

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER SOBRE LA
PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN OPERACIONES
MINERAS EN CAJAMARCA - 2022”**

Autor:

MESTANZA BARDALES, BRIANT LEONARDO

Asesor: Ing. Carlos Bardales Correa

Cajamarca – Perú

Septiembre – 2023

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER SOBRE LA
PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN OPERACIONES
MINERAS EN CAJAMARCA - 2022”**

**Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el título profesional
de Ingeniero Industrial.**

Autor:

MESTANZA BARDALES, BRIANT LEONARDO

Asesor: Ing. Carlos Bardales Correa

Cajamarca – Perú

Septiembre– 2023

COPYRIGHT © 2023 by
MESTANZA BARDALES BRIANT LEONARDO
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APROBACION DE TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO

PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

**“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER SOBRE LA
PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN OPERACIONES
MINERAS EN CAJAMARCA - 2022”**

Presidente: Dr. Victor Montenegro Díaz

Secretario: Mg. Luis Felipe Velasco Luza

Vocal: Mg. Anthony Rabanal Soriano

Asesor: Ing. Carlos Bardales Correa

DEDICATORIA

Para mi madre en el cielo

Norma Cecilia Bardales Correa

Te dedico todos mis triunfos y logros, gracias por formar parte incondicional en el apoyo que necesito a diario, estoy orgulloso de brindarte un poco de paz ahí donde te encuentres recordándote que todo mi esfuerzo es por ti y mis éxitos serán siempre en tu nombre.

Gracias por tu amor y sabiduría.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar mi camino al tiempo que él cree conveniente asegurándome de que todo tiene su momento, cuidando de mis dudas y aflicciones y brindándome tranquilidad en momentos malos.

Estoy sumamente feliz de poder agradecer a mi tío Carlos quien con su apoyo incondicional generó en mi persona más valentía para poder afrontar los problemas, gracias por su tiempo y conocimientos que ayuda a culminar este paso tan importante en mi carrera profesional.

Agradezco a mi tía Ceci por su gran cariño y paciencia que tiene conmigo

Agradezco a mi abuela por su gran amor a mi persona

Muy agradecido con mi hermana y sus palabras de aliento en todo momento

Con mi familia en general que siempre estuvo pendiente de mí.

Un agradecimiento a la Universidad Antonio Guillermo Urrelo por permitir que termine mis estudios, gracias por los conocimientos brindados durante todos mis años de estudiante.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad Antonio Guillermo Urrelo quienes fueron los que nos mostraron las realidades que nos íbamos a enfrentar y siendo capaces de enseñar adecuadamente todo lo que debíamos aprender.

¡Gracias!

RESUMEN

Como alternativa para la gestión de actividades en un proceso de construcción en minería, se plantea al Sistema del último planificador, Sistema Last Planner o Last Planner System (LPS). En esta investigación se pretende evaluar la influencia de su aplicación sobre la productividad de los procesos constructivos en una Operación Minera en Cajamarca, particularmente en la construcción de un dique. La aplicación del método se ha desarrollado en 06 semanas de estudio, desde el 03 de julio hasta el 13 de agosto de 2022, periodo en el que se han evaluado, el porcentaje de actividades completadas (PAC) y las causas de no cumplimiento (CNC). Primero se ha estructurado una planificación intermedia (Lookahead) en la que se han definido actividades extraídas del Plan Maestro, factibles de desarrollar en periodos establecidos de 03 Semanas (en base a lo requerido por el proyecto), en esta misma planificación se han definido restricciones que podrían haber afectado las actividades del proyecto. Luego, en reuniones de evaluación semanal, se ha revisado el Porcentaje de actividades Completadas (PAC), en una planificación a corto plazo, obtenido un promedio de 86% en las 06 semanas evaluadas, considerando este porcentaje por encima de lo esperado (objetivo); además, en estas reuniones de evaluación se han identificado y analizado, las Causas de no Cumplimiento (CNC), se identificaron responsables y se definieron Planes de Acción para el levantamiento de estas causas. Finalmente se determinó mediante el seguimiento al PAC, que el crecimiento es favorable, la aplicación del método influye positivamente en la productividad ya que permite minimizar restricciones y eliminar progresivamente causas de incumplimiento de las actividades programadas.

Palabras Clave: Productividad, Planificación intermedia, Planificación a corto plazo, incumplimiento de actividades programadas, restricciones.

ABSTRACT

As an alternative for the management of activities in a mining construction process, the Last Planner System, Last Planner System or Last Planner System (LPS) is proposed. This research aims to evaluate the influence of its application on the productivity of the construction processes in a Mining Operation in Cajamarca, particularly in the construction of a dam. The application of the method has been developed in 06 weeks of study, from July 3 to August 13, 2022, period in which the percentage of completed activities (PAC) and the causes of non-compliance (CNC) have been evaluated.). First, an intermediate planning (Lookahead) has been structured in which activities extracted from the Master Plan have been defined, feasible to develop in established periods of 03 weeks (based on what is required by the project), in this same planning they have been defined restrictions that could have affected project activities. Then, in weekly evaluation meetings, the Percentage of Completed Activities (PAC) has been reviewed, in a short-term planning, obtaining an average of 86% in the 06 weeks evaluated, considering this percentage above what was expected (objective). ; In addition, in these evaluation meetings, the Causes of Non-Compliance (CNC) have been identified and analyzed, those responsible were identified and Action Plans were defined to lift these causes. Finally, by monitoring the PAC, it was determined that growth is favorable, the application of the method positively influences productivity since it allows minimizing restrictions and progressively eliminating causes of non-compliance with program activities.

Keywords: Productivity, intermediate planning, short-term planning, non-compliance with scheduled activities, restrictions.

ÍNDICE

RESUMEN	7
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación de la investigación.....	16
1.4. Objetivos de la investigación	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.5. Hipótesis de la Investigación.....	17
1.5.1. Operacionalización de las variables	17
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes teóricos.....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	6
2.1.3. Antecedentes locales.....	7
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Lean	8
2.2.2. Lean Construction (Construcción sin pérdidas)	10
2.2.3. Last Planner Systema (LPS)	11
2.2.4. Herramientas de programación.....	13
2.2.5. Dirección de Proyectos	14
2.2.6. Factores que afectan la productividad	15
2.2.7. Calidad Total	16

2.2.8. Teoría de las restricciones	16
2.2.9. Pensamiento Lean.....	17
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.1. Unidad de análisis	18
3.2. Población.....	18
3.3. Muestra	18
3.4. Enfoque de Investigación.....	18
3.5. Tipo de Investigación.....	18
3.6. Diseño de Investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
3.7. Instrumentos de recolección de datos	19
3.8. Procedimiento de recolección de datos.....	19
3.9. Análisis de datos	20
3.10. Consideraciones éticas	20
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	21
4.1. Análisis de Resultados	21
4.2. Discusión de Resultados	56
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1. CONCLUSIONES	58
5.2. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Planificación Intermedia Lookahead - Semana 01	23
Figura 2	Planificación Intermedia Lookahead - Semana 02.....	24
Figura 3	Planificación Intermedia Lookahead - Semana 03.....	25
Figura 4	Planificación Intermedia Lookahead - Semana 04.....	26
Figura 5	Planificación Intermedia Lookahead - Semana 05.....	27
Figura 6	Planificación Intermedia Lookahead - Semana 06.....	28
Figura 7	Análisis de Restricciones - Semana 01.....	29
Figura 8	Matriz de Restricciones - Semana 01	30
Figura 9	Análisis de Restricciones - Semana 02.....	31
Figura 10	Matriz de Restricciones - Semana 02.....	32
Figura 11	Análisis de Restricciones - Semana 03.....	33
Figura 12	Matriz de Restricciones - Semana 03	34
Figura 13	Análisis de Restricciones - Semana 04.....	35
Figura 14	Matriz de Restricciones - Semana 04	36
Figura 15	Análisis de Restricciones - Semana 05.....	37
Figura 16	Matriz de Restricciones - Semana 05	38
Figura 17	Análisis de Restricciones - Semana 06.....	39
Figura 18	Matriz de Restricciones - Semana 06.....	40
Figura 19	Porcentaje de Actividades Completadas - Semana 01	42
Figura 20	Porcentaje de Actividades Completadas - Semana 02	43
Figura 21	Porcentaje de Actividades Completadas - Semana 03	44
Figura 22	Porcentaje de Actividades Completadas - Semana 04	45

Figura 23 Porcentaje de Actividades Completadas - Semana 05	46
Figura 24 Porcentaje de Actividades Completadas - Semana 06	47
Figura 25 Tipo de restricciones - Porcentaje	48
Figura 26 Porcentaje de Plan Completado (%PPC).....	54
Figura 27 Causas de Incumplimiento (Porcentaje).....	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de Variables	18
Tabla 2	Análisis de Restricciones – Tipo de restricciones.....	48
Tabla 3	Cálculo del PAC - Semana 01	49
Tabla 4	Causas de Incumplimiento - Semana 01	49
Tabla 5	Cálculo del PAC - Semana 02	50
Tabla 6	Causas de Incumplimiento - Semana 02.....	50
Tabla 7	Cálculo del PAC - Semana 03	51
Tabla 8	Causas de Incumplimiento - Semana 03.....	51
Tabla 9	Cálculo del PAC - Semana 04	52
Tabla 10	Causas de Incumplimiento - Semana 04.....	52
Tabla 11	Cálculo del PAC - Semana 05	53
Tabla 12	Causas de Incumplimiento - Semana 05.....	53
Tabla 13	Cálculo del PAC - Semana 06	53
Tabla 14	Porcentaje de Plan Completado (%PPC) – Promedio Real y Deseable.....	54
Tabla 15	Causas de Incumplimiento (frecuencia).....	55

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La industria minera representa una de las actividades económicas más importantes en el Perú ya que contribuye tanto directa como indirectamente con el PBI (Producto Bruto Interno), alrededor de esta actividad se desarrollan múltiples inversiones extranjeras y nacionales. En el año 2021, según datos de (MINEM, 2021), la participación del sector minero en el PBI nacional fue de 9.7% y su contribución con las exportaciones peruanas fue de 63.9%. Además, en relación con el total de las inversiones privadas, el 11.5% fueron en la minería. Esto, luego de los efectos de la pandemia por la COVID-19 en la economía mundial, ha reafirmado a la minería en el Perú como uno de los pilares principales de la estabilidad macroeconómica, además de ser un motor de crecimiento y desarrollo integral para el país.

En la actualidad, según datos del (MINEM, 2021), el Perú ha mantenido su liderazgo mundial, siendo el tercer productor de plata y el segundo productor de cobre y zinc; a nivel Latinoamérica, se posiciona como el segundo productor de oro, plata, cobre, molibdeno y otros minerales, situación que lo fortalecen como un país con gran potencial para las inversiones mineras, en el cual el mundo ha puesto su mirada.

En la región Cajamarca, principalmente la producción es de Oro y Plata, en proyectos mineros como Tantahuatay y Cerro Corona en la provincia de Hualgayoc, La Zanja en la provincia de Santa Cruz, Chaquicocha y Chaupiloma (Minera Yanacocha) en la provincia de Cajamarca, así como Shahuindo en la provincia de Cajabamba, entre otros. (MINEM, 2021).

La industria minera es una actividad extractiva bastante compleja, la producción de minerales sigue una serie de etapas que van desde la exploración hasta la

comercialización misma de los minerales producidos. Por su complejidad, la minería está ligada a un considerable y constante riesgo, generalmente asociado a los estándares de seguridad y a los grandes volúmenes de inversión que demanda; por lo que, la productividad basada en sus procesos operativos y actividades correspondientes están en permanente evaluación y control.

La fase de construcción, en el proceso productivo minero involucra a las actividades que proveen las diversas estructuras de soporte para las operaciones mineras en general, se llevan a cabo un conjunto de labores necesarias para la etapa de explotación tales como caminos, campamentos, instalaciones, presas, diques, entre otras. Los procesos constructivos, en el sector minero, consumen gran parte de los recursos involucrados, tales como: mano de obra, equipos, materiales, insumos, recursos financieros, entre otros. Esto ha generado la atención de las áreas funcionales, administrativas y operativas relacionadas, que buscan constantemente su optimización, evaluando restricciones y determinando las causas del por qué los proyectos muchas veces no culminan en los plazos estimados o programados.

En una labor u obra dentro de un proceso constructivo en general y en particular en una operación minera siempre existirán situaciones que de forma directa o indirecta afecten el desarrollo normal de las actividades, y que como consecuencia repercutan en la productividad, afectando principalmente el cumplimiento de plazos (impacto en tiempo) y la rentabilidad misma del proyecto (impacto en costos), por lo que es ideal identificar estas causas y evitar que se repitan. Para ello, las empresas mineras deben establecer procedimientos que les permita registrar eficientemente y evaluar periódicamente (de forma semanal como mejor opción) estas causas que afectan la productividad, a fin reprogramar con eficiencia las actividades afectadas y no propiciar mayores retrasos.

En la operación minera de la Región Cajamarca en estudio, que por temas de confidencialidad se omite su nombre, se van a determinar y evaluar un conjunto de causas, así como diversas restricciones que tienen influencia en el incumplimiento de actividades programadas en un proceso constructivo, en particular, la construcción de un dique y que generan impactos en tiempo y costos del proyecto. Como alternativa en esta investigación, se plantea la aplicación de la metodología del Sistema Last Planner (Ultimo planificador), que es una metodología de trabajo, basado la Filosofía Lean, cuyo principal propósito es disminuir pérdidas, manteniendo un flujo de trabajo continuo y minimizando las tareas que no aporten valor. En tal sentido el objeto de estudio de esta investigación es evaluar la aplicación del Sistema Last Planner en el mejoramiento de la productividad de los procesos constructivos en una operación minera en Cajamarca, identificando y evaluando las causas de incumpliendo de las actividades programadas, así como las restricciones que generan retrasos y afectaciones en costo, para mejor la planificación futura.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo la aplicación del Sistema Last Planner mejora la productividad de los procesos constructivos en una operación minera en Cajamarca?

1.3. Justificación de la investigación

Indagar respecto a las causas de incumplimiento de las actividades programadas en los procesos constructivos llevados a cabo en una operación minera, para minimizar los impactos que se puedan generar y reprogramar eficientemente las actividades no completadas a fin de mejorar la productividad.

Esta investigación se queda establecida como un instrumento importante para el análisis de la optimización de la planificación de actividades en procesos constructivos en operaciones mineras.

Además, Los métodos y técnicas utilizadas en esta investigación pueden proveer información para futuras investigaciones enfocadas en el mismo tema.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar la aplicación del Sistema Last Planner en la mejora de la productividad en los proyectos de construcción en una operación minera en la Región Cajamarca-2022.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Calcular el Porcentaje de Actividades Completadas programadas semanales en el proceso constructivo de un dique en una operación minera en la Región Cajamarca-2022.
- Identificar y evaluar las causas de incumplimiento de las actividades programadas en el proceso constructivo de un dique en una operación minera en la Región Cajamarca-2022.
- Determinar mediante el seguimiento al Porcentaje de Actividades Completadas, el desempeño de la aplicación del método del Sistema Last Planner proceso constructivo de un dique en una operación minera en la Región Cajamarca-2022.

1.5. Hipótesis de la Investigación

La aplicación del Sistema Last Planner mejora la productividad en los proyectos de construcción en una operación minera en la Región Cajamarca-2022.

1.5.1. Operacionalización de las variables

Tabla 1*Operacionalización de Variables*

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente: Sistema Last Planner	Herramienta basada en la filosofía lean construction que busca la maximización del valor de un proceso constructivo disminuyendo la variabilidad e incertidumbre en el flujo de trabajo en función a una propuesta de un sistema de planificación y control de la producción. (Hoyos & Botero, 2018).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificación Intermedia. 2. Planificación a corto plazo (semanal) 3. Registro de Actividades Programadas y Ejecutadas. 	PAC: Porcentaje de Asignaciones Cumplidas PCC: Porcentaje de Plan Completado	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de Planificación Intermedia. • Formato de Planificación a corto plazo. • Formato de verificación de actividades programadas y ejecutadas.
Variable Dependiente: Productividad en procesos constructivos	Es la relación dada entre lo producido y lo gastado, es la medida de la eficiencia con que los recursos son gestionados para completar un producto requerido, en un plazo definido. (Cosi, 2017)	<ol style="list-style-type: none"> 4. Análisis de restricciones. 5. Causas de No cumplimiento 	Levantamiento de Restricciones. Levantamiento de Causas de No Cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de restricciones • Tabla de Causas de No Cumplimiento

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Cortez, 2020), en su investigación: *Planificación integrada de mediano/largo plazo para obras interior mina en proyecto andes norte –nuevo nivel mina*, desarrollada en Santiago de Chile, se plantea como objetivo el establecimiento de un modelo optimizado de planificación a mediano y largo plazo de obras interior mina en la etapa de Desarrollo, implementar una eficiente forma de trabajo que genere planes en un menor tiempo y que permita la integración de las áreas de mina e infraestructura en un mismo modelo. Para ello obtiene reportes de planificación que entregan alertas del posible incumplimiento de las tareas, utilizando la metodología Last Planner System, por su facilidad para la creación de planes de acción, frente a diversos problemas que ocurren durante la ejecución del proyecto.

(López, 2020), en su tesis: *Planificador semanal ajustado, una herramienta para el control de obra en la construcción*, tiene como objetivo la elaboración de una metodología adecuada para el desarrollo del control y la planeación de un proyecto específico, en función a la implementación de la herramienta del Sistema del Último Planificador (LPS), Determinando primero el nivel de conocimiento de esta herramienta y su potencial uso en la industria de la construcción, luego define la metodología de ajuste de la planeación usando LPS en el control del proyecto, estableciendo en campo la forma de implementación eficiente, midiendo posteriormente los resultados obtenidos y encontrando finalmente, que puntos se deben adecuar a la cultura de trabajo, en este caso aplicado en México.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Fernández, 2019), en su tesis “*Aplicación de LAST PLANNER Y EL PMI, en la dirección del proyecto de instalación de tubería de relave, empresa minera Los Quenuales.*”, Considera la importancia para las organizaciones de contar con herramientas de gestión que permitan garantizar el cumplimiento de metas definidas. Luego del levantamiento de información, trabajo en campo y análisis del proceso constructivo en diferentes etapas del proyecto de esta investigación, con la comprobación estadística de la validez de la hipótesis general concluye que la aplicación de la metodología Last Planner System (LPS) tiene influencia significativa en la gestión de un proyecto transporte de relaves mineros.

(Barriga, 2019), en su tesis: *Aplicación de la filosofía lean construction, utilizando la metodología del sistema Last Planner, en la construcción del Pad de lixiviación y pozas de procesos del yacimiento minero Anama – Anabí – Apurímac – Arequipa – Perú 2019*, tiene el objetivo de implementar la filosofía Lean Construction, para el mejoramiento de la productividad, reducción de tiempos y costos, y el mantenimiento de estándares de calidad en la minería y la satisfacción de las expectativas del cliente. Para ello, se implementó plantillas del Sistema Last Planner en la planificación y control de proyectos, Identificando y clasificando las causas principales de no cumplimiento.

(Ramos, 2020), en su tesis: *Implementación del sistema de planificación Last Planner, para optimizar las actividades programadas por la empresa Gidema S.A.C, durante el desarrollo del proyecto, de reubicaciones de fajas*

transportadoras, área de lixiviación 1300-cv-017 en Souther Perú, Toquepala, Tacna-Perú 2019, tiene el objetivo de Optimizar el área de planeamiento y control de proyectos de la empresa Gidema SAC, con la implementación del Last Planner System (LPS), además de proponer las actividades de este método tales como el Look ahead, el plan semanal, el porcentaje de plan completado y el plan maestro.

(Rodríguez, 2015), en su tesis: *Implementación del Sistema de Planificación al Proyecto Alpamarca 2000 TPD, Junin*, tiene como objetivo el análisis, evaluación y mejora de la planificación mediante la implementación del Sistema Last Planner, en su investigación evalúa 08 semanas de Planificación de actividades y obtiene como Promedio del Porcentaje de Actividades Completado un 80.3 %, considerando este promedio como un buen desempeño.

2.1.3. Antecedentes locales

(Díaz, 2014), en su tesis: *Optimización de la gestión y dirección de la construcción del tramo III del acceso principal al proyecto conga aplicando metodología de los estándares del PMBOK y Last Planner System, 2014*, Aplica Last Planner System (LPS) en la etapa de Seguimiento y Control en la Construcción del Tramo III del acceso principal al Proyecto Conga. Determina que con la aplicación de esta filosofía se logró optimizar el cronograma ya que le permitió la elaboración de planes de ejecución semanales e intermedios, además de llevar un eficiente control y librar las restricciones que perjudicaban el cumplimiento de las actividades.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Lean

Traducido al español, Lean es un término en inglés que significa “Sin pérdidas”. Este término fue relacionado con la industria en el año 1990 por un equipo de investigadores del MIT como “Lean Production” o “Lean Manufacturing” basados en investigaciones que comprobaron la eficiencia del Sistema de producción (Just In Time) de Toyota, diseñado por el ingeniero industrial japonés Taiichi Ohn. Más adelante, en el año 1992, Lauri Koskela, profesor del Centro de Investigación Técnica de Finlandia (VTT), en su tesis doctoral realiza el análisis de los principios y aplicación del Just in Time (JIT) y la Gestión de la Calidad (TQM) y propone la aplicación de los conceptos Lean en el sector de la construcción con el propósito de mejorar la productividad. (Orihuela, 2011).

LEAN como concepto, se fundamenta en principios donde no existen “pérdidas”, y surgen las palabras “valor” y “desperdicios” que precisan el enfoque de la gestión de proyectos, en el que se busca maximizar el valor de los proyectos y eliminar los desperdicios dentro de ellos. Es así que, el pensamiento LEAN consta de un conjunto de métodos y herramientas que buscan: La eliminación de las pérdidas causadas por retrasos e ineficiencias en los diferentes procesos internos de una organización, la prevención y eliminación de fallas de equipos, pérdidas e interrupciones en la producción, y la orientación permanente hacia la perfección y mejoras en la calidad. (Rojas, Henao, & Valencia, 2016).

Según lo referenciado por (Rojas, Henao, & Valencia, 2016), El pensamiento LEAN se basa en los siguientes principios:

a) Valor de un proyecto desde el punto de vista del cliente

Según (Figuerola, 2010), referenciado por (Rojas, Henao, & Valencia, 2016), las actividades y procesos están divididos en tres categorías: (1) las que visiblemente crean valor, (2) las que son necesarias, aunque no crean valor, y (3) las que no son necesarias ni tampoco crean valor, estas son las que forman el desperdicio o residuo. Se considera “valor” a todo aquello por lo que un cliente está dispuesto a pagar.

b) Identificación del flujo de valor

El flujo de valor lo conforman todas aquellas tareas que son necesarias y que tienen que ser completadas para la entrega de un servicio. Se contemplan las tareas de: solución de problemas, gestión de la información y la transformación física.

En la identificación del flujo de valor, se desarrolla un mapa en el que se identifiquen con facilidad las tareas que agregan y las que no agregan valor. (Rojas, Henao, & Valencia, 2016).

c) Flujo de valor fluyendo sin interrupciones

Los obstáculos que se tienen que eliminar para que se cumpla este principio son: Rigidez en las áreas funcionales, Ciclos recurrentes de aprobación, Constantes cambios de requerimientos en los proyectos e Interferencia no necesarias de las áreas gerenciales. (Rojas, Henao, & Valencia, 2016).

d) El cliente puede extraer el valor del equipo de proyectos

El usuario se convierte en el regulador de actividades y conocedor de lo que se hace cada día. Se confirma lo necesario y lo no necesario con el cliente o usuario, así es posible eliminar los desperdicios. (Rojas, Henao, & Valencia, 2016).

e) Búsqueda constante de la perfección

Para mantener el desempeño y mejorarlo, los proyectos LEAN requieren ser monitoreados permanentemente, la intolerancia cero a los desperdicios garantizan el

éxito del proyecto. En la ejecución de un proyecto, la búsqueda de la perfección es necesaria, así se evita que vuelvan a su estado original y se generen nuevos desperdicios y en magnitud mayor. (Rojas, Henao, & Valencia, 2016).

2.2.2. Lean Construction (Construcción sin pérdidas)

Lean Construction es una filosofía orientada a la administración de la producción en la construcción que tiene como principal objetivo optimizar las actividades que agregan valor a un proyecto y eliminar o minimizar las que no lo hacen, por lo que el principal enfoque es la creación de herramientas específicas aplicadas a la ejecución del proyecto y un sistema de producción eficiente que minimice los residuos. Se entiende como residuos a todo aquello que no genera valor a las actividades. (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014).

La implementación, en los proyectos, de Lean Construction requiere comenzar con el compromiso de generar una cultura de mejora continua en la producción, así al aplicar correctamente los principios LEAN, se vean mejorados la calidad, la eficiencia y la seguridad del proyecto. (Issa, 2013), referenciado por (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014).

Lauri Koskela, propone los siguientes principios: Eliminación o reducción de actividades que no generan o agregan valor, reducir la variabilidad, incremento del valor del producto, simplificar el proceso, reducir el tiempo del ciclo, transparencia en el proceso, incrementar la flexibilidad, mejora continua de procesos, control del proceso completo.

Según (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014), si los interesados de la aplicación de estos principios se enfocan en la mejora del proceso total de la gestión del proyecto, será posible su desarrollo eficiente en la industria constructiva.

2.2.3. Last Planner Systema (LPS)

El Sistema del último planificador, Last Planner System (LPS), es un sistema desarrollado por Greg Howell y Glenn Ballard, a inicios de la década de los noventa, y se concibió como una herramienta basada en la filosofía lean construction que busca la maximización del valor de un proceso constructivo disminuyendo la variabilidad e incertidumbre en el flujo de trabajo en función a una propuesta de un sistema de planificación y control de la producción. (Hoyos & Botero, 2018).

En proyectos complejos, con niveles de incertidumbre elevados, donde permanentemente es requerida la actualización de los cronogramas, reformulando las actividades pendientes, a la par del avance del proyecto, el Last Planner System (LPS) se convierte en una alternativa que plantea una mejora continua en la planificación. El LPS es una de las principales herramientas de la filosofía Lean Construction y por su utilidad comprobada, es usado con mayor frecuencia en la actualidad en los proyectos de construcción. (García E. , 2018).

En la actualidad, según lo referencia (García E. , 2018), el Sistema Last Planner, es de uso obligatorio principalmente en proyectos de construcción mineros, en proyectos industriales, en proyectos de hidrocarburos y energéticos y en edificaciones; en los cuales la Gestión del Cronograma es de mayor relevancia, ya que los retrasos en las puestas en operación suelen generar pérdidas importantes para el cliente.

En proyectos de ingeniería complejos, el LPS, puede aplicarse exitosamente, teniendo principalmente las siguientes ventajas:

- Preparación a los integrantes del equipo para una acción conjunta;

- Identificación anticipada de restricciones que podrían afectar el plazo;
- Fortalecimiento del compromiso asumido por el equipo;
- Proyección de las gestiones a realizar ante autoridades y stakeholders;
- Favorece la comunicación mejorada al interior de la organización, con todos los involucrados (stakeholders) y el cliente;
- Es utilizado como guía
- Es de suma importancia y utilidad en la optimización de la gestión del cambio;
- Favorece la toma de acciones de mejora y correctivas;
- Los planes semanales son más fiables y comprometidos;
- Las son ágiles y más productivas.

Según (Chiarini, 2014), referenciado por (Rojas, Henao, & Valencia, 2016), en el método del Last Planner System (LPS), son definidas las unidades de producción (PAC- Porcentaje de actividades completadas), el control del flujo de las actividades a través asignaciones de trabajo, también son identificadas las causas que originan desperdicios y oportuna toma de decisiones que favorece la atención a tiempo, incrementando así la productividad.

El PAC es la medida que determina el desempeño de un plan semanal de trabajo, el número de actividades realizadas (realizaciones) divididas por el número de actividades programadas (asignaciones) en una semana determinada. El PAC estima la calidad del plan semanal. El PAC hace el comparativo entre lo que se debe realizar (programación) según el plan semanal de trabajo con lo que realizado realmente.

El LPS, incrementa la confiabilidad en la planificación de los proyectos, al mismo tiempo que reduce la incertidumbre. La confiabilidad se crea al implementar planes

semanales e intermedios en el marco de un plan general (maestro) en los proyectos; además, son revisados los obstáculos que afectan el desarrollo de las actividades o tareas y al ser identificados se actúa antes de que sucedan o se conviertan en interrupciones para el desarrollo de las actividades. (Rojas, Henao, & Valencia, 2016).

2.2.4. Herramientas de programación

- **Look Ahead**

(Barriga, 2019). Es la planificación realizada en obra, a mediano plazo, en donde se incluyen todas las actividades a ejecutarse a futuro en un horizonte de tiempo que se plantee, generalmente entre 03 a 06 semanas. Esta planificación debe ser actualizada semanalmente, para identificar e incorporar las nuevas actividades.

- **Programación Semanal**

(Barriga, 2019). Es elaborada con actividades limpias, es una programación a corto plazo en la que a cada actividad de la lista de actividades definidas se le asigna los recursos necesarios para su ejecución. Se tienen indicadores como: Las causas de no cumplimiento (CNC) y el porcentaje de plan completado (PPC).

En la programación semanal se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Ordenamiento de las actividades,
- ✓ Levantamiento de restricciones del lookahead,
- ✓ Asignación a cada cuadrilla de la cantidad de trabajo exacta,
- ✓ Instruir a cerca de los trabajos libre de restricciones.

- **Programación diaria**

(Barriga, 2019). Se basa en la planificación semanal, se elabora considerando los resultados obtenidos el día anterior y es necesario que sea lo más simple y entendible posible.

- **Porcentaje de Plan Completado (PPC)**

(Díaz, 2014). Es un indicador que mide si el trabajo se completó o no según lo programado o prometido. El PPC determina el rendimiento de la ejecución del proyecto, además identifica las lecciones aprendidas y oportunidades de mejora.

- **Porcentaje de actividades Completadas (PAC)**

(Ramos, 2020). El Last Planner System (PLS) requiere medir el desempeño de cada plan semanal para estimar su calidad. Con esta medida se aprende de las fallas y se implementan las mejoras, a través del porcentaje de asignaciones completadas (PAC), éste es el número de actividades realizadas (realizaciones) divididas por el número de actividades programadas (asignaciones) en una determinada semana. Es así que el PAC evalúa hasta qué punto el PLS pudo anticiparse al trabajo a realizarse en la siguiente semana siguiente.

- **Análisis de Confiabilidad**

(Fernández, 2019). Es el análisis de las causas de no cumplimiento de los resultados del PPC, incluye la toma de medidas sobre las causas localizadas y el seguimiento de los resultados de las acciones correctivas.

- **Análisis de restricciones**

(Fernández, 2019). Una vez determinadas las tareas o actividades del plan intermedio, es necesario garantizar que estén libres de restricciones, para ser ejecutadas en el momento requerido. Las restricciones son levantadas antes de la ejecución de las actividades.

2.2.5. Dirección de Proyectos

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los

requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos identificados para el proyecto. La dirección de proyectos permite a las organizaciones ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente. (PMI, 2017)

2.2.6. Factores que afectan la productividad

Los principales factores que afectan la productividad en una organización, según (Poma, 2017), está determinado por:

Recursos Humanos. Es de gran influencia, conduce a los demás factores, por lo que es considerado determinante en la productividad.

Maquinaria y Equipo. Es considerar el estado y calidad de la maquinaria, así como el apropiado uso del equipo.

Organización del Trabajo. Son considerados dentro de este factor a la estructuración y rediseño de puestos de trabajo, determinados en base al equipo, maquinaria y labor.

(Hinze, 2018), sostiene que, la planificación y programación son esenciales para que un proyecto de construcción se mantenga eficientemente en marcha. Esto incluye la creación de cronogramas, la gestión de los recursos y la resolución de conflictos.

La productividad en proyectos constructivos también pueda estar influenciada por la gestión de riesgos, tal como lo indica (Bissonette, 2018), la identificación y gestión de los riesgos de manera proactiva es fundamental para evitar situaciones que puedan afectar la productividad, además refiere que en la gestión de proyectos es esencial definir estrategias y técnicas que permitan identificar evaluar y mitigar los riesgos.

2.2.7. Calidad Total

Tal como lo referencian (Carrillo, Carrillo, & Moreno, 2018), en un principio, la calidad en las organizaciones se basó principalmente en implementar un conjunto de controles y

procesos dirigidos a los productos fabricados, ya con el transcurrir del tiempo las empresas

se fueron dando cuenta que la calidad puede ser aplicada además a todos departamentos o áreas funcionales o productivas y no solo afectar a los productos.

Entre las décadas de 1950 y 1960, el estadístico e ingeniero W. Edwards Deming, comenzó a implementar estrategias de calidad total en las industrias japonesas, en base a círculos de calidad también denominados círculos de Deming, los que consisten en grupos de trabajo reunidos en búsqueda de diferentes soluciones a problemas diversos de las diferentes áreas funcionales en una organización.

En esta investigación esto contribuye en la búsqueda de alternativas de solución a las causas de incumplimiento de las actividades programadas en el proceso productivo en una operación minera.

2.2.8. Teoría de las restricciones

La Teoría de las restricciones o Theory of Constraints (TOC) fue presentada por primera vez a inicio de 1980 por Eliyahu Goldratt y desde su presentación ha sido aceptada como una filosofía de mejora continua o método sistémico de gestión que pretende optimizar la operatividad incrementando la generación de valor en los procesos productivos. La TOC ve a la organización como un conjunto interrelacionado de elementos cuyos esfuerzos van a condicionar el desempeño general organizacional. Como lo indican (Romero-Rojas, Ortiz-Triana, & Caicedo-

Rolón, 2019), referenciando a (Şimşit, Günay & Vayvay, 2014), para el mejoramiento del desempeño de los sistemas productivos, la TOC, como filosofía gerencial, se orienta principalmente hacia el eslabón más débil de la cadena, esto es, gestionar las restricciones que pueden limitar el avance hacia la consecución de alguna meta.

En esta investigación la TOC, contribuye en el análisis de las restricciones y causas de incumpliendo de las actividades programadas en el proceso constructivo de una operación minera.

2.2.9. Pensamiento Lean

(García B. , 2021), refiere a la metodología Lean como un proceso de transformación, el que, de una forma ordenada y metódica, mediante la eliminación de desperdicio, conduce a la creación de valor añadido para alcanzar la excelencia en la ejecución o desarrollo de una estrategia. El propósito es la satisfacción del cliente (quien recibe el producto o servicio), esto es, que cumpla las expectativas de tiempo, forma, cantidad, lugar, precio, entre otras, requeridas, además de la optimización en la utilización de los recursos. En la metodología Lean, según Womack & Jones (2010), referenciados por (García B. , 2021), En el pensamiento Lean, son identificados cinco principios fundamentales: La definición o especificación del valor, la identificación del flujo, la optimización del flujo, la extracción del valor por parte del cliente y la búsqueda de la mejora continua.

Como lo indica (CyTA, 2019), El pensamiento Lean, con el objetivo de cubrir las necesidades que los clientes requieren, proporciona un manera eficiente y eficaz de: definir el valor, organizar acciones de valor en la mejor sucesión, y desarrollar sin interrupciones estas actividades cuando son requeridas.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis es la Programación semanal de actividades del proceso constructivo de un dique en una operación minera.

3.2. Población

La población lo conforma las de actividades programadas en el proceso constructivo de un dique en una operación minera en Cajamarca.

3.3. Muestra

La muestra es no probabilística, no dependen de la probabilidad, en este caso es seleccionada de acuerdo con las características de la investigación y se considera a 06 semanas de programación semanal de actividades del proceso constructivo de un dique en una operación minera en Cajamarca.

3.4. Enfoque de Investigación

El enfoque de esta investigación es Cualitativo y Cuantitativo, el análisis de datos se basa en observaciones de actividades programadas completadas, las restricciones y causas que influyen en el no cumplimiento de estas.

3.5. Tipo de Investigación

La investigación es Aplicada, ya que se enfoca en la resolución de un problema práctico, usando conocimientos teóricos en una situación real (Briones, Gutierrez, & Ramirez, 2017), tal como la aplicación del Sistema Last Planner en la mejora de la productividad.

3.6. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es Descriptiva, ya que se midieron las tendencias de los datos obtenidos a través de la recopilación de datos obtenidos mediante la observación de las actividades programadas.

3.7. Diseño de Investigación

El Diseño de Investigación es No Experimental y de corte transversal, ya que no hay manipulación de variables; en esta investigación se han observado y registrados los fenómenos tal como ocurren en la realidad. Tal como lo explica (Hernandez, 2019), una investigación no experimental se caracteriza por la observación y la recopilación de datos tal como se presentan naturalmente, sin intervención o manipulación deliberada de las variables independientes.

3.8. Instrumentos de recolección de datos

Para la Recolección de datos se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Formato de verificación de actividades programadas y actividades ejecutadas,
- Formato de Planificación Intermedia.
- Formato de Planificación a corto plazo.
- Formato de verificación de actividades programadas y ejecutadas.
- Matriz de restricciones
- Tabla de Causas de No Cumplimiento

3.9. Procedimiento de recolección de datos

Los datos fueron estructurados en los formatos respectivos a partir de la recopilación realizada en campo.

3.10. Análisis de datos

En esta investigación se realizó la tabulación de cuadros estadísticos, tablas de frecuencia además de gráficos representativos de los indicadores, que muestran el análisis de las actividades programadas y ejecutadas en la programación semanal además del análisis de las causas de no cumplimiento, todo ello con el soporte informático de hojas cálculo.

3.11. Consideraciones éticas

Esta investigación se desarrollará cumpliendo el código de ética de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

Reconocer y referenciar adecuadamente la documentación e información que ha servido de antecedentes en esta investigación y con cuyo importante aporte se ha podido fortalecer este estudio.

Manejar de la mejor manera los resultados que se obtengan en esta investigación evitando su alteración; además darlos a disposición en calidad de alternativa para otros investigadores que en el futuro se orienten a estudiar el tema.

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados

4.1.1. Aplicación de Last Planner System

Planificación Intermedia Lookahead

Se realiza en un formato establecido en el cual se ha considerado los siguientes criterios:

- Definición del intervalo de tiempo: Según las características y tiempos de respuesta requeridos del proyecto en estudio, se establece este intervalo en 03 semanas.
- Definición de actividades dentro del intervalo de tiempo establecido: Para este caso se definen las actividades posibles de ejecutar relacionadas a las exigencias propias de la obra en campo, considerando que estas actividades forman parte además del Plan Maestro determinado al inicio del proyecto constructivo; se define, la fecha de inicio, fin y duración de cada actividad respectiva.
- Definición de cantidades que se van a ejecutar por cada actividad establecida: en función a la secuencia constructiva.
- Definición de restricciones: Se identifican las restricciones que pueden representar un obstáculo para el cumplimiento de las actividades planificadas, para este caso son las siguientes: Ingeniería, Materiales, Mano de Obra, Equipos, Interferencias, Permisos, Programación, Factor Climático, Externo

En la **Figura 1**, se muestra la planificación intermedia lookahead de la semana 1 con las características de formato establecidas: Un intervalo de tiempo de 03 semanas, con actividades que forman parte del plan maestro factibles de desarrollar, tales como el movimiento de tierras y la colocación de concreto en la construcción del dique del proyecto constructivo minero en estudio, sus cantidades por ejecutar en la secuencia

constructiva definida y en la **Figura 7** se han determinado, para la misma semana 1 las posibles restricciones que pueden afectar el cumplimiento de las actividades definidas.

Del mismo modo las **Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6**, en el mismo formato de planificación intermedia establecido y bajo las mismas consideraciones, se describen la programación de actividades para las semanas 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente. Además, en las **Figura 9, Figura 11, Figura 13, Figura 15, Figura 17**, se muestra el análisis de restricciones para las semanas 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente.

De las restricciones identificadas en la planificación de las semanas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, se ha estructurado una matriz de restricciones por semana en la que se clasifica por tipo de especialidad perteneciente (a cada restricción que puede afectar el cumplimiento de las actividades planificadas), se determina el responsable quien debe liberar la restricción, se describe el estado de liberación (No iniciado, En proceso o Terminado); además, de las fechas en la que es identificada la restricción, así como la fecha tentativa de su liberación requerida. Ver **Figura 8, Figura 10, Figura 12, Figura 14, Figura 16 y Figura 18**.

Figura 1

Planificación Intermedia Lookahead - Semana 01

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Semana 01							Semana 02							Semana 03										
					DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB				
					03 - Julio	04 - Julio	05 - Julio	06 - Julio	07 - Julio	08 - Julio	09 - Julio	META PROGRAMA DA SEM 01	10 - Julio	11 - Julio	12 - Julio	13 - Julio	14 - Julio	15 - Julio	16 - Julio	META PROGRAMA DA SEM 02	17 - Julio	18 - Julio	19 - Julio	20 - Julio	21 - Julio	22 - Julio	23 - Julio	META PROGRAMA DA SEM 03	
CONSTRUCCIÓN DIQUE																													
RELLENO CUERPO DIQUE		3/07/2022	23/07/2022	21																									
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		3/07/2022	23/07/2022	21																									
Habilitación de accesos	glb																												
Relleno material enrocado	m3	3/07/2022	23/07/2022	21	1,430	1,430	1,430	1,430	1,430	1,430	1,430	1,430	10,010	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	9,030	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	9,030
COLOCACIÓN DE CONCRETO																													
Concreto TRAMO CENTRAL		4/07/2022	5/07/2022	2																									
Liberación	glb																												
Relleno material enrocado	m3																												
Relleno - granular transición	m3	4/07/2022	5/07/2022	2		95	140										120				120	200					200		
Relleno - granular filtro	m3	4/07/2022	5/07/2022	2		170	160										150	150			300	150					150		
Excavación	m3	6/07/2022	6/07/2022	1				160													-		160				160		
Perfilado	glb	6/07/2022	6/07/2022	1				1													-		1				1		
Colocación de Concreto	m3	7/07/2022	7/07/2022	1					100												-		160				160		
Concreto TRAMO DERECHO																													
Liberación de fundación	glb																												
Relleno material enrocado	m3																												
Relleno - granular transición	m3	8/07/2022	9/07/2022	2					85	120															90		90		
Relleno - granular filtro	m3	8/07/2022	9/07/2022	2					115	115														115	115		230		
Excavación	m3	10/07/2022	10/07/2022	1									120								120				120		120		
Perfilado	glb	10/07/2022	10/07/2022	1									1								1				1		1		
Colocación de Concreto	m3	11/07/2022	11/07/2022	1										120							120					120	120		
Concreto TRAMO IZQUIERDO																													
Liberación de fundación	glb	10/07/2022	10/07/2022	1									1.00								2					1	1		
Relleno - granular transición	m3	11/07/2022	11/07/2022	1										30							30	60					60		
Relleno - granular filtro	m3	10/07/2022	10/07/2022	1										70							140						-		
Excavación	m3	11/07/2022	11/07/2022	1										45							45	45					45		
Perfilado	glb	11/07/2022	11/07/2022	1										1							1	1					1		
Colocación de Concreto	m3	12/07/2022	12/07/2022	1											40						40		45				45		

Elaboración Propia

Figura 2

Planificación Intermedia Lookahead - Semana 02

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Semana 02							Semana 03							Semana 04						
					DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB
					10 - Julio	11 - Julio	12 - Julio	13 - Julio	14 - Julio	15 - Julio	16 - Julio	META PROGRAMADA SEM 01	17 - Julio	18 - Julio	19 - Julio	20 - Julio	21 - Julio	22 - Julio	23 - Julio	META PROGRAMADA SEM 02	24 - Julio	25 - Julio	26 - Julio	27 - Julio	28 - Julio
CONSTRUCCIÓN DIQUE																									
RELLENO CUERPO DIQUE		10/07/2022	19/07/2022	10																					
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		10/07/2022	19/07/2022	10																					
Habilitación de accesos	glb																								
Relleno material enrocado	m3	10/07/2022	19/07/2022	10	1,500	1,500	1,200	1,300	1,500	1,500	1,500	10,000	1,500	1,500	1,500										
COLOCACIÓN DE CONCRETO		10/07/2022	10/07/2022	1																					
Concreto TRAMO CENTRAL		11/07/2022	12/07/2022	2																					
Liberación	glb	12/07/2022	12/07/2022	1			1					1													
Relleno material enrocado	m3																								
Relleno - granular transición	m3	11/07/2022	12/07/2022	2		45	70					115													
Relleno - granular filtro	m3	11/07/2022	12/07/2022	2		100	65					165													
Excavación	m3	13/07/2022	13/07/2022	1				95				95													
Perfilado	glb	13/07/2022	13/07/2022	1			1					1													
Colocación de Concreto	m3	14/07/2022	14/07/2022	1				95				95													
Concreto TRAMO DERECHO		10/07/2022	10/07/2022	1																					
Liberación de fundación	glb	15/07/2022	15/07/2022	1						1		1													
Relleno material enrocado	m3																								
Relleno - granular transición	m3	16/07/2022	18/07/2022	3						70		70	20	180											
Relleno - granular filtro	m3	16/07/2022	19/07/2022	4						150		150	75	75	75										
Excavación	m3	10/07/2022	10/07/2022	1	135							135			180										
Perfilado	glb	10/07/2022	10/07/2022	1	1							1		1											
Colocación de Concreto	m3	11/07/2022	11/07/2022	1		135						135			125										
Concreto TRAMO IZQUIERDO		14/07/2022	15/07/2022	2																					
Liberación de fundación	glb	16/07/2022	16/07/2022	1																				1	
Relleno - granular transición	m3	14/07/2022	15/07/2022	2				50	75			125						30						30	
Relleno - granular filtro	m3	14/07/2022	15/07/2022	2				110	74			184								70				70	
Excavación	m3	16/07/2022	16/07/2022	1								80									45			45	
Perfilado	glb	16/07/2022	16/07/2022	1								1										1		1	
Colocación de Concreto	m3	30/07/2022	30/07/2022	1																			40	40	

Elaboración Propia

Figura 3

Planificación Intermedia Lookahead - Semana 03

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Semana 03							Semana 04							Semana 05							
					DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	
					17 - Julio	18 - Julio	19 - Julio	20 - Julio	21 - Julio	22 - Julio	23 - Julio	META PROGRAMADA SEM 01	24 - Julio	25 - Julio	26 - Julio	27 - Julio	28 - Julio	29 - Julio	30 - Julio	META PROGRAMADA SEM 02	31 - Julio	01 - Agosto	02 - Agosto	03 - Agosto	04 - Agosto	05 - Agosto
CONSTRUCCIÓN DIQUE																										
RELLENO CUERPO DIQUE		17/07/2022	19/07/2022	3																						
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		17/07/2022	19/07/2022	3																						
Habilitación de accesos	glb																									
Relleno material enrocado	m3	17/07/2022	19/07/2022	3	1,500	1,500	1,500																			
COLOCACIÓN DE CONCRETO		17/07/2022	18/07/2022	2																						
Concreto TRAMO CENTRAL																										
Liberación	glb																									
Relleno material enrocado	m3																									
Relleno - granular transición	m3																									
Relleno - granular filtro	m3																									
Excavación	m3																									
Perfilado	glb																									
Colocación de Concreto	m3																									
Concreto TRAMO DERECHO		17/07/2022	18/07/2022	2																						
Liberación de fundación	glb																									
Relleno material enrocado	m3																									
Relleno - granular transición	m3	18/07/2022	18/07/2022	1		180																				
Relleno - granular filtro	m3	17/07/2022	19/07/2022	3	75	75	75																			
Excavación	m3	19/07/2022	19/07/2022	1			125																			
Perfilado	glb	19/07/2022	19/07/2022	1			1																			
Colocación de Concreto	m3	20/07/2022	20/07/2022	1			125																			
Concreto TRAMO IZQUIERDO		25/07/2022	25/07/2022	1																						
Liberación de fundación	glb	25/07/2022	25/07/2022	1						1.00																
Relleno - granular transición	m3	26/07/2022	26/07/2022	1							210															
Relleno - granular filtro	m3	27/07/2022	27/07/2022	1								180														
Excavación	m3	28/07/2022	28/07/2022	1									100													
Perfilado	glb	29/07/2022	29/07/2022	1										1												
Colocación de Concreto	m3	30/07/2022	30/07/2022	1											100											

Elaboración Propia

Figura 4

Planificación Intermedia Lookahead - Semana 04

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Semana 01							Semana 02							Semana 03						
					DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB
					24 - Julio	25 - Julio	26 - Julio	27 - Julio	28 - Julio	29 - Julio	30 - Julio	META PROGRAMADA SEM 01	31 - Julio	01 - Agosto	02 - Agosto	03 - Agosto	04 - Agosto	05 - Agosto	06 - Agosto	META PROGRAMADA SEM 02	07 - Agosto	08 - Agosto	09 - Agosto	10 - Agosto	11 - Agosto
CONSTRUCCIÓN DIQUE																									
RELLENO CUERPO DIQUE		10/07/2022	19/07/2022	10																					
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		10/07/2022	19/07/2022	10																					
Habilitación de accesos	glb																								
Relleno material enrocado	m3	10/07/2022	19/07/2022	10	915	150	150	150	150	150	150	1,815													
COLOCACIÓN DE CONCRETO		24/07/2022	25/07/2022	2																					
Concreto TRAMO CENTRAL		7/08/2022	11/08/2022	5																					
Liberación	glb																								
Relleno material enrocado	m3																								
Relleno - granular transición	m3	7/08/2022	11/08/2022	5														70	70	70	70	70		350	
Relleno - granular filtro	m3	8/08/2022	12/08/2022	5															106	106	106	106	106		530
Excavación	m3	13/08/2022	13/08/2022	1																			280	280	
Perfilado	glb	13/08/2022	13/08/2022	1																			1	1	
Colocación de Concreto	m3																								
Concreto TRAMO DERECHO																									
Liberación de fundación	glb																								
Relleno material enrocado	m3																								
Relleno - granular transición	m3																								
Relleno - granular filtro	m3																								
Excavación	m3																								
Perfilado	glb																								
Colocación de Concreto	m3																								
Concreto TRAMO IZQUIERDO		24/07/2022	25/07/2022	2																					
Liberación de fundación	glb	25/07/2022	25/07/2022	1		1						1,000	1.00												
Relleno - granular transición	m3	26/07/2022	26/07/2022	1			20					20	20												
Relleno - granular filtro	m3	24/07/2022	27/07/2022	4	7	13		13				33	33		33										
Excavación	m3	27/07/2022	27/07/2022	1				28				28	28		28										
Perfilado	glb	28/07/2022	28/07/2022	1				1				1	1		1										
Colocación de Concreto	m3	28/07/2022	28/07/2022	1				28				28	28		28										

Elaboración Propia

Figura 5

Planificación Intermedia Lookahead - Semana 05

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Semana 05							Semana 06							Semana 07							
					DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	
					31 - Julio	01 - Agosto	02 - Agosto	03 - Agosto	04 - Agosto	05 - Agosto	06 - Agosto	META PROGRAMA DA SEM 01	07 - Agosto	08 - Agosto	09 - Agosto	10 - Agosto	11 - Agosto	12 - Agosto	13 - Agosto	META PROGRAMA DA SEM 02	14 - Agosto	15 - Agosto	16 - Agosto	17 - Agosto	18 - Agosto	19 - Agosto
CONSTRUCCIÓN DIQUE																										
RELLENO CUERPO DIQUE		31/07/2022	6/08/2022	7																						
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		31/07/2022	6/08/2022	7																						
Habilitación de accesos	glb																									
Relleno material enrocado	m3	31/07/2022	6/08/2022	7	500	500	500	500	500	500	500															
COLOCACIÓN DE CONCRETO																										
Concreto TRAMO CENTRAL		31/07/2022	1/08/2022	2																						
Liberación	glb	6/08/2022	6/08/2022	1							1															
Relleno material enrocado	m3																									
Relleno - granular transición	m3	1/08/2022	1/08/2022	1		100					55															
Relleno - granular filtro	m3	31/07/2022	1/08/2022	2	30	30					40															
Excavación	m3	1/08/2022	1/08/2022	1		160																				
Perfilado	glb	2/08/2022	2/08/2022	1			1																			
Colocación de Concreto	m3	2/08/2022	2/08/2022	1		160																				
Concreto TRAMO DERECHO		7/08/2022	7/08/2022	1																						
Liberación de fundación	glb																									
Relleno material enrocado	m3																									
Relleno - granular transición	m3	7/08/2022	7/08/2022	1								55														
Relleno - granular filtro	m3	7/08/2022	8/08/2022	2								40	40													
Excavación	m3	8/08/2022	8/08/2022	1									95													
Perfilado	glb	8/08/2022	8/08/2022	1									1													
Colocación de Concreto	m3	9/08/2022	9/08/2022	1										95												
Concreto TRAMO IZQUIERDO		31/07/2022	31/07/2022	1																						
Liberación de fundación	glb	31/07/2022	31/07/2022	1	1							1.000														
Relleno - granular transición	m3	1/08/2022	2/08/2022	2		43	43																			
Relleno - granular filtro	m3	2/08/2022	2/08/2022	1			90																			
Excavación	m3	3/08/2022	3/08/2022	1				110																		
Perfilado	glb	3/08/2022	3/08/2022	1				1																		
Colocación de Concreto	m3	4/08/2022	4/08/2022	1					110																	

Elaboración Propia

Figura 6

Planificación Intermedia Lookahead - Semana 06

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Semana 01							Semana 02							Semana 03							
					DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	
					07 - Agosto	08 - Agosto	09 - Agosto	10 - Agosto	11 - Agosto	12 - Agosto	13 - Agosto	META PROGRAMADA SEM 01	14 - Agosto	15 - Agosto	16 - Agosto	17 - Agosto	18 - Agosto	19 - Agosto	20 - Agosto	META PROGRAMADA SEM 02	21 - Agosto	22 - Agosto	23 - Agosto	24 - Agosto	25 - Agosto	26 - Agosto
CONSTRUCCIÓN DIQUE																										
RELLENO CUERPO DIQUE		7/08/2022	27/08/2022	21																						
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		7/08/2022	27/08/2022	21																						
Habilitación de accesos	glb																									
Relleno material enrocado	m3	7/08/2022	27/08/2022	21	800	800	800	800	800	800	800	5,600	800	800	800	800	800	800	800	5,600	800	800	800	800	800	800
COLOCACIÓN DE CONCRETO		7/08/2022	7/08/2022	1																						
Concreto TRAMO CENTRAL																										
Liberación	glb																									
Relleno material enrocado	m3																									
Relleno - granular transición	m3																									
Relleno - granular filtro	m3																									
Excavación	m3																									
Perfilado	glb																									
Colocación de Concreto	m3																									
Concreto TRAMO DERECHO																										
Liberación de fundación	glb																									
Relleno material enrocado	m3																									
Relleno - granular transición	m3																									
Relleno - granular filtro	m3																									
Excavación	m3																									
Perfilado	glb																									
Colocación de Concreto	m3																									
Concreto TRAMO IZQUIERDO		7/08/2022	7/08/2022	1																						
Liberación de fundación	glb	12/08/2022	12/08/2022	1						1	1,000															
Relleno - granular transición	m3	7/08/2022	9/08/2022	3	100	25	25				150															
Relleno - granular filtro	m3	7/08/2022	8/08/2022	2	120	80					200															
Excavación	m3	7/08/2022	7/08/2022	1	120						120	65								65						
Perfilado	glb	7/08/2022	7/08/2022	1	1						1	1								1						
Colocación de Concreto	m3	8/08/2022	8/08/2022	1		120					120		65							65						

Elaboración Propia

Figura 7

Análisis de Restricciones - Semana 01

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Restricciones									Descripción	
					Ingeniería	Materiales	Mano de Obra	Equipos	Interferencias	Permisos	Programación	Factor Climático	Externo		
CONSTRUCCIÓN DIQUE															
RELLENO CUERPO DIQUE		3/07/2022	23/07/2022	21											
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		3/07/2022	23/07/2022	21											
Habilitación de accesos	glb														
Relleno material enrocado	m3	3/07/2022	23/07/2022	21	X										Se reportó un afloramiento rocoso por encima de la rasante.
COLOCACIÓN DE CONCRETO		4/07/2022	5/07/2022	2											
Concreto TRAMO CENTRAL		4/07/2022	5/07/2022	2											
Liberación	glb														
Relleno material enrocado	m3														
Relleno - granular transición	m3	4/07/2022	5/07/2022	2											
Relleno - granular filtro	m3	4/07/2022	5/07/2022	2											
Excavación	m3	6/07/2022	6/07/2022	1	X										Suministro de concreto en base a la programación
Perfilado	glb	6/07/2022	6/07/2022	1											
Colocación de Concreto	m3	7/07/2022	7/07/2022	1							X				Autonización para desnivel
Concreto TRAMO DERECHO		5/07/2022	5/07/2022	1											
Liberación de fundación	glb	5/07/2022	5/07/2022	1											
Relleno material enrocado	m3														
Relleno - granular transición	m3	8/07/2022	9/07/2022	2											
Relleno - granular filtro	m3	8/07/2022	9/07/2022	2											
Excavación	m3	10/07/2022	10/07/2022	1											
Perfilado	glb	10/07/2022	10/07/2022	1											
Colocación de Concreto	m3	11/07/2022	11/07/2022	1											
Concreto TRAMO IZQUIERDO		10/07/2022	10/07/2022	1											
Liberación de fundación	glb	10/07/2022	10/07/2022	1											
Relleno - granular transición	m3	11/07/2022	11/07/2022	1											
Relleno - granular filtro	m3	10/07/2022	10/07/2022	1											
Excavación	m3	11/07/2022	11/07/2022	1											
Perfilado	glb	11/07/2022	11/07/2022	1											
Colocación de Concreto	m3	12/07/2022	12/07/2022	1											

Elaboración Propia

Figura 8

Matriz de Restricciones - Semana 01

ÍTEM	DESCRIPCIÓN RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCIÓN	ESTADO	FECHA IDENTIFICACIÓN RESTRICCIÓN	FECHA REQUERIDA LIBERACION
1	Se reportó un afloramiento rocoso por encima de la rasante.	Cliente	Ingeniería	En Proceso	18-Jun-22	5-Jul-22
2	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	En Proceso	27-Jun-22	6-Jul-22
3	Autorización para desnivel	Cliente	Ingeniería	En Proceso	25-Jun-22	3-Jul-22

Elaboración Propia

Figura 9

Análisis de Restricciones - Semana 02

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Restricciones								Descripción	
					Ingeniería	Materiales	Mano de Obra	Equipos	Interferencias	Permisos	Programación	Factor Climático		Externo
CONSTRUCCIÓN DIQUE														
RELLENO CUERPO DIQUE		10/07/2022	19/07/2022	10										
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		10/07/2022	19/07/2022	10										
Habilitación de accesos	glb													
Relleno material enrocado	m3	10/07/2022	19/07/2022	10			X							Limitación de personal en turno noche
COLOCACIÓN DE CONCRETO		10/07/2022	10/07/2022	1										
Concreto TRAMO CENTRAL		11/07/2022	12/07/2022	2										
Liberación	glb	12/07/2022	12/07/2022	1										
Relleno material enrocado	m3													
Relleno - granular transición	m3	11/07/2022	12/07/2022	2										
Relleno - granular filtro	m3	11/07/2022	12/07/2022	2										
Excavación	m3	13/07/2022	13/07/2022	1										
Perfilado	glb	13/07/2022	13/07/2022	1										
Colocación de Concreto	m3	14/07/2022	14/07/2022	1										
Concreto TRAMO DERECHO		10/07/2022	10/07/2022	1										
Liberación de fundación	glb	15/07/2022	15/07/2022	1										
Relleno material enrocado	m3													
Relleno - granular transición	m3	16/07/2022	18/07/2022	3										
Relleno - granular filtro	m3	16/07/2022	19/07/2022	4		X								Consumo de materiales de filtro
Excavación	m3	10/07/2022	10/07/2022	1										
Perfilado	glb	10/07/2022	10/07/2022	1										
Colocación de Concreto	m3	11/07/2022	11/07/2022	1										
Concreto TRAMO IZQUIERDO		14/07/2022	15/07/2022	2										
Liberación de fundación	glb	16/07/2022	16/07/2022	1										
Relleno - granular transición	m3	14/07/2022	15/07/2022	2										
Relleno - granular filtro	m3	14/07/2022	15/07/2022	2		X								Consumo de materiales de filtro
Excavación	m3	16/07/2022	16/07/2022	1										
Perfilado	glb	16/07/2022	16/07/2022	1										
Colocación de Concreto	m3	30/07/2022	30/07/2022	1										

Elaboración Propia

Figura 10

Matriz de Restricciones - Semana 02

ÍTEM	DESCRIPCIÓN RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCIÓN	ESTADO	FECHA IDENTIFICACIÓN RESTRICCIÓN	FECHA REQUERIDA LIBERACION
1	Se reportó un afloramiento rocoso por encima de la rasante.	Cliente	Ingeniería	Terminado	18-Jun-22	5-Jul-22
2	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	Terminado	27-Jun-22	6-Jul-22
3	Autorización para desnivel	Cliente	Ingeniería	Terminado	25-Jun-22	3-Jul-22
4	Limitación de personal en turno noche	Contratista	Mano de Obra	En Proceso	7-Jul-22	10-Jul-22
5	Consumo de materiales de filtro	Cliente	Materiales	No iniciado	3-Jul-22	11-Jul-22

Elaboración Propia

Figura 11

Análisis de Restricciones - Semana 03

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Restricciones								Descripción
					Ingeniería	Materiales	Mano de Obra	Equipos	Interferencias	Permisos	Programación	Factor Climático	
CONSTRUCCIÓN DIQUE													
RELLENO CUERPO DIQUE		17/07/2022	19/07/2022	3									
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		17/07/2022	19/07/2022	3									
Habilitación de accesos	glb												
Relleno material enrocado	m3	17/07/2022	19/07/2022	3									
COLOCACIÓN DE CONCRETO													
Concreto TRAMO CENTRAL													
Liberación	glb												
Relleno material enrocado	m3												
Relleno - granular transición	m3												
Relleno - granular filtro	m3												
Excavación	m3												
Perfilado	glb												
Colocación de Concreto	m3												
Concreto TRAMO DERECHO													
Liberación de fundación	glb	17/07/2022	17/07/2022	1					X				Interferencia con otro contratista
Relleno material enrocado	m3												
Relleno - granular transición	m3	18/07/2022	18/07/2022	1		X							Deficit de suministro de material
Relleno - granular filtro	m3	17/07/2022	19/07/2022	3									
Excavación	m3	19/07/2022	19/07/2022	1									
Perfilado	glb	19/07/2022	19/07/2022	1									
Colocación de Concreto	m3	20/07/2022	20/07/2022	1									
Concreto TRAMO IZQUIERDO													
Liberación de fundación	glb	25/07/2022	25/07/2022	1									
Relleno - granular transición	m3	26/07/2022	26/07/2022	1		X							Deficit de suministro de material
Relleno - granular filtro	m3	27/07/2022	27/07/2022	1									
Excavación	m3	28/07/2022	28/07/2022	1									
Perfilado	glb	29/07/2022	29/07/2022	1									
Colocación de Concreto	m3	30/07/2022	30/07/2022	1									

Elaboración propia

Figura 12*Matriz de Restricciones - Semana 03*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCIÓN	ESTADO	FECHA IDENTIFICACIÓN RESTRICCIÓN	FECHA REQUERIDA LIBERACION
1	Se reportó un afloramiento rocoso por encima de la rasante.	Cliente	Ingeniería	Terminado	18-Jun-22	5-Jul-22
2	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	Terminado	27-Jun-22	6-Jul-22
3	Autorización para desnivel	Cliente	Ingeniería	Terminado	25-Jun-22	3-Jul-22
4	Limitación de personal en turno noche	Contratista	Mano de Obra	Terminado	7-Jul-22	10-Jul-22
5	Consumo de materiales de filtro	Cliente	Materiales	En Proceso	3-Jul-22	15-Jul-22
6	Interferencia con otro contratista	Cliente	Interferencia	En Proceso	15-Jul-22	17-Jul-22
7	Deficit de suministro de material	Cliente	Materiales	En Proceso	12-Jul-22	18-Jul-22

Elaboración propia

Figura 13

Análisis de Restricciones - Semana 04

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Restricciones								Descripción		
					Ingeniería	Materiales	Mano de Obra	Equipos	Interferencias	Permisos	Programación	Factor Climático		Externo	
CONSTRUCCIÓN DIQUE															
RELLENO CUERPO DIQUE		10/07/2022	19/07/2022	10											
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		10/07/2022	19/07/2022	10											
Habilitación de accesos	glb														
Relleno material enrocado	m3	10/07/2022	19/07/2022	10											
COLOCACIÓN DE CONCRETO		24/07/2022	25/07/2022	2											
Concreto TRAMO CENTRAL		7/08/2022	11/08/2022	5											
Liberación	glb														
Relleno material enrocado	m3														
Relleno - granular transición	m3	7/08/2022	11/08/2022	5											
Relleno - granular filtro	m3	8/08/2022	12/08/2022	5											
Excavación	m3	13/08/2022	13/08/2022	1											
Perfilado	glb	13/08/2022	13/08/2022	1											
Colocación de Concreto	m3														
Concreto TRAMO DERECHO															
Liberación de fundación	glb														
Relleno material enrocado	m3														
Relleno - granular transición	m3														
Relleno - granular filtro	m3														
Excavación	m3														
Perfilado	glb														
Colocación de Concreto	m3														
Concreto TRAMO IZQUIERDO		24/07/2022	25/07/2022	2											
Liberación de fundación	glb	25/07/2022	25/07/2022	1											
Relleno - granular transición	m3	26/07/2022	26/07/2022	1											
Relleno - granular filtro	m3	24/07/2022	27/07/2022	4											
Excavación	m3	27/07/2022	27/07/2022	1											
Perfilado	glb	28/07/2022	28/07/2022	1											
Colocación de Concreto	m3	28/07/2022	28/07/2022	1							X				Suministro de concreto de acuerdo a la programación

Elaboración propia

Figura 14*Matriz de Restricciones - Semana 04*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCIÓN	ESTADO	FECHA IDENTIFICACIÓN RESTRICCIÓN	FECHA REQUERIDA LIBERACION
1	Se reportó un afloramiento rocoso por encima de la rasante.	Cliente	Ingeniería	Terminado	18-Jun-22	5-Jul-22
2	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	Terminado	27-Jun-22	6-Jul-22
3	Autorización para desnivel	Cliente	Ingeniería	Terminado	25-Jun-22	3-Jul-22
4	Limitación de personal en turno noche	Contratista	Mano de Obra	Terminado	7-Jul-22	10-Jul-22
5	Consumo de materiales de filtro	Cliente	Materiales	Terminado	3-Jul-22	15-Jul-22
6	Interferencia con otro contratista	Cliente	Interferencia	En Proceso	15-Jul-22	17-Jul-22
7	Deficit de suministro de material	Cliente	Materiales	Terminado	12-Jul-22	18-Jul-22
8	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	En Proceso	24-Jul-22	28-Jul-22

Elaboración propia

Figura 15

Análisis de Restricciones - Semana 05

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Restricciones								Descripción	
					Ingeniería	Materiales	Mano de Obra	Equipos	Interferencias	Permisos	Programación	Factor Climático		Externo
CONSTRUCCIÓN DIQUE														
RELLENO CUERPO DIQUE		3/07/2022	23/07/2022	21										
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		3/07/2022	23/07/2022	21										
Habilitación de accesos	glb													
Relleno material enrocado	m3	3/07/2022	23/07/2022	21										
COLOCACIÓN DE CONCRETO		31/07/2022	31/07/2022	1										
Concreto TRAMO CENTRAL		31/07/2022	1/08/2022	2										
Liberación	glb	6/08/2022	6/08/2022	1										
Relleno material enrocado	m3													
Relleno - granular transición	m3	1/08/2022	1/08/2022	1										
Relleno - granular filtro	m3	31/07/2022	1/08/2022	2										
Excavación	m3	1/08/2022	1/08/2022	1										
Perfilado	glb	2/08/2022	2/08/2022	1										
Colocación de Concreto	m3	2/08/2022	2/08/2022	1										
Concreto TRAMO DERECHO		7/08/2022	7/08/2022	1										
Liberación de fundación	glb													
Relleno material enrocado	m3													
Relleno - granular transición	m3	7/08/2022	7/08/2022	1										
Relleno - granular filtro	m3	7/08/2022	8/08/2022	2										
Excavación	m3	8/08/2022	8/08/2022	1										
Perfilado	glb	8/08/2022	8/08/2022	1										
Colocación de Concreto	m3	9/08/2022	9/08/2022	1										
Concreto TRAMO IZQUIERDO		31/07/2022	31/07/2022	1										
Liberación de fundación	glb	31/07/2022	31/07/2022	1										
Relleno - granular transición	m3	1/08/2022	2/08/2022	2										
Relleno - granular filtro	m3	2/08/2022	2/08/2022	1										
Excavación	m3	3/08/2022	3/08/2022	1										
Perfilado	glb	3/08/2022	3/08/2022	1										
Colocación de Concreto	m3	4/08/2022	4/08/2022	1							X			Suministro de concreto de acuerdo a la programación

Elaboración propia

Figura 16*Matriz de Restricciones - Semana 05*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCIÓN	ESTADO	FECHA IDENTIFICACIÓN RESTRICCIÓN	FECHA REQUERIDA LIBERACION
1	Se reportó un afloramiento rocoso por encima de la rasante.	Cliente	Ingeniería	Terminado	18-Jun-22	5-Jul-22
2	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	Terminado	27-Jun-22	6-Jul-22
3	Autorización para desnivel	Cliente	Ingeniería	Terminado	25-Jun-22	3-Jul-22
4	Limitación de personal en turno noche	Contratista	Mano de Obra	Terminado	7-Jul-22	10-Jul-22
5	Consumo de materiales de filtro	Cliente	Materiales	Terminado	3-Jul-22	15-Jul-22
6	Interferencia con otro contratista	Cliente	Interferencia	Terminado	15-Jul-22	17-Jul-22
7	Deficit de suministro de material	Cliente	Materiales	Terminado	12-Jul-22	18-Jul-22
8	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	Terminado	24-Jul-22	28-Jul-22
9	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	No iniciado	24-Jul-22	28-Jul-22

Elaboración propia

Figura 17

Análisis de Restricciones - Semana 06

ACTIVIDADES (PARTIDAS)	UNID.	INICIO	FIN	DURACION	Restricciones								Descripción		
					Ingeniería	Materiales	Mano de Obra	Equipos	Interferencias	Permisos	Programación	Factor Climático		Externo	
CONSTRUCCIÓN DIQUE															
RELLENO CUERPO DIQUE		7/08/2022	27/08/2022	21											
MOV. TIERRAS Y OBRAS CIVILES		7/08/2022	27/08/2022	21											
Habilitación de accesos	glb														
Relleno material enrocado	m3	7/08/2022	27/08/2022	21											
COLOCACIÓN DE CONCRETO		7/08/2022	7/08/2022	1											
Concreto TRAMO CENTRAL															
Liberación	glb														
Relleno material enrocado	m3														
Relleno - granular transición	m3														
Relleno - granular filtro	m3														
Excavación	m3														
Perfilado	glb														
Colocación de Concreto	m3														
Concreto TRAMO DERECHO															
Liberación de fundación	glb														
Relleno material enrocado	m3														
Relleno - granular transición	m3														
Relleno - granular filtro	m3														
Excavación	m3														
Perfilado	glb														
Colocación de Concreto	m3														
Concreto TRAMO IZQUIERDO		7/08/2022	7/08/2022	1											
Liberación de fundación	glb	12/08/2022	12/08/2022	1											
Relleno - granular transición	m3	7/08/2022	9/08/2022	3											
Relleno - granular filtro	m3	7/08/2022	8/08/2022	2											
Excavación	m3	7/08/2022	7/08/2022	1											
Perfilado	glb	7/08/2022	7/08/2022	1											
Colocación de Concreto	m3	8/08/2022	8/08/2022	1							X				Suministro de concreto de acuerdo a la programación

Elaboración propia

Figura 18*Matriz de Restricciones - Semana 06*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCIÓN	ESTADO	FECHA IDENTIFICACIÓN RESTRICCIÓN	FECHA REQUERIDA LIBERACION
1	Se reportó un afloramiento rocoso por encima de la rasante.	Cliente	Ingeniería	Terminado	18-Jun-22	5-Jul-22
2	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	Terminado	27-Jun-22	6-Jul-22
3	Autorización para desnivel	Cliente	Ingeniería	Terminado	25-Jun-22	3-Jul-22
4	Limitación de personal en turno noche	Contratista	Mano de Obra	Terminado	7-Jul-22	10-Jul-22
5	Consumo de materiales de filtro	Cliente	Materiales	Terminado	3-Jul-22	15-Jul-22
6	Interferencia con otro contratista	Cliente	Interferencia	Terminado	15-Jul-22	17-Jul-22
7	Deficit de suministro de material	Cliente	Materiales	Terminado	12-Jul-22	18-Jul-22
8	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	Terminado	24-Jul-22	28-Jul-22
9	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	Terminado	24-Jul-22	28-Jul-22
10	Suministro de concreto en base a la programación	Cliente	Programación	En Proceso	1-Aug-22	8-Aug-22

Elaboración propia

La planificación semanal (a corto plazo), se extrae de la planificación intermedia y se muestran las actividades y sus cantidades a realizar en el transcurso de la semana actual. Con esta planificación se debe elaborar el formato de porcentaje de actividades completadas (PAC) en el que comprueba si se han cumplido las actividades programadas además de identificar las causas de incumplimiento (no cumplimiento), que es evaluado en la reunión semanal llevada a cabo al finalizar la semana. En las **Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23y Figura 24**, se muestra el PAC para las semanas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente.

De la matriz de restricciones consolidada de las 06 semanas en estudio (visible en la semana 06, **Figura 18**) calculamos el porcentaje por tipo de restricción (tipo de especialidad), encontrando que la restricción con mayor incidencia es la Programación con un 40% (Ver **Tabla 2**), específicamente, según detalle mostrado en la **Figura 18**, representa una restricción importante, el suministro de concreto para el cumplimiento de una de las actividades principales como es la colocación de este material, la que a su vez permite el cumplimiento de las demás actividades posteriores (rellenos de otros materiales).

Tabla 2

Análisis de Restricciones – Tipo de restricciones

TIPO DE RESTRICCIÓN	Cantidad	Porcentaje
Ingeniería	2	20%
Programación	4	40%
Mano de Obra	1	10%
Materiales	2	20%
Interferencia	1	10%
TOTAL	10	100%

Nota: Tipo de restricciones identificadas en las 06 semanas en estudio

Figura 25

Tipo de restricciones - Porcentaje



Elaboración propia

El cálculo del Porcentaje de Actividades Completadas (PAC), se llevó a cabo cada 07 días (en las 06 semanas y se obtuvo un promedio de 86% (Ver **Tabla 14**), mantenimiento una tendencia favorable (a subir), este porcentaje se encuentra por encima del promedio deseable de 85 %;según HOWELL, G y MACOMBER, H. (2002) referenciado por (Rodriguez, 2015) , si el desempeño se encuentra por encima de 80% se considera un buen desempeño, si es menor a 60% se considera un desempeño pobre y si un desempeño es mayor 85% es el objetivo de los equipos con mayor experiencia. En la Semana 01 (**Tabla 3**), semana de inicio de la aplicación del Last Planner System (LPS), el PAC es de 67%.

Tabla 3

Cálculo del PAC - Semana 01

Actividades	Cant.
Actividades Programadas	9
Actividades Completadas	6
Actividades no Completadas	3
Porcentaje de Actividades Completadas	67%

Elaboración propia

En la Semana 01, las causas de incumplimiento se relacionaron al **retraso en la actividad predecesora**, con la responsabilidad directa del contratista. La aplicación del LPS ha permitido identificar estas causas y definir un Plan de Acción para superarlas, en este caso se plantea el Cumplimiento de tiempos de ejecución de actividades ya que esto repercute en las siguientes actividades del proceso constructivo (posibles atrasos en otras actividades sucesoras).

Tabla 4

Causas de Incumplimiento - Semana 01

Causas de Incumplimiento	Responsable	Plan de Acción	Total Incum.	%
Retraso en actividad predecesora	Contratista	Cumplimiento de tiempos de ejecución de actividades	3	100%
			3	100%

Elaboración propia

En la Semana 02 (**Tabla 5**), el PAC fue de 88%, mejoró notablemente el porcentaje de la Semana 01.

Tabla 5

Cálculo del PAC - Semana 02

Actividades	Cant.
Actividades Programadas	17
Actividades Completadas	15
Actividades no Completadas	2
Porcentaje de Actividades Completadas	88%

Elaboración propia

Las causas de incumplimiento de la Semana 02 estuvieron relacionadas al **Retraso en actividad predecesora**, con responsabilidad atribuible al contratista, y el **Cambio en planos de Ingeniería**, atribuible al Cliente. De la misma forma que en la Semana 01 el Plan de Acción para el caso de la primera causa, tal como se evaluó en la reunión semanal respectiva se reitera el Cumplimiento de tiempos de ejecución de actividades, para el caso de la segunda causa, el Plan de Acción implica Solicitar al cliente la validación de planos. En esta semana, la responsabilidad es compartida entre el Contratista y el Cliente (50% cada uno).

Tabla 6

Causas de Incumplimiento - Semana 02

Causas de Incumplimiento	Responsable	Plan de Acción	Total Incum.	%
Retraso en actividad predecesora	Contratista	Cumplimiento de tiempos de ejecución de actividades	1	50%
Cambio en planos de Ingeniería	Cliente	Solicitar al cliente validación de planos	1	50%
			2	100%

Elaboración propia

En la Semana 03 (

Tabla 7), el PAC fue de 83%, se observa un descenso menor respecto al porcentaje obtenido en la Semana 02, aunque también se tuvo una menor cantidad de actividades programadas y tan solo no fue completada 01 actividad.

Tabla 7

Cálculo del PAC - Semana 03

Actividades	Cant.
Actividades Programadas	6
Actividades Completadas	5
Actividades no Completadas	1
Porcentaje de Actividades Completadas	83%

Elaboración propia

En la Semana 03, nuevamente se tiene como causa de incumplimiento al **Retraso en actividad predecesora**, en la reunión de evaluación respectiva se reitera como Plan de acción al Cumplimiento de tiempos de ejecución de actividades. La responsabilidad es del Contratista.

Ver **Tabla 8**.

Tabla 8

Causas de Incumplimiento - Semana 03

Causas de Incumplimiento	Responsable	Plan de Acción	Total Incum.	%
Retraso en actividad predecesora	Contratista	Cumplimiento de tiempos de ejecución de actividades	1	100%
			1	100%

Elaboración propia

En la Semana 04 (**Tabla 9**), el PAC fue de 86%, con 06 actividades completadas de 07 actividades programadas. Mejora el porcentaje respecto a la semana anterior (Semana 03), se mantiene la tendencia positiva.

Tabla 9

Cálculo del PAC - Semana 04

Actividades	Cant.
Actividades Programadas	7
Actividades Completadas	6
Actividades no Completadas	1
Porcentaje de Actividades Completadas	86%

Elaboración propia

En la Semana 04, las causas de incumplimiento se relacionan con el **Desabastecimiento de material** y se define como plan de acción a la Reprogramación de material. La responsabilidad en este caso es imputable al Cliente. Se observa que ya no se encuentra dentro de las causas al retraso en la actividad predecesora, tal como se estuvo dando en las 03 primeras semanas, lo que indica que la aplicación de LPS está contribuyendo con la detección oportuna de estas causas y la aplicación eficiente de planes de acción. Ver **Tabla 10**.

Tabla 10

Causas de Incumplimiento - Semana 04

Causas de Incumplimiento	Responsable	Plan de Acción	Total Incum.	%
Desabastecimiento de material	Cliente	Reprogramación de material	1	100%
			1	100%

Elaboración propia

En la Semana 05 (**Tabla 11**), el PAC fue de 92%, de las 13 actividades programadas, 12 fueron completadas, tan solo 01 actividad no fue completada. El porcentaje mejora respecto a la Semana 04, mejorando aún más la tendencia a crecer.

Tabla 11

Cálculo del PAC - Semana 05

Actividades	Cant.
Actividades Programadas	13
Actividades Completadas	12
Actividades no Completadas	1
Porcentaje de Actividades Completadas	92%

Elaboración propia

Nuevamente, al igual que la semana anterior, en la Semana 05 (**Tabla 12**), El desabastecimiento de material, es la causa de incumplimiento y como Plan de acción, se reitera en la reunión de evaluación, a la reprogramación de material cuya responsabilidad es del cliente. Ver **Tabla 12**.

Tabla 12

Causas de Incumplimiento - Semana 05

Causas de Incumplimiento	Responsable	Plan de Acción	Total Incum.	%
Desabastecimiento de material	Cliente	Reprogramación de material	1	100%
			1	100%

Elaboración propia

En la Semana 06 de evaluación (**Tabla 13**) de aplicación del LPS, finalmente se tiene un 100% de actividades completadas.

Tabla 13

Cálculo del PAC - Semana 06

Actividades	Cant.
Actividades Programadas	7
Actividades Completadas	7
Actividades no Completadas	0
Porcentaje de Actividades Completadas	100%

Elaboración propia

Tal como se indicó, en la **Tabla 14**, se muestra el promedio del Porcentaje de actividades completadas (PAC) en las 06 semanas estudiadas de la aplicación del Last Planner System (LPS), el resultado fue de 86%, que supera porcentaje deseable (objetivo).

Tabla 14

Porcentaje de Plan Completado (%PPC) – Promedio Real y Deseable

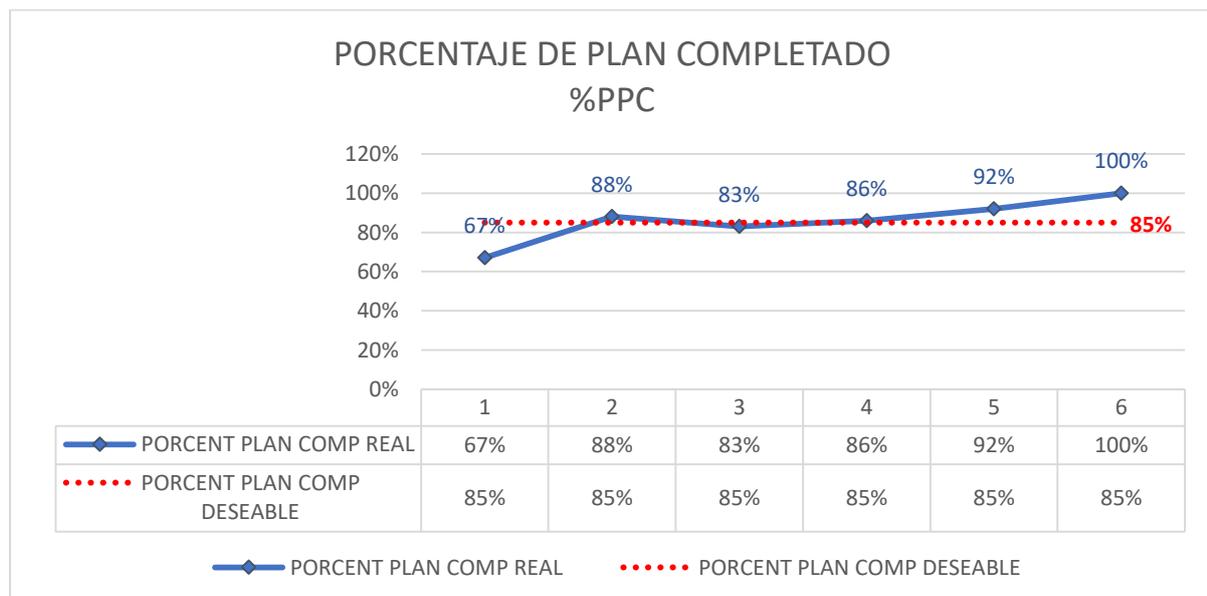
SEMANA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES COMPLETADAS	PORCENTAJE PLAN COMP REAL	PORCENTAJE PLAN COMP DESEABLE
SEM1	9	6	67%	85%
SEM2	17	15	88%	85%
SEM3	6	5	83%	85%
SEM4	7	6	86%	85%
SEM5	13	12	92%	85%
SEM6	7	7	100%	85%
PROMEDIO			86%	

Elaboración propia

Como se aprecia en la **Figura 26**, en las 06 semanas de análisis, el PAC crece con pendiente positiva, indicando que la aplicación del LPS es favorable.

Figura 26

Porcentaje de Plan Completado (%PPC)



Elaboración propia

De todas causas de incumplimiento identificadas en las 06 semanas en estudio, el mayor porcentaje está en el **Retraso en actividad predecesora** (63%), y según se observó, luego de las 3 primeras semanas de reportar esta causa, en las siguientes ya no se presentó.

Tabla 15

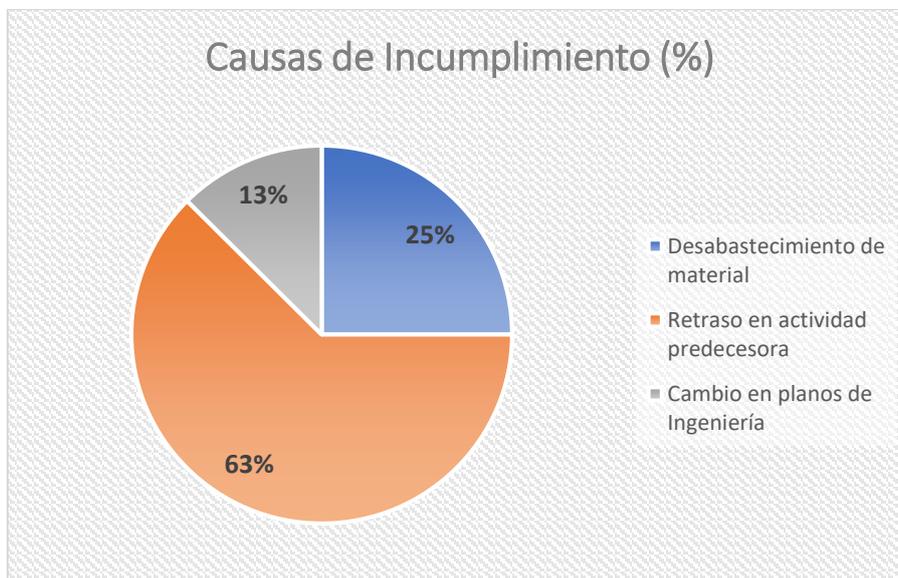
Causas de Incumplimiento (frecuencia)

Causas de Incumplimiento	Frecuencia	%	Frec. Acum.	Frec. Acum. (%)
Desabastecimiento de material	2	25%	2	25%
Retraso en actividad predecesora	5	63%	7	88%
Cambio en planos de Ingeniería	1	13%	8	100%
TOTAL	8	100%		

Elaboración propia

Figura 27

Causas de Incumplimiento (Porcentaje)



4.2. Discusión de Resultados

El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de la aplicación del Sistema Last Planner en la mejora de la productividad en los proyectos de construcción en una operación minera en la Región Cajamarca. Particularmente se aplica al proceso constructivo de un dique.

La aplicación del Sistema Last Planner ha permitido la identificación y registro de restricciones que pudieron influir en que las actividades programadas sean completadas, así como las causas que implicaron el no cumplimiento de estas del mismo modo en que (Cortez, 2020), lo aplica en la optimización de la planificación y la obtención de reportes que generen alertas sobre diversos problemas (restricciones) que ocurren durante la ejecución de un proyecto que influyen en el posible incumplimiento de las tareas.

(Barriga, 2019), en su tesis: Aplicación de la filosofía lean construction, utilizando la metodología del sistema Last Planner, en la construcción del Pad de lixiviación y pozas de procesos del yacimiento minero Anama – Anabí – Apurímac – Arequipa – Perú 2019. Concluye que con la aplicación de herramientas planteadas bajo la filosofía lean construction, contribuyen a la mejora en la productividad de las principales actividades en obra, mediante la evaluación del Porcentaje del Plan Completado y el análisis de Causas de no cumplimiento del mismo modo en que se realizó en esta investigación utilizando los mismos parámetros.

(Rodriguez, 2015), en su investigación evalúa 08 semanas de Planificación de actividades y obtiene como Promedio del Porcentaje de Actividades Completado (PAC) un 80.3 %, considerando este promedio como un buen desempeño, del mismo modo en

que en esta investigación se encuentra el Promedio de Plan Completado (Promedio del PAC de las 06 semanas evaluadas) con un valor de 86 %. Este buen desempeño nos permite determinar que la aplicación del Sistema Last Planner favorece el cumplimiento de actividades programadas, en relación en que cada semana se mejora la planificación, influyendo de manera positiva en la Productividad.

La identificación de Causas de no Cumplimiento en esta investigación ha permitido que en reuniones de evaluación y retroalimentación se planteen planes de acción que permitan hacer una mejor planificación y así cumplir con la mayor cantidad de actividades programadas. Del mismo modo en que (Diaz, 2014) aplica el Sistema Last Planner, para optimizar planes de ejecución semanales e intermedios y llevar un control eficiente de las restricciones que perjudicaban el cumplimiento de actividades.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Luego de la Implementación del Sistema Last Planner en el proceso constructivo de un dique en una operación minera en Cajamarca-2022, se determina que la aplicación del LPS mejora la productividad, aceptándose la hipótesis. Esto en base al análisis de Porcentaje de Actividades Completadas y a la identificación de Causas de no Cumplimiento, las que en reuniones de evaluación y retroalimentación semanales se plantearon planes de acción para su levantamiento y mejora en la Planificación Intermedia y a Corto Plazo (semanal).
- Se evaluó el Porcentaje de Actividades Completadas en las 06 semanas en estudio, obteniéndose un crecimiento con pendiente positiva, indicando que la aplicación del Sistema Last Planer es favorable.
- La identificación y evaluación de las causas de incumplimiento (Causas de no Cumplimiento – CNC) de las actividades programadas ha permitido el mejoramiento de la planificación, encontrándose que con la evolución del método semana a semana se han ido eliminando causas que en un inicio perjudicaron el cumplimiento de las actividades.
- El desempeño de la Implementación del Sistema Last Planner fue de un 86% y se obtuvo del cálculo del Porcentaje de Actividades Completadas programadas semanales en las 06 semanas de estudio.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa a cargo de la construcción del dique en esta operación minera continúe con la aplicación del método del Sistema Last Planner, puesto que puede contribuir de la mejor manera en la optimización de su planificación intermedia y a corto plazo y en la eliminación de causas de no cumplimiento y favorece a la culminación exitosa del proyecto.
- Del mismo modo esta investigación queda como referencia a futuros investigadores a fin profundizar dentro del sector minero, de la construcción o cualquier otro sector donde esta metodología aplique y así contribuir al mejoramiento de procedimiento y rentabilidad en los proyectos.
- Recomendar a la empresa de construcción busque el compromiso de cada uno de los responsables en las reuniones y lograr ser más eficientes a la hora de completar las planificaciones a corto plazo.
- Finalmente se recomienda a la empresa que al momento aplicar el Sistema Last Planner en otras actividades o procesos de construcción tenga en consideración el análisis de las restricciones y las causas de no cumplimiento que es pilar fundamental para lograr una mejora continua y lograr alcanzar los objetivos en los plazos programados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baladrón, C. (2017). *Evaluación de impactos de la implementación de metodologías Lean en proyectos de desarrollo minero en construcción*. Santiago de Chile: Tesis de posgrado. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Barriga, D. (2019). *Aplicación de la filosofía lean construction, utilizando la metodología del sistema Last Planner, en la construcción del Pad de lixiviación y pozas de procesos del yacimiento minero Anama – Anabí – Apurímac – Arequipa – Perú 2019*. Arequipa, Perú: Tesis de pregrado. Universidad Católica de Santa María.
- Bissonette, M. M. (2018). *Factores de productividad clave*. CRC Press.
- Briones, G., Gutierrez, J., & Ramirez, C. (2017). *Investigación Aplicada en el Siglo XXI: Conceptos, Métodos y Técnicas*. Editorial Universitaria Ramón Areces.
- Carrillo, F., Carrillo, V., & Moreno, C. (2018). Calidad Total: Un enfoque de la administración del siglo XXI. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento.*, Vol. 2 núm.3, julio, pp 634-647.
- Cortez, J. (2020). *Planificación integrada de mediano/largo plazo para obras interior mina en proyecto andes norte –nuevo nivel mina*. Santiago de Chile: Tesis de pregrado. Universidad de Chile.
- Cosi, J. (2017). *Diagnóstico y evaluación de los niveles de productividad en la construcción mediante la filosofía Lean Construction en la ciudad de Tacna*. Tacna, Perú: Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna.
- CyTA. (2019). Pensamiento Lean. *Ciencia y Técnica Administrativa Informes Científicos y Técnicos*, ISRN: CYTA/ATK/5311.03--2020-1+032.
- Diaz, A. (2014). *Optimización de la gestión y dirección de la construcción del tramo III del acceso principal al proyecto conga aplicando metodología de los estándares del*

- PMBOK y Last Planner System, 2014*. Cajamarca, Perú: Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte.
- Fernández, E. (2019). *Aplicación de Last Planner y el PMI, en la dirección del proyecto instalación de tuberías de relave, empresa minera Los Quenuales*. Huancayo, Perú: Tesis de pregrado.
- García, B. (2021). *Introducción a a metodología Lean*. Valencia España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Universidad Politécnica de Valencia.
- García, E. (2018). *Aplicación de Last Planner en planificación y control de proyectos de ingeniería complejos*. Lima, Perú: XII Congreso Internacional de Dirección de Proyectos - PMI Tour Cono Sur 2018.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.
- Hernandez, R. (2019). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.
- Hinze, J. W. (2018). *Construction Planning and Scheduling*. Routledge.
- Hoyos, M., & Botero, L. (2018). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura. *Ingeniería y Desarrollo*, Volumen 36, n.o 1.
- López, M. (2020). *Planificador semanal ajustado, una herramienta para el control de obra en la construcción*. Guadalajara, México: Tesis de pregrado. Universidad Panamericana.
- MINEM, M. d. (2021). *Anuario Minero reporte estadístico*. Lima, Perú: MINEM.
- Orihuela, P. (2011). *Lean Construction en el Perú*. Arequipa, Perú: Corporación Aceros Arequipa, Construcción Integral, Boletín N° 12.
- PMI. (2017). *Project Management Body of Knowledge Sixth Edition*. Project Management Institute.

- Poma, F. (2017). *Teoría de restricciones y su relación con la productividad de la empresa de Creaciones Karen en el año 2016*. Huancayo, Perú: Tesis de pregrado, Universidad Continental.
- Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, Vol. 11 - No. 1 (2014).
- Ramos, J. (2020). *Implementación del sistema de planificación Last Planner, para optimizar las actividades programadas por la empresa Gidema S.A.C, durante el desarrollo del proyecto, de reubicaciones de fajas transportadoras, área de lixiviación 1300-cv-017 en Souther Per*. Arequipa, Perú: Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de San Francisco.
- Rodriguez, A. (2015). *Implementación del Sistema de Planificación al Proyecto Alpamarca 2000 TPD, Junin*. Arequipa, Peru: Tesis de pregrado.
- Rojas, M., Henao, M., & Valencia, M. (2016). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 16, No. 30 pp. 115-128.
- Romero-Rojas, J., Ortiz-Triana, V., & Caicedo-Rolón, Á. (2019). La Teoría de Restricciones y la Optimización como. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa Herramientas Gerenciales para la Programación de la Producción*, 74-90.