAL DE CACHARCA 04/10/2023				
PLAN SEMANAL N°33		3.4/09/23	3.5/09/23	3.6/09/23	3.7/09/23	3.8/09/23	3.9/09/23	2.0/09/23
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL
1	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
5	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
6	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
8	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
9	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
11	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
12	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
13	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
14	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
15	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
16	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
17	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
18	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
19	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
21	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
22	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
23	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
24	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
25	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
26	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
27	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
28	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
29	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
31	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
32	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
33	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
34	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
35	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
36	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
37	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
38	TRABAJO DE PLANEAMIENTO	1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	

Este formato tambien contiene una hoja donde se muestra el PPC acumulado por semana, así como las CNC de la semana en cuestión y su acumulado.

Figura 92



**CONSORCIO
SALUD DEL
CENTRO**

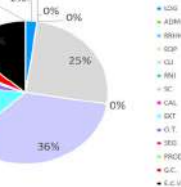
PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO

SEM 27-2023



SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 05	SEM 06	SEM 07	SEM 08	SEM 09	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24	SEM 25	SEM 26	SEM 27
99%	81%	67%	78%	88%	100%	98%	98%	97%	95%	89%	85%	74%	89%	94%	88%	65%	65%	69%	60%	66%	68%	63%	65%	61%	98%	

RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO SEMANA 27-2023



- PROG
- LOG
- ADM
- RRHH
- EQP
- CLI
- RNI
- SC
- CAL
- EXT
- O.T
- SEG
- PROD
- E.C.V.
- G.C

RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO ACUMULADO



- PROG
- LOG
- ADM
- RRHH
- EQP
- CLI
- RNI
- SC
- CAL
- EXT
- O.T
- SEG
- PROD
- E.C.V.
- G.C

TIPOS DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO

PROG	ERROR DE PROGRAMACIÓN
LOG	LOGISTICA
ADM	ADMINISTRACIÓN
RRHH	RECURSOS HUMANOS
EQP	EQUIPOS
CLI	CLIENTE
RNI	RESTRICCIÓN NO IDENTIFICADA A TIEMPO
SC	SUBCONTRATAS
CAL	CALIDAD
EXT	EXTERMINALIDADES - VARIABILIDAD
O.T	OFICINA TÉCNICA
SEG	SEGURIDAD
PROD	PRODUCCIÓN
E.C.V.	ERROR DE CRONOGRAMA VIGENTE
G.C	GERENCIA CHINA

RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO ACUMULADO



- PROG
- LOG
- ADM
- RRHH
- EQP
- CLI
- RNI
- SC
- CAL
- EXT
- O.T
- SEG
- PROD
- E.C.V.
- G.C

AÑO	SEMANA	INICIO	FIN	PPC	PROG	LOG	ADM	RRHH	EQP	CLI	RNI	SC	CAL	EXT	O.T	SEG	PROD	G.C	E.C.V.
2022	SEM 01	2-Ene	8-Ene	99%	1										7				
2023	SEM02	9-Ene	15-Ene	97%	9														
2023	SEM03	16-Ene	22-Ene	81%	14	29		5									2		

152

4.4.4.5.2. VALOR GANADO

En esta etapa mostraremos un flujo de trabajo para obtener los datos del valor ganado, estos datos ya fueron analizados previamente para obtener el resultado operativo, en el análisis del valor ganado se recomienda realizarlo en relación al meta obtenido en la etapa III esto con el fin de obtener indicadores confiables de la gestión, esto no es excluyente debido a se pueden utilizar datos del venta, la diferencia entre uno u otro es respecto a que línea base se hace la medición del costo real, si se realiza con el meta es más confiable que si se realiza con el venta debido a que los datos del venta incluyen reajustes y utilidades que podrían distorsionar el indicador de costo.

Figura 93

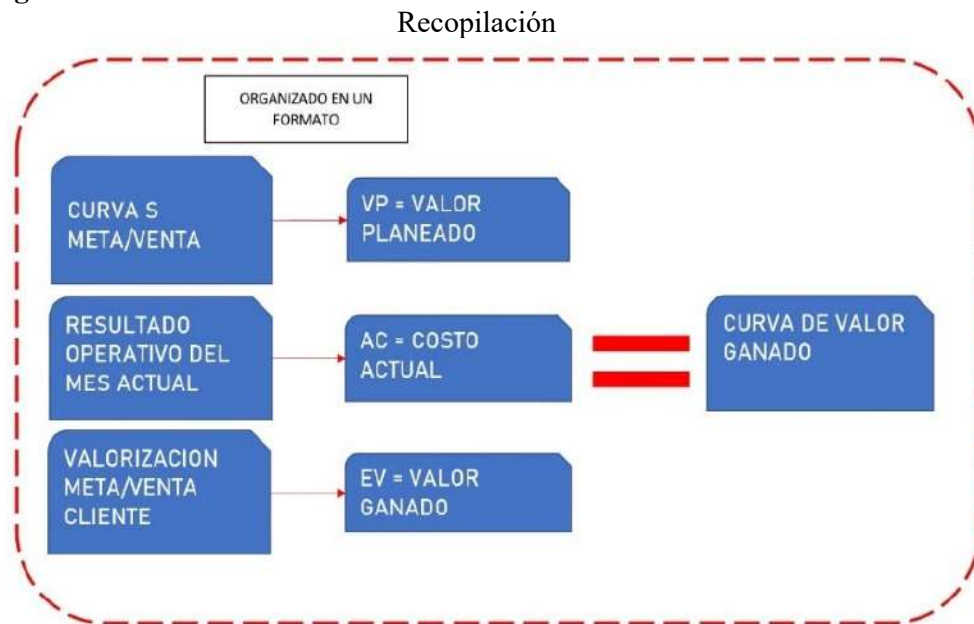


Ilustración 93: Recopilación de datos para el valor ganado

Según en el grafico mostrado, de cada archivo se obtiene un valor que nos servirá para calcular los indicadores.

Figura 94

Valor ganado

Valor ganado						
ID.	DESCRIPCION	SIGLAS / FORMULAS	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
			2024	2024	2024	2024
DATA RECOPIADA						
1	Presupuesto base	BAC	S/ 235,158,022.41	S/ 235,158,022.41	S/ 235,158,022.41	S/ 235,158,022.41
2	Valor planeado	PV	S/ 29,340.38	S/ 251,527.97	S/ 626,640.59	S/ 872,633.63
3	Valor planeado acumulado	PV acum	S/ 29,340.38	S/ 280,868.35	S/ 907,508.94	S/ 1,780,142.57
4	Valorización del Costo directo acumulado	VDC	S/ 78,193.24	S/ 720,948.00	S/ 618,396.98	S/ 49,467.19
5	Valorización de Gastos generales acumulado	VGC	S/ 7,691.94	S/ 70,920.30	S/ 60,832.26	S/ 4,866.13
6	Valor Ganado	EY = YDC-VGC	S/ 85,885.18	S/ 791,868.30	S/ 679,229.24	S/ 54,333.32
7	Valor Ganado Acumulado	EY acum	S/ 85,885.18	S/ 877,753.47	S/ 1,556,982.71	S/ 1,611,316.04
8	Costo real	AC	S/ 443,366.51	S/ 451,268.39	S/ 515,705.98	S/ 390,779.28
9	Costo real acumulado	AC acum	S/ 443,366.51	S/ 894,634.90	S/ 1,410,340.88	S/ 1,801,120.17
INDICADORES DE GESTION			S/ 793,031.10 S/ 1,308,737.08 S/ 1,801,120.17			
10	Variación de costo	CV = EY - AC	-S/ 357,481.33	S/ 340,599.90	S/ 163,523.26	-S/ 336,445.96
11	Variación de costo %	CV % = CV / EY x 100	-416.23%	43.01%	24.07%	-619.23%
12	Variación del programa	SV = EY - PY	S/ 56,544.80	S/ 540,340.33	S/ 52,588.65	-S/ 818,300.31
13	Variación del programa %	SV % = SV / PY x 100	192.72%	214.82%	8.39%	-93.77%
14	Indice de eficiencia del costo	CPI = EY / AC	0.19	1.75	1.32	0.14
15	CPI acumulado	CPI = EY(acu) / AC(acu)	0.19	0.98	1.10	0.89
16	Indice de eficiencia del cronograma	SPI = EY / PY	2.93	3.15	1.08	0.06
17	SPI Acumulado	SPI = EY(acu) / PY(acu)	2.93	3.13	1.72	0.91

Ilustración 94: Datos de Valor ganado

Según la figura 52 mostrada, vemos que con los datos recopilados se calculan los indicadores de gestión (CPI, SPI, etc) los cuales se complementaran con los resultados del resultado operativo.

Con los datos obtenidos se elabora la curva del valor ganado, así como las demás curvas de los indicadores.

Figura 95

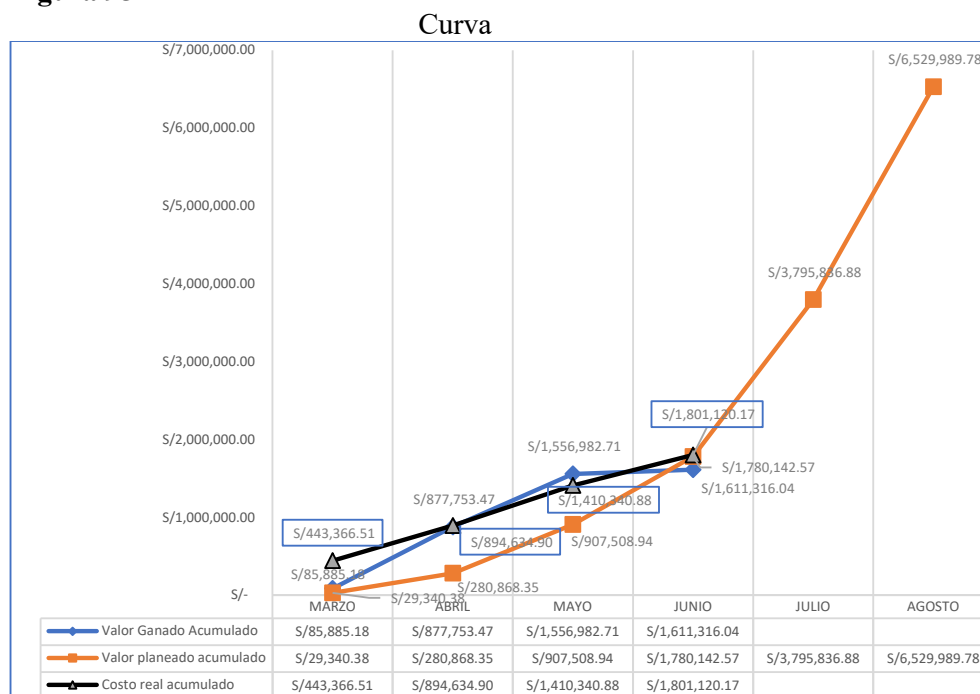


Ilustración 95: Curva del valor ganado

4.4.4.5.3. RESULTADO OPERATIVO

En esta parte mostramos el consolidado de toda la información que se recopiló de las áreas y la proyección resultante del análisis de la información acumulada, para ello tenemos un formato el cual se muestra la siguiente información:

- Se muestra el acumulado de años anteriores, del año presente hasta el mes anterior y también del mes actual, por cada partida de control.
- Se muestra el acumulado total al mes actual y los resultados del mes actual, en esta sección realizamos el cálculo del resultado pendiente y pondremos el margen por partida de control, así como también el margen total al mes actual.
- Se muestra la proyección de los meses restantes teniendo en cuenta los datos obtenidos hasta el mes presente, asimismo tenemos la comparación total del margen proyectado actual con el margen total del mes anterior y el margen original.

Con todos los datos anteriores recopilados y colocados en su formato correspondiente (venta, costo, proyección venta y costo), tenemos el RO N°01 – SEPTIEMBRE, que consta de 5 partes, 1) años anteriores, año presente y meses anteriores, 2) mes actual, 3) acumulado del mes actual, 4) proyección, 5) margen total.

Figura 96

Mes presente

COD	PARTIDA DE CONTROL	MES PRESENTE			
		VENTA		COSTO	
		VENTA PROGRAMADA	VENTA REAL	COSTO PROGRAMADO	COSTO REAL
	02 ESTRUCTURAS				
220	0220 CONCRETO	S/ 322,678.99	S/ 216,267.74	S/ 428,462.88	S/ 364,538.13
230	0230 ENCOFRADO	S/ 101,693.83	S/ 60,396.27	S/ 232,098.09	S/ 178,356.35
240	0240 ACERO	S/ 343,367.60	S/ 582,297.40	S/ 436,509.14	S/ 365,972.58
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO		S/ -		S/ -
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES		S/ -		S/ -
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS		S/ -		S/ -
		S/ 767,740.42	S/ 858,961.41	S/ 1,097,070.11	S/ 908,867.06

Ilustración 96: RO - N°01 – datos del mes presente

Figura 97

Mes presente 1

AVANCE ACUMULADO AL MES DE SETIEMBRE								
VENTA		COSTO		MARGEN				
VENTA PROGRAMADA	VENTA REAL	COSTO PROGRAMADO	COSTO REAL	AL MES DE SETIEMBRE	POR FASE ACUMULADO	POR FASE TOTAL	PONDERADO (TOTAL)	
S/ 322,678.99	S/ 216,267.74	S/ 428,462.88	S/ 364,538.13	-S/ 148,270.39	-69%	32%	9.26%	
S/ 101,693.83	S/ 60,396.27	S/ 232,098.09	S/ 178,356.35	-S/ 117,960.07	-195%	-26%	9.26%	
S/ 343,367.60	S/ 582,297.40	S/ 436,509.14	S/ 365,972.58	S/ 216,324.81	37%	7%	9.26%	
	S/ -		S/ -	S/ -	0%	0%	9.26%	
	S/ -		S/ -	S/ -	0%	-13%	9.26%	
	S/ -		S/ -	S/ -	0%	-16%	9.26%	
S/ 767,740.42	S/ 858,961.41	S/ 1,097,070.11	S/ 908,867.06	-S/ 49,905.65			9.26%	

Ilustración 97: RO – N°01 – datos acumulados al mes presente - 1

Figura 98

Mes presente 2

COD	PARTIDA DE CONTROL	AVANCE ACUMULADO AL MES DE SETIEMBRE		
		COSTO APLICADO	RESULTADO PENDIENTE	DIFERENCIA DE MARGENES
	02 ESTRUCTURAS			
220	0220 CONCRETO	S/ 196,234.32	S/ 168,303.81	S/ 50,003.42
230	0230 ENCOFRADO	S/ 54,801.62	S/ 123,554.73	-S/ 21,548.03
240	0240 ACERO	S/ 528,357.75	-S/ 162,385.17	-S/ 12,522.02
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ -	S/ -	S/ -
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ -	S/ -	S/ -
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ -	S/ -	S/ -
		S/ 779,393.69	S/ 129,473.37	S/ 15,933.37

Ilustración 98: RO – N°01 – datos acumulados al mes presente - 2

Figura 99

Partida de control

COD	PARTIDA DE CONTROL	PROYECCION		
		VENTA	COSTO	MARGEN
		CONTRACTUAL	TOTAL	PROYECCION
	02 ESTRUCTURAS			
220	0220 CONCRETO	S/ 7,165,781.07	S/ 4,626,884.41	S/ 2,538,896.66
230	0230 ENCOFRADO	S/ 2,867,832.49	S/ 3,523,349.53	-S/ 655,517.04
240	0240 ACERO	S/ 4,162,876.10	S/ 4,041,686.35	S/ 121,189.75
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ 1,799,296.25	S/ 1,804,800.15	-S/ 5,503.90
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ 20,999.34	S/ 23,760.00	-S/ 2,760.66
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ 1,510,617.53	S/ 1,753,842.26	-S/ 243,224.73
		S/ 17,527,402.77	S/ 15,774,322.70	S/ 1,753,080.08

Ilustración 99: RO – N°01 – proyección de datos

Figura 100

Acumulación

MARGEN						
ACUMULADO TOTAL AL MES DE SETIEMBRE					ACUMULADO TOTAL	
VENTA TOTAL	REAJUSTES	COSTO TOTAL	MARGEN DEL MES	%	ORIGINAL	%
S/ 6,423,828.26	S/ 958,220.55	S/ 4,991,422.54	S/ 2,390,626.27	13.00%	S/ 1,849,176.93	11%
S/ 2,547,992.49	S/ 380,236.27	S/ 3,701,705.87	-S/ 773,477.12	-4.21%	-S/ 1,075,877.51	-6%
S/ 4,131,675.05	S/ 613,498.45	S/ 4,407,658.93	S/ 337,514.56	1.84%	-S/ 395,702.85	-2%
S/ 1,565,449.42	S/ 233,846.83	S/ 1,804,800.15	-S/ 5,503.90	-0.03%	-S/ 188,938.11	-1%
S/ 18,270.14	S/ 2,729.19	S/ 23,760.00	-S/ 2,760.66	-0.02%	-S/ 4,576.35	0%
S/ 1,314,289.03	S/ 196,328.50	S/ 1,753,842.26	-S/ 243,224.73	-1.32%	-S/ 227,989.10	-1%
S/ 16,001,504.39	S/ 2,384,859.79	S/ 16,683,189.76	S/ 1,703,174.42	9.26%	-S/ 43,907.00	-0.26%

Ilustración 100: RO – N°01 – acumulado total de datos

4.4.4.5.4. ANALISIS DEL RESULTADO PENDIENTE

En esta etapa realizaremos el análisis y justificación del resultado pendiente

Figura 101

Análisis



Ilustración 101: Análisis del resultado pendiente

El análisis del resultado pendiente debe considerar la inclusión de todas las distorsiones que sufre el RO actual en relación al RO anterior, a continuación, veremos como calcular el monto de Resultado Pendiente (RP) y más adelante su justificación.

A) MONTO DEL RESULTADO PENDIENTE

Es la diferencia entre el costo real acumulado y el costo aplicado, en pocas palabras es el margen real que se tiene pendiente concretar o conseguir para llegar al margen final proyectado, su análisis es importante debido a que se tiene que justificar el monto para tener la certeza de que el margen proyectado es confiable. El resultado pendiente se halla de la siguiente manera,

$$RP_n = CR_n - CA_n + RP_{n-1}$$

$$CA_n = V_n * (1 - \text{margen}_n)$$

RP_n = resultado pendiente del periodo n

CR_n = costo real del periodo n

V_n = venta del periodo n

CA_n = costo aplicado del periodo n

Si lo vemos gráficamente en un formato de RO, se mostraría de la siguiente manera:

Figura 102

Resultado

COD	PARTIDA DE CONTROL	AVANCE ACUMULADO AL MES DE SETIEMBRE						
		VENTA	COSTO	MARGEN			COSTO APLICADO	RESULTADO PENDIENTE
		VENTA CONTRACTU	TOTAL	AL MES DE SETIEMBRE	ABSOLUTO	PONDERADO		
	02 ESTRUCTURAS							
210	0210 MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/ 254,852.25	S/ 158,952.89	S/ 95,899.36	38%	26%	S/ 188,857.02	-S/ 29,904.13
220	0220 CONCRETO	S/ 25,685.56	S/ 45,268.50	-S/ 19,582.94	-14%	12%	S/ 22,644.76	S/ 22,623.74
230	0230 ENCOFRADO	S/ 35,259.33	S/ 24,589.51	S/ 10,669.82	6%	-4%	S/ 36,614.63	-S/ 12,025.12
240	0240 ACERO	S/ 45,265.21	S/ 38,958.23	S/ 6,306.98	4%	2%	S/ 44,252.21	-S/ 5,293.98
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ -	S/ -	S/ -	0%	9%	S/ -	S/ -
260	0260 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ -	S/ -	S/ -	0%	8%	S/ -	S/ -
		S/ 361,062.35	S/ 267,769.13	S/ 93,293.22	13%	10%	S/ 325,674.74	-S/ 57,905.61



COSTO REAL



COSTO APLICADO



RESULTADO PENDIENTE

Ilustración 102: Resultado pendiente

B) JUSTIFICACION DEL RESULTADO PENDIENTE

Una vez obtenido el monto del resultado pendiente, tenemos que justificarlo para tener la certeza que el margen proyectado obtenido es confiable, lo cual haremos de la siguiente manera:

Figura 103

Sustento del resultado

SUSTENTO DEL RESULTADO PENDIENTE						
VARIABLE	DEFINICION		FORMULA DE CALCULO			SUSTENTO
a	Variacion en la proyeccion, realizarlo por fase, en relacion al RO anterior.	=	MONTO DE PROYECCION DEL RO ACTUAL	-	MONTO DE PROYECCION DEL RO ANTERIOR	ACTUALIZACION DE COSTOS, RENDIMIENTOS, METRADOS, PENALIDADES, ETC.
b	Variacion del costo incurrido real y el costo programado en el RO anterior, realizarlo por fase	=	COSTO INCURRIDO REAL DEL MES	-	COSTO PROGRAMADO EN EL RO ANTERIOR	SE SUSTENTA CON RETRAJOS, BAJA PRODUCTIVIDAD, PROBLEMAS CON LOGISTICA, ETC.
c	Variacion de la venta valorizada y la venta programada en el RO anterior, realizarlo por fase	=	VENTA VALORIZADA DEL MES	-	VENTA PROGRAMADA EN EL RO ANTERIOR	SE SUTENTA CON TVNE, TENV, FALTA DE PROTOCOLOS, PRODUCTIVIDAD BAJA, ETC.
d	monto adicional que se agrega al contrato (Adicional/deduccon de obra)	=	MONTO CONTRACTUAL FINAL	-	MONTO CONTRACTUAL ANTERIOR	REAJUSTES, ADICIONALES, VENTA A TERCEROS, ETC
FORMULA DE SUSTENTO						
DESCRIPCION	FORMULA					
SUSTENTO DEL RP	$\sum (CA + b) - \sum \frac{(VA + c)(CF + a + b)}{(VF + d)} - dif.margen.fase = \sum RP \times fase$					
LEYENDA	CA = COSTO ACUMULADO DE LA FASE AL MES PRESENTE DEL RO ANTERIOR VA = VENTA ACUMULADO DE LA FASE AL MES PRESENTE DEL RO ANTERIOR VF = VENTA TOTAL DE LA FASE CF = COSTO TOTAL DE LA FASE					

Ilustración 103: Sustento del resultado pendiente

Figura 104

Cálculo del CA/VA/CF/VF

PROYECCION - MES 01							
RO - MES 01 - ANTERIOR							
Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	TOTAL
OBRAS PRELIMINATRES	50	150	200	150	50		600
MOVIMIENTO DE TIERRAS		200	500	800	500	200	2200
PROYECCION - MES 02							
RO - MES 02 - ACTUAL							
Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	TOTAL
OBRAS PRELIMINATRES	50	200	200	200	100		750
MOVIMIENTO DE TIERRAS		200	500	800	500	200	2200

MES ACTUAL DE ANALISIS

Ilustración 104: Ejemplo de cálculo del CA/VA/CF/VF

Según lo mostrado en la Figura N°58, para tener el sustento del RP nos apoyamos de las variables a, b, c, d, cada una representa una distorsión ya sea sobre la venta, costo y la proyección, para sustentar el monto obtenido de estas variables nos apoyamos en los siguientes conceptos:

- **TRABAJO EJECUTADO NO VALORIZADO**

Son aquellos trabajos ejecutados, pero no valorizados, o sea lo que nos debe el cliente.

El valor que colocamos para el análisis del resultado pendiente es el costo del trabajo que no se valorizo, no se coloca el monto que no se valorizo, tener eso en cuenta, debido a que el resultado pendiente es la evaluación del costo como se puede mostrar en la formula.

- **TRABAJO VALORIZADO NO EJECUTADO**

Son aquellos trabajos que nos valorizaron, pero no ejecutamos, o sea lo que le debemos al cliente a nivel de ejecución.

El valor que colocamos para el análisis del resultado pendiente es el costo del trabajo que se valorizo, no se coloca el monto que se valorizo, tener eso en cuenta, debido a que el resultado pendiente es la evaluación del costo como se puede mostrar en la formula.

- **ACTUALIZACION DE RATIOS DE PRODUCCION**

Estas ratios de producción producen una variación en las proyecciones ya sean aumentado o disminuyendo el costo proyectado se genera porque las proyecciones se realizan con rendimientos menos eficientes que lo que se viene consiguiendo al acumulado de la obra.

En caso que estas menores eficiencias estén debidamente justificadas el pasivo auxiliar sería una diferencia temporal, de lo contrario sería una ganancia no declarada.

- **ACTUALIZACION DE COSTOS**

Esta actualización de costos se da principalmente a las subcontratas, materiales, equipos y mano de obra, con ello actualizamos el costo de proyección.

- **DIFERENCIA DE MARGENES POR FASE (DMF)**

Debido a que cada fase tiene un margen distinto, al sumar el margen

- **MAYORES COSTOS INCURRIDOS POR FASE**

El costo proyectado del RO anterior puede diferir del costo real incurrido del RO actual, debido a varios factores como, retrabajos, mayores precios de compra de materiales, mayores hh y hm utilizados, etc. Tener en consideración que este análisis con las variables descritas (a, b, c, d) se realiza por cada partida de control, teniendo una sumatoria de cada partida de control que justifican el RP.

Para nuestro caso, tenemos el siguiente monto calculado del resultado pendiente:

Figura 103

COD	PARTIDA DE CONTROL	AVANCE ACUMULADO AL MES DE SETIEMBRE		
		COSTO APLICADO	RESULTADO PENDIENTE	DIFERENCIA DE MARGENES
	02 ESTRUCTURAS			
220	0220 CONCRETO	S/ 196,234.32	S/ 168,303.81	S/ 50,003.42
230	0230 ENCOFRADO	S/ 54,801.62	S/ 123,554.73	-S/ 21,548.03
240	0240 ACERO	S/ 528,357.75	-S/ 162,385.17	-S/ 12,522.02
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/ -	S/ -	S/ -
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/ -	S/ -	S/ -
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/ -	S/ -	S/ -
		S/ 779,393.69	S/ 129,473.37	S/ 15,933.37

Ilustración 105: Reporte operativo

Para verificar el margen proyectado del RO N°01 (9.26%), está pendiente realizar el análisis del resultado pendiente, lo cual se realizará según lo indicado en líneas arriba, comprobando fase por fase el RP según las variables calculadas.

Figura 106

Control concreto

PARTIDA DE CONTROL		0220 CONCRETO			
VARIABLE	TIPO	DEFINICION	SUSTENTO	VALOR CALCULADO	RP POR FASE
a	costo	variacion de costo en la proyeccion	1.- se sincero el % de desperdicio considerado en el concreto premezclado	S/ 159,504.51	S/ 168,303.81
			2.- se sincero el ratio de rendimiento del personal obrero		
b	costo	variacion de costo incurrido a la fecha actual	1.- el costo real fue menor al programado debido a que la produccion tuvo un avance lento y no se cumplio la programacion, lo cual se puede corroborar con el PPC el cual para este primer mes fue de 71%	-S/ 63,924.75	
c	venta	variacion de la venta incurrido a la fecha actual	1.- la venta real fue menor al programado debido a que la produccion tuvo un avance lento y no se cumplio la programacion, lo cual se puede corroborar con el PPC el cual para este primer mes fue de 71%	-S/ 106,411.25	
d	venta	variacion de la venta en la proyeccion (adicionales, reajustes, etc)	1.- la diferencia esta principalmente en la variacion del reajuste total	S/ 637,029.11	
DIF.MARGEN		diferencia de margenes por fase	1.- -----	S/ 50,003.42	

Ilustración 106: RP – N°01 – partida de control - concreto

Figura 107

Control encofrado

PARTIDA DE CONTROL		0230 ENCOFRADO				
VARIABLE	TIPO	DEFINICION		SUSTENTO	VALOR CALCULADO	RP POR FASE
a	costo	variacion de costo en la proyeccion	1.-	se sincero el ratio de rendimiento del personal obrero	S/ 4,177.95	S/ 123,554.73
b	costo	variacion de costo incurrido a la fecha actual	1.-	el costo real fue menor al programado debido a que la produccion tuvo un avance lento y no se cumplio la programacion, lo cual se puede corroborar con el PPC el cual para este primer mes fue de 71%	-S/ 53,741.74	
c	venta	variacion de la venta incurrido a la fecha actual	1.-	la venta real fue menor al programado debido a que la produccion tuvo un avance lento y no se cumplio la programacion, lo cual se puede corroborar con el PPC el cual para este primer mes fue de 71%	-S/ 41,297.56	
d	venta	variacion de la venta en la proyeccion (adicionales, reajustes, etc)	1.-	la diferencia esta principalmente en la variacion del reajuste total	S/ 252,836.64	
DIF.MARGEN		diferencia de margenes por fase	1.-	-----	-S/ 21,548.03	

Ilustración 107: RP – N°01 – partida de control - encofrado

Figura 108

Control acero

PARTIDA DE CONTROL		0240 ACERO				
VARIABLE	TIPO	DEFINICION		SUSTENTO	VALOR CALCULADO	RP POR FASE
a	costo	variacion de costo en la proyeccion	1.-	se sincero el ratio de rendimiento del personal obrero	-S/ 255,766.16	-S/ 162,385.17
			2.-	se sincero el % de desperdicio del material		
b	costo	variacion de costo incurrido a la fecha actual	1.-	el costo real fue menor al programado debido a que la produccion tuvo un avance lento y no se cumplio la programacion, lo cual se puede corroborar con el PPC el cual para este primer mes fue de 71%	-S/ 70,536.56	
c	venta	variacion de la venta incurrido a la fecha actual	1.-	la venta real fue menor al programado debido a que la produccion tuvo un avance lento y no se cumplio la programacion, lo cual se puede corroborar con el PPC el cual para este primer mes fue de 71%	S/ 238,929.80	
d	venta	variacion de la venta en la proyeccion (adicionales, reajustes, etc)	1.-	la diferencia esta principalmente en la variacion del reajuste total	S/ 406,914.69	
DIF.MARGEN		diferencia de margenes por fase	1.-	-----	-S/ 12,522.02	

Ilustración 108: RP – N°01 – partida de control – acero

Figura 109

Control sistema antisísmico

PARTIDA DE CONTROL		0250 SISTEMA ANTISISMICO				
VARIABLE	TIPO	DEFINICION		SUSTENTO	VALOR CALCULADO	RP POR FASE
a	costo	variacion de costo en la proyeccion	1.-	se sincero el monto contractual con el subcontratista	-S/ 27,859.85	S/ -
b	costo	variacion de costo incurrido a la fecha actual			S/ -	
c	venta	variacion de la venta incurrido a la fecha actual			S/ -	
d	venta	variacion de la venta en la proyeccion (adicionales, reajustes, etc)	1.-	la diferencia esta principalmente en la variacion del reajuste total	S/ 155,574.36	
DIF.MARGEN		diferencia de margenes por fase	1.-	-----	S/ -	

Ilustración 109: RP – N°01 – partida de control – sistema antisísmico

Figura 110

Control, juntas, sellos

PARTIDA DE CONTROL		0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES				
VARIABLE	TIPO	DEFINICION	SUSTENTO		VALOR CALCULADO	RP POR FASE
a	costo	variacion de costo en la proyeccion			S/ -	S/ -
b	costo	variacion de costo incurrido a la fecha actual			S/ -	
c	venta	variacion de la venta incurrido a la fecha actual			S/ -	
d	venta	variacion de la venta en la proyeccion (adicionales, reajustes, etc)	1.-	la diferencia esta principalmente en la variacion del reajuste total	S/ 1,815.69	
DIF.MARGEN		diferencia de margenes por fase	1.-	-----	S/ -	

Ilustración 110: RP – N°01 – partida de control – juntas, sellos y anclajes

Figura 111

Control estructuras metálicas

PARTIDA DE CONTROL		0270 ESTRUCTURAS METALICAS				
VARIABLE	TIPO	DEFINICION	SUSTENTO		VALOR CALCULADO	RP POR FASE
a	costo	variacion de costo en la proyeccion	1.-	se sincero el monto contractual con el subcontratista	S/ 145,849.69	S/ -
b	costo	variacion de costo incurrido a la fecha actual			S/ -	
c	venta	variacion de la venta incurrido a la fecha actual			S/ -	
d	venta	variacion de la venta en la proyeccion (adicionales, reajustes, etc)	1.-	la diferencia esta principalmente en la variacion del reajuste total	S/ 130,614.04	
DIF.MARGEN		diferencia de margenes por fase	1.-	-----	S/ -	

Ilustración 111: RP – N°01 – partida de control – estructuras metálicas

Como se puede verificar, el RP POR FASE de cada partida control que se calculó mediante una fórmula que involucra a las variables es igual que el RP calculado en la Figura N°119, con ello se verifica que el margen proyectado es confiable y está sustentado.

4.4.4.6 PRESENTACION DE RESULTADOS

Todos los resultados que se procesan y obtienen periódicamente se presentan mediante un informe a gerencia, el cual es expuesto la segunda semana de cada mes habitualmente, este informe puede ser presentado en varios formatos, para efecto de esta tesis se utilizara un formato tradicional. En este informe presentamos los datos recopilados y también sustentamos como llegamos a esos resultados, asimismo con la ayuda del área de producción presentamos la información de los meses siguientes en relación a nuestro cronograma interno.

También se presenta un análisis contractual del proyecto, en relación a los adicionales que se presentan, las ampliaciones de plazo y los procesos arbitrales y reclamos. Otro punto importante de este informe es en avance en relación a la gestión BIM que se tiene en el proyecto, como se detalla en la estructura siguiente.

Figura 112

Estructura	
INDICE	
1. Informe del Periodo Actual.	
1.1. PPC Y CNC acumulado	
1.2. Valor ganado	
1.3. Resultado Operativo (RO)	
a) Diferencias del mes por avance y por precio (REAL – PREVISTO)	
b) Diferencias del total (TOTAL ACTUAL – TOTAL ANTERIOR)	
c) Sustento del resultado pendiente.	
d) Proyección del mes que viene.	
2. Informe de los Periodos Siguietes.	
2.1. Look Ahead	
2.2. Proyección de valorización	
2.3. Flujo de Caja	
2.4. Procura y adjudicaciones	
3. Estatus contractual	
3.1. Adicionales	
3.2. Ampliaciones de plazo.	
3.3. Reclamos y procesos arbitrales.	
4. Gestión Bim	
4.1. Resolución de interferencias.	
4.2. Avance de planos compatibilizados.	

Ilustración 112: Estructura de presentación del informe periódico

4.4.4.7 MEDIDAS CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS

En esta parte durante la reunión de presentación del informe se generan medidas correctivas y preventivas en relación al estado actual del proyecto. Estas medidas son aplicadas durante el periodo siguiente.

4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la presente investigación, se ha empleado un enfoque cuantitativo, con el propósito de evaluar el impacto de la variable independiente: Metodologías BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK, sobre la variable dependiente: Planificación y Control de Costos en el proyecto de construcción del Hospital Chupaca, Junín 2023. Dado que el proyecto se inició ya con la aplicación de estas metodologías, el análisis estadístico se centra en evaluar la evolución de los indicadores clave a lo largo del período comprendido entre septiembre de 2021 y junio de 2022, con el objetivo de medir su efectividad en la gestión del cronograma y costos del proyecto.

TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos analizados provienen de registros documentales oficiales del proyecto, incluyendo reportes de costos y valorizaciones, cronogramas de obra y planificación semanal, así como indicadores de desempeño financiero y operativo registrados mensualmente. Para garantizar la fiabilidad del análisis, se aplicaron los siguientes procedimientos:

- Depuración de datos: Eliminación de valores inconsistentes o incompletos.
- Codificación de variables: Estandarización de valores para su análisis estadístico.
- Estructuración temporal: Organización de datos en función de períodos mensuales para evaluar la evolución de los indicadores.

MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS

Para analizar la relación entre las variables, se emplearon técnicas de estadística descriptiva e inferencial. En primer lugar, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para los indicadores de planificación y control de costos, incluyendo el Índice de Eficiencia del Costo (CPI), Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI), Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y Margen Económico Final.

Estadística Descriptiva: Se utilizaron medidas de tendencia central como media y mediana, así como gráficos de evolución temporal.

Estadística Inferencial: Se aplicó la prueba t de Student para evaluar la evolución de los indicadores a lo largo del tiempo.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Tabla 9

Indicador	Estadístico t	Valor p	Conclusión
Índice de Eficiencia del Costo (CPI)	1.825	0.101	No se rechaza H_0

Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI)	1.558	0.154	No se rechaza H_0
Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)	-89.770	1.34e-14	Se rechaza H_0
Margen Económico Final	19.871	9.61e-09	Se rechaza H_0

Tabla 11: Análisis T-Student.

RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES

El análisis de los indicadores confirma que la implementación de BIM, Last Planner System y la metodología del Valor Ganado desde el inicio del proyecto permitió un desempeño estable en la eficiencia de costos (CPI) y cronograma (SPI). Sin embargo, su impacto se hizo más evidente en el cumplimiento del plan (PPC) y en la rentabilidad del proyecto (Margen Económico Final), los cuales mostraron una mejora significativa a lo largo del tiempo.

SOFTWARE UTILIZADO

Para el procesamiento y análisis de datos, se emplearon herramientas especializadas, tales como:

- Microsoft Excel: Para la estructuración y visualización de datos.
- SPSS y R Studio: Para la aplicación de pruebas estadísticas inferenciales.

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico permitió evaluar con rigor el impacto de BIM, Last Planner System y la metodología del Valor Ganado bajo el enfoque del PMBOK en la planificación y control de costos del proyecto Hospital Chupaca, Junín 2023. Se concluye que:

- CPI y SPI: No se rechaza H_0 , lo que significa que aunque variaron, la prueba estadística indica que los cambios podrían deberse a fluctuaciones normales dentro del proyecto y no exclusivamente a la aplicación de las metodologías.
- PPC y Margen Económico Final: Se rechaza H_0 , lo que indica que sí hubo un impacto significativo en la mejora del cumplimiento del plan y en la rentabilidad del proyecto tras la implementación de las metodologías.

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL COSTO (CPI)

Figura 113

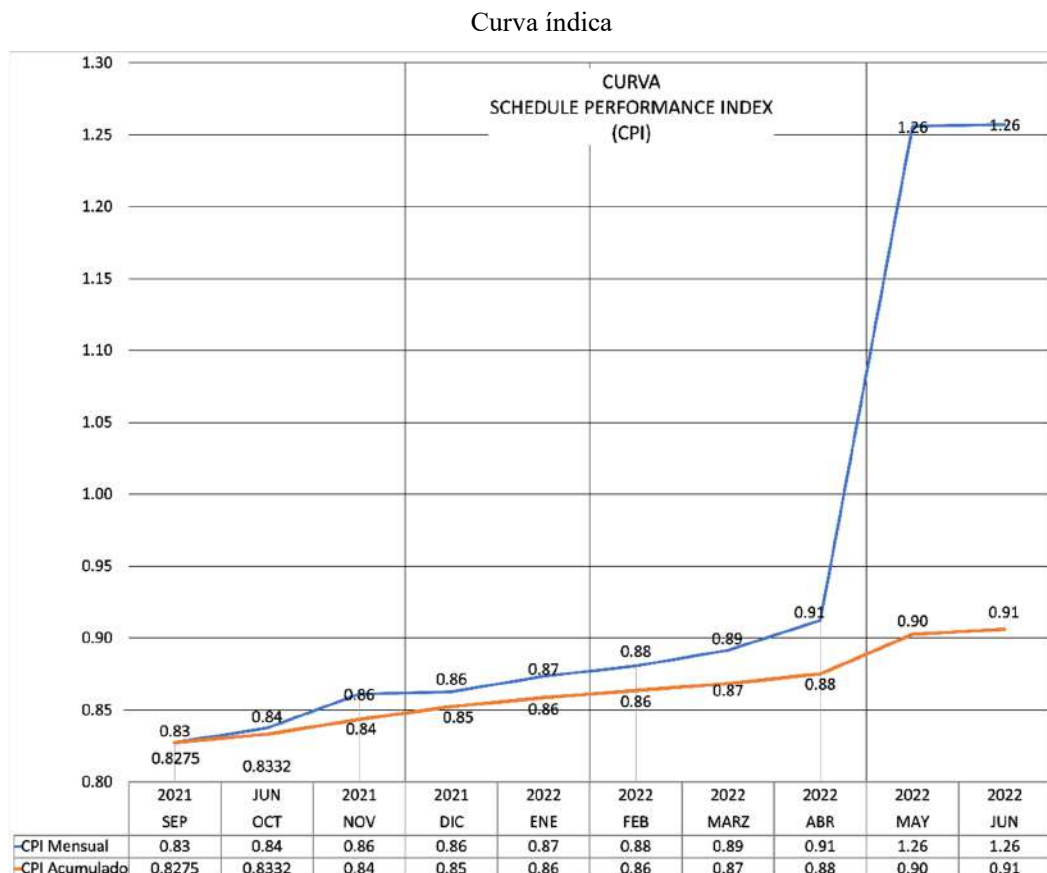


Ilustración 113: Curva del Índice de Eficiencia del Costo.

INTERPRETACIÓN

Acorde a la tabla de la figura 113, el CPI mensual ha mostrado una evolución positiva, comenzando en 0.83 y alcanzando 1.26 en los últimos meses. Este comportamiento refleja una mejora progresiva en la eficiencia del uso de los recursos económicos, lo que indica que, con el tiempo, los costos ejecutados han sido menores en relación con el valor generado en la obra.

Durante los primeros meses, el CPI menor a 1.0 indica que hubo costos adicionales o sobrecostos debido a ajustes en planificación, retrasos o dificultades operativas. Sin embargo, conforme avanzó el proyecto, el CPI mejoró, lo que puede explicarse por una mejor gestión de recursos, una mayor precisión en las estimaciones y una curva de aprendizaje en la implementación de metodologías de control de costos.

En los meses en los que el PPC fue bajo, el CPI también presentó valores menores a 1.0, lo que sugiere que el incumplimiento del plan generó costos adicionales por actividades retrasadas o reprocesos. Cuando el PPC mejoró, el CPI también mostró una tendencia positiva, indicando que la ejecución más eficiente de las tareas programadas permitió optimizar el uso de recursos y controlar mejor los costos. Sin embargo, aunque el CPI mejoró, el Margen Económico Final se redujo, pasando de 9.26% a 6.57%. Esto indica que, aunque se lograron mejoras en la eficiencia de costos, los sobrecostos acumulados en las fases iniciales y algunos imprevistos en la obra impactaron negativamente la rentabilidad del proyecto.

5.2. ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA (SPI)

Figura 114

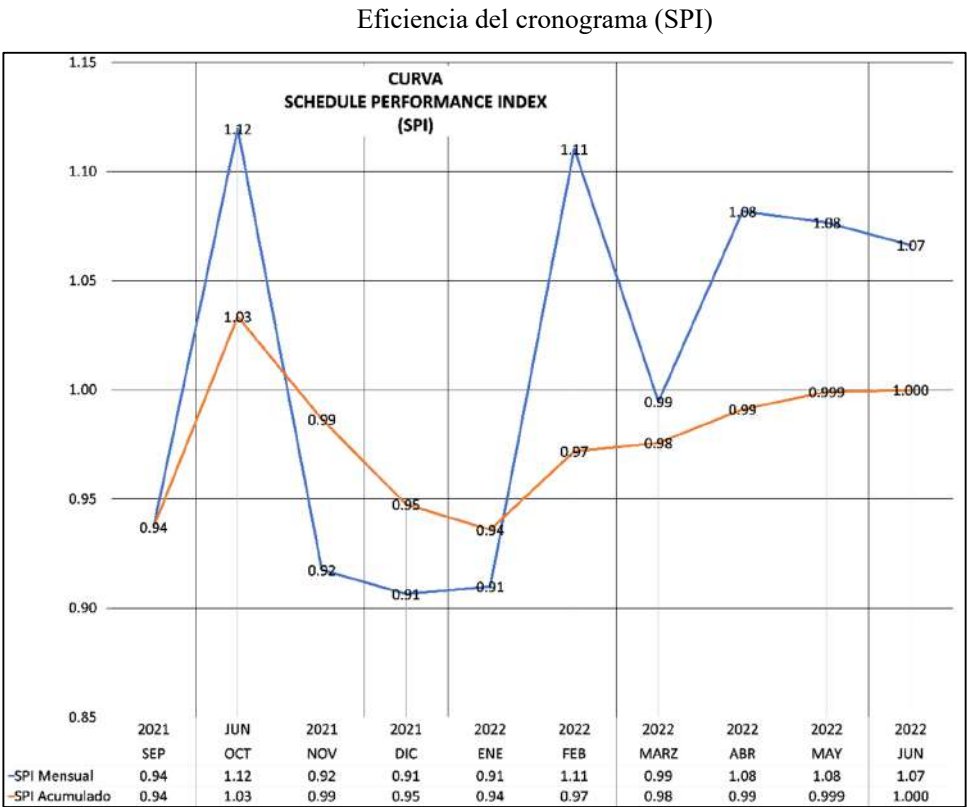


Ilustración 114: Curva del Índice de Eficiencia del Cronograma.

INTERPRETACIÓN

Acorde a la tabla de la figura 114, el SPI ha fluctuado entre 0.94 y 1.12, reflejando periodos de ejecución más rápida de lo planificado y otros de retrasos. En los momentos en que el SPI fue menor a 1.0, se identificó una

correlación con PPC bajos, lo que indica que no se logró completar las tareas programadas dentro del tiempo estipulado, generando acumulaciones de trabajo y posibles costos adicionales. En cambio, cuando el SPI superó 1.0, se observó una relación positiva con el CPI, indicando que la aceleración en la ejecución de actividades permitió optimizar costos, probablemente al reducir tiempos muertos y evitar gastos indirectos prolongados. No obstante, la relación con el Margen Económico Final muestra que, aunque en algunos periodos el SPI y CPI mejoraron, la rentabilidad continuó disminuyendo. Esto sugiere que los retrasos iniciales pudieron generar sobrecostos que no pudieron ser recuperados en la fase final del proyecto.

5.3. PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO (PPC)

Figura 115

Porcentaje del plan completado (PPC)

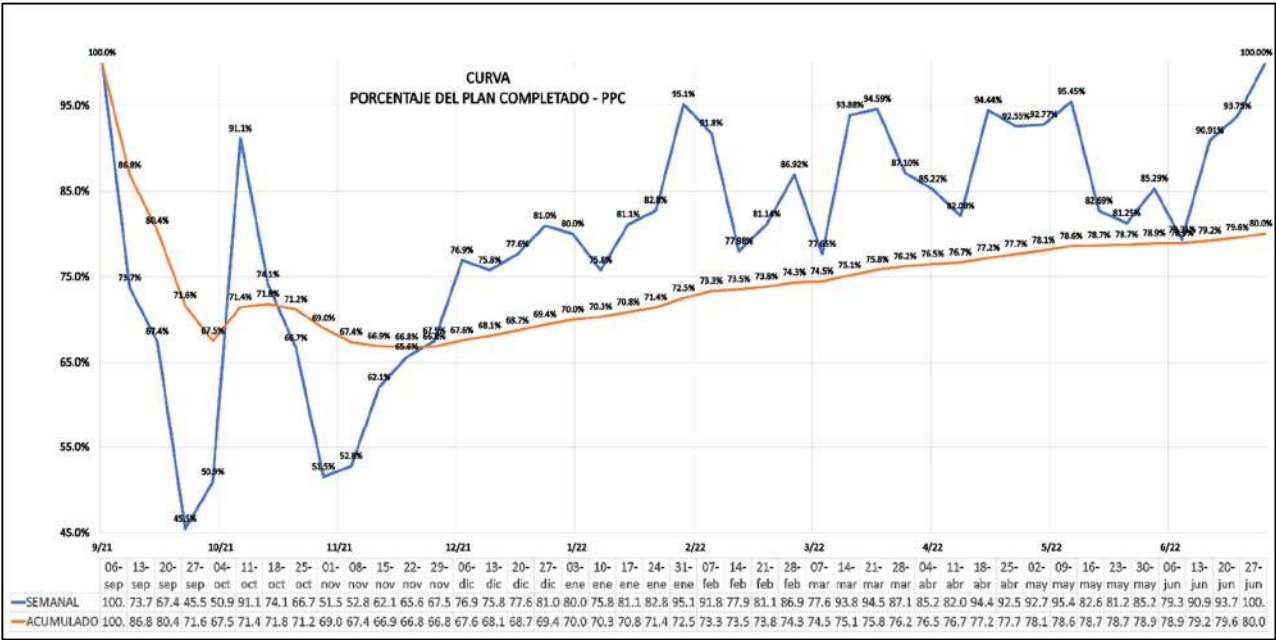


Ilustración 115: Curva del PPC.

INTERPRETACIÓN

Acorde a la tabla de la figura 115, el PPC ha mostrado una mejora progresiva en la investigación, partiendo de valores cercanos al 46.6% en los primeros meses hasta alcanzar 80.0% al final. Esta tendencia indica

que, con el tiempo, el equipo de trabajo logró una mayor alineación con la planificación, aumentando la efectividad en la ejecución de las tareas programadas. Sin embargo, el hecho de que el PPC inicial fuera bajo sugiere que existieron problemas en la planificación o en la ejecución de actividades, posiblemente debido a ajustes en los procesos constructivos, falta de coordinación en los equipos de trabajo o disponibilidad de recursos. A medida que se implementaron controles más estrictos y metodologías de mejora, el PPC aumentó, reflejando un mejor cumplimiento de los compromisos semanales. El comportamiento del PPC tiene una fuerte relación con el SPI y el CPI. Cuando el PPC mejoró, el SPI también tendió a ser más alto, lo que sugiere que una mayor disciplina en la ejecución de tareas permitió reducir desviaciones en el cronograma. Por otro lado, cuando el PPC tuvo valores bajos, se observó un impacto en el CPI, ya que el incumplimiento de tareas planificadas pudo generar costos adicionales por reprocesos o reasignaciones de recursos.

5.4. ANÁLISIS DEL MARGEN ECONÓMICO

Figura 116

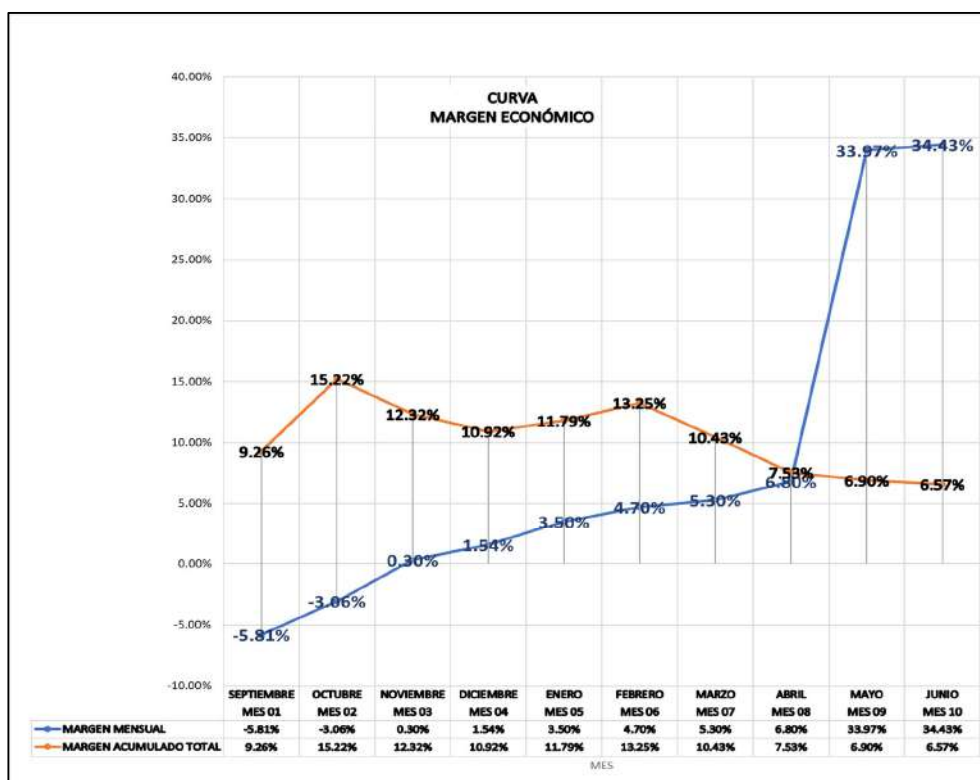


Ilustración 116: Curva de desempeño del Margen Económico

INTERPRETACIÓN

Acorde a la tabla de la figura 132, el Margen Económico Acumulado Final ha experimentado una reducción progresiva, pasando de 9.26% en los primeros meses a 6.57% al cierre del análisis. Esta disminución puede explicarse por el incremento en costos operativos a lo largo del tiempo, ajustes en el presupuesto y posibles imprevistos en la ejecución del proyecto. El comportamiento del margen está directamente influenciado por el CPI y el SPI. En los meses en los que el CPI mejoró, el margen se estabilizó, lo que indica que una mejor gestión de costos ayudó a mantener la rentabilidad del proyecto. Sin embargo, en los periodos donde el SPI fue bajo, se identificaron impactos negativos en el margen, lo que sugiere que los retrasos en la ejecución pudieron haber generado costos adicionales en la obra, reduciendo las utilidades. Otro aspecto clave es que, aunque el PPC mejoró en los últimos meses, el margen económico continuó disminuyendo, lo que sugiere que el cumplimiento tardío de tareas no logró compensar los costos adicionales generados anteriormente. Esto destaca la importancia de una planificación inicial más rigurosa para evitar sobrecostos que afecten la rentabilidad global del proyecto.

CAPÍTULO VI DISCUSIÓN

6.1. ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL COSTO (CPI)

En la presente investigación, según la tabla de la imagen 110, el Índice de Eficiencia del Costo (CPI) ha mostrado una tendencia creciente a lo largo del período de análisis, pasando de 0.83 a 1.26, lo que indica una mejora en la eficiencia del costo en la ejecución del proyecto. Este resultado es comparable con lo reportado por Durón-González, Rivas-Tovar y Cárdenas Tapia (2022), quienes analizaron 34 proyectos hospitalarios en México y encontraron que aquellos que implementaron metodologías Lean Construction y BIM lograron CPI superiores a 1.20. De manera similar, Carmona (2019) en su estudio de proyectos hospitalarios en Perú observó que el CPI aumentó de 0.80 a 1.10 con la aplicación de Last Planner System. Sin embargo, la diferencia con los valores obtenidos en esta investigación podría deberse a factores internos de gestión, como una planificación más rigurosa y una optimización de costos más efectiva en fases avanzadas del proyecto. La adopción progresiva de metodologías BIM y LPS también podría haber influido en esta mejora. En comparación con lo encontrado por Quiñonez Pablo (2021) en proyectos de infraestructura vial, donde el CPI fluctuó entre 0.90 y 1.05, se observa que en proyectos hospitalarios la optimización de costos tiende a ser más eficiente, posiblemente debido a mayores controles financieros y estándares normativos más estrictos.

6.2. ÍNDICE DE EFICIENCIA DEL CRONOGRAMA (SPI)

En la presente investigación, según la tabla de la imagen 111, el Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI) ha presentado valores fluctuantes, oscilando entre 0.94 y 1.12, lo que indica que hubo periodos en los que el avance del proyecto estuvo alineado con la planificación y otros en los que se presentaron desviaciones. Sánchez y Rodríguez (2020) identificaron que en proyectos hospitalarios con BIM, el SPI varió entre 0.88 y 1.15, lo que sugiere que la implementación de esta metodología ayuda a reducir atrasos, pero no los elimina completamente. En comparación con Carmona (2019), quien reportó SPI en el rango de 0.85 a 1.05, se observa que en esta investigación los valores han sido ligeramente superiores, lo que podría estar relacionado con un mejor control del cronograma a través de la coordinación digital de las actividades y el monitoreo continuo del desempeño. Sin embargo, las desviaciones observadas en algunos periodos pueden deberse a factores externos, como la disponibilidad de materiales, cambios en el diseño o demoras en aprobaciones.

6.3. PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO (PPC)

En la presente investigación, según la tabla de la imagen 112, el Porcentaje de Plan Completado (PPC) ha mostrado una mejora progresiva, iniciando en un 46.6% en los primeros meses y alcanzando un 80.0% al final del análisis. Este resultado es consistente con lo encontrado por Ballard (2000) en su estudio sobre Last Planner System, donde demostró que el PPC puede mejorar entre un 15% y 30% con la implementación de metodologías de planificación colaborativa. Comparando con Rojas y Landaeta (2018), quienes analizaron proyectos en Chile, se encontró que los valores promedio de PPC en proyectos sin LPS fueron del 55%, mientras que en proyectos con Last Planner System se elevaron a 75-85%. En este sentido, los resultados obtenidos en la presente investigación confirman la tendencia de mejora con la aplicación de herramientas de control y planificación. Sin embargo, la variabilidad observada en ciertos periodos podría explicarse por factores operativos y logísticos, como

restricciones en el suministro de materiales y ajustes en la programación de actividades críticas.

6.4. MARGEN ECONÓMICO

En la presente investigación, , según la tabla de la imagen 113, el Margen Económico Final ha mostrado una disminución progresiva desde 9.26% en los primeros meses hasta 6.57% al cierre del periodo de análisis. Esto podría estar relacionado con el incremento de costos no planificados o sobrecostos en etapas avanzadas del proyecto. Ramírez et al. (2017) en su estudio de gestión financiera en proyectos hospitalarios encontraron que, en promedio, los márgenes económicos finales suelen reducirse entre un 5% y 10% debido a imprevistos en obra y ajustes en costos indirectos. En contraste, Durón-González et al. (2022) encontraron que los proyectos con una adecuada integración de Lean y BIM lograron mantener márgenes económicos por encima del 8%, lo que sugiere que una mayor integración de estas metodologías podría haber ayudado a mantener un margen más alto. La reducción en el presente caso puede atribuirse a factores específicos del proyecto, como variaciones en precios de insumos y ajustes en la logística de construcción.

CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En la evaluación realizada en la presente investigación respecto al planeamiento y control de costos mediante BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK, se ha determinado que la aplicación de estas metodologías ha tenido un impacto significativo en la gestión del cronograma, costos y desempeño financiero del proyecto de construcción del Hospital Chupaca, Junín, 2023. Los resultados obtenidos muestran que el Índice de Eficiencia del Costo (CPI) presentó una mejora progresiva, pasando de 0.83 a 1.26, según la tabla de la ilustración 110, reflejando una optimización en la ejecución de costos a medida que avanzó el proyecto. Sin embargo, la rentabilidad global se vio afectada por los costos adicionales acumulados en las primeras fases, lo que llevó a una disminución del Margen Económico Final, que pasó de 9.26% a 6.57%, de acuerdo la tabla de la ilustración 113. El Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI) osciló entre 0.94 y 1.12, de acuerdo a la tabla de la imagen 111, evidenciando periodos con avances acelerados y otros con retrasos en la ejecución. A su vez, el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) pasó de 46.6% en los primeros meses a 80.0%, acorde a la ilustración 112, demostrando una mejora progresiva en la capacidad del equipo para cumplir con las tareas programadas. Finalmente, se determina que la implementación del Modelo Integrado de Gestión BIM-Lean-RO permitió mejorar significativamente la eficiencia en costos y tiempos; no obstante, la rentabilidad final se vio impactada por desviaciones iniciales.
- En la evaluación realizada en la presente investigación respecto al planeamiento y control de costos con BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK se ha determinado que ha influido positivamente en el Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI). Acorde a la tabla de la ilustración 111, este indicador fluctuó entre 0.94 y 1.12, reflejando que, aunque hubo momentos de cumplimiento eficiente, también se presentaron retrasos que afectaron el ritmo de ejecución del proyecto. Cuando el SPI estuvo por debajo de 1.0, se evidenció que los trabajos avanzaban más lentamente de lo programado, lo que generó acumulaciones de tareas y riesgos de sobrecostos. En los periodos donde el SPI superó 1.0, se observó un mejor desempeño en la ejecución del cronograma, optimizando la eficiencia del tiempo. Finalmente, se concluye que

la implementación del Modelo Integrado de Gestión BIM-Lean-RO ha influido positivamente en la ejecución del proyecto, permitiendo culminarlo dentro del plazo contractual establecido.

- En la evaluación realizada en la presente investigación respecto al planeamiento y control de costos con BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK han influido directamente en el Índice de Eficiencia del Costo (CPI). Los resultados obtenidos en la tabla de la figura 110, el muestran que el CPI pasó de 0.83 a 1.26, evidenciando una mejora progresiva en la relación entre los costos ejecutados y el valor ganado del proyecto. El uso de BIM permitió reducir sobrecostos iniciales, optimizando la planificación de recursos y minimizando retrabajos. La aplicación de Last Planner System (LPS) contribuyó a un mayor cumplimiento del plan de trabajo, reflejado en el aumento del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) de 46.6% a 80.0%, acorde a lo ilustración 112, lo que mejoró la predictibilidad de los costos y redujo desperdicios. Sin embargo, a pesar de la mejora en el CPI, el Margen Económico Final disminuyó de 9.26% a 6.57%, acorde a la ilustración 113, lo que indica que los sobrecostos acumulados en las primeras fases del proyecto impactaron la rentabilidad total. Se concluye que, si bien la eficiencia del costo mejoró con el tiempo, una planificación temprana más rigurosa y un monitoreo continuo del CPI, SPI y PPC son fundamentales para garantizar la estabilidad financiera del proyecto y evitar pérdidas en la rentabilidad final. Finalmente, se ha determinado que el desempeño que la influencia del Modelo Integrado de Gestión BIM-Lean-RO, influye positivamente porque se logró la ejecución del proyecto con un costo menor al presupuesto contractual.
- En la evaluación realizada en la presente investigación respecto al planeamiento y control de costos mediante BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK, se ha determinado que han influido en el PPC del proyecto de construcción del Hospital Chupaca, Junín 2023, reflejado en la evolución del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). Acorde a la tabla de la figura 112, los resultados obtenidos muestran que el PPC pasó de 46.6% a 80.0%, lo que indica una mejora progresiva en el cumplimiento de las tareas programadas. La implementación de Last Planner System (LPS) permitió optimizar la coordinación entre equipos de trabajo, reducir incertidumbres en la ejecución y mejorar la predictibilidad del cronograma. Además, la integración de

BIM facilitó la planificación de actividades y la detección de interferencias, contribuyendo a una mayor eficiencia en el desarrollo del proyecto. La evolución del PPC tuvo una relación directa con los indicadores de desempeño del proyecto. En los periodos donde el PPC fue bajo, el Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI) se mantuvo por debajo de 1.0, lo que evidenció retrasos acumulativos en la ejecución de actividades. A medida que el PPC mejoró, el SPI y el Índice de Eficiencia del Costo (CPI) también mostraron valores positivos, reflejando una ejecución más eficiente en términos de tiempo y costos. Sin embargo, a pesar del aumento en el PPC, acorde a la ilustración 113 la reducción del Margen Económico Final de 9.26% a 6.57% evidencia que el cumplimiento tardío de tareas no logró compensar los costos adicionales generados en las primeras fases del proyecto. Se concluye que, si bien el PPC es un indicador clave para evaluar la alineación entre la planificación y la ejecución, su efectividad depende de una aplicación temprana y rigurosa de Last Planner System y BIM, asegurando que el plan de trabajo se cumpla desde el inicio para evitar impactos financieros negativos. Finalmente, se ha determinado que el desempeño que la influencia del Modelo Integrado de Gestión BIM-Lean-RO, influye positivamente porque se logró la ejecución del proyecto dentro del plazo contractual.

- En la evaluación realizada en la presente investigación respecto al planeamiento y control de costos mediante BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK, se ha determinado influyen en el Margen Económico Final del proyecto de construcción del Hospital Chupaca, Junín 2023, acorde a la tabla de la figura 113, los resultados obtenidos muestran que el Margen Económico Final pasó de 9.26% a 6.57%, evidenciando una disminución progresiva a lo largo del proyecto. Esta reducción sugiere que, a pesar de las mejoras en la eficiencia del costo (CPI de 0.83 a 1.26, según ilustración 110) y en el cumplimiento de tareas planificadas (PPC de 46.6% a 80.0%, según ilustración 112), los sobrecostos acumulados en las primeras fases del proyecto impactaron negativamente la rentabilidad final. La relación entre los indicadores confirma que, aunque la eficiencia en costos y cronograma mejoró en las etapas finales, el impacto financiero de los retrasos iniciales y la gestión de recursos influyó en la reducción del margen. En los periodos donde el SPI fue menor a 1.0, se generaron sobrecostos debido a retrasos en la ejecución, afectando el control financiero del proyecto. Asimismo, aunque el PPC mostró una tendencia ascendente, su recuperación tardía no fue suficiente para revertir las pérdidas acumuladas en las primeras etapas. Se concluye que el Margen Económico Final

no solo depende de la eficiencia en la ejecución de costos y tiempos, sino de una planificación inicial rigurosa que minimice riesgos financieros y controle desviaciones desde las primeras fases del proyecto. Para futuras implementaciones, se recomienda un monitoreo constante del CPI, SPI y PPC para garantizar un equilibrio entre costo, tiempo y rentabilidad. Finalmente, se ha determinado que el desempeño que la influencia del Modelo Integrado de Gestión BIM-Lean-RO, influye positivamente porque se logró la ejecución del proyecto con un margen financiero positivo.

RECOMENDACIONES

- En función de los resultados obtenidos en la presente investigación respecto al planeamiento y control de costos mediante BIM, Last Planner System y Resultado Operativo bajo el enfoque del PMBOK, se recomienda la aplicación temprana y continua de estas metodologías en las fases iniciales del proyecto. Se ha evidenciado que la integración de estas herramientas permite mejorar el desempeño del costo, cronograma y planificación de actividades, optimizando la ejecución y reduciendo desviaciones que afectan la rentabilidad final del proyecto. Para proyectos futuros, es fundamental que el seguimiento del Índice de Eficiencia del Costo (CPI), Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI), Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y Margen Económico Final se realice de manera sistemática y coordinada. Esto permitirá detectar a tiempo las desviaciones en costos y plazos, asegurando una correcta gestión del proyecto. Asimismo, la aplicación de herramientas digitales como BIM y Last Planner System facilitará la planificación y el control de la ejecución, mejorando la predictibilidad y la eficiencia operativa.
- En función de los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda que para la mejora del Índice de Eficiencia del Costo (CPI), se recomienda fortalecer el control financiero del proyecto desde la fase de preconstrucción, implementando herramientas que permitan una mejor gestión de los recursos y costos. La utilización de BIM para la simulación de costos facilitará la detección temprana de interferencias y sobrecostos, permitiendo la optimización de los presupuestos. Asimismo, la aplicación de auditorías financieras periódicas y el ajuste dinámico del presupuesto en función del avance del proyecto contribuirán a la estabilidad del CPI.
- En función de los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda que para la mejora del Índice de Eficiencia del Cronograma (SPI), se recomienda implementar Last Planner System (LPS) desde la planificación inicial del proyecto, asegurando que la ejecución de actividades se realice conforme a lo programado. Además, es fundamental desarrollar mecanismos de monitoreo continuo del SPI, permitiendo identificar retrasos y aplicar estrategias de corrección oportunas. La coordinación entre los distintos actores del proyecto debe fortalecerse mediante reuniones colaborativas y la implementación de

herramientas digitales para la gestión de la programación, como BIM y software de control de obra.

- En función de los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda que para la mejora del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), se recomienda establecer una planificación realista basada en datos históricos y en la capacidad operativa del proyecto, asegurando que los objetivos sean alcanzables y sostenibles en el tiempo. La implementación de sistemas visuales de control, reuniones diarias de planificación y ajustes periódicos del PPC permitirá mejorar la eficiencia en la ejecución de tareas. Además, es crucial que los equipos de trabajo reciban capacitación en metodologías de planificación y gestión de proyectos, fomentando una cultura de cumplimiento y compromiso con la ejecución programada.
- En función de los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda que para la mejora del Margen Económico Final, se recomienda un enfoque integral que considere la optimización de costos desde la fase de planificación, minimizando sobrecostos imprevistos mediante un análisis detallado de las partidas presupuestarias y la correcta gestión del flujo de caja. La alineación del CPI, SPI y PPC garantizará que la optimización en costos y tiempos contribuya efectivamente a la mejora de la rentabilidad del proyecto. Asimismo, es fundamental implementar herramientas de monitoreo financiero continuo, permitiendo detectar desviaciones en tiempo real y aplicar estrategias correctivas de manera oportuna.

CAPÍTULO VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcalá, L. y Viloria, G. (2008). Propuesta de una Plan Integral de Control de costos para proyectos de ingeniería, basado en el concepto del valor ganado. (Tesis de Titulación de Ingeniería Industrial). Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.

Ballard, H. (2000). The Last Planner System of Production Control. Birmingham, Inglaterra: The University of Birmingham.

Briceño, O. (2003). Implantación del Sistema de Planeamiento y Control de Costos por procesos para empresas de construcción. (Tesis de Titulación de Ingeniería Industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Celis, K. (2019). Control de costos en un edificio multifamiliar aplicado a una constructora. UPC, Lima.

Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción. Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica.

Guillerhua Perea, Giovanni Andres, Huachaca Talaverano, David Florencio; Pingo Román, Juan Hugo (2017) Propuesta para llevar el control de costos y tiempo a nivel de gerencia en obras de edificación durante la etapa de ejecución, según el método del Valor ganado, UPC.

Pérez Lama, C.A. (2016). Implementación del método del resultado Operativo en la ampliación del campus de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (San Martín de Porres – Lima). Lima: Universidad de San Martín de Porres.

Project Management Institute (PMI). (2017). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) – Sexta Edición

Zapata Degregori, M. P. (2003). Control de costos de una operación minera mediante el método del “resultado operativo”. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Wu, P., Low, S. P., & Jin, X. (2019). A Systematic Review of Lean Construction in Mainland China. Li, H., Yang, L., & Wang, Y. (2020). The Integration of BIM and Lean Construction for Enhanced Cost and Schedule Management in Public Infrastructure Projects in China.

Arroyo, P., & Valladares, Ó. (2020). Implementación del Last Planner System en un Proyecto de Vivienda Social en Chile.

González, A. (2020). Uso Integrado de Last Planner y Modelación 4D en la Construcción de Edificaciones.

Instituto Nacional de Calidad. (2016). NTP-ISO 21500:2016. Directrices para la dirección y gestión de proyectos.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2021a). NTP-ISO 19650-1:2021: Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil, incluyendo modelado de información de la construcción (BIM) – Gestión de la información mediante el uso de BIM – Parte 1: Conceptos y principios. Lima: INACAL.

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2021b). NTP-ISO 19650-2:2021. Organización y digitalización de la información sobre edificaciones y obras de ingeniería civil, incluida la modelación de información de la construcción (BIM) - Gestión de la información utilizando BIM - Parte 2: Proceso de entrega de activos. Lima: INACAL.

Carrera, L. R., & Mamani, D. J. (2023). Implementación del Last Planner System con BIM en el marco de la productividad y control de costos en el proyecto multifamiliar Central Home 20 pisos, ubicado en Lima 2023.

Lastaunau, Á., & Seijas, F. (2020). Integración de Last Planner System con la Guía PMBOK® en los procesos de gestión del cronograma y riesgos en proyectos de construcción. Caso de estudio: Construcción de Arranque de la Relavera B4.

Huamán, N. R., & Huamán, J. L. (2021). Optimización de Proyectos de Construcción en Lima mediante el Sistema de Planeamiento y Control de Costos por Procesos.

Zambrano, B., Caballero, S., & Ponce, E. (2020). Estado Actual de la Aplicación de la Metodología Lean Construction en la Gestión de Proyectos de Construcción en Colombia.

Suermann, P. C., & Issa, R. R. A. (2009). Evaluating the Impact of Building Information Modeling (BIM) on Construction.

Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y. N., & Leung, B. H. Y. (2015). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects.

Mo, Y., Sacks, R., & Eastman, C. M. (2012). BIM-based Last Planner System Tool for Improving Construction Project Management.

Ccama Condori, J., Quispe Mamani, E., & Cáceres Huanca, A. (2023). Identificación de áreas de mejora para evitar retrasos en proyectos de construcción en Perú.

BIMForum. (2024). Nivel de desarrollo: Especificación LOD. Parte I. Versión 2024 (Carlos Vera & Héctor Santacruz, Trads.) [Versión en español]. <https://www.bimforum.org/lod>

Carmona (2019) – Aplicación del SPI en proyectos hospitalarios públicos en Perú

Durón-González, Rivas-Tovar y Cárdenas Tapia (2022) – Evaluación de métodos de pronóstico EVM/ES en proyectos de construcción hospitalaria

Cantorín Huaynate, H. (2020). Análisis de aplicación de técnicas de valor ganado, cronograma ganado y ruta crítica en proyectos de construcción [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9595>

García de la Torre, C. (2016). Diseño de indicadores para la gestión de proyectos [Tesis de maestría, Universidad de Valladolid]. Repositorio UVaDoc. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/22086>

García, J. (2017). Análisis de la dirección y gestión del índice de desempeño del cronograma (SPI) en proyectos de construcción [Tesis de licenciatura, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio UMNG.

Laureano Meza, L. (2019). Análisis de la aplicación de la gestión del valor ganado y la programación ganada en proyectos de construcción [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7090>

Gómez, R., & Rodríguez, L. (2014). Aplicación del CPI en metodologías ágiles para el control financiero de proyectos de software. *Revista Mexicana de Ingeniería de Software*, 21(3), 45-59.

Pérez, J. (2020). Impacto del CPI en la optimización de costos en proyectos de infraestructura [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio UPM. <https://oa.upm.es/58941/>

González, V. A., Alarcón, L. F., & Molenaar, K. R. (2009). Multiobjective design of work-in-process buffer for scheduling execution in building projects. *Automation in Construction*, 18(2), 95-108.

Pons Achell, J. F., & Rubio Pérez, I. (2019). Lean Construction y la planificación colaborativa: Metodología del Last Planner® System. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

Ornelas Sarmiento, J. (2024). Implementación del Last Planner System en proyectos de construcción: Un estudio comparativo. *Revista de Ingeniería y Construcción*, 39(1), 45-60.

Miranda, G., & Torobisco, J. (2019). Aplicación de herramientas de control bajo el Last Planner System en proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(2), 123-134.

Pérez, L. C. A. (2017). Implementación del método del resultado operativo en la ejecución de proyectos de construcción [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3780>

Belloso-Araujo, M., García-Rodríguez, J. L., & Pérez-López, J. B. (2021). Rentabilidad en las empresas de construcción y montaje. *Revista Científica*, 41(1), 48–57.
https://www.researchgate.net/publication/351011802_Rentabilidad_en_las_empresas_de_construccion_y_montaje

García, J. P. (2019). Gestión de costos para incrementar la rentabilidad en proyectos de construcción [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2583>

Pinto, R., & Cari, E. (2020). Aplicación del método del valor ganado en el control de costos y cronogramas en la construcción de un sistema de alcantarillado en Puno, Perú.

Rodríguez, A., & Herrera, M. (2021). Gestión del valor ganado en la construcción de viviendas de interés social en Bogotá, Colombia.

Sánchez, C., & Cáceres, E. (2019). Implementación de la metodología del valor ganado en el control de costos y tiempo en una obra civil en la Refinería La Pampilla, Lima, Perú.

Alejo, P. F. L. (2019). Aplicación del Last Planner System para la mejora en la planificación y gestión de proyectos de construcción en Lima, Perú. Repositorio USMP.

Chinchay Ramírez, B. P. (2022). Aplicación del Last Planner System para mejorar la gestión del cronograma en proyectos de construcción en Lambayeque, Perú. Repositorio USS.

Navia-Solórzano, B. J., & Ruíz-Párraga, W. E. (2023). Metodología Lean Construction aplicada a la planificación de proyectos de urbanización y soluciones habitacionales: Caso de estudio en Ecuador. *Journal Scientific MQRInvestigar*, 7(4), 2164–2197. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.2164-2197>

Pérez, L. C. A. (2019). Implementación del método del resultado operativo en la gestión de proyectos de construcción [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP.

Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12th ed.). John Wiley & Sons.

Ramírez, A., & Vargas, E. (2021). Factores determinantes de la rentabilidad en la empresa Constructora del Pacífico S.A. durante el período 2020–2021 [Tesis de licenciatura, Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium]. <https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/2452/>

Rodríguez, M., & Córdova, J. (2021). Rentabilidad en las empresas de construcción y montaje. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/351011802_Rentabilidad_en_las_empresas_de_construccion_y_montaje

Abdirad, H., & Pishdad-Bozorgi, P. (2024). Impact of BIM usage levels on project performance. *Journal of Building Engineering*, 85, 107973. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1226798824052899>

Hosseini, M. R., Kalantar, S., Chileshe, N., & Arashpour, M. (2023). Quantifying BIM investment value: A systematic review. *Journal of Engineering, Design and Technology*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/jedt-06-2023-0259/full/html>

Khosrowshahi, F., & Arayici, Y. (2012). Benefit evaluation of implementing BIM in construction projects. *Automation in Construction*, 24, 35–46. https://www.researchgate.net/publication/320860821_Benefit_Evaluation_of_Implementing_BIM_in_Construction_Projects

Acuña Huanhuayo, J. J. (2022). Aplicación del método del resultado operativo como herramienta de control de costos en un proyecto de construcción de línea de transmisión subterránea [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12214/1/IV_FIN_105_TSP_Acu%C3%B1a_Huanhuayo_2022.pdf

Granda, F. (2017). Comparación del método del resultado operativo con el método del valor ganado en un proyecto de construcción con certificación LEED GOLD [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/629075>

Pérez, L. C. A. (2018). Implementación del método del resultado operativo en la gestión de proyectos de construcción: Caso ampliación del campus de la Universidad Privada Cayetano Heredia [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3780>

Muñoz Vega, E. A. (2021). Aplicación de los fundamentos del PMBOK en la construcción de la plataforma de lixiviación en pilas del Proyecto Conga [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/579>

Tineo Rodríguez, R. C. (2017). Dirección de proyecto con aplicación de la Guía del PMBOK en un proyecto de construcción de puente [Tesis de maestría,

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/610523/tineo_rc.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Torrejón García, A. (2023). Aplicación de la guía PMBOK 7ª edición a un proyecto de construcción de una vivienda unifamiliar [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Valladolid]. UVaDOC.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/69028/1/TFM-I-3030.pdf>

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK PARA EL PLANEAMIENTO Y EL CONTROL DE COSTOS EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.						
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE			
¿EN QUÉ MEDIDA LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL PLANEAMIENTO Y EL CONTROL DE COSTOS EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL PLANEAMIENTO Y EL CONTROL DE COSTOS EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023	LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE SUSTANCIALMENTE EN EL PLANEAMIENTO Y EL CONTROL DE COSTOS EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK	TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICADA ENFOQUE: CUANTITATIVO NIVEL: EXPLICATIVO DISEÑO: NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL TÉCNICAS: ANÁLISIS DOCUMENTAL Y ANÁLISIS TÉCNICO-OPERATIVO INSTRUMENTOS: MODELOS BIM (LOD 300), CRONOGRAMAS DE OBRA, REPORTES DE PPC, CURVAS S, HOJAS DE RESULTADO OPERATIVO Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA VALIDADA REFERENTES METODOLÓGICOS: GUÍA PMBOK® 6.ª EDICIÓN, METODOLOGÍA BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO COMO SISTEMAS ARTICULADOS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL	BIM, LAST PLANNER, RESULTADO OPERATIVO, VALOR GANADO	MODELO LOD 300, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA, CURVA S, PRESUPUESTO META Y PRESUPUESTO VENTA.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE			
¿CÓMO LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI) DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	EVALUAR LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI) EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE POSITIVAMENTE EN EL DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA-SPI EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS	TÉCNICA DE ANÁLISIS: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO MEDIANTE INDICADORES SPI, PPC, CPI, CURVA S Y MARGEN FINAL INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN: REGISTROS TÉCNICOS DEL PROYECTO, VALORIZACIONES, CRONOGRAMAS Y REPORTES DE AVANCE FÍSICO-FINANCIERO PROCESAMIENTO: COMPARACIÓN DE RESULTADOS ACUMULADOS Y MENSUALES, CÁLCULO DE RATIOS DE DESEMPEÑO Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA TEMPORAL Y ECONÓMICA DEL PROYECTO	PLANEAMIENTO	SPI
¿CÓMO LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO (PPC) DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	EVALUAR LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO (PPC) EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE POSITIVAMENTE EN EL PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO-PPC EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.			PLANIFICACIÓN	PPC
¿CÓMO LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL MARGEN FINAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	EVALUAR LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL MARGEN FINAL EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE POSITIVAMENTE EN EL MARGEN FINAL EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.			CONTROL DE COSTOS	MARGEN FINAL
¿CÓMO LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL DESEMPEÑO DEL COSTO (CPI) DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	EVALUAR LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE EN EL DESEMPEÑO DEL COSTO (CPI) EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.	LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL DE COSTOS CON METODOLOGÍAS BIM, LAST PLANNER SYSTEM Y RESULTADO OPERATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK INFLUYE POSITIVAMENTE EN EL DESEMPEÑO DEL COSTO-CPI EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN HOSPITAL CHUPACA, JUNÍN 2023.			GESTIÓN DE COSTOS	CPI

Anexo N° 2. Presupuesto meta faseado

PRESUPUESTO META FASEADO								
COD	PARTIDA DE CONTROL	PROYECCION COSTO				COSTO DE PARTIDAS CONTRACTUALES	COSTO DE PARTIDAS NO CONTRACTUALES	TOTAL PRESUPUESTO META A COSTO DIRECTO
		MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	SUBCONTRATOS			
	02 ESTRUCTURAS							
220	0220 CONCRETO							
230	0230 ENCOFRADO							
240	0240 ACERO							
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO							
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES							
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS							
		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -

Formato de presupuesto meta faseado

Anexo N° 3. Presupuesto venta faseado

PRESUPUESTO VENTA								
COD	PARTIDA DE CONTROL	PROYECCION COSTO				TOTAL PRESUPUESTO META A COSTO DIRECTO		
		MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	SUBCONTRATOS			
	02 ESTRUCTURAS							
220	0220 CONCRETO					S/	-	
230	0230 ENCOFRADO					S/	-	
240	0240 ACERO					S/	-	
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO					S/	-	
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES					S/	-	
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS					S/	-	
		S/	-	S/	-	S/	-	S/

Formato de presupuesto venta faseado

Anexo N° 4. Partidas de control

PARTIDAS DE CONTROL			
ID	CODIGO + PARTIDA DE CONTROL	UND	DESCRIPCION

Formato de partidas de control

Anexo N° 5. Centro de costo - Acumulación de Mano de Obra (MO)

[illegible]

Formato de acumulación de datos de mano de obra

Anexo N° 6. Centro de costo – Acumulación de Materiales (Mat)

[illegible]

Anexo N° 7. Centro de costo – Acumulación de Subcontratos (SC)

[illegible]

Anexo N° 8. Acumulación de datos de la Venta Contractual

CONTROL DE LA VENTA_RO				N°		01	
PROYECTO		HOSPITAL DE CHUPACA		ELABORADO POR		DENYS OSORIO Y DINA GUERRERO	
CLIENTE		GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN					
FECHA		02/05/2025		DATOS DEL PROYECTO			
RO - ACUMULADO AL MES DE CORTE				INTERVALO DE CONTROL		MENSUAL	
AÑO		2021		INICIO DEL PROYECTO			
MES		SETIEMBRE		AÑO		2021	
				MES		SEPT	
				DIA		12	
				DURACION		720 DIAS	

DATOS	FASES	ANEXO 01V	VALORIZACIONES	REAJUSTE	BD
-------	-------	-----------	----------------	----------	----

[illegible][illegible][illegible]

Formato de acumulación de datos de la venta contractual

Anexo N° 9. Proyección de Costo y Venta

[illegible]

Formato de acumulación de datos de la proyección de costo y venta

Anexo N° 10. Resultado Operativo

RESULTADO OPERATIVO MES DE SETIEMBRE											
COD	PARTIDA DE CONTROL	AÑOS PASADOS ACUMULADO AL 2020					AÑO PRESENTE 2021 AVANCE ACUMULADO AL MES DE AGOSTO				
		VENTA	COSTO	MARGEN	VENTA	COSTO	MARGEN				
	02 ESTRUCTURAS										
220	0220 CONCRETO	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
230	0230 ENCOFRADO	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
240	0240 ACERO	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-

RESULTADO OPERATIVO MES DE SETIEMBRE										
COD	PARTIDA DE CONTROL	MES ACTUAL DE SETIEMBRE - 2021								
		VENTA		COSTO						
		PROGRAMADO	REAL	PROGRAMADO	REAL					
	02 ESTRUCTURAS									
220	0220 CONCRETO		S/	-	S/	-				
230	0230 ENCOFRADO		S/	-	S/	-				
240	0240 ACERO		S/	-	S/	-				
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO		S/	-	S/	-				
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES		S/	-	S/	-				
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS		S/	-	S/	-				

RESULTADO OPERATIVO MES DE SETIEMBRE													
COD	PARTIDA DE CONTROL	AVANCE ACUMULADO AL MES DE SETIEMBRE							RESULTADO PENDIENTE				
		VENTA		COSTO		MARGEN							
		VENTA CONTRACTUAL	ADICIONALES - DEDUTIVOS	TOTAL	AL MES DE SETIEMBRE	ABSOLUTO	PONDERADO	COSTO APLICADO					
	02 ESTRUCTURAS												
220	0220 CONCRETO	S/	-	S/	-	S/	-	0%	0%	S/	-	S/	-
230	0230 ENCOFRADO	S/	-	S/	-	S/	-	0%	0%	S/	-	S/	-
240	0240 ACERO	S/	-	S/	-	S/	-	0%	0%	S/	-	S/	-
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/	-	S/	-	S/	-	0%	0%	S/	-	S/	-
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/	-	S/	-	S/	-	0%	0%	S/	-	S/	-
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/	-	S/	-	S/	-	0%	0%	S/	-	S/	-

RESULTADO OPERATIVO MES DE SETIEMBRE										
COD	PARTIDA DE CONTROL	PROYECCION								
		VENTA		COSTO		MARGEN				
		CONTRACTUAL	ADICIONALES - DEDUTIVOS	TOTAL	PROYECCION					
	02 ESTRUCTURAS									
220	0220 CONCRETO	S/	-	S/	-	S/	-			
230	0230 ENCOFRADO	S/	-	S/	-	S/	-			
240	0240 ACERO	S/	-	S/	-	S/	-			
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/	-	S/	-	S/	-			
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/	-	S/	-	S/	-			
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/	-	S/	-	S/	-			

RESULTADO OPERATIVO MES DE SETIEMBRE										
COD	PARTIDA DE CONTROL	MARGEN								
		ACUMULADO TOTAL AL MES DE SETIEMBRE					ACUMULADO TOTAL		ACUMULADO TOTAL	
		VENTA TOTAL	REAJUSTES	COSTO TOTAL	MARGEN DEL MES	%	MES ANTERIOR - AGOSTO	%	ORIGINAL	%
	02 ESTRUCTURAS									
220	0220 CONCRETO	S/	-	S/	-	S/	-	0%		
230	0230 ENCOFRADO	S/	-	S/	-	S/	-	0%		
240	0240 ACERO	S/	-	S/	-	S/	-	0%		
250	0250 SISTEMA ANTISISMICO	S/	-	S/	-	S/	-	0%		
260	0260 JUNTAS, SELLOS Y ANCLAJES	S/	-	S/	-	S/	-	0%		
270	0270 ESTRUCTURAS METALICAS	S/	-	S/	-	S/	-	0%		

Formato de consolidación de datos para el resultado operativo

Anexo N° 11. Resultado Pendiente

PARTIDA DE CONTROL						
VARIABLE	TIPO	DEFINICION	SUSTENTO		VALOR CALCULADO	RP POR FASE
a	costo	variacion de costo en la proyeccion	1.-			
			2.-			
b	costo	variacion de costo incurrido a la fecha actual	1.-			
c	venta	variacion de la venta incurrido a la fecha actual	1.-			
d	venta	variacion de la venta en la proyeccion (adicionales, reajustes, etc)	1.-			
DIF.MARGEN		diferencia de margenes por fase	1.-			

Formato de análisis del resultado pendiente

Anexo N° 12. Formato de Verificación para LOD 300

Elemento BIM	Cantidad	Tamaño	Forma	Ubicación	Orientación	Medible	Cumple LOD 300

Formato de Verificación de LOD 300

Anexo N° 13. Valor Ganado

CURVAS E INDICADORES GLOBALES DE GESTION						
ID.	DESCRIPCION	SIGLAS / FORMULAS				
			SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
			2021	2021	2021	2021
DATA RECOPIADA						
1	Presupuesto base	BAC				
2	Valor planeado	PV				
3	Valor planeado acumulado	PV acum				
4	Valorización del Costo directo acumulado	VDC				
5	Valorización de Gastos generales acumulado	VGC				
6	Valor Ganado	EV = VDC+VGC				
7	Valor Ganado Acumulado	EV acum				
8	Costo real	AC				
9	Costo real acumulado	AC acum				
INDICADORES DE GESTION						
10	Variación de costo	CV = EV - AC				
11	Variación de costo %	CV % = CV / EV x 100				
12	Variación del programa	SV = EV - PV				
13	Variación del programa %	SV % = SV / PV x 100				
14	Indice de eficiencia del costo	CPI = EV / AC				
15	CPI acumulado	CPI = EV(acu) / AC(acu)				
16	Indice de eficiencia del cronograma	SPI = EV / PV				
17	SPI Acumulado	SPI = EV(acu) / PV(acu)				
17	Estimación al termino del proyecto (01)	EAC = BAC / CPI				
18	Estimación al termino del proyecto (02)	EAC = AC + (BAC-EV)				
19	Estimación al termino del proyecto (03)	EAC = AC+(BAC-EV) /(CPI*SPI)				
20	Estimación al termino del proyecto (04)	EAC = ESTIMACION				
21	Estimación al termino del proyecto seleccionado	EAC Acum =				
22	Índice de desempeño del trabajo por completar	TCPI (CPI > 1) = (BAC-EV) /(BAC-AC)				
23	Índice de desempeño del trabajo por completar	TCPI (CPI < 1) = (BAC-EV) /(EAC-AC)				
24	Índice de desempeño del trabajo por completar (seleccionado)	TCPI =				
#REF!	Saldo estimado al final del proyecto	ETC = EAC - AC				
#REF!	Variación de costo estimada al final del proyecto	VAC = BAC - EAC				

Formato de acumulación de datos para la curva e indicadores del valor ganado

Anexo N° 14. Reporte Consolidado del PPC

PORCENTAJE DE PLAN COMPLETADO -PPC									
AÑO	MES	SEMANA	HASTA EL DIA	TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS		PPC	
				SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO

Formato de Reporte Consolidado del desempeño del Porcentaje del Plan Cumplido
(PPC)

Anexo N° 15. Reporte Consolidado de Causas de No Cumplimiento (CNC)

[illegible]

Formato de Reporte Consolidado del desempeño del Causas de No Cumplimiento (CNC)

Anexo N° 16. Programación Semanal y Análisis de Causas de No Cumplimiento

[illegible]

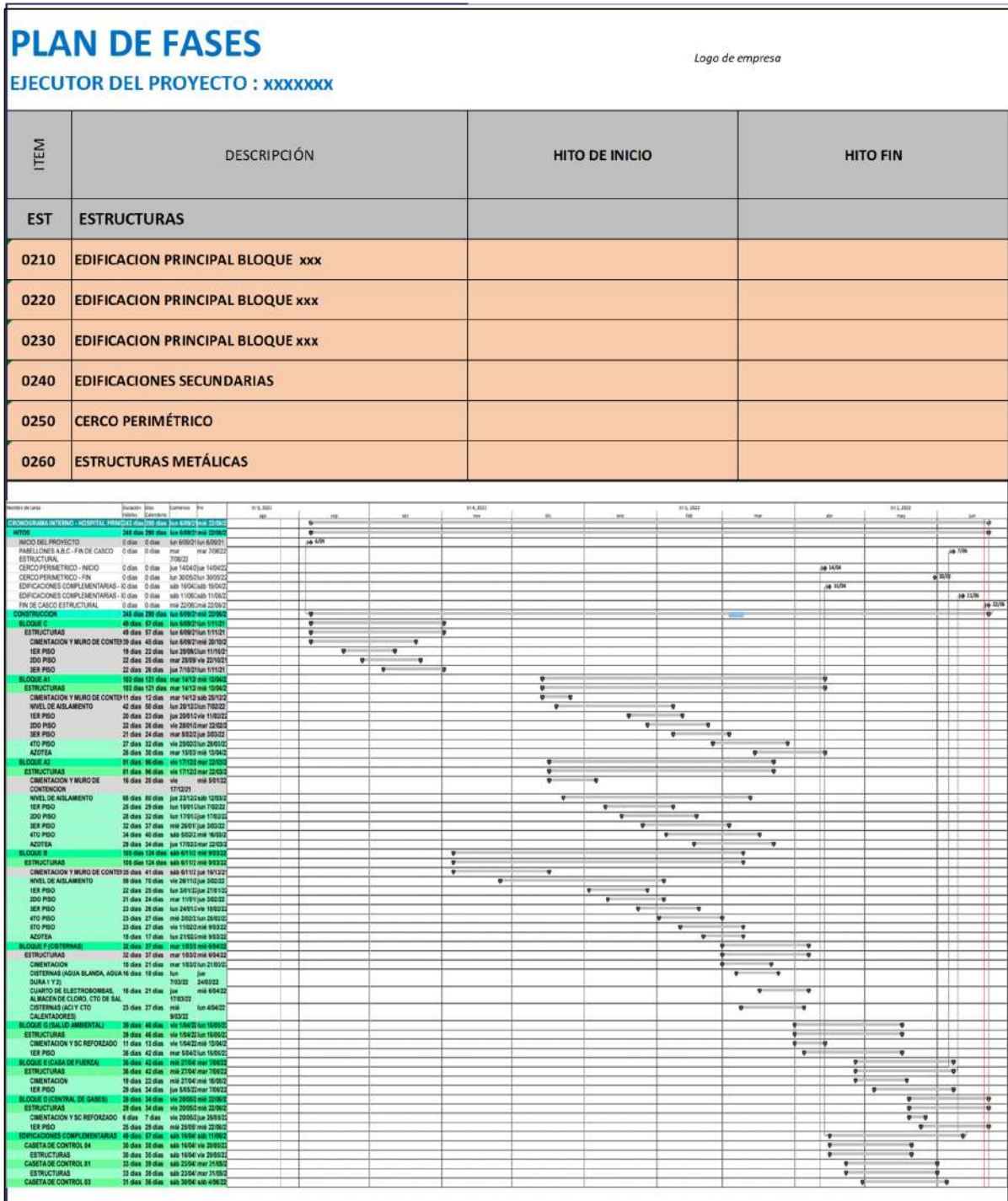
Formato de Programación Semanal y Análisis de Causas de No Cumplimiento

Anexo N° 17. Definición de Sectorización



Formato de Definición de sectores

Anexo N° 18. Plan de Fases



Formato de Plan de Fases

Anexo N° 19. Look Ahead Planning - 4 Semanas

[illegible]

Formato de Look Ahead Planning de 4 semanas